



Ricerca di Sistema elettrico

Aggiornamento del modello per la stima dei consumi per riscaldamento, ACS e usi cottura e analisi dei dati del database delle detrazioni fiscali mediante la metodologia sviluppata

M. Caldera, A. Federici, A. Martelli, M. Nocera, G. Puglisi,
M. Scoccianti, F. Zanghirella

AGGIORNAMENTO DEL MODELLO PER LA STIMA DEI CONSUMI PER RISCALDAMENTO, ACS E USI COTTURA E ANALISI DEI DATI DEL DATABASE DELLE DETRAZIONI FISCALI MEDIANTE LA METODOLOGIA SVILUPPATA.

M. Caldera, A. Federici, A. Martelli, M. Nocera, G. Puglisi, M. Scoccianti, F. Zanghirella (ENEA)

Settembre 2017

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2016

Area: Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

Progetto: Tecnologie per costruire gli edifici del futuro

Obiettivo: E. Analisi e benchmark di consumi energetici degli edifici nei settori economici

Responsabile del Progetto: Giovanni Puglisi, ENEA



Gli autori desiderano ringraziare i dott. Stefano Trossarello e Dario Cianci che hanno partecipato al progetto durante il loro lavoro di tesi di laurea.

Indice

SOMMARIO.....	7
1 INTRODUZIONE.....	8
2 SINTESI DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEI MODELLI SUI CONSUMI DI ENERGIA.....	9
2.1 MODELLO DI CALCOLO DEI CONSUMI PER RISCALDAMENTO DEGLI AMBIENTI.....	9
2.2 MODELLO DI CALCOLO DEI CONSUMI PER PRODUZIONE DI ACS.....	9
2.3 MODELLO DI CALCOLO DEI CONSUMI PER USI COTTURA.....	9
3 AFFINAMENTO DELLO STRUMENTO DI ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI NEL SETTORE RESIDENZIALE.....	12
3.1 SUDDIVISIONE DEI CAMPIONI IN BASE ALLA DISPONIBILITÀ E ALLA TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO TERMICO.....	12
3.2 DEFINIZIONE DEI PREZZI UNITARI SU BASE REGIONALE.....	12
3.3 PERFEZIONAMENTO DEL MODELLO SUI CONSUMI DI ENERGIA PER ACS.....	16
3.4 PERFEZIONAMENTO DEL MODELLO SUI CONSUMI DI ENERGIA PER USI COTTURA.....	17
3.5 IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO SUI CONSUMI DEGLI ELETTRODOMESTICI E DELL'ILLUMINAZIONE.....	17
3.5.1 <i>Illuminazione</i>	18
3.5.2 <i>Grandi elettrodomestici</i>	18
3.5.3 <i>Piccoli elettrodomestici</i>	23
4 CALIBRAZIONE DEI MODELLI.....	24
5 RISULTATI DEI MODELLI.....	30
5.1 RISULTATI DEI MODELLI SUI CONSUMI PER RISCALDAMENTO, ACS E USI COTTURA.....	30
5.2 RISULTATI DEL MODELLO SUI CONSUMI ELETTRICI PER ELETTRODOMESTICI E ILLUMINAZIONE.....	32
6 CONCLUSIONI.....	41
7 IL QUADRO DI RIFERIMENTO.....	44
7.1 LA DIRETTIVA EFFICIENZA ENERGETICA E GLI OBIETTIVI DI RISPARMIO ENERGETICO AL 2020.....	44
7.2 L'EVOLUZIONE RECENTE DELLA NORMATIVA DEL MECCANISMO DELLE DETRAZIONI FISCALI.....	44
7.3 LA PIATTAFORMA INFORMATICA PER LA RACCOLTA DEI DATI.....	45
8 METODOLOGIA DI ANALISI DEI DATI.....	46
9 ANALISI DEI DATI.....	48
9.1 RISULTATI COMPLESSIVI PER IL PERIODO 2015-2016.....	49
9.2 INTERVENTI REALIZZATI NEL 2016 PER LA RIDUZIONE DEL FABBISOGNO ENERGETICO PER IL RISCALDAMENTO DELL'INTERO EDIFICIO (COMMA 344).....	52
9.3 INTERVENTI REALIZZATI NEL 2016 PER IL MIGLIORAMENTO DELLE PRESTAZIONI TERMICHE DELL'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO ATTRAVERSO LA COIBENTAZIONE DI SOLAI E PARETI (COMMA 345A).....	55
9.4 INTERVENTI REALIZZATI NEL 2016 PER LA SOSTITUZIONE DI SERRAMENTI (COMMA 345B).....	57
9.5 INTERVENTI REALIZZATI NEL 2016 PER L'INSTALLAZIONE DI SCHERMATURE SOLARI (COMMA 345C).....	59
9.6 INTERVENTI REALIZZATI NEL 2016 PER L'INSTALLAZIONE DI PANNELLI SOLARI (COMMA 346).....	60
9.7 INTERVENTI REALIZZATI NEL 2016 PER LA SOSTITUZIONE DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE (COMMA 347).....	62
9.8 INTERVENTI REALIZZATI NEL 2016 PER L'INSTALLAZIONE DI SISTEMI DI BUILDING AUTOMATION.....	64
9.9 INVESTIMENTI PER ABITANTE A LIVELLO PROVINCIALE E COMUNALE.....	64
10 IL MERCATO DELLA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA.....	66
10.1 L'IMPATTO DEGLI INCENTIVI SUL MERCATO DELLE COSTRUZIONI.....	66
10.2 LO STOCK DEI CONDOMINI ITALIANI.....	69
10.3 IL MERCATO DELLE TECNOLOGIE INCENTIVATE.....	71
10.3.1 <i>Apparecchi per la climatizzazione</i>	71
10.4 UN APPROCCIO INTEGRATO AL RECUPERO EDILIZIO E ALLA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA.....	79
11 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	81

12	ABBREVIAZIONI ED ACRONIMI.....	83
	ALLEGATO I	84
	ALLEGATO II	86

Indice delle figure

Figura 1 – Ripartizione delle vendite dei forni nel mercato italiano sulla base dell’etichetta energetica	11
Figura 2 - Prezzi di listino del GPL in bombole fino a 15 kg per la provincia di riferimento di ogni regione...	16
Figura 3 - Prezzi di listino del GPL sfuso per cisterne fino a 5.000 litri per la provincia di riferimento di ogni regione.....	16
Figura 4 – Rendimento medio globale annuale di produzione dell’ACS calcolato dal modello	17
Figura 5 - Ripartizione delle vendite dei frigoriferi nel mercato italiano sulla base dell’etichetta energetica	19
Figura 6 - Ripartizione delle vendite dei congelatori nel mercato italiano sulla base dell’etichetta energetica	20
Figura 7 - Differenza percentuale indagine vs. modello dei consumi annuali per i combustibili usati per sola ACS.....	27
Figura 8 - Differenza percentuale indagine vs. modello dei consumi annuali per i combustibili usati per soli usi cottura.....	28
Figura 9 - Differenza percentuale indagine vs. modello dei consumi annuali per i combustibili usati per ACS e/o usi cottura	29
Figura 10 - Ripartizione del consumo annuale calcolato sulla base del combustibile e dell’uso finale	32
Figura 11 – Distribuzione dei consumi di energia elettrica per illuminazione a risparmio energetico	33
Figura 12 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per illuminazione tradizionale	34
Figura 13 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei frigoriferi	34
Figura 14 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei congelatori	35
Figura 15 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo delle lavatrici.....	35
Figura 16 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo delle asciugatrici	36
Figura 17 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo delle lavastoviglie.....	36
Figura 18 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei televisori	37
Figura 19 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei personal computer	37
Figura 20 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei piccoli elettrodomestici per la pulizia della casa	38
Figura 21 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei piccoli elettrodomestici per usi cottura	38
Figura 22 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei piccoli elettrodomestici non inclusi nelle categorie precedenti.....	39
Figura 23 - Consumi medi calcolati dal modello per l’illuminazione e gli elettrodomestici.....	39
Figura 24 - Confronto tra i consumi annuali per illuminazione ed uso elettrodomestici ricavati dall’indagine (a sinistra) e calcolati dal modello (a destra) per i campioni in cui l’energia elettrica non è usata per altri usi finali	40
Figura 25 – Differenza percentuale tra l’indagine e il modello della somma dei consumi annuali per illuminazione ed uso elettrodomestici per i campioni in cui l’energia elettrica non è usata per altri usi finali	40

Indice delle tabelle

Tabella 1 – Tariffe dell’energia elettrica nel Servizio di maggior tutela nel periodo compreso tra il II semestre 2012 e il II semestre 2013.....	13
Tabella 2 – Prezzi medi nel periodo II.sem.2012 – II.sem.2013 della quota energia e della quota fissa per i clienti domestici aderenti del Nord-Ovest	13
Tabella 3 – Addizionale regionale in Euro /Sm ³	14
Tabella 4 – Province considerate per la determinazione del prezzo medio unitario del GPL e ambito territoriale in cui è suddivisa l’Italia per le tariffe del gas naturale nel Servizio di maggior tutela.....	15
Tabella 5 – Volume dei frigoriferi e dei frigocongelatori utilizzati nei calcoli	20
Tabella 6 – Classi di efficienza energetica fino al 30 giugno 2014 [16]	20
Tabella 7 – Temperatura nominale dello scomparto e coefficienti per il calcolo del SAE _c . Fonte: [16]	21
Tabella 8 – Potenze nominali e consumi settimanali ipotizzati per i piccoli elettrodomestici analizzati *	24
Tabella 9 - Numero di campioni (e percentuale sui campioni associati all’uso finale) per i quali il combustibile è utilizzato esclusivamente per uno specifico uso finale.....	26
Tabella 10 - Consumo annuale medio (in kWh/anno) calcolato per ACS e usi cottura	30
Tabella 11 - Consumo medio annuo per unità di superficie (kWh/m ² .anno) per riscaldamento degli ambienti con il gas naturale.....	31
Tabella 12 - Consumo medio annuo per unità di superficie (kWh/m ² .anno) per riscaldamento degli ambienti con il GPL	31
Tabella 13 - Consumo medio annuo per unità di superficie (kWh/m ² .anno) per riscaldamento degli ambienti con il gasolio	31
Tabella 14 - Consumo medio annuo per unità di superficie (kWh/m ² .anno) per riscaldamento degli ambienti con la biomassa	31
Tabella 15 - Valore mediano del consumo annuale aggregato (riscaldamento, ACS, cottura) in kWh/anno, e differenza indagine vs. modello	32

Sommario

La disponibilità di dati aggiornati sui consumi di energia nel settore civile e l'utilizzo di modelli e strumenti per la determinazione del consumo per singolo uso finale sono aspetti chiave per monitorare il rispetto degli obiettivi fissati dalle Direttive Europee sull'efficienza energetica, oltre che per verificare l'efficacia delle policy energetiche a supporto degli interventi di riqualificazione energetica del parco edilizio nazionale.

In tale ambito ISTAT, in collaborazione con ENEA e MISE, ha realizzato nel 2013 (per la prima volta in Italia) l'indagine sui consumi energetici delle famiglie italiane, su un campione rappresentativo di 20.000 famiglie. L'indagine ha raccolto informazioni sulle caratteristiche, abitudini, tipologie impiantistiche e costi energetici nel settore domestico nazionale. Obiettivo della collaborazione è stato la definizione di una metodologia per la stima della ripartizione dei consumi energetici per utilizzo finale, sulla base delle informazioni rilevate dall'indagine ISTAT e relative ai parametri termo-fisici dell'abitazione, alle caratteristiche della famiglia, agli utilizzi di dotazioni e impianti, alle caratteristiche ambientali per zone climatiche.

Tale metodologia consente di stimare la ripartizione dei consumi sulla base di un campione statistico significativo e rappresentativo delle peculiarità del nostro Paese. La finalità nel corso del triennio è la creazione di uno strumento per l'analisi dei consumi e la valutazione delle abitudini delle famiglie italiane del settore residenziale. Tali risultati sono il presupposto per fornire indicazioni sulla scelta delle soluzioni tecnologiche più promettenti, valutandone i potenziali di risparmio energetico e delineando le azioni di sostegno alla loro diffusione.

ENEA ha quindi svolto la messa a punto del modello energetico di simulazione che sta alla base della metodologia di calcolo dei consumi per riscaldamento, acqua calda sanitaria e usi cottura. Più precisamente, come sarà descritto dettagliatamente nel proseguo del presente rapporto tecnico, la metodologia sviluppata è costituita da un modello di simulazione per ciascuna finalità d'uso. Partendo dai dati desunti dall'indagine statistica, la logica di implementazione del modello di calcolo intende renderlo generalizzabile per il settore domestico, in modo da poter operare delle stime sui consumi delle famiglie italiane negli anni tra due successive indagini.

Nella seconda parte sono presentati i risultati dell'applicazione della procedura statistica di controllo e revisione dei dati ulteriormente sviluppata nell'annualità corrente, applicata ai dati del biennio 2015 e 2016. Tale procedura è finalizzata all'individuazione, il trattamento e la misura dell'errore non campionario e dell'eventuale errore campionario presente nel database delle detrazioni fiscali, che potrebbe minare l'efficacia dell'attività di analisi in quanto i dati sono inseriti dall'utente finale.

A tal fine, per ogni macro-categoria di intervento l'attenzione è stata focalizzata sui principali parametri tecnico-finanziari capaci di descrivere al meglio le caratteristiche dell'intervento di riqualificazione energetica, in particolare le caratteristiche dimensionali dell'immobile e dell'intervento, il risparmio energetico e la spesa sostenuta. In particolare, ogni macro-categoria è contraddistinta da una serie di vincoli logici differenti, legati alle caratteristiche tecnico-economiche della tipologia dei lavori, nonché da valori limite per alcuni dati, dettati dalla normativa di riferimento. Ciò ha portato alla definizione di una serie di passaggi logici che, successivamente trasferiti all'Università La Sapienza, hanno portato alla definizione di metodologie di analisi dei dati per ogni macro-categoria per l'individuazione e la relativa ri-computazione dei dati anomali contenuti nelle dichiarazioni fornite dagli utenti che hanno fatto richiesta di accesso al meccanismo di incentivazione nel 2015 e nel 2016.

1 Introduzione

Le politiche europee promuovono soluzioni e interventi per la riduzione della domanda di energia e il miglioramento dell'efficienza energetica nel settore residenziale, che da solo è responsabile di circa un terzo del totale della domanda di energia primaria. In particolare, in Italia le Leggi attualmente in vigore riconoscono questa necessità di questi interventi e prevedono una serie di strumenti finanziari e di incentivi a favore di interventi di riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto.

In tale contesto, la disponibilità di dati aggiornati e affidabili sulle abitudini di consumo e sui consumi di energia nel settore residenziale sono aspetti chiave al fine di verificare il raggiungimento degli obiettivi definiti della Direttive Europee, oltre che per monitorare l'efficacia delle politiche a supporto degli interventi di riqualificazione energetica. In risposta a queste esigenze, i Regolamenti EC/1099/2008 EU/431/2014 del Parlamento e del Consiglio Europeo richiedono agli Stati membri di fornire dati annuali sui consumi energetici nel settore residenziale per uso finale e per combustibile. Per rispondere a queste richieste, ISTAT, in collaborazione con ENEA e MISE, ha realizzato nel 2013 (per la prima volta in Italia) un'indagine sui consumi energetici su un campione rappresentativo di 20.000 famiglie. Da questa indagine sono state raccolte informazioni sulle caratteristiche, abitudini, tipologie impiantistiche e costi dei combustibili e dei principali vettori energetici su base nazionale (riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria, cucina, illuminazione e apparecchiature elettriche). Se da un lato i dati raccolti nell'indagine hanno fornito una visione di insieme del panorama energetico domestico nazionale, dall'altro lato essi rappresentano un background ufficiale per lo sviluppo delle future strategie energetiche rivolte al settore residenziale.

Nello specifico, tra gli obiettivi dell'attività vi è la definizione di una metodologia per la stima della partizione dei consumi energetici per utilizzo finale, sulla base delle informazioni rilevate dall'indagine ISTAT e relative ai parametri termo-fisici dell'abitazione, alle caratteristiche del nucleo familiare, alle caratteristiche degli impianti, alle caratteristiche ambientali per zone climatiche, alle abitudini di utilizzo dell'utenza e alle spese da essa sostenute nel corso dei 12 mesi precedenti l'indagine.

Nel corso della precedente annualità è stato implementato uno strumento di calcolo dei consumi di energia termica nel settore residenziale prende in considerazione i consumi per riscaldamento, acqua calda sanitaria (ACS) e usi cottura. Il modello per riscaldamento è stato sviluppato in Excel® e fa riferimento alla definizione di classi di edifici-tipo, calcolando i consumi sulla base della metodologia riportata nella norma UNI EN ISO 13790. Il modello per ACS e usi cottura è stato sviluppato in ambiente Matlab® e calcola i consumi sulla base dell'effettivo numero di occupanti e del relativo periodo di occupazione per ogni singolo campione dell'indagine statistica.

Nella presente annualità sono stati apportati una serie di miglioramenti del codice di calcolo, in particolare per quanto riguarda l'allocazione dei campioni statistici sulla base di tutti i sistemi di riscaldamento (principali e ausiliari), l'affinamento del modello relativo ai consumi per ACS, la definizione dei prezzi per il gas naturale e il GPL su base regionale e non più nazionale. Inoltre, è stato implementato un modello per il calcolo dei consumi degli elettrodomestici e dell'illuminazione, in previsione della validazione dei consumi elettrici calcolati per riscaldamento, ACS e usi cottura. Per lo stesso motivo, i prezzi unitari per l'energia elettrica sono calcolati per fasce, in sostituzione al valore medio usato nella precedente annualità. E' stata quindi affinata la calibrazione dei due parametri di riferimento per ACS e usi cottura, rispettivamente il consumo dai acqua calda medio pro capite giornaliero e il carico medio riscaldato nei piani cottura.

La finalità nel corso del triennio è la creazione di uno strumento validato per l'analisi dei consumi annuali e la valutazione delle abitudini delle famiglie italiane del settore residenziale. Tali risultati sono il presupposto per fornire indicazioni sulla scelta delle soluzioni tecnologiche più promettenti, valutandone i potenziali di risparmio energetico e delineando le azioni di sostegno alla diffusione di tali tecnologie.

2 Sintesi delle principali caratteristiche dei modelli sui consumi di energia

2.1 Modello di calcolo dei consumi per riscaldamento degli ambienti

[A CURA DI FABIO]

2.2 Modello di calcolo dei consumi per produzione di ACS

Il modello è stato implementato in ambiente Matlab®, e calcola il consumo di energia per ACS per ogni singola unità familiare sulla base formule ricavate dalle normative. Inoltre, i parametri di riferimento sono stati ottenuti dall'analisi dello stato dell'arte, dalle BATs e da un'indagine di mercato dei componenti degli impianti domestici.

Il modello considera solo il sistema di produzione unico o principale, ossia trascura i sistemi ausiliari di produzione di ACS in quanto, a differenza del riscaldamento degli ambienti, gli impianti di produzione di ACS secondari sono sporadici (nell'indagine erano indicati in appena il 3% dei campioni).

Sono disponibili due opzioni per il calcolo del fabbisogno di energia termica utile per ACS. In base al numero effettivo degli occupanti, corretto per tenere conto di eventuali periodi prolungati di non occupazione dell'abitazione, oppure in base alla superficie dell'appartamento. Quest'ultimo approccio era stato definito nell'edizione 2008 della Parte 2 della UNI/TS 11300, tuttavia non è più presente nell'edizione 2014 attualmente in vigore della stessa specifica tecnica. Anche per questo motivo, nei calcoli si è fatto riferimento alla prima opzione di calcolo.

Il fabbisogno termico netto annuale per produzione di ACS in funzione del numero di occupanti può essere calcolato sulla base della seguente equazione:

$$Q_{DHW} = K_r \cdot c_w \cdot V_{w,occ} \cdot \Delta T_w \cdot \sum_{occ} d_{occ} \quad \text{Equazione 1}$$

Dove:

- K_r è un fattore di correzione che tiene conto del numero di stanze in un alloggio, ed è fornito da [1];
- c_w è la capacità termica dell'acqua, pari a 1,162 Wh/(kg.K);
- $V_{w,occ}$ è il fabbisogno netto medio giornaliero di ACS pro capite (in litri);
- $\Delta T_w = 25^\circ\text{C}$ è la differenza di temperatura dell'acqua calda, considerando una temperatura di erogazione pari a 40°C e una temperatura dell'acqua fredda di alimentazione pari a 15°C ;
- d_{occ} è il numero di giorni in un anno in cui ciascun elemento dell'unità familiare si trova nella propria abitazione;
- il pedice occ fa riferimento al numero di occupanti per unità familiare.

La presenza di collettori solari per ACS è stata valutata sulla base della superficie dei collettori (indicati nell'indagine per classi di superficie), ipotizzando una frazione solare (riferita al fabbisogno netto di calore) pari al 50% (aumentata al 75% qualora la superficie solare sia superiore ai tipici valori di progetto in rapporto al numero di persone del nucleo familiare). In tal caso, il fabbisogno netto soddisfatto dai combustibili tradizionali è la differenza tra il fabbisogno totale e il fabbisogno coperto da solare termico.

Le efficienze medie impiantistiche (generazione, distribuzione) sono definite in base ai valori di riferimento riportati nella UNI/TS 11300 Parte 2 [2] e nel DM 26 giugno 2015 (cd. *Decreto sui requisiti minimi*) [3], in funzione del combustibile, dell'età e del tipo di sistema (impianto centralizzato, autonomo o boiler locali).

2.3 Modello di calcolo dei consumi per usi cottura

Anche il modello dei consumi per usi cottura è stato implementato in ambiente Matlab® e calcola il consumo di energia per ogni singola unità familiare utilizzando formule tratte dalle normative tecniche di settore. Inoltre, i parametri rilevanti ai fini del calcolo sono ottenuti dall'analisi dello stato dell'arte, dalle

BATs e da un'indagine di mercato degli apparecchi di cottura domestici. Il consumo di energia è correlato al numero di componenti del nucleo familiare, corretto in modo da tenere in considerazione i periodi passati altrove. In accordo con le linee guida di Eurostat [4], in questa sezione sono incluse nell'analisi i forni e i piani cottura (o fornelli), in quanto i piccoli elettrodomestici (es. forni a microonde, macinacaffè, macchine per il caffè, friggitorici, ecc.) hanno un uso sporadico o limitato (se considerato singolarmente). Tali apparecchi sono valutati nella sezione relativi agli elettrodomestici.

La formule alla base del modello sono tratte dai Regolamenti della Commissione Europea sui requisiti per la progettazione ecocompatibile (normativa Ecodesign) di forni e piani cottura per uso domestico [5] - [6], e dalla normativa Europea EN 60350 relativa ai metodi per la misura delle prestazioni di apparecchi di cottura elettrici [7]. L'indagine ISTAT ha fornito le informazioni sul tipo di combustibile, la frequenza di utilizzo delle apparecchiature e, per i forni, l'età (in classi) e la taglia (in classi).

Il consumo di energia per singolo ciclo dei forni è stato calcolato con le seguente formula:

$$EC_{oven} = SEC \cdot \frac{EEI}{100} \quad \text{Equazione 2}$$

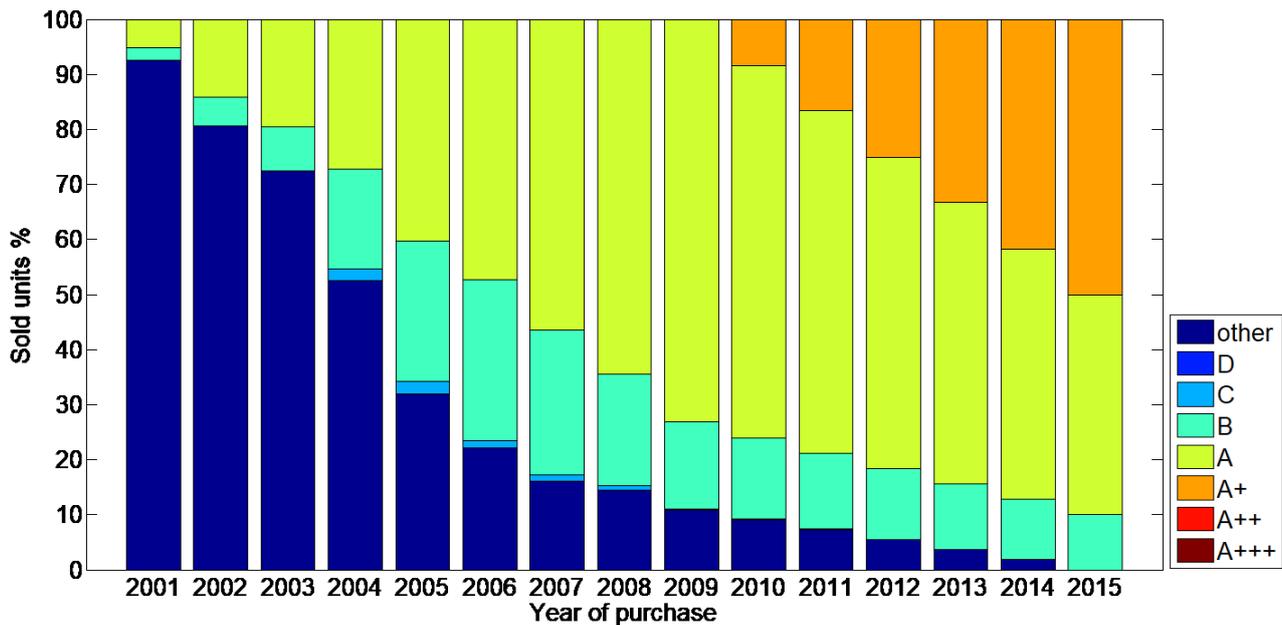
Dove *EEI* è l'indice di efficienza energetica dei forni, mentre *SEC* è il consumo energetico standard necessario per riscaldare un carico normalizzato durante un ciclo di cottura. Il *SEC* dipende dal combustibile, come indicato dalle seguenti relazioni:

- forni elettrici: $SEC \text{ [kWh]} = 0,0042 \times V + 0,55$ Equazione 3

- forni a gas: $SEC \text{ [MJ]} = 0,0440 \times V + 3,53$ Equazione 4

Dove *V* è il volume della cavità (volume di cottura del forno), che è stato ricavato dalla classi di dimensioni riportate nell'indagine (disponibili limitatamente ai forni elettrici) e facendo riferimento all'indagine di mercato: piccola (assunta pari a 40 litri), media (54 litri) e grande (65 litri). Tali informazione non è disponibile per gli altri combustibili pertanto, sulla base dei risultati dell'indagine di mercato, si è ipotizzato che i forni a gas o a GPL abbiano una cavità di 65 litri. Il *SEC* per il GPL è stato ottenuto tramite l'Eq. (4) in assenza di formule specifiche per questo combustibile.

L'indice *EEI*, che rappresenta la classe di efficienza energetica dei forni in base alla classificazione europea [5], è stato stimato sulla base dell'età del forno. In particolare, è stato ricavato un valore medio di *EEI* per ogni anno, come riportato in Figura 1, in base alla media pesata delle classi di efficienza energetica dei forni venduti in quel particolare anno. I dati relativi alle vendite suddivise per classe di efficienza (etichetta energetica) nel mercato Italiano fino al 2009 sono tratti dal database GFK come riportato in [8], mentre l'estrapolazione negli anni seguenti è stata ottenuta sulla base dei risultati di un'indagine di mercato sul sito Eurotoppen [9] da cui si sono ricavati i valori di riferimento per l'anno 2015. Nel periodo compreso tra il 2010 e il 2015 si è proceduto per interpolazione lineare.



Fonte: elaborazioni ENEA su dati Gfk (fino al 2009) tratti da [8]

Figura 1 – Ripartizione delle vendite dei forni nel mercato italiano sulla base dell’etichetta energetica

E’ stato ipotizzato che il singolo ciclo in condizioni normalizzate corrisponda al fabbisogno di due persone. Il consumo annuale di energia è stato quindi ottenuto moltiplicando il fabbisogno di energia per il numero arrotondato in eccesso delle coppie di occupanti per la frequenza media settimanale (l’indagine fornisce un unico valore per ciascuna unità familiare) per il numero di settimane in un anno.

Per quanto riguarda i piani cottura, la mancanza di dati nell’indagine relativi all’età (oltre al fatto che l’etichetta energetica per i fornelli è più recente rispetto ai forni), ha richiesto la definizione di un diverso modello. Il consumo di energia per ciclo di cottura (EC_{hob}) è calcolato come rapporto tra il fabbisogno netto di energia (ED_{hob}), ossia l’energia minima richiesta per scaldare una data quantità standard di cibo al netto delle perdite di calore, e l’efficienza media del piano cottura ϵ_{hob} :

$$EC_{hob} = \frac{ED_{hob}}{\epsilon_{hob}} \quad \text{Equazione 5}$$

I test condotti in condizioni standardizzate includono il riscaldamento e il mantenimento a una prestabilita temperatura per un periodo di tempo definito, secondo quanto riportato in [7]. Come descritto nel Capitolo 4, la quantità media di cibo per ciclo di cottura è stata determinata nel processo di calibrazione del modello, in modo da minimizzare la mediana della differenza tra i consumi ricavati dai dati economici riportati nell’indagine e i consumi calcolati dal modello implementato.

L’efficienza media di cottura dipende dal tipo di combustibile e dalla tecnologia del piano cottura. Per quanto riguarda i fornelli elettrici, per i quali esistono sul mercato diverse tecnologie (es. a resistenza, radianti, a induzione), non disponendo di dati in merito, si è ipotizzato che i fornelli elettrici siano del tipo a induzione. Questa assunzione è stata fatta a valle dell’indagine di mercato, da cui è risultato che a questa categoria appartengono la maggior parte dei fornelli elettrici venduti (soprattutto negli ultimi anni), oltre a rappresentare la categoria con maggiori efficienze. I valori di efficienza media utilizzati nelle simulazioni sono tratti principalmente da [10] - [11], ossia 74% per i fornelli elettrici, 40% per i fornelli a gas naturale, 45% per quelli a GPL e infine 14% per le stufe alimentate a biomassa.

A differenza dell’efficienza media del fornello, il fabbisogno netto di energia per ciclo di cottura è stato assunto indipendente dal combustibile e legato alla quantità di cibo riscaldato. Esso è stato calcolato partendo dal consumo di energia normalizzato $EC_{hob} = 230 \text{ Wh/kg}$ stimato per i fornelli elettrici sulla base

dell'Allegato I di [6] e dei prodotti appartenenti a questa categoria riportati sul sito di Eurotopten [9]. Quindi, sulla base dell'Eq. (5) e dell'efficienza media dei fornelli elettrici, si è ricavato il fabbisogno netto, che è stato utilizzato anche per i fornelli alimentati con combustibili diversi. Dalla Eq. (5) si è quindi ricavato il consumo di energia per ciclo di cottura per ogni combustibile, che moltiplicato per il numero di occupanti (considerando i periodi di occupazione dell'abitazione) per la frequenza media di utilizzo per nucleo familiare (indicata nell'indagine) ha portato al consumo annuale associato ai fornelli.

3 Affinamento dello strumento di analisi dei consumi energetici nel settore residenziale

3.1 *Suddivisione dei campioni in base alla disponibilità e alla tipologia dell'impianto termico*

La metodologia seguita per la valutazione di tutti i sistemi energetici disponibili in un dato campione dell'indagine ISTAT è consistita nella creazione di una matrice a tre dimensioni per ciascun uso finale per tutti gli impianti e per i soli impianti principali. Nel caso del riscaldamento degli ambienti e dell'ACS tale matrice raccoglie i record dell'indagine statistica (1° dimensione), la presenza/assenza di un impianto per lo specifico uso finale e il tipo di combustibile o di vettore energetico (2° dimensione), e il tipo di impianto, ossia centralizzato, autonomo, apparecchi fissi, apparecchi mobili (3° dimensione).

La suddivisione, per ogni singolo uso finale, dei campioni dell'indagine in base al combustibile e all'impianto principale o ausiliario ha consentito di affinare la calibrazione dei parametri utilizzati nel modello per l'ACS e gli usi cottura, selezionando unicamente i campioni per i quali un determinato combustibile è utilizzato esclusivamente per uno specifico uso finale. Questo approccio ha permesso di evitare assunzioni sullo scorporo dei consumi tra i vari usi, migliorando l'affidabilità della calibrazione del modello in quanto il consumo selezionato per un dato vettore energetico è associabile unicamente ad ACS oppure a usi cottura.

In merito alle tipologie impiantistiche, è stato aggiunto il caso di impianti di ACS alimentati con il teleriscaldamento rispetto alla versione del codice della scorsa annualità. In assenza di prezzi unitari di riferimento, sono utilizzati per il teleriscaldamento i prezzi unitari del gas naturale, in quanto una delle principali modalità di determinazione del prezzo del servizio per il teleriscaldamento è sulla base del "costo evitato", vale a dire il costo che l'utente avrebbe sostenuto utilizzando una diversa tecnologia di climatizzazione che tipicamente è una caldaia alimentata a gas naturale (oppure a gasolio nelle aree non metanizzate).

3.2 *Definizione dei prezzi unitari su base regionale*

I consumi "reali" sono ricavati dai costi da bolletta riportati nell'indagine (indicati per fasce di costo) associati a ciascun combustibile (gas naturale, GPL, gasolio, biomassa) e all'energia elettrica, utilizzando opportuni prezzi medi unitari. Nel corso della precedente annualità sono stati utilizzati prezzi medi nazionali per ciascun combustibile, determinati per il periodo compreso tra il secondo semestre del 2012 e il secondo semestre del 2013. Nel corso della presente annualità si è rifinita l'analisi dei prezzi medi unitari a livello regionale e, si sono definiti i prezzi per fasce di consumo anche per l'energia elettrica (oltre che per il gas). A tal fine, è stato implementato uno script Matlab® per il calcolo dei prezzi unitari di gas naturale, GPL su base regionale e dell'energia elettrica per fasce di consumo.

Per quanto riguarda il gas naturale e l'energia elettrica, si è fatto riferimento alle condizioni economiche del Servizio di maggior tutela le cui tariffe sono aggiornate trimestralmente dall'Autorità (AEEGSI), in quanto negli anni 2012-2013 la grande maggioranza delle famiglie italiane (più dell'80%) aderiva al mercato tutelato [13]. In particolare, per l'energia elettrica si sono considerate le condizioni economiche della tariffa D2 per i clienti domestici del Servizio di maggiore tutela, che si applica alle abitazioni di residenza anagrafica con potenza impegnata fino a 3 kW. La tariffa è trinomia, ossia è composta da una quota energia

(variabile in funzione dei consumi, in €/kWh), da una quota potenza (in €/kW/anno) e da una quota fissa (€/anno). A sua volta, la quota energia comprende i servizi di vendita, i servizi di rete e gli oneri generali, la quota potenza comprende i servizi di rete e gli oneri generali, mentre la quota fissa comprende i servizi di vendita e i servizi di rete. In Tabella 1 sono riportati i valori totali delle tre quote nei relativi periodi di decorrenza (aggiornati periodicamente dell'AEEGSI). Per quanto riguarda i servizi di vendita della quota energia, si è fatto riferimento al profilo biorario: il valore utilizzato è la media aritmetica dei valori associati alle fasce F1 e F2-3. Il prezzo finale all'utente include l'accisa di 2,27 cent€/kWh sui consumi superiori a 150 kWh/mese (1.800 kWh/anno) e l'aliquota IVA ridotta al 10%.

Tabella 1 – Tariffe dell'energia elettrica nel Servizio di maggior tutela nel periodo compreso tra il II semestre 2012 e il II semestre 2013

	Apr 2012	Mag – Giu 2012	3° trim. 2012	4° trim. 2012	1° trim. 2013	2° trim. 2013	Media periodo
Quota energia [€/kWh]							
kWh/anno: da 0 a 1800	0,1292	0,1353	0,1347	0,1366	0,1335	0,1315	0,1339
da 1801 a 2640	0,1772	0,1864	0,1858	0,1882	0,1881	0,1869	0,1865
da 2641 a 4440	0,2317	0,2450	0,2445	0,2475	0,2506	0,2506	0,2468
da 4441	0,2746	0,2879	0,2874	0,2904	0,2974	0,2973	0,2912
Quota fissa [€/anno]	22,47	22,47	22,47	22,47	21,61	21,61	22,13
Quota potenza [€/kW/anno]	5,64	5,64	5,64	5,64	5,67	5,74	5,67

Fonte. Elaborazione ENEA su dati AEEGSI

Relativamente al gas naturale, il prezzo dei servizi di vendita (che comprendono la materia prima gas, la commercializzazione al dettaglio e gli oneri aggiuntivi QOA) e le accise sono unici a livello nazionale, mentre le componenti legate ai servizi di rete e le addizionali variano su base regionale. A titolo di esempio, in Tabella 2 sono riportati i prezzi medi della quota energia e della quota fissa applicati nell'ambito territoriale del Nord-Ovest (Valle D'Aosta, Piemonte, Liguria) nel periodo compreso tra il II semestre 2012 e il II semestre 2013. Il dettaglio delle tariffe per tutti gli ambiti territoriali italiani è riportato in Allegato I. La Tabella 3 riassume le addizionali regionali, che variano in base alla fascia di consumo. Anche l'accisa varia con il consumo, e in base al D.lgs. 02/02/2007, n. 26, art. 2, comma 1, lettera a) essa è pari a:

- Consumi fino a 120 m³ annui: € 0,044 per m³;
- Consumi superiori a 120 m³ annui e fino a 480 m³: € 0,175 per m³;
- Consumi superiori a 480 m³ annui e fino a 1560 m³: € 0,170 per m³;
- Consumi superiori a 1560 m³ annui: € 0,186 per m³.

L'aliquota IVA è ridotta al 10% per i consumi annui fino a 480 m³ mentre è ordinaria per consumi annui superiori. Il costo medio ha preso in considerazione la suddivisione dei consumi per fasce, in accordo con le condizioni economiche del Servizio di tutela [14].

Tabella 2 – Prezzi medi nel periodo II.sem.2012 – II.sem.2013 della quota energia e della quota fissa per i clienti domestici aderenti del Nord-Ovest

Valle d'Aosta, Piemonte, Liguria	CLIENTI DOMESTICI		
	Servizi di vendita	Servizi di rete	TOTALE
Quota energia (€/Sm³) Sm ³ /anno: da 0 a 120	0,409822	0,062260	0,472081

da121 a 480		0,178570	0,588391
da 481 a 1.560		0,156001	0,565823
da 1.561 a 5.000		0,151601	0,561423
da 5.001 a 80.000		0,128114	0,537936
da 80.001 a 200.000		0,093741	0,503562
da 200.001 a 1 mln		0,076406	0,486227
oltre 1 mln		0,066201	0,476022
Quota fissa (€/anno)	40,34	41,314000	81,654000

Fonte. Elaborazione ENEA di dati AEEGSI

Tabella 3 – Addizionale regionale in Euro /Sm³

Regione*	Da: 0 m ³	120 m ³	480 m ³	1560 m ³
	A: 120 m ³	480 m ³	1560 m ³	
Abruzzo	0,01033	0,01033	0,01033	0,01033
Basilicata	0,019	0,025823	0,025823	0,0258228
Calabria	0,005165	0,005165	0,005165	0,0051646
Campania	0,019	0,031	0,031	0,031
Emilia-Romagna	0,022	0,030987	0,030987	0,0309874
Friuli Venezia Giulia	0	0	0	0
Lazio	0,022	0,03099	0,03099	0,03099
Liguria	0,022	0,0258	0,0258	0,0258
Lombardia	0	0	0	0
Marche	0,0155	0,0181	0,0207	0,0258
Molise	0,019	0,030987	0,030987	0,030987
Piemonte	0,022	0,0258	0,0258	0,0258
Puglia	0,019	0,03098	0,03098	0,03098
Sicilia	0	0	0	0
Toscana	0,022	0,030987	0,030987	0,030987
Trentino Alto Adige	0	0	0	0
Umbria	0,005165	0,005165	0,005165	0,005165
Valle D'Aosta	0	0	0	0
Veneto	0,00747	0,023241	0,025823	0,030987

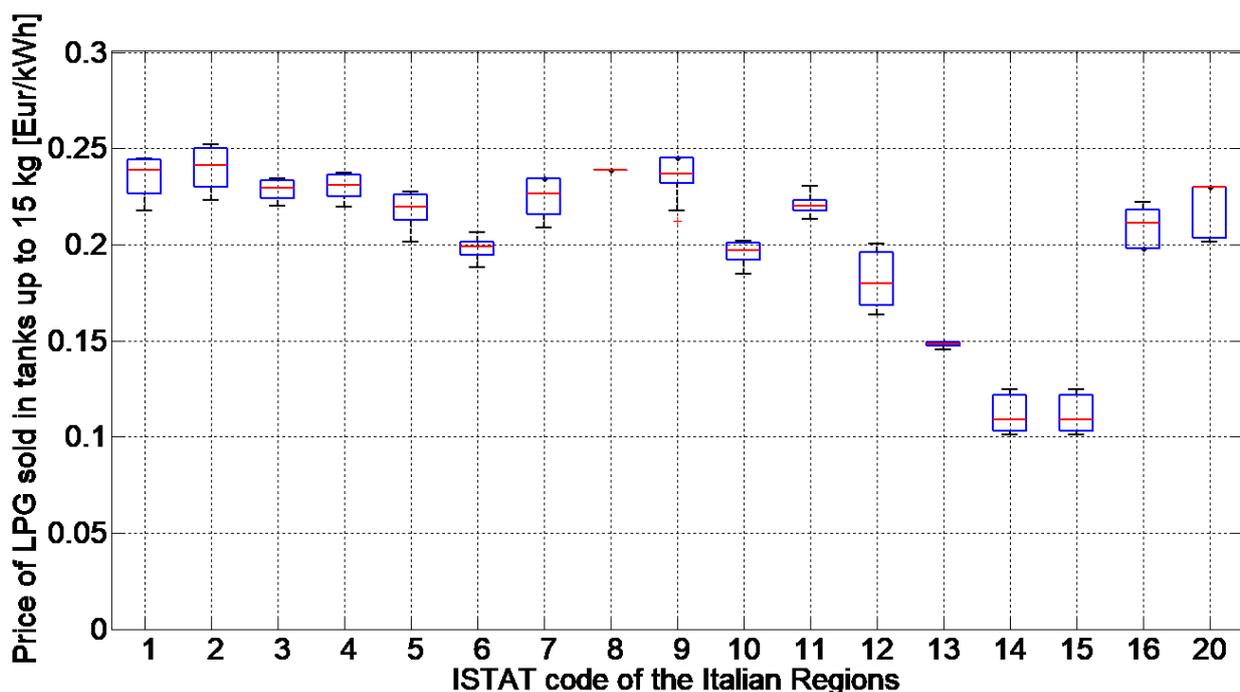
* Nota. La Sardegna non compare in quanto regione non metanizzata

Per il GPL non esiste un'Autorità che definisce e aggiorna i prezzi su base nazionale. In tal caso, sono stati utilizzati i database dei prezzi dei prodotti petroliferi delle Camere di Commercio (CCIAA) di una provincia di riferimento per ogni regione (tale provincia è stata scelta sulla base di criteri demografici, non disponendo di dati sul consumo del GPL a livello territoriale). L'elenco delle Camere di Commercio consultate è riportato in Tabella 4 assieme ai codici ISTAT delle regioni e all'ambito territoriale, mentre i siti internet dei database dei prodotti petroliferi delle CCIAA sono riportati in Allegato II. In tal modo, sono stati ricavati prezzi differenti per due tipologie di distribuzione comunemente utilizzate per questo combustibile: per le bombole fino a 15 kg (tipicamente usate per la cottura degli alimenti) e per il GPL distribuito in forma sfusa per il rifornimento di cisterne fino a 5.000 litri (soluzione più comune nel caso del riscaldamento e della produzione di ACS). In particolare, il prezzo unitario per il GPL in bombole è stato ottenuto come media aritmetica dei prezzi relativi alle bombole da 10 kg e da 15 kg. La Figura 2 mostra i prezzi di listino del GPL in bombole fino a 15 kg per una provincia di riferimento per ogni regione (indicata in ascissa con i codici ISTAT

delle regioni); è possibile notare la variabilità dei prezzi (rappresentata dall'ampiezza dei box) e la mediana (linea rossa interna ai box). I prezzi medi di listino del GPL distribuito in forma sfusa per cisterne fino a 5.000 litri, riportati in Figura 3, sono mediamente superiori di circa 17%, principalmente per via dell'IVA (ordinaria a differenza dell'IVA al 10% per il GPL distribuito in bombole fino a 15 kg). Si sono comunque rilevate significative differenze da provincia a provincia. I prezzi del GPL non sono sempre disponibili: in particolare, non si sono trovati i prezzi del GPL sfuso per la provincia di Roma e i prezzi del GPL sia sfuso sia in bombole per le province della Basilicata, della Calabria e della Sicilia. In tali situazioni, si è adottato il prezzo medio nazionale del GPL calcolato sui dati disponibili delle province analizzate. Essi sono risultati pari a 0,204 €/kWh per il GPL in bombole e a 0,239 €/kWh per il GPL sfuso. Sulla base di comunicazioni da parte di operatori nel settore della distribuzione, ai prezzi di listino è applicato uno sconto, per meglio riflettere i prezzi pagati dal cliente residenziale. La percentuale di sconto è ipotizzata pari al 10% sui prezzi di listino per il GPL in bombole, e del 25% sui prezzi di listino per il GPL distribuito sfuso.

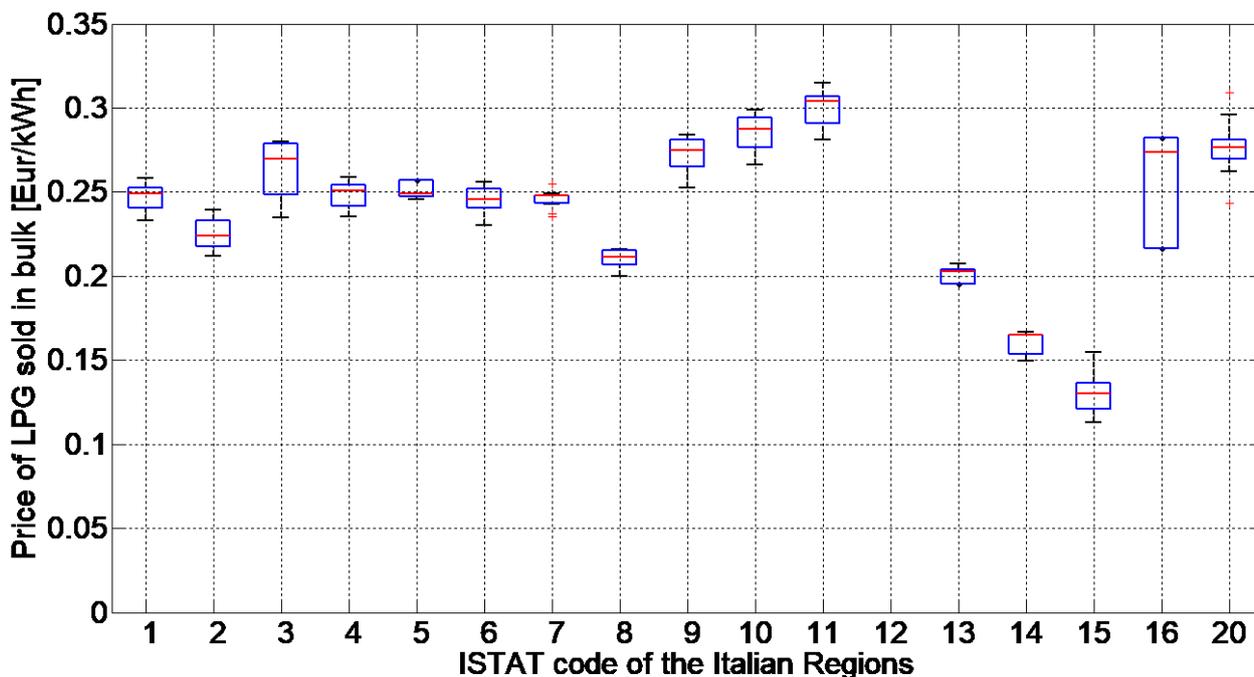
Tabella 4 – Province considerate per la determinazione del prezzo medio unitario del GPL e ambito territoriale in cui è suddivisa l'Italia per le tariffe del gas naturale nel Servizio di maggior tutela

Cod. ISTAT	Ambito territoriale	Regione	Provincia
01	NW	Piemonte	Cuneo
02	NW	Valle d'Aosta	Aosta
03	NE	Lombardia	Brescia-Varese
04	NE	Trentino A.A.	Trento
05	NE	Veneto	Treviso
06	NE	Friuli V.G.	Trieste
07	NW	Liguria	Genova
08	NE	Emilia Romagna	Bologna-Reggio Emilia
09	C	Toscana	Firenze
10	C	Umbria	Perugia
11	C	Marche	Pesaro Urbino
12	CSW	Lazio	Roma
13	CSE	Abruzzo	L'Aquila
14	CSE	Molise	Campobasso
15	CSW	Campania	Caserta
16	CSE	Puglia	Bari
20	-	Sardegna	Cagliari-Sassari



Fonte: elaborazione ENEA dei prezzi dei prodotti petroliferi delle CCIAA riportate in Allegato II

Figura 2 - Prezzi di listino del GPL in bombole fino a 15 kg per la provincia di riferimento di ogni regione



Fonte: elaborazione ENEA dei prezzi dei prodotti petroliferi delle CCIAA riportate in Allegato II

Figura 3 - Prezzi di listino del GPL sfuso per cisterne fino a 5.000 litri per la provincia di riferimento di ogni regione

Per quanto riguarda gli altri combustibili, sono stati mantenuti dei prezzi unitari medi nazionali (tasse incluse) già utilizzati nella precedente annualità: 14,5 cent€/kWh per il gasolio (facendo una media nel periodo 2012 – 2013 dei prezzi medi nazionali mensili per il gasolio riscaldamento riportati sul sito del MiSE – Statistiche dell’energia), 4,46 cent€/kWh per la legna in ciocchi e 6,38 cent€/kWh per i pellet di legna, ricavati da un’indagine di mercato.

3.3 Perfezionamento del modello sui consumi di energia per ACS

Il modello per l’ACS calcola i consumi sulla base del fabbisogno di acqua calda giornaliero pro-capite. Sono considerati solo gli impianti principali poiché, a differenza del riscaldamento degli ambienti, gli impianti secondari sono marginali (si trovano in appena il 3% dei campioni dell’indagine). I rendimenti impiantistici medi globali sono definiti sulla base del tipo di impianto, della sua età e del tipo di combustibile utilizzando come riferimento i valori riportati nella norma UNI/TS 11300:2 [2] e nel Decreto sui Requisiti minimi degli edifici [3]. I valori aggiornati del rendimento medio globale per la produzione di ACS sono riportati in Figura 4 per tutti i campioni dell’indagine. Le nuove funzionalità riguardano l’introduzione di un coefficiente di perdita di calore legato alla presenza degli accumuli termici (pari al 10%) e del ricircolo di acqua calda (valore pari al 20%). In particolare, in assenza di dati specifici desumibili dall’indagine, il ricircolo è stato ipotizzato in abbinamento agli impianti centralizzati installati dopo il 1990 e negli impianti autonomi posteriori al 2000. L’assenza del ricircolo è associata a un incremento del 20% del fabbisogno netto di acqua calda (calcolato con l’Eq. 1), per tenere conto nel modello degli extra-consumi prima che l’acqua calda sia erogata alla temperatura desiderata. Il consumo medio pro-capite giornaliero ottenuto dalla calibrazione del modello, come descritto nel Capitolo 4.

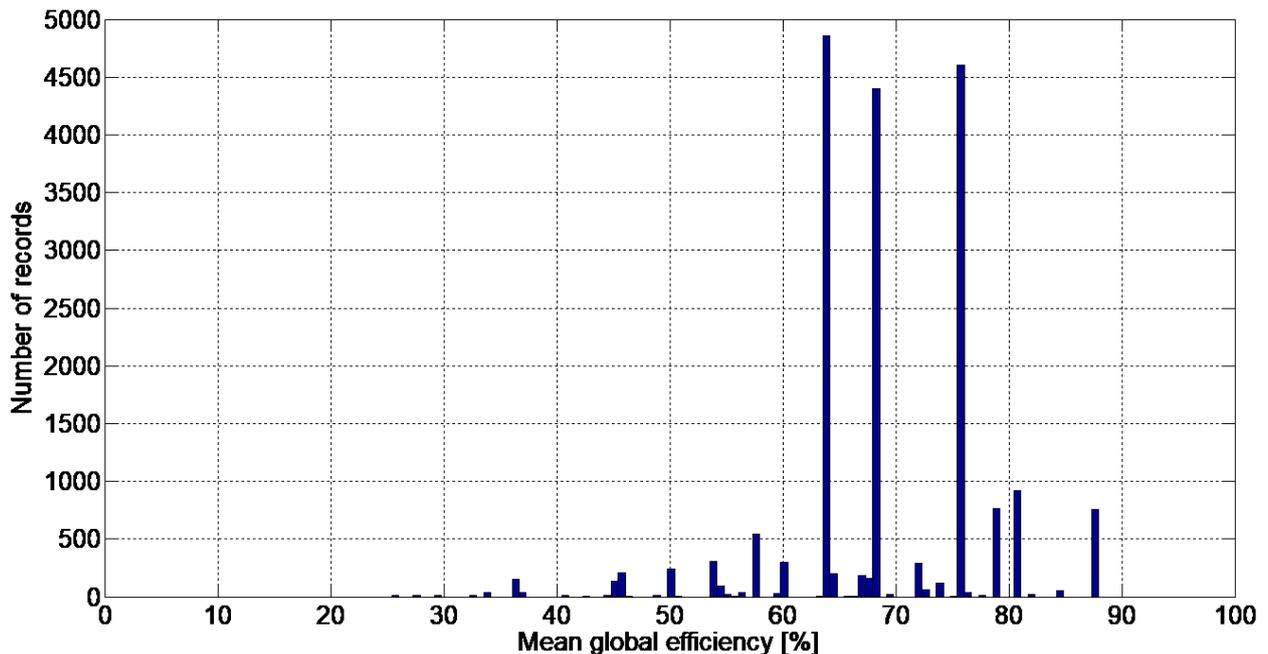


Figura 4 – Rendimento medio globale annuale di produzione dell’ACS calcolato dal modello

3.4 Perfezionamento del modello sui consumi di energia per usi cottura

Il modello relativo agli usi cottura ha subito piccole revisioni. L’affinamento ha riguardato una più accurata ed affidabile calibrazione del parametro che maggiormente incide sui consumi annuali, ossia la massa equivalente di cibo (assimilato a una massa di acqua riscaldata secondo una specifica procedura nei test standardizzati) riscaldata in un ciclo normalizzato rappresentativo del carico medio di cottura dei fornelli. I dettagli della calibrazione di tale parametro sono riportati nel Capitolo 4.

3.5 Implementazione del modello sui consumi degli elettrodomestici e dell’illuminazione

Il modello relativo ai consumi annuali degli elettrodomestici e dell’illuminazione è stato implementato in ambiente Matlab® con l’obiettivo di scorporare i relativi consumi da quelli legati alla produzione di calore per riscaldamento, ACS e cottura con sistemi e apparecchi alimentati ad energia elettrica, onde consentire di validare i modelli anche per questo vettore energetico. Il modello è limitato dal tipo e dal livello di dettaglio delle informazioni presenti nell’indagine statistica.

In particolare, sono stati valutati i consumi legati ai seguenti servizi elettrici:

- Illuminazione (tradizionale e a risparmio energetico);
- Grandi elettrodomestici (frigorifero, congelatore, lavatrice, asciugatrice, lavastoviglie);
- Piccoli elettrodomestici, per la pulizia della casa, per gli usi cottura e per lo svago, televisori e personal computer.

Come indicato nel paragrafo 2.3, i forni e i fornelli elettrici sono stati considerati nel modello sui consumi energetici per usi cottura. Le cappe di aspirazione sono invece incluse nella presente sezione, in base alle linee guida Eurostat sulle statistiche nel settore residenziale [4].

L’obiettivo nella presente annualità è stato di definire una base metodologica per analizzare i vari elettrodomestici, la quale ha richiesto l’inserimento in input di parametri in termini di consumi per ciclo (es. lavatrici, lavastoviglie e asciugatrici) e potenze assorbite (es. TV, PC, piccoli elettrodomestici). Nel corso

degli sviluppi dell'attività sarà svolta una approfondita revisione di tali valori, che saranno aggiornati sulla base degli esiti di analisi di mercato maggiormente dettagliate rispetto alle analisi preliminari finora condotte.

3.5.1 Illuminazione

Per l'analisi del consumo energetico legato all'illuminazione si sono considerate due categorie di lampadine:

- Lampadine tradizionali, a incandescenza e alogene di vecchia generazione;
- Lampadine a risparmio energetico, LED, neon, lampade fluorescenti, lampade alogene di ultima generazione.

Non disponendo di ulteriori informazioni sulla tipologia e sulla taglia delle lampadine, è stata ipotizzata una potenza media per unità per ciascuna categoria, sulla base di considerazioni legate alle tipologie di corpi luminosi, ovvero:

- 50 W, per le lampadine tradizionali;
- 10 W, per le lampadine a risparmio energetico.

L'altro tipo di informazione fornito dall'indagine è il numero di lampadine (per ciascuna categoria) che mediamente sono accese per meno di 4 ore, tra 4 e 12 ore e per più di 12 ore. Anche in tal caso, la disponibilità delle informazioni sulla base di intervalli temporali ha richiesto l'introduzione di adeguate assunzioni. E' stato quindi ipotizzato che, mediamente, al primo intervallo corrisponda una durata di 3 ore, al secondo una durata di 7 ore, mentre al terzo intervallo una durata di 14 ore.

3.5.2 Grandi elettrodomestici

Sono stati calcolati i consumi dei seguenti grandi elettrodomestici per ogni campione dell'indagine:

- Frigoriferi;
- Congelatori;
- Cappe di aspirazione;
- Lavastoviglie;
- Lavatrici;
- Asciugatrici.

Per quanto riguarda la categoria dei frigoriferi, l'indagine statistica mette a disposizione i seguenti dati:

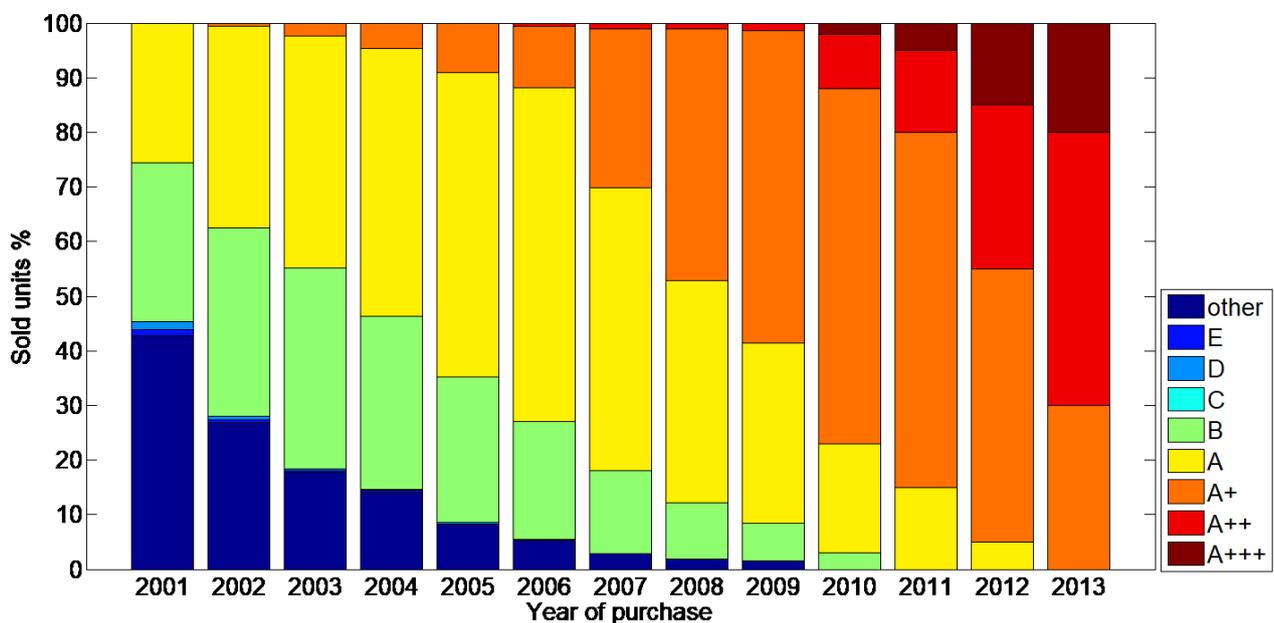
- Disponibilità dei frigoriferi;
- Numero di frigoriferi;
- Anno del frigorifero;
- Classe di dimensione del frigorifero, ossia piccolo (fino a 200 litri di capacità), medio (da 200 a meno di 300 litri), grande (da 300 a meno di 500 litri) o molto grande (modello americano di capacità superiore a 500 litri).
- Eventuale dotazione del vano congelatore nel frigorifero.

Per quanto riguarda i congelatori, dall'indagine è possibile risalire a:

- Disponibilità di apparecchio congelatore (freezer) separato dal frigorifero;
- Anno del congelatore.

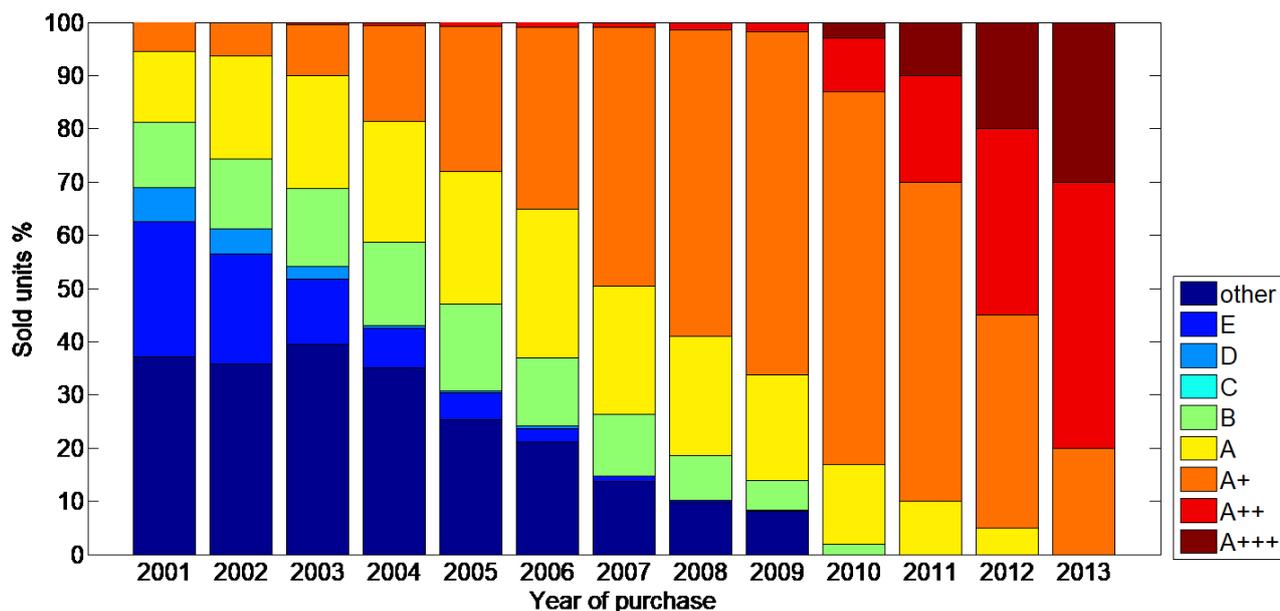
Sulla base di questi dati, si è deciso di implementare un modello basato sulle formule di calcolo delle prestazioni indicate nei Regolamenti della Commissione Europea n. 643/2009 del 22 luglio 2009 [15] e n.

1060/2010 del 28 settembre 2010 [16] sulle specifiche per la progettazione ecocompatibile (Ecodesign) degli apparecchi di refrigerazione per uso domestico. Analogamente ai forni, si è associato l'anno di acquisto alla classe energetica media partendo dai dati di vendita in Italia dal 2001 al 2009 pubblicati dal database Gfk come riportati in [8]. Per gli anni successivi fino al 2013 si è effettuata una estrapolazione, tenendo conto che in base al citato Regolamento n. 643/2009 dal 1 luglio 2010 i frigoriferi e i congelatori ad uso domestico (aventi un volume utile pari o superiore a 10 litri) devono avere un indice di efficienza energetica EEI < 55 (corrispondente alla classe A o superiore) e dal 1 luglio 2012 tale limite si riduce a EEI < 44 (corrispondente alla classe energetica A+ o superiore). La Figura 5 riporta la ripartizione delle vendite dei frigoriferi (e dei frigocongelatori) nel mercato nazionale in funzione della classe energetica, mentre la Figura 6 riporta lo stesso tipo di informazione per i congelatori. Si precisa che entrambi questi apparecchi si sono ipotizzati del tipo a compressione ai fini dell'indicazione dei valori di riferimento per l'indice di efficienza energetica e dei consumi corrispondenti.



Fonte: elaborazione ENEA su dati Gfk (fino al 2009) tratti da [8]

Figura 5 - Ripartizione delle vendite dei frigoriferi nel mercato italiano sulla base dell'etichetta energetica



Fonte: elaborazione ENEA su dati Gfk (fino al 2009) tratti da [8]

Figura 6 - Ripartizione delle vendite dei congelatori nel mercato italiano sulla base dell'etichetta energetica

Per quanto riguarda i volumi dei frigoriferi e dei frigocongelatori in funzione delle classi riportate nell'indagine, nei calcoli sono utilizzati i valori riportati in Tabella 5. Il volume del frigorifero (a temperatura nominale di 5°C) si ottiene sottraendo al volume totale il volume del congelatore o dello scomparto. Per i congelatori, in assenza di dati specifici a livello di singolo campione, si è ipotizzato un volume di riferimento dello scomparto costante e pari a 220 litri.

Tabella 5 – Volume dei frigoriferi e dei frigocongelatori utilizzati nei calcoli

Classe dimensionale da indagare	Volume totale*	Volume congelatore**	Volume scomparto***
Piccolo	150	19	0
Medio	255	50	19
Grande	400	100	19
Molto grande	600	200	19

Note * Il volume del frigorifero ($T_{nom}=5^{\circ}C$) si ottiene sottraendo al volume totale il volume del congelatore o dello scomparto

** Se esplicitamente indicato nell'indagine

*** Considerato solo nei frigoriferi, non nei frigocongelatori

In base al Regolamento delegato UE n. 1060/2010 [16], la classe di efficienza energetica di un apparecchio di refrigerazione per uso domestico è determinata sulla base dell'indice di efficienza energetica (EEI) come media degli intervalli riportati in Tabella 6 (validi fino al 30 giugno 2014).

Tabella 6 – Classi di efficienza energetica fino al 30 giugno 2014 [16]

Classe di efficienza energetica	Indice di efficienza energetica
A+++ (efficienza massima)	$EEI < 22$
A++	$22 \leq EEI < 33$
A+	$33 \leq EEI < 44$

A	$44 \leq EEI < 55$
B	$55 \leq EEI < 75$
C	$75 \leq EEI < 95$
D	$95 \leq EEI < 110$
E	$110 \leq EEI < 125$
F	$125 \leq EEI < 150$
G (efficienza minima)	$EEI \geq 150$

Nel caso di frigocongelatori e di frigoriferi dotati di scomparto il volume totale è suddiviso in due zone a temperature diverse, con i volumi riportati in Tabella 5. Pertanto, il volume equivalente dell'apparecchio di refrigerazione V_{eq} è la somma dei volumi equivalenti delle due zone, ed è calcolato (in litri) con la seguente formula:

$$V_{eq} = \left[\sum_{c=1}^{c=n} V_c \cdot \frac{(25 - T_c)}{20} \cdot FF_c \right] \quad \text{Equazione 6}$$

Dove:

- n è il numero degli scomparti;
- V_c è il volume utile dello scomparto o degli scomparti;
- T_c è la temperatura nominale degli scomparti
- FF_c è un fattore di correzione legato alla eventuale presenza del sistema antibirina negli scomparti per la conservazione di alimenti congelati. Nei calcoli è stato assunto $FF_c = 1$ ossia il sistema antibirina non è stato considerato.

La temperatura nominale è pari a 5°C per la zona frigorifero (conservazione di alimenti freschi) e pari a -18°C per il congelatore e per lo scomparto congelatore (a quattro stelle). Per quanto riguarda gli scomparti a temperatura diversa del frigorifero, si sono usati i valori riportati in Tabella 7.

Il consumo annuo di energia AC_c (in kWh/anno) dell'apparecchio di refrigerazione (frigorifero, frigocongelatore e congelatore) è calcolato sulla base dell' EEI e del consumo annuo standard di energia SEC_c (in kWh/anno) sulla base delle seguenti formule:

$$AC_c = SEC_c \cdot \frac{EEI}{100} \quad \text{Equazione 7}$$

$$SEC_c = V_{eq} \cdot M + N + CH \quad \text{Equazione 8}$$

Dove:

- CH è un extra-consumo pari a 50 kWh/anno per gli apparecchi di refrigerazione dotati di scomparto di raffreddamento;
- i coefficienti M e N sono riportati in Tabella 7.

Tabella 7 – Temperatura nominale dello scomparto e coefficienti per il calcolo del SAE_c . Fonte: [16]

Classe dimensionale	T_{nom} scomparto* [°C]	M	N
Frigo - piccolo	5	0,233	245
Frigo - medio	0	0,233	245
Frigo - grande	-6	0,643	191
Frigo - molto grande	-12	0,450	245

Congelatore	-18	0,472	286
-------------	-----	-------	-----

* Nota. Lo scomparto dei frigocongelatori è assunto a una temperatura nominale di -18°C.

Il consumo annuo calcolato con la Eq. 7 è riferito al funzionamento continuativo per 365 giorni. Onde tenere conto dell'effettiva occupazione dell'abitazione in ciascun campione dell'indagine, è stato calcolato il numero di giorni G_{occ} in cui almeno un componente è presente (ossia ha vissuto fuori casa per un periodo continuativo, escluse brevi trasferte ed eventuali festività), da cui si è calcolato l'effettivo consumo EC per il frigorifero e il congelatore:

$$EC = AE_c \cdot \frac{G_c}{365} \tag{Equazione 9}$$

Nel caso in un campione fosse indicata la disponibilità di due o più frigoriferi, si è stimato il relativo contributo al consumo annuale sulla base del consumo calcolato per il frigorifero di riferimento, che verosimilmente è il frigorifero di maggiori dimensioni e più recente (ed è l'unico per il quale l'indagine richiede i dati sopra indicati), utilizzando un coefficiente maggiorativo del consumo di energia calcolato con l'Eq. 9 pari a 1,3 nel caso di due frigoriferi e pari a 1,5 nel caso di più di due frigoriferi.

Per quanto riguarda le cappe di aspirazione, si è fatto riferimento alle formule riportate nel Regolamento Europeo n. 65/2014 [5] (Ecodesign), in base al quale il consumo annuo di energia della cappa da cucina per uso domestico (EC_h) è calcolato sulla base dell'indice di efficienza energetica (EEl_h) e del consumo annuo standard (SEC_h) di seguito riportate:

$$EC_h = SEC_h \cdot \frac{EEl_h}{100} \tag{Equazione 10}$$

$$SEC_h = 0,55 \cdot (W_{BEP} + W_L) + 15,3 \tag{Equazione 11}$$

Dove:

- W_{BEP} è la potenza elettrica assorbita dalla cappa al punto di massima efficienza, espressa in Watt;
- W_L è la potenza elettrica nominale assorbita dal sistema di illuminazione della cappa sulla superficie di cottura, espressa in Watt.

In assenza di informazioni sulle cappe nell'indagine ISTAT, sulla base di un'indagine preliminare su alcuni prodotti commerciali si è usato l'indice di efficienza energetica intermedio della classe di efficienza D secondo l'etichettatura energetica comunitaria, pari a $EEl_h = 92$ (relativa all'etichetta 1 per la cappe da cucina immesse sul mercato dal 1 gennaio 2015) mentre la somma delle potenze elettriche assorbite dalla cappa per l'aspirazione e l'illuminazione del piano di lavoro è assunta pari a 200 W. Nonostante il consumo di energia ottenuto per le cappe sia costante, per via delle assunzioni appena descritte, la metodologia offre la possibilità di successivi affinamenti, ad esempio facendo dipendere gli indici prestazionali delle cappe dall'anno di acquisto che (in assenza di dati dall'indagine) potrebbe essere ipotizzato pari a quello dei forni (l'unico elettrodomestico per usi cottura per i quali è noto questo dato).

Per le lavastoviglie è stato ipotizzato un consumo medio pari a 1,5 kWh per ciclo, con il quale si è ricavato il consumo annuale moltiplicandolo per il numero medio di carichi di lavaggio settimanali e per il numero equivalente di settimane in cui l'abitazione è occupata.

Per le lavatrici è stato possibile effettuare una distinzione sulla temperatura di lavaggio e sulla dimensione dell'apparecchio (quest'ultimo dato è disponibile ed è usato anche per le asciugatrici), in quanto entrambe le informazioni sono disponibili (per classi) nell'indagine ISTAT. In particolare, la temperatura di lavaggio determina il consumo medio per ciclo stimato in input dal modello: 1,2 kWh per una temperatura minore o uguale a 30°C, 1,8 kWh per una temperatura compresa tra 31 e 60°C e 2,5 kWh per una temperatura superiore a 60°C. Il consumo per ciclo è quindi moltiplicato per il corrispondente numero di cicli ad una data temperatura, da cui è possibile ricavare il consumo annuo associato a questo apparecchio. Questi

valori sono attualmente oggetto di una revisione basata su un'indagine di mercato per affinare il calcolo dei consumi elettrici di lavatrici, asciugatrici e lavastoviglie.

3.5.3 Piccoli elettrodomestici

Il modello sui consumi di energia elettrica per i televisori e i personal computer richiede in ingresso i valori di riferimento di potenza assorbita per le varie tipologie di apparecchi. I risultati finora ottenuti sono calcolati sulla base delle seguenti potenze elettriche, che negli sviluppi dell'attività saranno rivedute sulla base degli esiti di più approfondite analisi di mercato:

- TV a tubo catodico: 150 Watt;
- TV al plasma: 200 Watt;
- TV LCD: 100 Watt;
- TV LED: 80 Watt;
- PC desktop: 270 Watt (incluso il monitor);
- PC portatile: 100 Watt.

Sia per i televisori che per i PC, l'indagine ISTAT fornisce il numero di ore medie giornaliere per classi in cui gli apparecchi sono accesi. I risultati del modello assumono i seguenti valori puntuali per ciascuna classe:

- Meno di due ore: 1,5 ore;
- Da 2 a meno di 4 ore: 3 ore;
- Da 4 a meno di 6 ore: 5 ore;
- Da 6 a meno di 12 ore: 8 ore;
- 12 ore o più: 12 ore.

Il consumo annuale è calcolato come prodotto della potenza assorbita per il numero di ore di accensione medio giornaliero per il numero di giorni equivalenti di occupazione dell'abitazione.

La dotazione di piccoli elettrodomestici ricavabile dall'indagine statistica è riportata in Tabella 8 (è incluso anche l'asciugacapelli che non era indicato nell'indagine, ma del quale è stata ipotizzato l'utilizzo, considerato che si tratta di un elettrodomestico comunemente disponibile in ambito domestico). Per essi è stato ipotizzato una potenza media e un utilizzo settimanale. Tali valori hanno carattere indicativo, dovendo per esigenze modellistiche rappresentare apparecchi con caratteristiche molto diverse (anche all'interno della stessa categoria). Il consumo annuale associato ai piccoli elettrodomestici è stato ottenuto moltiplicando il consumo medio settimanale per il numero di settimane equivalenti di occupazione dei componenti del nucleo familiare per ciascun campione dell'indagine statistica.

Tabella 8 – Potenze nominali e consumi settimanali ipotizzati per i piccoli elettrodomestici analizzati *

ELETTRODOMESTICO	P_{nom} [W]	Durata funzionamento		Consumi kWh/sett
		HH/GG	GG/sett	
Aspirapolvere	1000	1,00	1	1,00
Lavapavimenti a vapore	1500	0,50	1	0,75
Robot pulizia	50	1,00	5	0,25
Ferro da stiro	200	3,00	1	0,60
Robot cucina	200	0,25	3	0,15
Frullatore	150	0,17	2	0,05
Macinacaffè	100	0,08	1	0,01
Affettatrice	80	0,17	1	0,01
Macchina per pane	1000	1,00	2	2,00
Macchina per caffè	300	0,17	7	0,35
Tostapane	500	0,17	4	0,33
Forno microonde	1000	0,17	7	1,17
Griglia elettrica	1500	0,75	1	1,13
Stampante	50	0,25	2	0,03
Lettore DVD	40	2,00	2	0,16
Lettore VHS	50	2,00	2	0,20
Decoder TV	20	7,00	7	0,98
Foto/videocamera	30	4,00	0,25	0,03
Antenna	10	7,00	7	0,49
Consolle per videogames	100	1,00	6	0,60
Deumidificatore/umidificatore	100	6,00	1,75	1,05
Telefono cellulare	30	4,00	6	0,72
Telefono fisso	5	24,00	7	0,84
Segreteria	8	24,00	7	1,34
FAX	5	24,00	7	0,84
Impianto Hi-Fi	100	2,00	3	0,60
Attrezzi per bricolage				0,20
Macchina per cucire	100	1,00	0,25	0,03
Ventilatore	50	6,00	2	0,60
Asciugacapelli	1000	0,33	3	1,00

* Nota. I dati riportati in tabella hanno valore indicativo e non intendono rappresentare benchmark.

4 Calibrazione dei modelli

La calibrazione dei modelli per il calcolo dei consumi di energia per ACS e usi cottura è consistita nella determinazione del valore da attribuire a un parametro significativo per ciascun uso finale, che è stato individuato nel fabbisogno netto giornaliero pro capite di acqua calda per la produzione di ACS, e nella massa equivalente di cibo (assimilato ad acqua nei test standardizzati [7]) per ciclo di cottura dei fornelli. In particolare, per gli usi cottura è stato selezionato questo parametro perché i risultati ottenuti hanno mostrato che i consumi annuali associati ai fornelli sono generalmente molto superiori a quelli associati ai forni. Questo risultato è confermato dai valori di consumo medio annuale per apparecchio riportati da alcuni autori, ad esempio in [12].

La calibrazione è consistita nel minimizzare la mediana della differenza tra il consumo ricavato dall'indagine ISTAT e il corrispondente valore calcolato dal modello, selezionando i campioni dell'indagine per i quali un dato combustibile è utilizzato esclusivamente per ACS o per usi cottura, in modo da evitare assunzioni legate allo scorporo dei consumi di energia imputabili agli altri usi finali (in particolare il riscaldamento degli ambienti, a cui è imputabile la quota maggiore dei consumi nel settore residenziale), che avrebbero comportato l'introduzione di approssimazioni anche superiori ai consumi oggetto della calibrazione (es. per gli usi cottura). Per questo motivo, nella presente versione del codice di calcolo non è stato possibile includere l'energia elettrica nella calibrazione, in quanto gli elettrodomestici, l'illuminazione e i condizionatori per il raffrescamento estivo incidono significativamente sulla bolletta elettrica. Nel corso della presente annualità si è iniziato ad affrontare questo aspetto, implementando un modello per il calcolo dei consumi elettrici annuali legati agli elettrodomestici e all'illuminazione (che è stato descritto nel Paragrafo 3.5). Gli sviluppi dell'attività prevedono la modellazione dei consumi elettrici legati al raffrescamento estivo, in modo da disporre di uno strumento di calcolo dei consumi energetici completo per tutti gli usi finali, e nel contempo poter validare i consumi elettrici aggregati per il riscaldamento, la produzione di ACS e gli usi cottura.

La differenza percentuale tra il consumo ricavato dall'indagine e il consumo ricavato dal modello è stata ottenuta con la seguente relazione:

$$\Delta EC = \frac{EC_s - EC_m}{EC_m} \times 100$$

Equazione 12

I parametri oggetto di calibrazione sono principalmente legati alle abitudini degli utenti domestici e sono verosimilmente indipendenti dal tipo di combustibile, pertanto per entrambi gli usi finali è stato selezionato un combustibile di riferimento sulla base della numerosità campionaria quale indice di robustezza statistica. Come è riassunto in Tabella 9, in entrambi i casi il combustibile selezionato è il GPL, il quale è utilizzato esclusivamente per usi cottura in 2.165 record e per sola produzione di ACS in 172 record. La calibrazione non si è rivelata soddisfacente per il gasolio usato per produzione di ACS, per il quale è stato ottenuto uno scostamento mediano quattro volte superiore rispetto ai consumi ricavati dall'indagine. A tal proposito, dall'analisi dei dati statistici è emerso che i consumi di gasolio per i 93 campioni selezionati per la calibrazione sono distribuiti in un intervallo notevolmente più ampio rispetto agli altri combustibili, con valori massimi alquanto elevati. Gli scostamenti percentuali risultati dalla calibrazione per il gas naturale, il GPL e la biomassa sono riportati in Figura 7 relativamente alla sola ACS, in Figura 8 per i soli usi cottura e in Figura 9 per la somma dei contributi legati ad ACS e usi cottura. In queste figure, il grafico superiore rappresenta gli intervalli interquartili (ossia l'ampiezza dei box), le mediane (linea rossa all'interno dei box) e gli outliers (indicati con i punti + agli estremi dei box), mentre il grafico inferiore indica la distribuzione cumulata della differenza percentuale dei consumi tra l'indagine e il modello per ciascun campione selezionato. Si nota come il combustibile a cui sono associati i migliori risultati sia ovviamente il GPL, mentre per il gas e la biomassa il modello porta a una sottostima e a maggior scostamenti (corrispondenti all'ampiezza dei box nelle figure), principalmente dovuti alla bassa numerosità campionaria associata a questi combustibili, che tende ad amplificare gli effetti legati ai campioni con informazioni meno accurate o mancanti. In particolare, per la biomassa il numero di campioni utili per la calibrazione del modello è esiguo, ossia solo 6 su 168 campioni che hanno dichiarato di utilizzare la biomassa per usi cottura. Per la biomassa ulteriori approssimazioni sono legate alla mancanza (o quantomeno alla non conoscenza da parte degli autori) di norme tecniche che prescrivano standard di prova per apparecchi a biomassa per usi cottura, oltre al fatto che tipicamente tali apparecchi sono utilizzati anche per il riscaldamento degli ambienti e quindi è difficile scorporare la quota di consumo per ciascun uso finale. Nel caso del gas naturale, solo il 4,6% dei record che dichiarano di usare questo combustibile anche per usi cottura lo usa esclusivamente per cucinare; anche per il gas alcuni campioni selezionati presentano consumi insolitamente elevati per soli usi cottura, probabilmente a causa di informazioni mancanti o errate.

La calibrazione dei modelli ha portato alla determinazione dei seguenti valori di riferimento che sono stati usati nei calcoli e hanno portato ai risultati descritti nel Capitolo 5:

- massa equivalente di cibo pro capite per ciclo di cottura dei fornelli pari a 1,86 kg;
- fabbisogno netto giornaliero pro capite di acqua calda sanitaria pari a 60 litri.

Nel caso dell'ACS, il valore ricavato del fabbisogno netto di acqua calda si colloca a un livello intermedio tra i fabbisogni di utenze domestiche popolari (40 – 50 litri/giorno pro capite) e di utenze del ceto medio (70 – 80 litri/giorno pro capite) secondo la norma UNI 9182 [1].

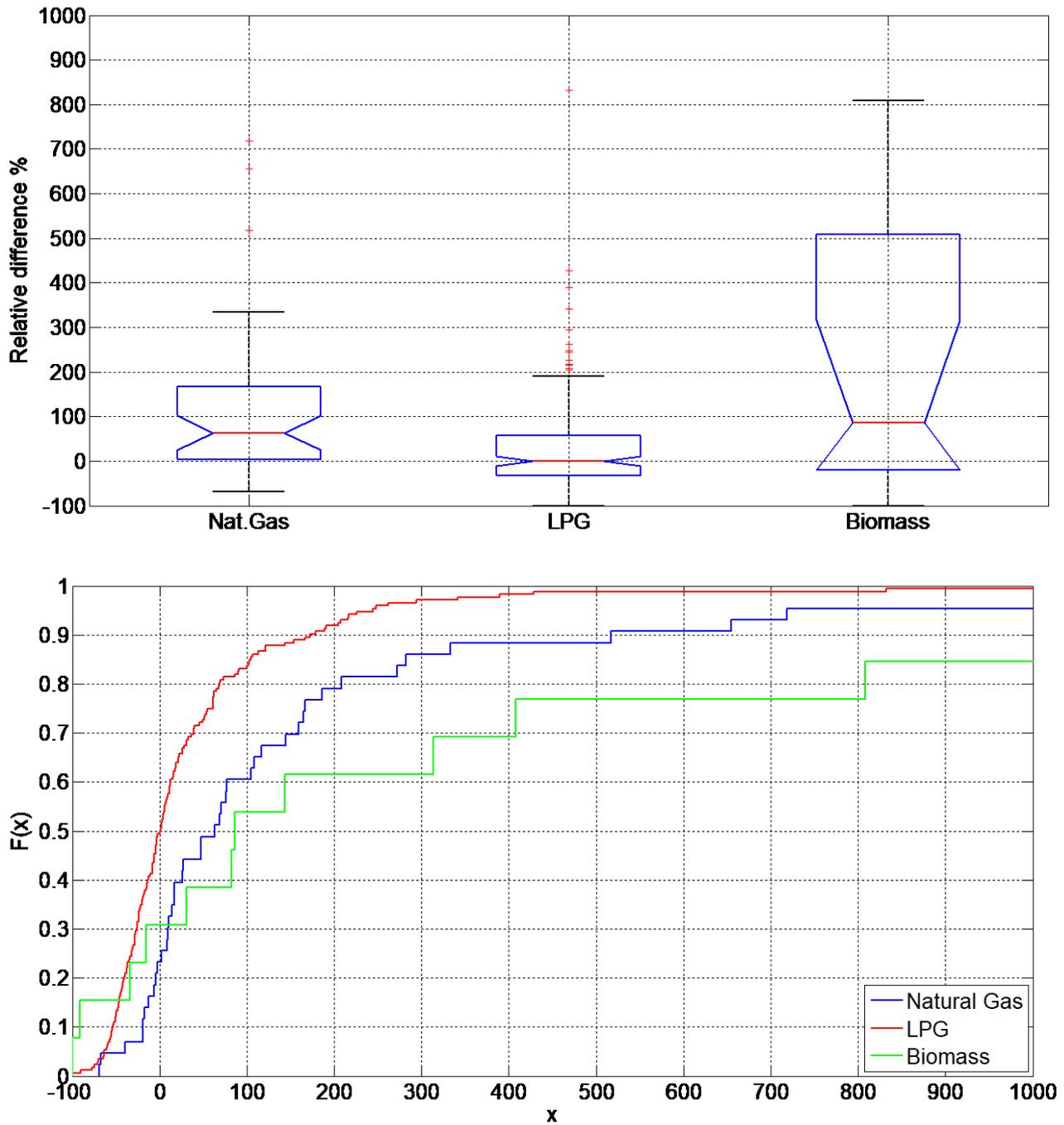
Questi valori, calcolati per il GPL, sono stati estesi anche agli impianti e agli apparecchi alimentati con altri combustibili, in quanto si tratta di fabbisogni netti che dipendono in prima battuta dalle abitudini degli utenti domestici e non dai combustibili utilizzati. Essi possono essere ritenuto rappresentativi dei comportamenti e delle abitudini degli utenti a livello medio nazionale.

La calibrazione è stata quindi verificata considerando i campioni nei quali lo stesso combustibile è usato per ACS e/o usi cottura (e non solo per un singolo uso specifico) ottenendo buoni risultati dato che gli scostamenti sono generalmente più ridotti rispetto a quelli ottenuti per i singoli usi finali valutati separatamente: nel caso del GPL sono limitati a -7,8% (il segno negativo indica che il modello sovrastima i dati dell'indagine sulla base della Eq. 12) mentre per il gas naturale e la biomassa valgono +47% e + 31% rispettivamente (il modello sottostima questi consumi), come mostrato in Figura 9.

Tabella 9 - Numero di campioni (e percentuale sui campioni associati all'uso finale) per i quali il combustibile è utilizzato esclusivamente per uno specifico uso finale

Combustibile*	Cottura	ACS	Cottura e/o ACS
Gas naturale	657 (4.6%)	43 (0.3%)	1151 (7.6%)
GPL	2165 (49.0%)	172 (9.5%)	2745 (58.3%)
Gasolio	n.a.	93 (10.1%)	93 (10.1%)

* Nota. Il basso campione statistico associato alla biomassa non è stato riportato in tabella.



Intervalli interquartili e mediane (in alto) e distribuzione cumulata (in basso)

Figura 7 - Differenza percentuale indagine vs. modello dei consumi annuali per i combustibili usati per sola ACS

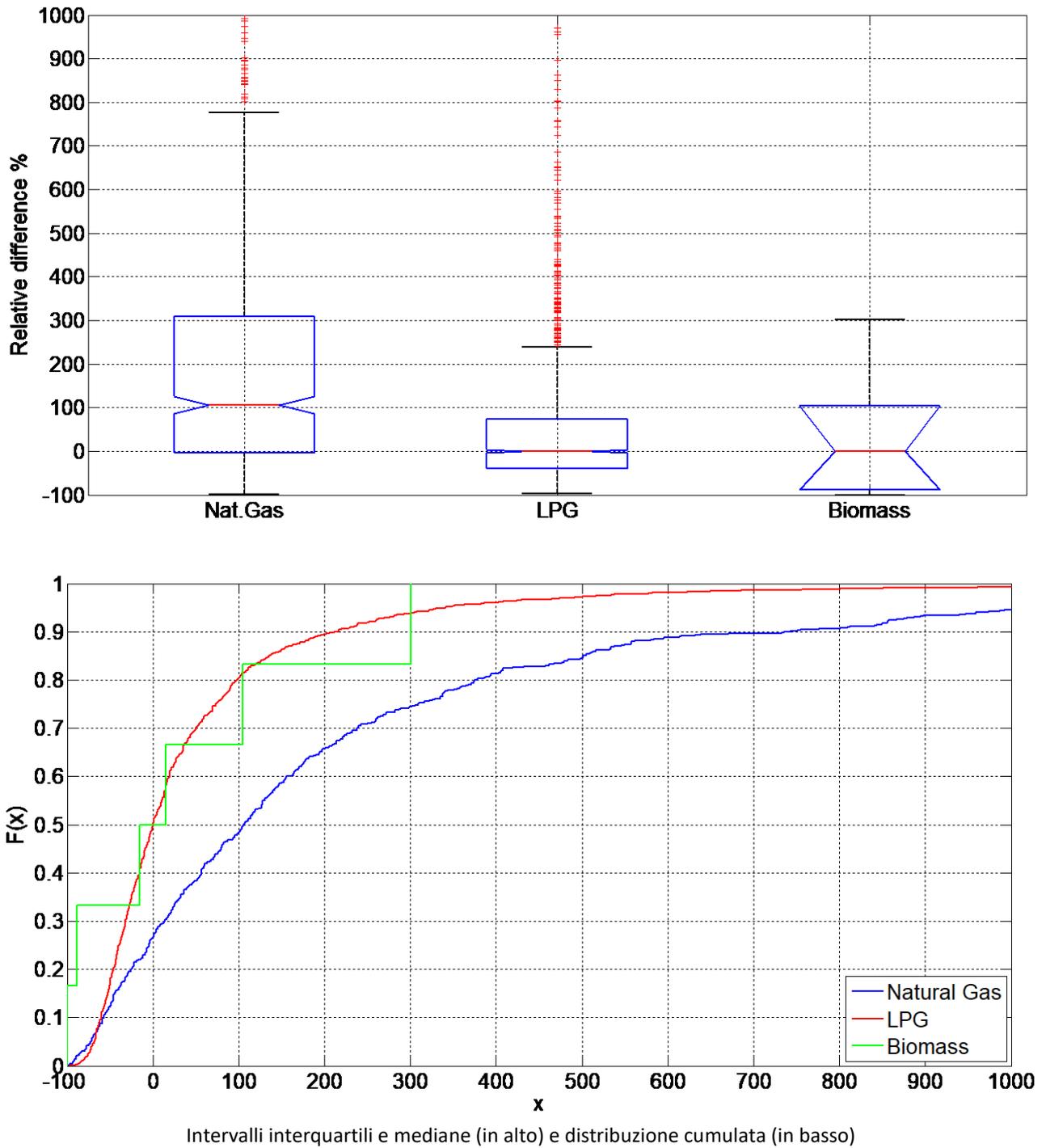


Figura 8 - Differenza percentuale indagine vs. modello dei consumi annuali per i combustibili usati per soli usi cottura

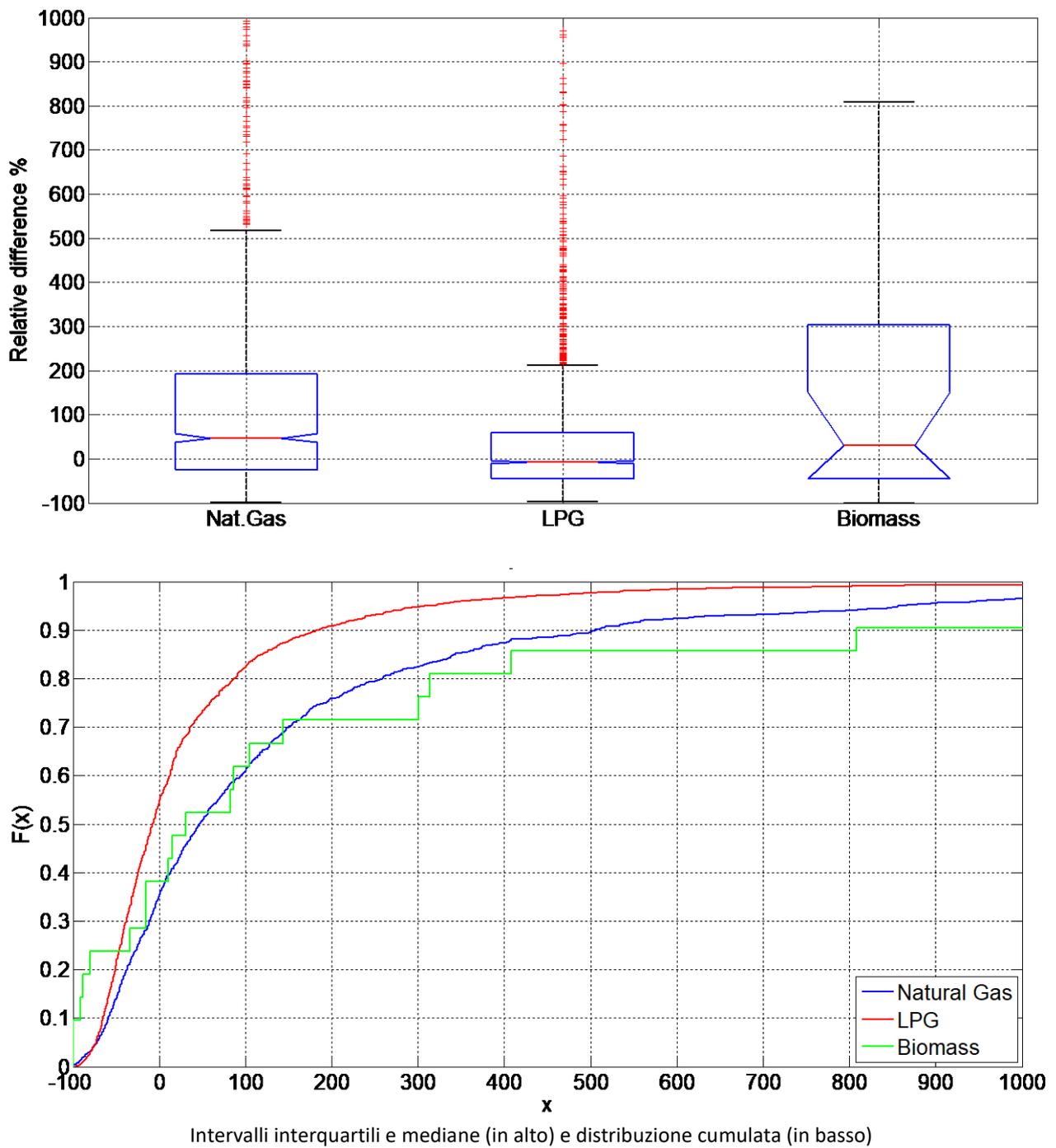


Figura 9 - Differenza percentuale indagine vs. modello dei consumi annuali per i combustibili usati per ACS e/o usi cottura

5 Risultati dei modelli

5.1 Risultati dei modelli sui consumi per riscaldamento, ACS e usi cottura

La sintesi dei consumi medi annui calcolati per riscaldamento, ACS e cottura è riportata in Tabella 10, in termini sia di unità familiare sia pro capite. I consumi per riscaldamento degli ambienti sono indicati solo in termini di unità familiare, in quanto il dato pro capite non è significativo (il riscaldamento dipende principalmente dal clima e dalle caratteristiche termo-fisiche del sistema edificio-impianto). Indipendentemente dal combustibile, il consumo medio annuale per usi cottura calcolato per l'unità familiare media è pari a 1.229 kWh (ossia 3,37 kWh/giorno, equivalente a 578 kWh/persona.anno), mentre il consumo medio calcolato per i singoli apparecchi è pari a 1.086 kWh per i fornelli e 156 kWh per i forni. Dal confronto tra i consumi medi ricavati per i forni e i fornelli emerge come ai fornelli siano associati consumi molto maggiori, a conferma dell'adeguatezza del parametro scelto per la calibrazione del modello per usi cottura (ossia la massa equivalente di cibo pro capite per ciclo di cottura dei fornelli). I risultati ottenuti sono confrontabili con alcune fonti tratte dalla letteratura tecnica. In particolare, gli autori di [17] hanno calcolato un consumo medio annuale per usi cottura pari a 350 kWh per le unità familiari nella provincia di Torino mentre, per quanto riguarda i consumi medi annuali dei singoli apparecchi, in [12] sono riportati i seguenti valori: 1.100 kWh per i fornelli elettrici (due fuochi per 3 kW complessivi e uso medio giornaliero di 45 minuti), da 65 a 100 kWh per i forni elettrici. È importante sottolineare come i valori qui riportati siano valori medi, poiché i corrispondenti consumi sono fortemente legati alle abitudini delle utenze e quindi possono variare in modo significativo da campione a campione.

Per quanto riguarda i consumi legati all'ACS, il consumo medio annuale calcolato per la famiglia tipo media è pari a 2.399 kWh/anno (ossia 6,57 kWh/giorno, equivalente a 1.080 kWh/persona.anno). Anche per la produzione da ACS i valori sopra indicati sono da intendersi come valori medi, in quanto i consumi variano in base alle abitudini delle famiglie, oltre che al tipo, all'età e allo stato dell'impianto.

Il consumo medio nazionale per riscaldamento degli ambienti calcolato per unità di superficie è riportato da Tabella 11 a Tabella 14 in funzione della classe di edificio-tipo e dei diversi combustibili analizzati (gas naturale, GPL, gasolio, biomassa). Il consumo aumenta con l'età di costruzione e diminuisce con la superficie, inoltre i consumi per metro quadro di superficie calpestabile per gli appartamenti in edifici multipiano risultano inferiori rispetto a quelli caratteristici delle villette mono-famigliari. Dal confronto tra il modello e i dati dell'indagine per i soli campioni nei quali un dato combustibile è utilizzato nell'impianto principale di riscaldamento, si è ottenuto che il modello sottostima il consumo di gas naturale di circa il 20% mentre sovrastima i consumi per gli altri combustibili, da +10% per il gasolio a +38% per la biomassa a +68% per il GPL.

Tabella 10 - Consumo annuale medio (in kWh/anno) calcolato per ACS e usi cottura

Combustibile	Unità familiare			Pro capite*	
	Riscaldamento	Cottura	ACS	Cottura	ACS
Gas naturale	7934	1086	2399	543	1120
GPL	3710	1049	2515	483	936
Gasolio	8456	n.a.	3054	n.a.	1258
Biomassa	17933	4267	4638	1585	1633

* Nota. Non è stato inserito il consumo pro capite per riscaldamento perché non significativo (dipende essenzialmente dal clima e dalle caratteristiche del sistema edificio-impianto).

Le analisi fin qui condotte hanno individuato i seguenti punti critici: il modello per riscaldamento degli ambienti non considera ancora gli impianti ausiliari e associa l'intero fabbisogno di energia al combustibile che alimenta l'impianto principale, oltre a considerare un unico valore di gradi-giorno per ogni zona climatica. Sulla base di queste valutazioni, si stanno analizzando le possibili soluzioni per risolvere queste criticità. In particolare, per quanto riguarda gli impianti secondari di riscaldamento si rileva che

nell'indagine ISTAT sono disponibili poche informazioni relativamente a loro, mentre per quanto riguarda la zona climatica è necessario aumentare il numero di gradi-giorno utilizzati nel modello, in quanto i consumi per riscaldamento degli ambienti sono strettamente collegati alle condizioni ambientali esterne (rappresentate dai gradi-giorno).

Tabella 11 - Consumo medio annuo per unità di superficie (kWh/m².anno) per riscaldamento degli ambienti con il gas naturale

Tipo di abitazione*	Periodo di costruzione dell'abitazione			
	Ante 1950	1950-'69	1970-'89	Post 1990
SFH	263	229	151	145
MFH	246	215	144	136
GFA	163	114	91	97
MFA	73	58	35	34
TFA	136	92	79	80

* Nota. GFA: appartamento al piano terra; MFA: appartamento a un piano intermedio; MFH: abitazione multi-famigliare; SFH: abitazione mono-famigliare; TFA: appartamento all'ultimo piano

Tabella 12 - Consumo medio annuo per unità di superficie (kWh/m².anno) per riscaldamento degli ambienti con il GPL

Tipo di abitazione*	Periodo di costruzione dell'abitazione			
	Ante 1950	1950-'69	1970-'89	Post 1990
SFH	247	178	110	118
MFH	241	222	101	106
GFA	119	67	53	69
MFA	47	33	23	19
TFA	82	49	39	45

* Nota. GFA: appartamento al piano terra; MFA: appartamento a un piano intermedio; MFH: abitazione multi-famigliare; SFH: abitazione mono-famigliare; TFA: appartamento all'ultimo piano

Tabella 13 - Consumo medio annuo per unità di superficie (kWh/m².anno) per riscaldamento degli ambienti con il gasolio

Tipo di abitazione*	Periodo di costruzione dell'abitazione			
	Ante 1950	1950-'69	1970-'89	Post 1990
SFH	328	274	184	198
MFH	307	277	198	199
GFA	212	127	122	153
MFA	108	70	40	45
TFA	158	132	99	175

* Nota. GFA: appartamento al piano terra; MFA: appartamento a un piano intermedio; MFH: abitazione multi-famigliare; SFH: abitazione mono-famigliare; TFA: appartamento all'ultimo piano

Tabella 14 - Consumo medio annuo per unità di superficie (kWh/m².anno) per riscaldamento degli ambienti con la biomassa

Tipo di abitazione*	Periodo di costruzione dell'abitazione			
	Ante 1950	1950-'69	1970-'89	Post 1990
SFH	331	255	162	166
MFH	296	237	157	173
GFA	252	161	112	141
MFA	125	80	49	54
TFA	189	137	112	126

* Nota. GFA: appartamento al piano terra; MFA: appartamento a un piano intermedio; MFH: abitazione multi-famigliare; SFH: abitazione mono-famigliare; TFA: appartamento all'ultimo piano

Aggregando su base nazionale i consumi calcolati per i tre usi finali, il modello sovrastima leggermente il consumo legato al gas naturale (6% circa), che rappresenta il combustibile più diffuso nel settore

residenziale, dove utilizzato da circa il 70% delle famiglie italiane secondo l'indagine statistica. Gli altri combustibili hanno consumi sovrastimati di circa il 17% per il gasolio e del 35% per la biomassa. I dettagli sono riportati in Tabella 15; a differenza dei confronti per singoli usi finali, i risultati aggregati sono stati confrontati su tutti i campioni dell'indagine statistica.

La Figura 10 mostra la ripartizione di ciascun combustibile per ciascun uso finale. La biomassa e il gasolio sono usati essenzialmente per riscaldamento (con percentuali superiori al 91% e al 87% rispettivamente), mentre il GPL ha consumi percentuali maggiori agli altri combustibili per ACS (19%) e usi cottura (22%). Per quanto riguarda il gas naturale, i consumi sono così ripartiti: 74% per riscaldamento, 16% per ACS e 10% per usi cottura.

Tabella 15 - Valore mediano del consumo annuale aggregato (riscaldamento, ACS, cottura) in kWh/anno, e differenza indagine vs. modello

Combustibile	Indagine	Modello	Differenza %
Gas naturale	9553	10161	-6,1
GPL	1340	1718	-22,0
Gasolio	8965	10851	-17,4
Biomassa	12950	19962	-35,1

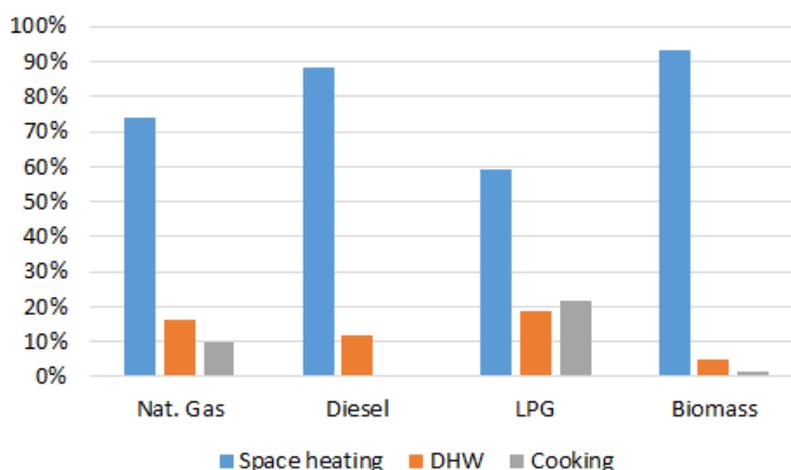


Figura 10 - Ripartizione del consumo annuale calcolato sulla base del combustibile e dell'uso finale

5.2 Risultati del modello sui consumi elettrici per elettrodomestici e illuminazione

Nelle figure seguenti è riportata la distribuzione dei consumi elettrici calcolata dal codice numerico su tutti i 20.000 campioni dell'indagine ISTAT, suddivisa per tipologia di apparecchio per l'illuminazione e di elettrodomestico. Nel dettaglio:

- Consumi elettrici annuali per illuminazione a risparmio energetico: Figura 11;
- Consumi elettrici annuali per illuminazione tradizionale: Figura 12;
- Consumi elettrici annuali per i frigoriferi: Figura 13;
- Consumi elettrici annuali per i congelatori: Figura 14;
- Consumi elettrici annuali per le lavatrici: Figura 15;
- Consumi elettrici annuali per le asciugatrici: Figura 16;
- Consumi elettrici annuali per le lavastoviglie: Figura 17;
- Consumi elettrici annuali per i televisori: Figura 18;
- Consumi elettrici annuali per i personal computer: Figura 19;
- Consumi elettrici annuali per i piccoli elettrodomestici per la pulizia della casa: Figura 20;
- Consumi elettrici annuali per i piccoli elettrodomestici per usi cottura: Figura 21;

- Consumi elettrici annuali per i piccoli elettrodomestici non inclusi nelle categorie precedenti (cfr. Tabella 8): Figura 22.

Nelle figure sopra indicate, il consumo nullo corrisponde ai campioni che hanno dichiarato di non possedere l'apparecchio. I consumi medi per l'illuminazione a risparmio energetico, per l'illuminazione tradizionale e per ciascuna categoria di elettrodomestico sopra indicata (esclusi i campioni che hanno dichiarato di non possedere uno specifico elettrodomestico) sono riportati in Figura 23. I consumi più consistenti sono associati ai congelatori, ai frigoriferi e all'illuminazione con lampadine a incandescenza o alogene di vecchia generazione. In Figura 24 è invece riportato il confronto tra i consumi ricavati dall'indagine e i corrispondenti valori calcolati dal modello, per i campioni dell'indagine in cui l'energia elettrica è usata solo per alimentare gli elettrodomestici e l'illuminazione. Si nota come sia la mediana sia l'ampiezza dei box (corrispondente all'intervallo interquartile) siano confrontabili, infatti lo scostamento mediano, mostrato in Figura 25, è di circa l'11%. Tra gli sviluppi futuri dell'attività si intende completare il modello dei consumi di energia elettrica includendo il raffrescamento estivo, al fine di realizzare uno strumento di calcolo completo, in grado di calcolare i consumi per i vari usi finali per tutti i principali vettori energetici impiegati in ambito residenziale.

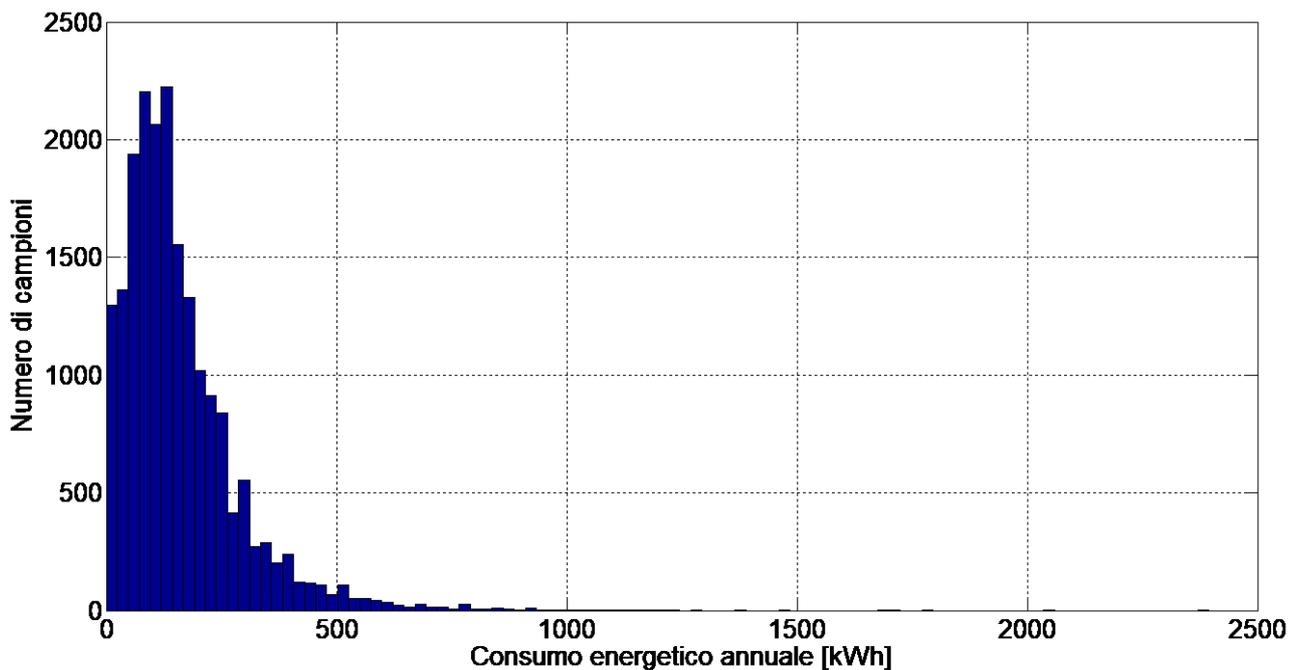


Figura 11 – Distribuzione dei consumi di energia elettrica per illuminazione a risparmio energetico

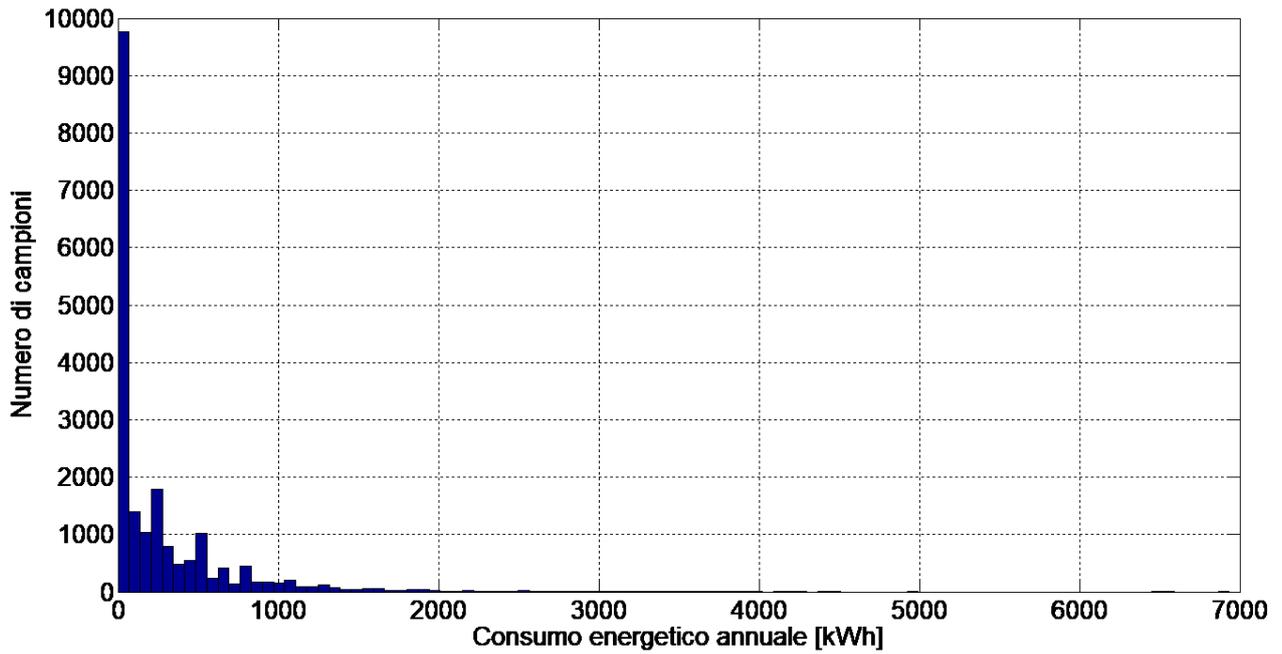


Figura 12 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per illuminazione tradizionale

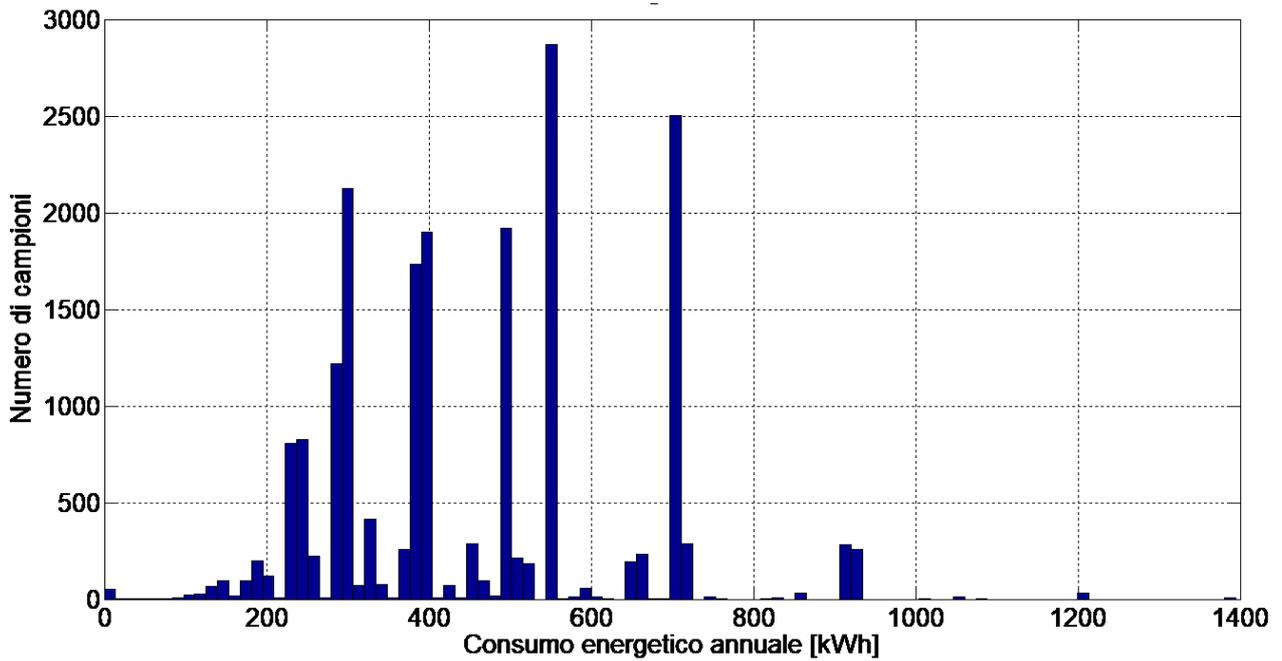


Figura 13 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei frigoriferi

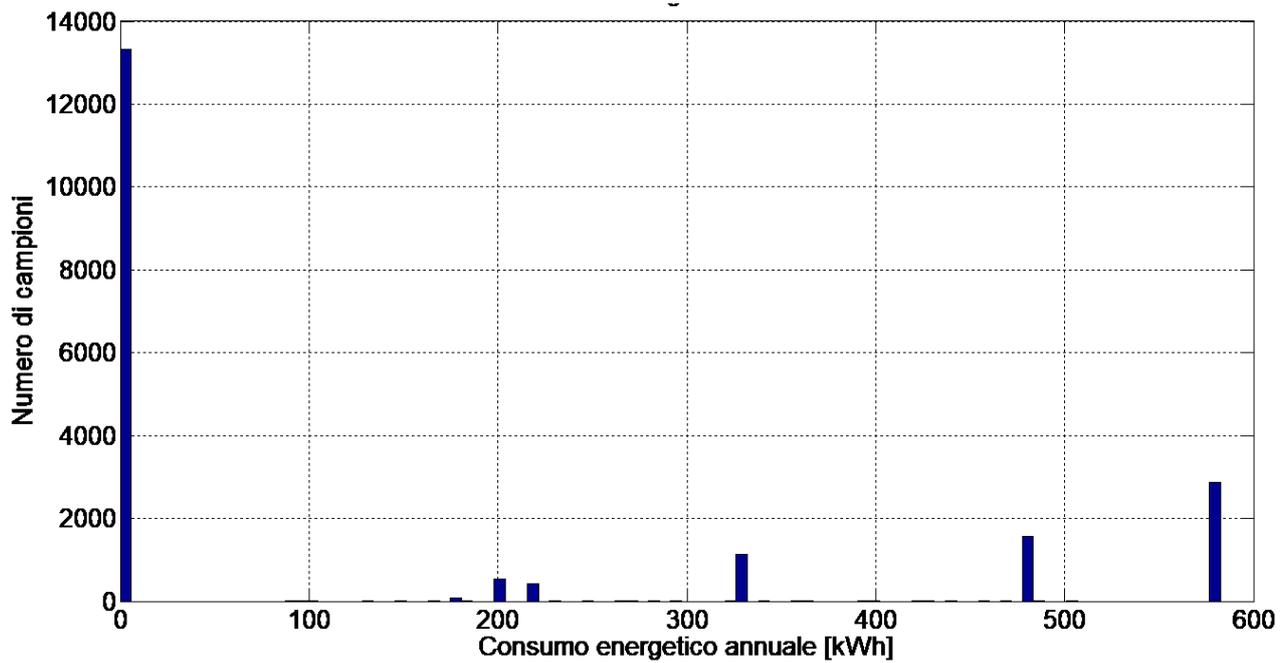


Figura 14 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei congelatori

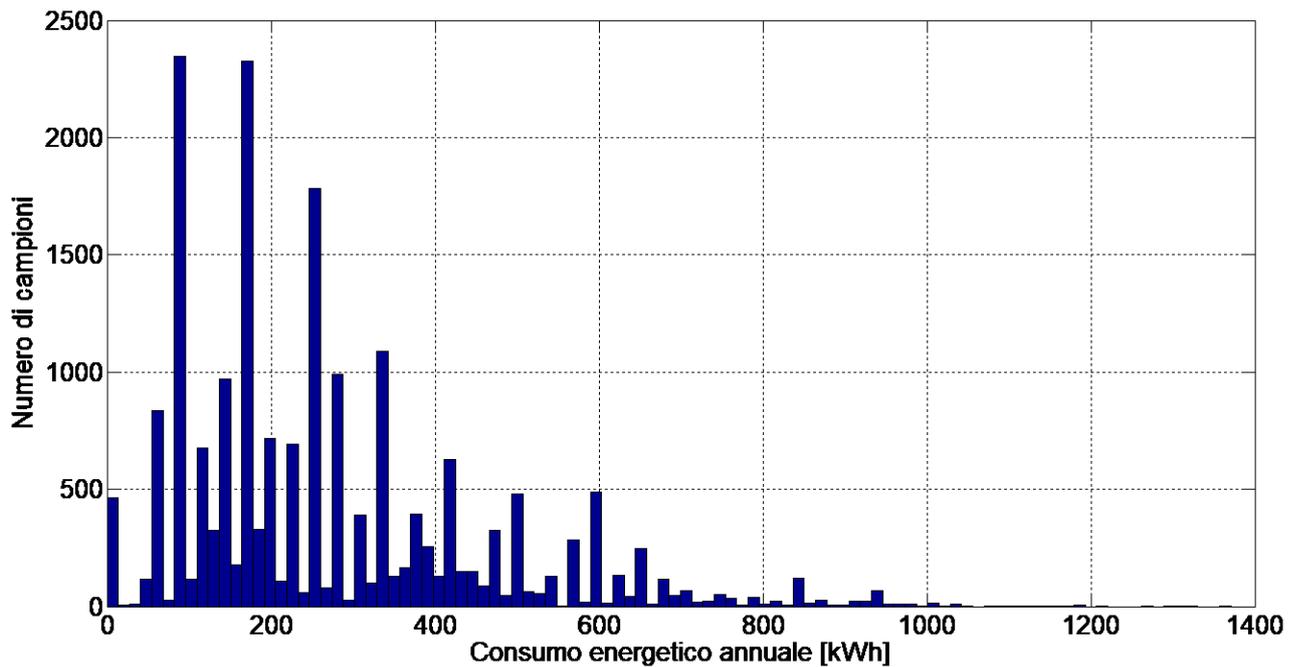


Figura 15 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo delle lavatrici

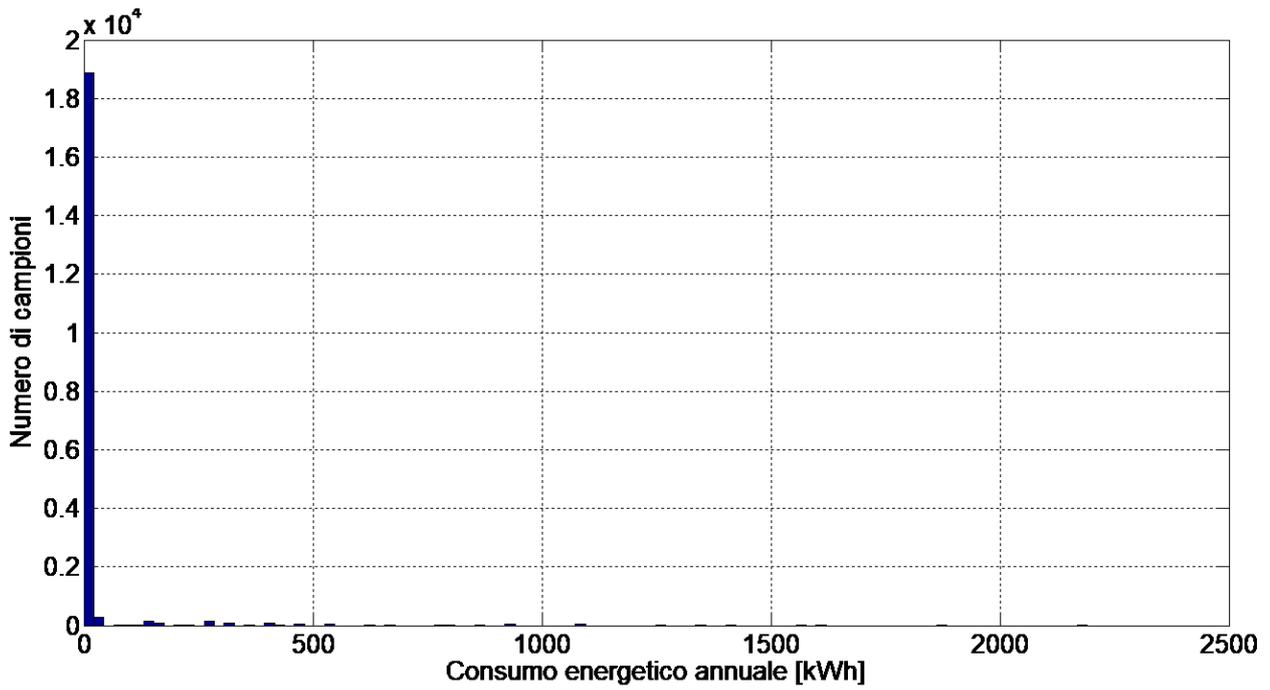


Figura 16 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo delle asciugatrici

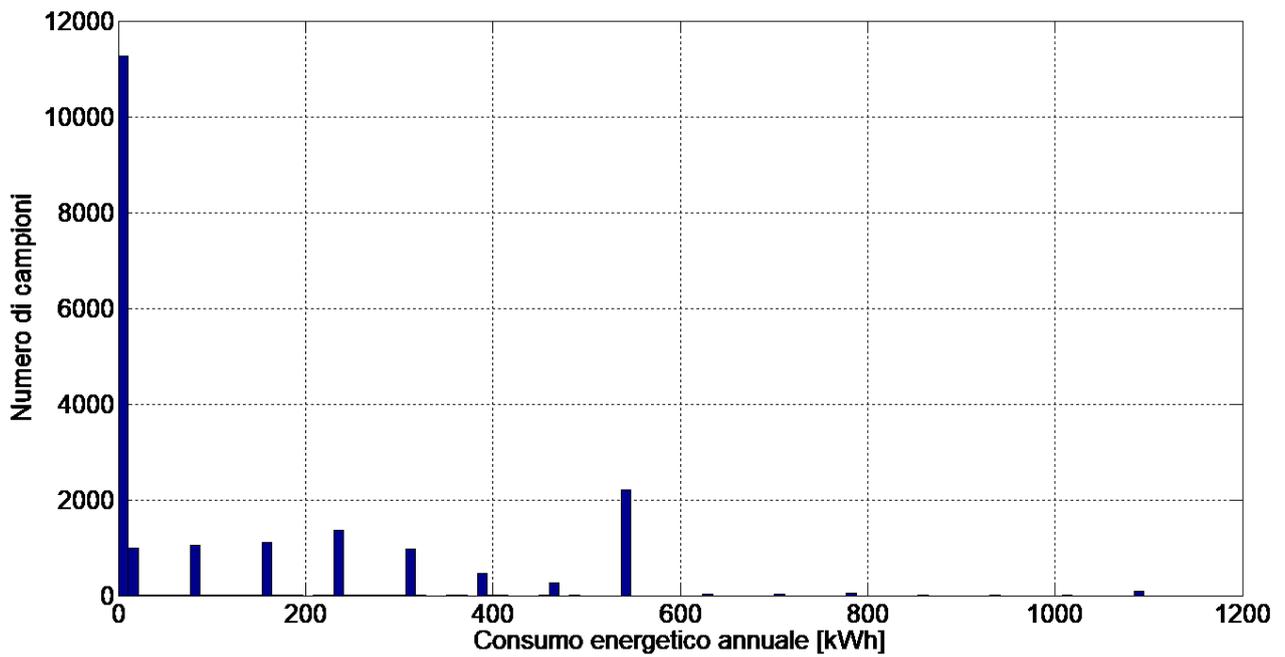


Figura 17 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo delle lavastoviglie

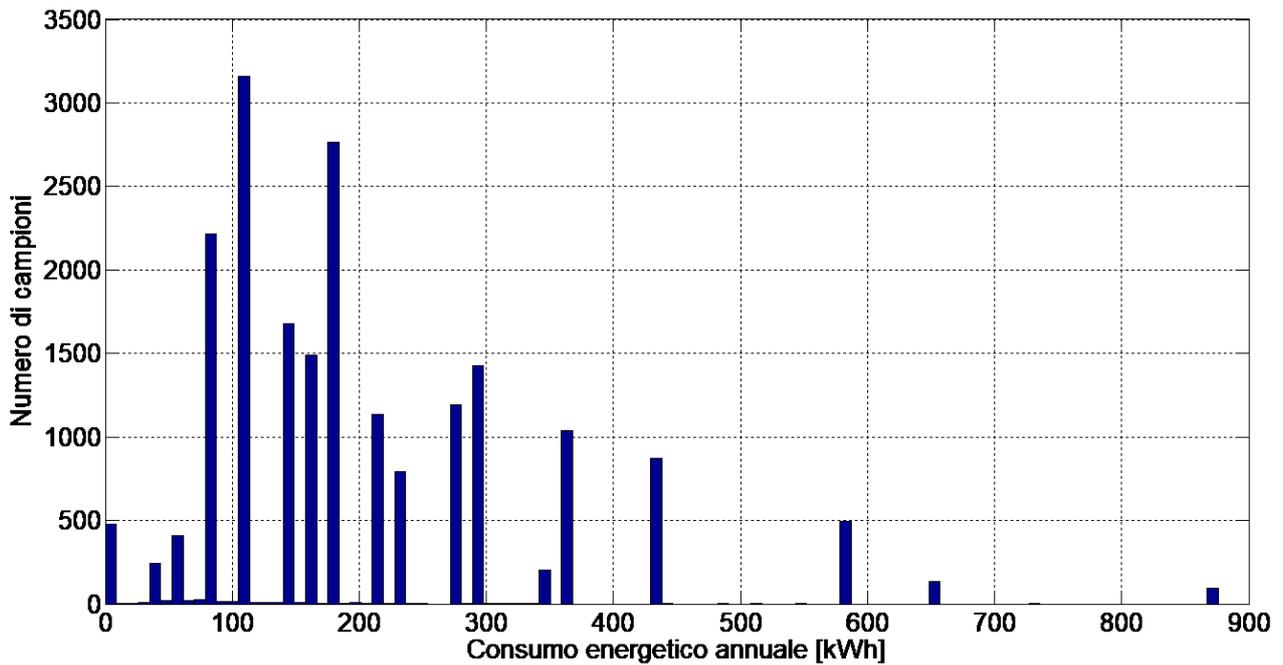


Figura 18 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei televisori

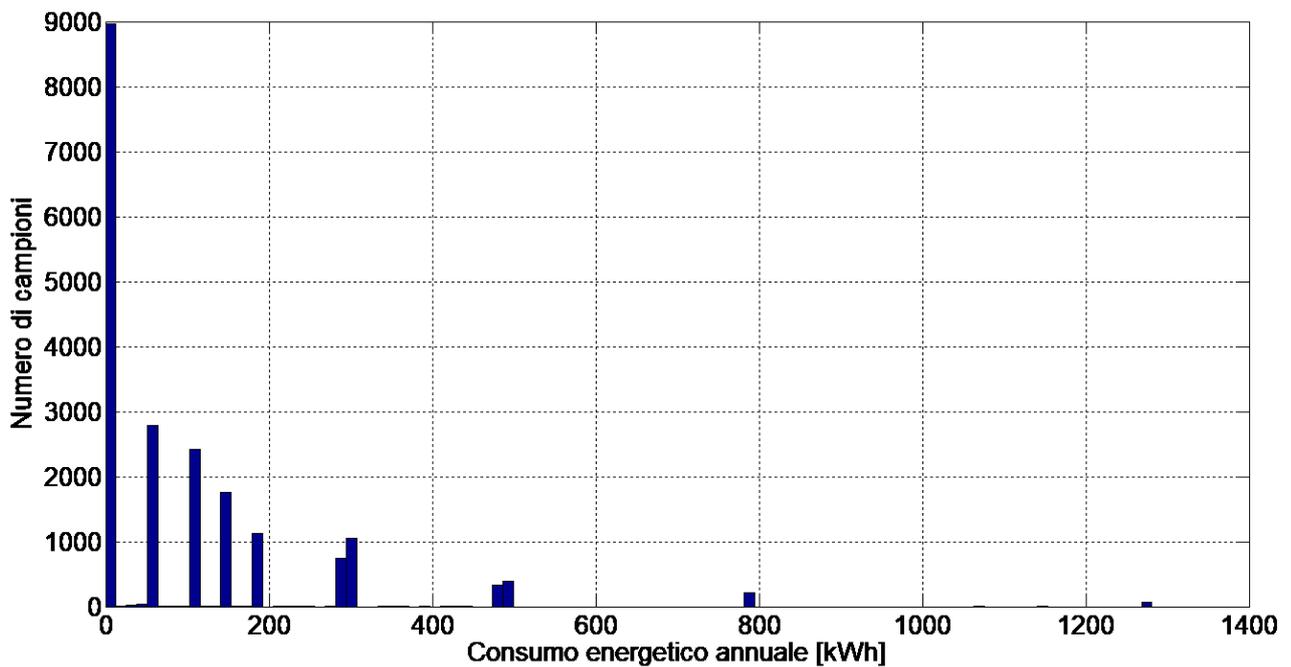


Figura 19 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei personal computer

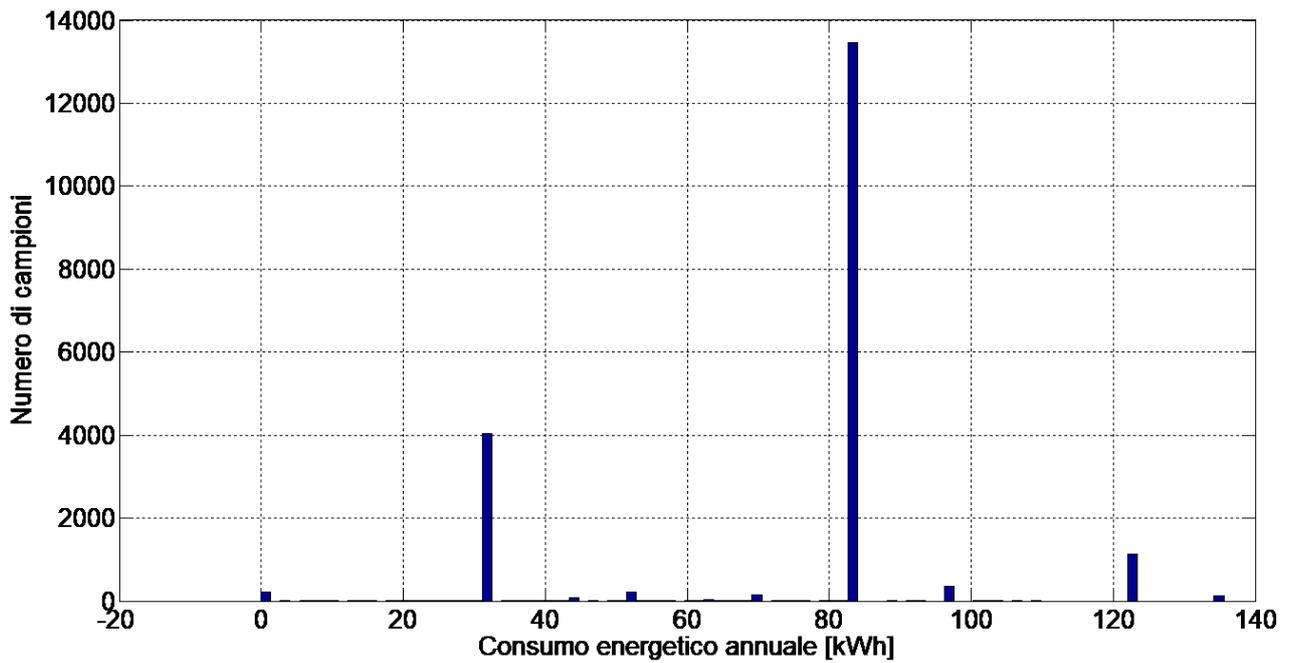


Figura 20 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei piccoli elettrodomestici per la pulizia della casa

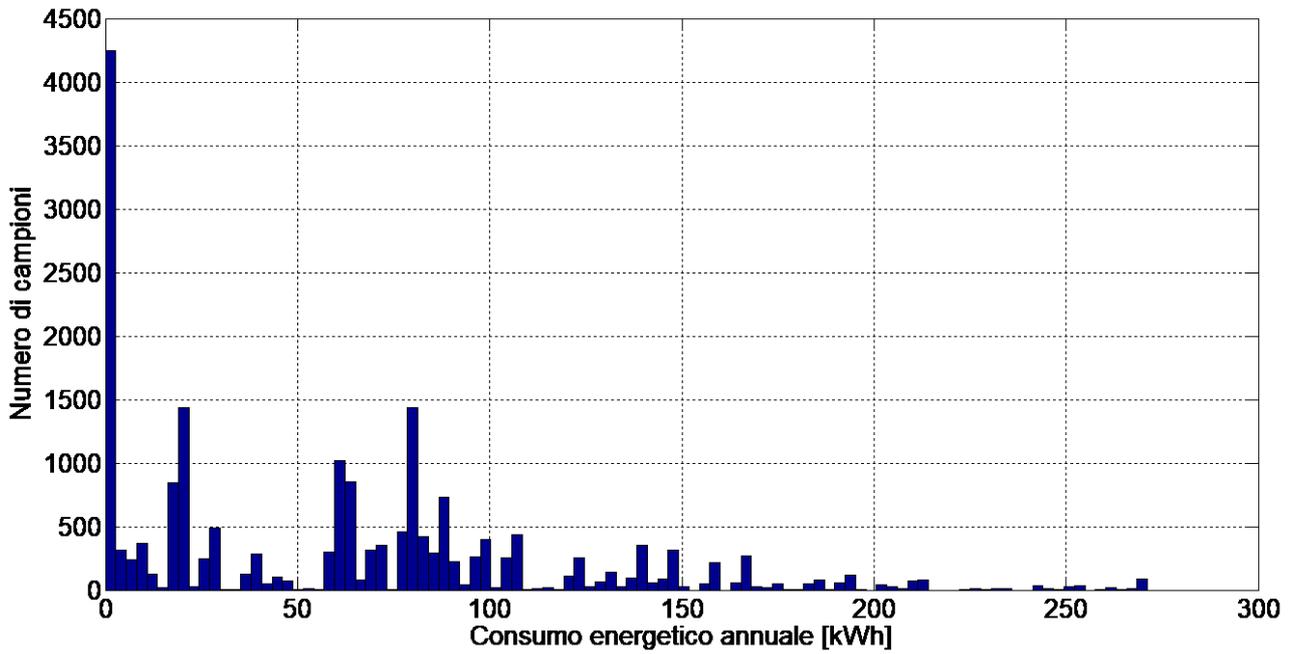


Figura 21 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei piccoli elettrodomestici per usi cottura

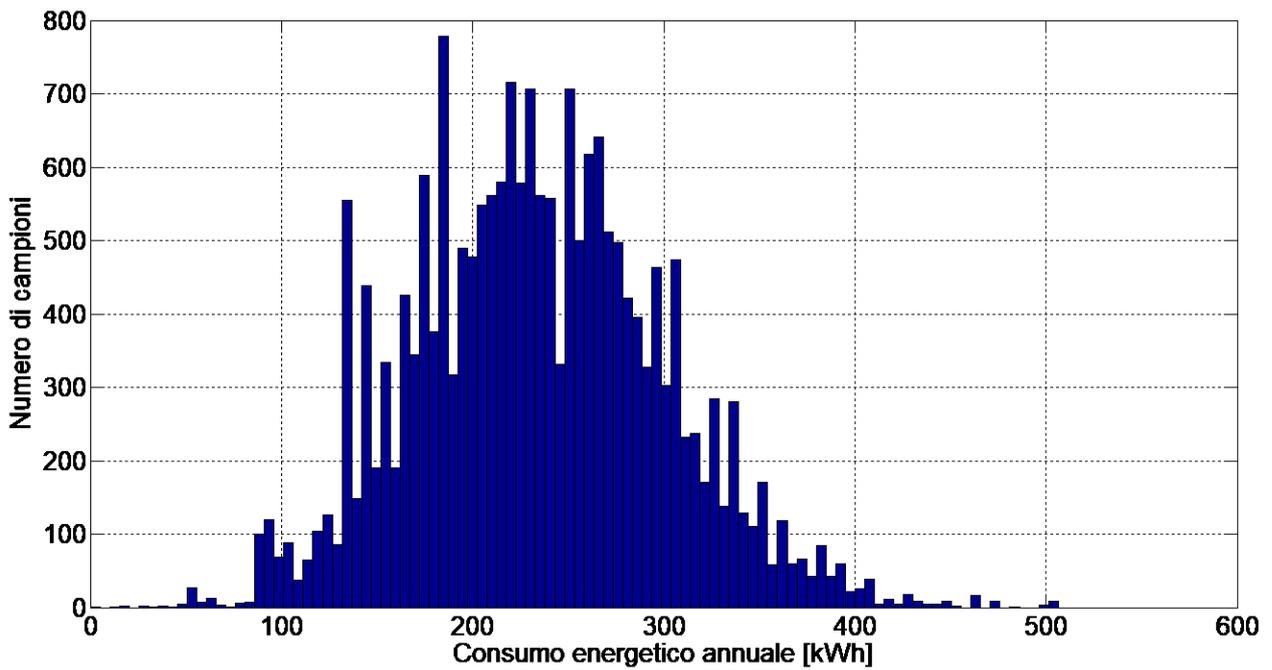
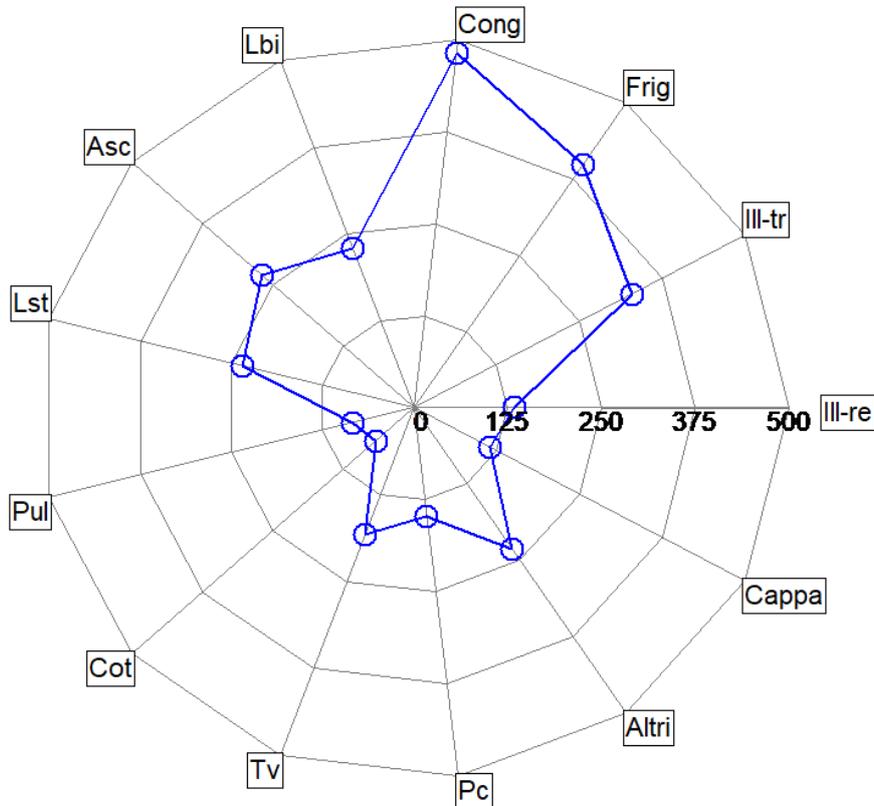


Figura 22 - Distribuzione dei consumi di energia elettrica per utilizzo dei piccoli elettrodomestici non inclusi nelle categorie precedenti



Nota. Cong: congelatori, Frig: frigoriferi, Ill-tr: illuminazione tradizionale, Ill-re: illuminazione a risparmio energetico, Cappa: cappa aspirante, Altri: altri piccoli elettrodomestici, Pc: personal computer, Tv: televisori, Cot: piccoli elettrodomestici a uso cottura, Pul: piccoli elettrodomestici per la pulizia della casa, Lst: lavastoviglie, Asc: asciugatrice, Lbi: lavatrice.

Figura 23 - Consumi medi calcolati dal modello per l'illuminazione e gli elettrodomestici

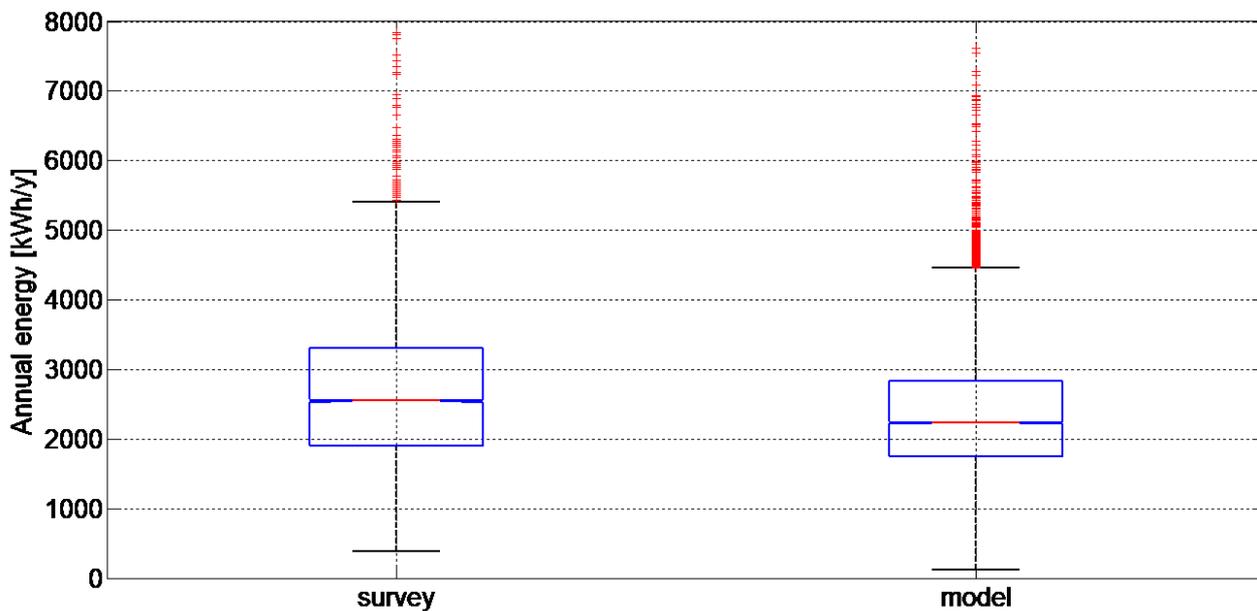


Figura 24 - Confronto tra i consumi annuali per illuminazione ed uso elettrodomestici ricavati dall'indagine (a sinistra) e calcolati dal modello (a destra) per i campioni in cui l'energia elettrica non è usata per altri usi finali

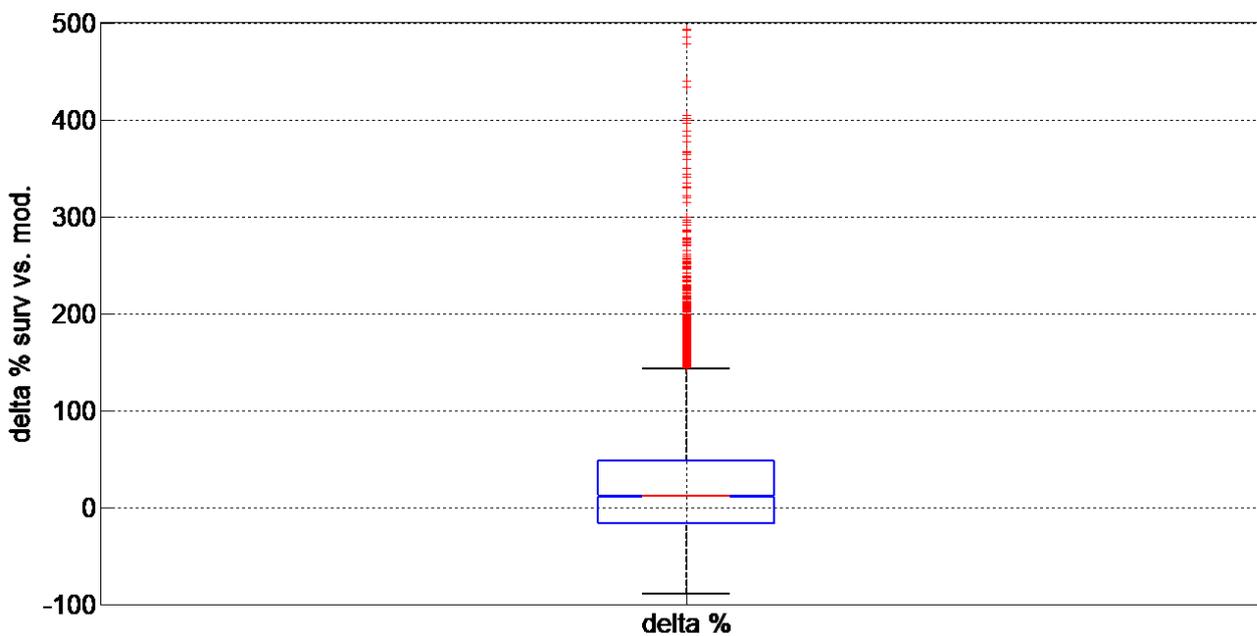


Figura 25 – Differenza percentuale tra l'indagine e il modello della somma dei consumi annuali per illuminazione ed uso elettrodomestici per i campioni in cui l'energia elettrica non è usata per altri usi finali

6 Conclusioni

Il codice di calcolo sui consumi di energia per riscaldamento, produzione di ACS e usi cottura implementato nel corso della precedente annualità è stato affinato e integrato con nuove funzionalità, in particolare legate ai modelli per ACS e usi cottura e al nuovo modello per la stima dei consumi elettrici per illuminazione e per gli elettrodomestici. Il modello è basato sui dati raccolti nell'indagine ISTAT sui consumi energetici delle famiglie, condotta nel 2013 su un campione rappresentativo di 20.000 famiglie. Da questa indagine sono state raccolte informazioni sulle caratteristiche, abitudini, tipologie impiantistiche e costi energetici nel settore domestico nazionale. Obiettivo della collaborazione tra ENEA e ISTAT è stato la definizione di una metodologia per la ripartizione dei consumi energetici nel settore domestico per utilizzo finale, sulla base delle informazioni rilevate dall'indagine ISTAT e relative ai parametri termo-fisici dell'abitazione, alle caratteristiche della famiglia, agli utilizzi di dotazioni e impianti e alla zona climatica in cui è ubicata l'unità familiare.

Il modello per riscaldamento è stato implementato in Excel® e fa riferimento alla definizione di classi di edifici-tipo, calcolando i consumi sulla base della metodologia riportata nella norma UNI EN ISO 13790. Il modello per ACS e usi cottura è stato implementato in Matlab® e calcola i consumi sulla base dell'effettivo numero di occupanti e del relativo periodo di occupazione per ogni singolo campione dell'indagine statistica.

Nella presente annualità sono stati apportati una serie di miglioramenti del codice di calcolo, in particolare per quanto riguarda l'allocazione dei campioni statistici sulla base di tutti i sistemi di riscaldamento (principali e ausiliari), l'affinamento del modello relativo ai consumi per ACS, la definizione dei prezzi per il gas naturale e il GPL su base regionale e non più nazionale. Inoltre, è stato implementato un modello per il calcolo dei consumi degli elettrodomestici e dell'illuminazione, in previsione della validazione dei consumi elettrici aggregati calcolati per riscaldamento, ACS e usi cottura. Per lo stesso motivo, i prezzi unitari per l'energia elettrica sono calcolati per fasce, in sostituzione al valore medio usato nella precedente annualità. E' stata quindi affinata la calibrazione dei due parametri di riferimento per ACS e usi cottura, rispettivamente il consumo dai acqua calda medio pro capite giornaliero e la massa equivalente di cibo (assimilato ad acqua) per ciclo riscaldato dai fornelli.

I consumi "reali" sono stati ottenuti, sulla base di prezzi unitari, dai dati da bolletta riportati nell'indagine. In sostituzione dei prezzi medi nazionali utilizzati nella precedente annualità, si è implementata una funzione Matlab® per il calcolo dei prezzi unitari di gas naturale e GPL su base regionale. In particolare, per il GPL sono stati ricavati prezzi differenti per le bombole fino a 15 kg (tipicamente usate per la cottura degli alimenti), e per il GPL distribuito in forma sfusa per il rifornimento di cisterne (soluzione più comune nel caso di riscaldamento degli ambienti e di produzione di ACS), utilizzando i database dei prezzi dei prodotti petroliferi delle CCIAA di una provincia di riferimento per ogni regione. Per quanto riguarda il gas e l'energia elettrica, si è fatto riferimento al Servizio di maggior tutela le cui tariffe sono aggiornate trimestralmente dall'Autorità, in quanto negli anni 2012-2013 la grande maggioranza delle famiglie italiane aderiva al mercato tutelato.

La suddivisione, per ogni singolo uso finale, dei campioni dell'indagine in base al combustibile e all'impianto principale o ausiliario ha consentito di affinare la calibrazione dei parametri utilizzati nel modello per l'ACS e gli usi cottura, selezionando unicamente i record per i quali un determinato combustibile è utilizzato esclusivamente per uno specifico uso finale. Questo approccio ha permesso di evitare assunzioni sullo scorporo dei consumi tra i vari usi, migliorando l'affidabilità della calibrazione del modello in quanto il consumo selezionato per un dato vettore energetico è associabile unicamente ad ACS oppure a usi cottura.

Il modello per l'ACS calcola i consumi sulla base del fabbisogno di acqua calda giornaliero pro-capite. Sono considerati solo gli impianti principali poiché, a differenza del riscaldamento degli ambienti, gli impianti secondari sono marginali. I rendimenti impiantistici medi globali sono definiti sulla base del tipo di impianto, della sua età e del tipo di combustibile utilizzando come riferimento i valori riportati nella norma UNI/TS 11300:2 e nel decreto sui Requisiti minimi degli edifici (DM 26 giugno 2015). Le nuove funzionalità

riguardano l'introduzione di un coefficiente di perdita di calore legato alla presenza degli accumuli termici e del ricircolo di acqua calda dati in input. L'assenza del ricircolo è considerata nel modello con un incremento percentuale del fabbisogno netto di acqua calda, legato agli extra-consumi legati all'erogazione di acqua a una temperatura inferiore alle esigenze dell'utenza. Il consumo medio pro-capite giornaliero ottenuto dalla calibrazione del modello è stato pari a 60 litri, compreso tra i consumi tipici per abitazioni popolari (40 – 50 litri) e per abitazioni del ceto medio (70 – 80 litri) secondo la norma UNI 9182.

Il modello relativo agli usi cottura non ha subito particolari revisioni. Le basi teoriche sono tratte dai regolamenti della Commissione Europea sui requisiti di Ecodesign dei forni e dei fornelli, e dalle norme EN 60350 sui metodi di misura delle prestazioni degli apparecchi di cottura per uso domestico. L'affinamento ha riguardato una più accurata ed affidabile calibrazione del parametro che maggiormente incide sui consumi, ossia la massa equivalente di cibo (assimilato ad acqua calda) in un ciclo di cottura dei fornelli, la quale è risultata pari a 1,86 kg pro capite.

La calibrazione del modello dei consumi di energia per ACS e usi cottura è stata condotta minimizzando la mediana della differenza tra il consumo ricavato dall'indagine e il corrispondente valore calcolato per i campioni selezionati. I parametri oggetto di calibrazione sono verosimilmente indipendenti dal tipo di combustibile, pertanto per entrambi gli usi finali è stato selezionato un combustibile di riferimento (GPL) sulla base della numerosità campionaria quale indice di robustezza statistica. Gli esiti della calibrazione sono stati verificati considerando i campioni nei quali lo stesso combustibile è usato per ACS e/o usi cottura (e non solo per un singolo uso specifico) ottenendo scostamenti generalmente inferiori rispetto ai singoli usi valutati separatamente, a conferma dell'adeguatezza dell'approccio seguito.

A valle del processo di calibrazione, il consumo medio annuale per usi cottura calcolato dal modello per l'unità familiare media è pari a 1.229 kWh (ovvero 3,37 kWh/giorno, equivalenti a 578 kWh/persona.anno), mentre il consumo medio calcolato per i singoli apparecchi è pari a 1.086 kWh per i fornelli e 156 kWh per i forni. Per quanto riguarda i consumi legati all'ACS, il consumo medio annuale calcolato per la famiglia tipo media è pari a 2.399 kWh/anno (ovvero 6,57 kWh/giorno, equivalenti a 1.080 kWh/persona.anno). Il consumo medio stagionale calcolato per unità di superficie per riscaldamento degli ambienti aumenta con l'età di costruzione e diminuisce con la superficie. Inoltre i consumi per metro quadro per gli appartamenti in edifici multipiano risultano inferiori rispetto a quelli caratteristici delle villette mono-famigliari. Dal confronto tra il modello e i dati dell'indagine per i soli campioni nei quali un dato combustibile è utilizzato nell'impianto principale di riscaldamento, si è ottenuto che il modello sottostima il consumo di gas naturale di circa il 20% mentre sovrastima i consumi per gli altri combustibili, da +10% per il gasolio a +38% per la biomassa a +68% per il GPL. L'analisi dei risultati relativi al riscaldamento degli ambienti hanno individuato i seguenti punti critici: il modello non considera ancora gli impianti ausiliari e associa l'intero fabbisogno di energia al combustibile che alimenta l'impianto principale, oltre a considerare un unico valore di gradi-giorno per ogni zona climatica. Sulla base di queste valutazioni, si stanno analizzando le possibili soluzioni per risolvere queste criticità. In particolare, per quanto riguarda gli impianti secondari di riscaldamento si rileva che nell'indagine ISTAT sono disponibili poche informazioni relativamente a loro, mentre per quanto riguarda la zona climatica è necessario aumentare il numero di gradi-giorno utilizzati nel modello, in quanto i consumi sono strettamente collegati alle condizioni ambientali esterne.

Aggregando su base nazionale i consumi calcolati per i tre usi finali, il modello sovrastima leggermente il consumo legato al gas naturale (6% circa), che rappresenta il combustibile più diffuso nel settore residenziale essendo utilizzato da circa il 70% delle famiglie italiane secondo l'indagine statistica. Gli altri combustibili hanno consumi sovrastimati da circa il 17% per il gasolio al 35% per la biomassa. La biomassa e il gasolio sono usati essenzialmente per riscaldamento (con percentuali superiori al 91% e al 87% rispettivamente), mentre il GPL ha consumi percentuali maggiori agli altri combustibili per ACS (19%) e usi cottura (22%). Per quanto riguarda il gas naturale, i consumi sono così ripartiti: 74% per riscaldamento, 16% per ACS e 10% per usi cottura.

Il modello relativo ai consumi annuali degli elettrodomestici e dell'illuminazione è stato implementato in ambiente Matlab®, con l'obiettivo di incorporare i relativi consumi da quelli legati alla produzione di calore per riscaldamento, ACS e cottura, onde consentire di validare i modelli anche per questo vettore energetico. I risultati ottenuti nella prima versione del modello, sviluppato nel corso di questa annualità, hanno evidenziato che i consumi più consistenti sono associati ai congelatori, ai frigoriferi e all'illuminazione con lampadine a incandescenza o alogene di vecchia generazione. Confrontando i consumi ricavati dall'indagine e calcolati dal modello, per i campioni dell'indagine in cui l'energia elettrica è usata solo per alimentare gli elettrodomestici e l'illuminazione, si nota una buona correlazione. Tra gli sviluppi dell'attività si intende completare il modello dei consumi di energia elettrica includendo il raffrescamento estivo, al fine di realizzare uno strumento di calcolo completo, in grado di calcolare i consumi associati a tutti gli usi finali in ambito residenziale, oltre validare i modelli relativi ai sistemi di riscaldamento, di produzione di ACS e agli apparecchi per usi cottura alimentati a energia elettrica.

In definitiva, lo strumento di calcolo sviluppato consente di stimare i consumi annuali di energia per singolo uso e combustibile sulla base di un campione statistico significativo e rappresentativo delle peculiarità del nostro Paese. La finalità nel corso del triennio è la creazione di uno strumento per l'analisi dei consumi e la valutazione delle abitudini delle famiglie italiane del settore residenziale. Tali risultati sono il presupposto per fornire indicazioni sulla scelta delle soluzioni tecnologiche più promettenti, valutandone i potenziali di risparmio energetico e delineando le azioni di sostegno alla loro diffusione.

I risultati ottenuti nel corso della presente annualità sono stati presentati alla II Conferenza internazionale AIGE-IIETA tenutasi a Genova il 12-13 giugno 2017. E' stato inoltre pubblicato un articolo sull'*International Journal of Heat and Technology* [18], ed un'altra memoria è stata presentata alla stessa rivista ed è attualmente *under review*.

La presente attività è stata infine alla base di due tesi di laurea di primo livello in collaborazione con il Dipartimento Energia del Politecnico di Torino, aventi come oggetto la valutazione dei prezzi dei combustibili nel settore residenziale e l'analisi dei consumi di energia elettrica legati agli elettrodomestici e all'illuminazione.

7 Il quadro di riferimento

7.1 La Direttiva Efficienza Energetica e gli obiettivi di risparmio energetico al 2020

La Direttiva 2012/27/UE ha imposto di stabilire obiettivi nazionali indicativi di efficienza energetica, basati sul consumo di energia primaria o finale, sul risparmio di energia primaria o finale o sull'intensità energetica: tali obiettivi, come definiti dalla Strategia Energetica Nazionale, sono stati illustrati ad aprile 2013 nella relazione annuale¹ inviata alla Commissione Europea (prevista dall'articolo 3 della Direttiva stessa).

L'Italia adempie all'art. 7 della Direttiva Efficienza Energetica grazie al regime obbligatorio dei Certificati Bianchi, attraverso il quale si attende un risparmio di circa 5,5 Mtep/anno in termini di energia finale (di cui 4,3 a partire dal 2014), abbinato alle due misure alternative delle Detrazioni fiscali (1,38 Mtep/anno, di cui 0,98 a partire dal 2014) e del Conto Termico (1,47 Mtep/anno a partire dal 2014). La Figura 1.1 riporta il quadro di sintesi sugli obiettivi di risparmio relativi ai meccanismi proposti per il periodo 2014-2020.



Figura 1 - Quadro di sintesi degli obiettivi di risparmio (Mtep/anno di energia finale), anni 2014-2020 (Fonte: Ministero dello Sviluppo Economico)

Rispetto all'obiettivo previsto per il periodo 2011-2020 previsto nel PAEE 2014 e coerente con la SEN 2013, i risparmi energetici conseguiti al 2016 sono stati pari a poco più di 6,4 Mtep/anno, equivalenti a oltre il 40% dell'obiettivo finale (Tabella 1.2). Tali risparmi derivano per circa il 40% dal meccanismo d'obbligo dei Certificati Bianchi. A livello settoriale, il residenziale ha già raggiunto l'84% dell'obiettivo atteso al 2020, mentre i settori terziario e trasporti sono più lontani dal relativo obiettivo.

Gli adempimenti previsti dalla Direttiva Efficienza energetica in tema di strategia per il rinnovo del parco edilizio e di comunicazione alla Commissione Europea dei risultati conseguiti e, più in generale, il quadro normativo in evoluzione, in particolare per i condomini, hanno reso necessario un approfondimento dell'analisi, sia a livello territoriale che in termini di impatto del meccanismo sul settore delle costruzioni e sul mercato nazionale delle tecnologie e degli apparecchi incentivati.

7.2 L'evoluzione recente della normativa del meccanismo delle detrazioni fiscali

La legge di bilancio 2017 ha prorogato le detrazioni fiscali del 65% per un anno, fino al 31 dicembre 2017, nel caso di interventi che riguardino le singole unità abitative e per cinque anni, fino al 31 dicembre 2021, nel caso di interventi relativi a parti comuni degli edifici condominiali (di cui agli articoli 1117 e 1117-bis del codice civile) o che interessino tutte le unità immobiliari di cui si compone il singolo condominio,

¹ Disponibile al seguente indirizzo: www.ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/reporting_en.htm.

prevedendo anche un innalzamento dell'aliquota di detrazione per spese sostenute dal 1 gennaio 2017 al 31 dicembre 2021 per i nuovi interventi agevolati di cui al comma 2-quater dell'art. 14 del decreto legge 4 giugno 2013, n°63, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013, n°90, ossia per gli interventi di riqualificazione energetica di parti comuni degli edifici condominiali, che interessino rispettivamente, l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda dell'edificio medesimo (in questo caso l'aliquota di detrazione è del 70%) e gli interventi di riqualificazione energetica sempre relativi a parti comuni di edifici condominiali finalizzati a migliorare la prestazione energetica invernale ed estiva e che conseguano almeno la qualità media di cui al Decreto interministeriale 26 giugno 2015 (in questo caso l'aliquota è del 75%), per un ammontare complessivo delle spese non superiore a 40.000 euro moltiplicato per il numero delle unità immobiliari che compongono l'edificio.

Inoltre, per questi nuovi interventi, come riportato al comma 2-sexies dell'art. 14 del decreto legge su citato, in luogo della detrazione, i soggetti beneficiari possono optare per la cessione del corrispondente credito ai fornitori che hanno effettuato gli interventi o ad altri soggetti privati, con la facoltà di successiva cessione del credito, secondo le modalità di attuazione recentemente definite con Provvedimento del Direttore dell'Agenzia delle Entrate del 28 agosto 2017, che sostituisce il precedente Provvedimento (dell'8 giugno 2017) e che recependo le disposizioni dell'art. 4-bis del decreto legge 24 aprile 2017, n°50, convertito, con modificazioni, dalla legge 21 giugno 2017, n°96, prevede la possibilità che i soggetti rientranti nella c.d. no tax area possano cedere il credito corrispondente alla detrazione anche a banche ed istituti di credito.

La Tabella 1 fornisce un quadro dell'articolazione del meccanismo delle detrazioni fiscali e delle principali tecnologie associate agli interventi incentivabili.

Tabella 1 – Articolazione delle detrazioni per la riqualificazione energetica (Fonte: Legge di Bilancio 2017)

Intervento	Descrizione	Tecnologie associate
Comma 344	Riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento dell'intero edificio	Caldaie a biomassa; riqualificazione globale
Comma 345a	Miglioramento delle prestazioni termiche delle strutture opache dell'edificio	Coibentazione pareti verticali, tetti, solai
Comma 345b		Sostituzione serramenti
Comma 345c		Schermature solari
Comma 346	Installazione di pannelli solari	Pannelli solari per ACS
Comma 347	Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale	Caldaie a condensazione; pompe di calore; caldaie a biomassa; scaldacqua a pompe di calore per ACS
B.A.	Installazione di sistemi di building automation	
Condomini 70%	Interventi su parti comuni edifici condominiali che interessano l'involucro per più del 25% della superficie disperdente e, per l'intervento denominato <i>Condomini 75%</i> , conseguono la qualità media per le prestazioni invernale ed estiva	
Condomini 75%		

7.3 La piattaforma informatica per la raccolta dei dati

Per accedere ai benefici fiscali per le riqualificazioni energetiche degli edifici, uno dei requisiti necessari è l'invio ad ENEA di una serie di documenti e informazioni. In funzione della tipologia di intervento, il beneficiario provvede alla compilazione di appositi allegati tecnici, all'interno di uno sito web dedicato, contenenti una notevole mole di informazioni relative a:

- anagrafica relativa al beneficiario della detrazione;
- anagrafica dell'immobile oggetto di intervento;
- involucro edilizio;
- impianto termico;
- contesto (informazioni climatiche, indicazioni storico-descrittive)

- consumi energetici;
- prestazioni sistema edificio-impianto;
- problematiche tecniche (desumibili dalle raccomandazioni tecniche);
- caratterizzazione tecnica dell'intervento;
- risparmio energetico conseguito;
- caratterizzazione economica dell'intervento.

In particolare, sono stati predisposti 3 differenti allegati²:

- ALLEGATO A: contiene tutte le informazioni relative alle caratteristiche tecniche del sistema edificio-impianto; la finalità primaria di questo allegato è quella di definire l'indice di prestazione energetica, ossia il parametro termotecnico capace di fornire indicazioni sintetiche sul fabbisogno di energia primaria del sistema edificio impianto.
- ALLEGATO E: contiene dati afferenti più specificamente all'intervento di riqualificazione energetica effettuato. Questo allegato è la sintesi di tutte le informazioni quantitative e qualitative necessarie a descrivere i lavori sotto il profilo tecnico-economico: tipologia dei lavori, caratteristiche tecniche, quantità, investimenti sostenuti, risparmio energetico conseguito.
- ALLEGATO F (da inviare unicamente per alcune tipologie di intervento): contiene, in versione semplificata, alcune informazioni sul sistema edificio-impianto oggetto dell'allegato A e alcune informazioni (nello specifico: caratterizzazione tecnico-economica dell'intervento e risparmio energetico) oggetto dell'allegato E.

8 Metodologia di analisi dei dati

L'attività di gestione del meccanismo è caratterizzata da un grande potenziale sul fronte dell'analisi dei dati e delle informazioni trasmesse dai beneficiari, in termini sia di quantità (oltre 300.000 pratiche ogni anno) sia di ricchezza delle informazioni fornite da ciascun utente, relative non soltanto all'intervento di riqualificazione per il quale si richiede il beneficio fiscale ma, più in generale, al sistema edificio-impianto in cui è ubicato l'immobile. Data la gran mole di dati, potrebbe risultare significativo il numero di errori nell'inserimento dei dati da parte dell'utente, rischiando di minare l'efficacia dell'attività di analisi, soprattutto per quelle macro-categorie di intervento per le quali è ridotto il numero di osservazioni a disposizione come il Comma 344 o il Building Automation, per le quali quindi il peso dei valori anomali sul totale potrebbe risultare significativo.

Pertanto, come per ogni indagine statistica, sia parallelamente sia successivamente alla fase di registrazione dei dati da parte degli utenti, e comunque prima di effettuare le elaborazioni statistiche, è stata messa in atto una vera e propria procedura statistica di controllo e di revisione dei dati: l'individuazione, il trattamento e la misura dell'errore non campionario e dell'eventuale errore campionario rientra nella metodologia di controllo della qualità dei dati nota come "*error profile*".

A tal fine, andando a raffinare l'analisi svolta nella prima annualità del progetto, per le principali macro-categorie di intervento l'attenzione è stata focalizzata sui principali parametri tecnico-finanziari capaci di descrivere al meglio le caratteristiche dell'intervento di riqualificazione energetica, in particolare le caratteristiche dimensionali dell'immobile e dell'intervento, il risparmio energetico e la spesa sostenuta. In particolare, ogni macro-categoria è contraddistinta da una serie di vincoli logici differenti, legati alle caratteristiche tecnico-economiche della tipologia dei lavori, nonché da valori limite per alcuni dati, dettati dalla normativa di riferimento. Ciò ha portato alla definizione di una serie di passaggi logici che, successivamente trasferiti all'Università La Sapienza, hanno portato alla definizione di metodologie di

² Per l'anno fiscale 2016, che rappresenta l'anno campione di riferimento per questo studio, tali allegati sono disponibili all'indirizzo internet <http://finanziaria2016.enea.it> e per semplicità di lettura sono stati riportati nel testo soltanto parzialmente.

analisi dei dati per ogni macro-categoria per l'individuazione e la relativa ri-computazione dei dati anomali contenuti nelle dichiarazioni fornite dagli utenti che hanno fatto richiesta di accesso al meccanismo di incentivazione nel 2015 e nel 2016.

Commi 344 e 345a

- Analisi variabile Indice di prestazione energetica (IPE) da trattare per rendere i dati conformi a quanto previsto dalla normativa vigente
- Analisi indicatore (Superficie utile/unità immobiliare) per ri-computazione dei dati anomali superficie utile dell'immobile oggetto di intervento, per immobili appartenenti al settore residenziale
- Analisi indicatore (Volume lordo/unità immobiliare) per ri-computazione dei dati anomali del volume lordo e della superficie utile dell'immobile oggetto di intervento, per immobili appartenenti al settore non residenziale
- Ri-calcolo del fabbisogno (pari a $IPE * (\text{Superficie utile})$) per immobili appartenenti al settore residenziale
- Ri-calcolo del fabbisogno (pari a $IPE * (\text{volume lordo})$) per immobili appartenenti al settore non residenziale
- Analisi indicatore (superficie utile/fabbisogno) per ri-computazione dei dati anomali del fabbisogno energetico dell'immobile oggetto di intervento, per immobili appartenenti al settore residenziale
- Analisi indicatore (volume lordo/fabbisogno) per ri-computazione dei dati anomali del fabbisogno energetico dell'immobile oggetto di intervento, per immobili appartenenti al settore non residenziale
- Analisi indicatore (risparmio/fabbisogno) per ri-computazione dei dati anomali del risparmio
- Analisi indicatore (costo/superficie utile) per ri-computazione dei dati anomali del costo per immobili appartenenti al settore residenziale
- Analisi indicatore (costo/ volume lordo) per ri-computazione dei dati anomali del costo per immobili appartenenti al settore non residenziale
- Analisi indicatore (superficie pareti orizzontali e inclinate / unità immobiliare) per ri-computazione dei dati anomali della superficie riqualificata
- Analisi indicatore (superficie pareti verticali / unità immobiliare) per ri-computazione dei dati anomali della superficie riqualificata
- Analisi indicatore (superficie infissi / unità immobiliare) per ri-computazione dei dati anomali della superficie riqualificata

Comma 345b

- Analisi indicatore (superficie infisso/unità immobiliare) per ri-computazione dei dati anomali della superficie riqualificata
- Analisi indicatore (superficie utile/unità immobiliare) per ri-computazione dei dati anomali della superficie utile dell'immobile oggetto di intervento
- Analisi indicatore (risparmio/superficie infisso) per ri-computazione dei dati anomali del risparmio
- Analisi indicatore (risparmio/superficie utile) per ri-computazione dei dati anomali della superficie utile dell'immobile oggetto di intervento
- Analisi indicatore (superficie infisso/superficie utile) per ri-computazione dei dati anomali della superficie riqualificata

- Analisi indicatore (costo/superficie infisso) per ri-computazione dei dati anomali del costo
- Analisi indicatore (costo/superficie utile) per ri-computazione dei dati anomali del costo
- Analisi indicatore (costo/risparmio) per ri-computazione dei dati anomali del costo

Comma 345c

- Analisi indicatore (superficie utile/unità immobiliare) per ri-computazione dei dati anomali della superficie utile dell'immobile oggetto di intervento, differenziato per immobili appartenenti al settore residenziale e non residenziale
- Analisi indicatore (superficie schermatura/superficie utile) per ri-computazione dei dati anomali della superficie di schermatura installata, differenziato per immobili appartenenti al settore residenziale e non residenziale
- Analisi indicatore (costo/superficie schermatura) per ri-computazione dei dati anomali del costo
- Analisi indicatore (risparmio/unità immobiliare) per ri-computazione dei dati anomali del risparmio, differenziato per immobili appartenenti al settore residenziale e non residenziale
- Analisi indicatore (risparmio/ superficie utile) per ri-computazione dei dati anomali del risparmio, differenziato per immobili appartenenti al settore residenziale e non residenziale
- Analisi indicatore (costo/risparmio) per ri-computazione dei dati anomali del costo, differenziato per immobili appartenenti al settore residenziale e non residenziale

Comma 346

- Analisi indicatore (superficie utile/unità immobiliare) per ri-computazione dei dati anomali della superficie utile dell'immobile oggetto di intervento, differenziato per immobili appartenenti al settore residenziale e non residenziale
- Analisi indicatore (superficie pannello/superficie utile) per ri-computazione dei dati anomali della superficie di pannelli installata, differenziato per immobili appartenenti al settore residenziale e non residenziale
- Analisi indicatore (costo/superficie pannello) per ri-computazione dei dati anomali del costo
- Analisi indicatore (costo/risparmio) per ri-computazione dei dati anomali del risparmio, differenziato per immobili appartenenti al settore residenziale e non residenziale

Comma 347 (differenziato per interventi relativi a caldaia a condensazione, pompa di calore, pompa di calore geotermica, caldaia a biomassa)

- Analisi indicatore (unità immobiliare/potenza impianto) per ri-computazione dei dati anomali delle unità immobiliari
- Analisi indicatore (superficie utile/unità immobiliare) per ri-computazione dei dati anomali della superficie utile dell'immobile oggetto di intervento
- Analisi indicatore (costo/superficie utile) per ri-computazione dei dati anomali del costo
- Analisi indicatore (risparmio/superficie utile) per ri-computazione dei dati anomali del risparmio
- Analisi indicatore (costo/risparmio) per ri-computazione dei dati anomali del costo

9 Analisi dei dati

Sulla base dell'elaborazione dei dati effettuata dall'Università La Sapienza, si riportano di seguito i principali risultati in termini di risparmio energetico conseguito ed investimenti attivati tramite il meccanismo di incentivazione per il biennio 2015-2016. Si ricorda come i dati relativi al 2016 non siano ancora consolidati,

poiché modificabili fino a settembre 2017 da parte degli utenti che hanno fatto richiesta di accesso all'incentivo.

9.1 Risultati complessivi per il periodo 2015-2016

Nel biennio 2015-2016 sono stati realizzati circa 700.000 interventi (Tabella 3.1), di cui oltre 360.000 nel 2016, anno in cui oltre la metà di essi ha riguardato la sostituzione di serramenti (Comma 345b), e per circa il 20% la sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale (Comma 347) e l'installazione di schermature solari (Comma 345c). La crescita del numero di richieste osservato negli ultimi due anni rispetto al 2014 (circa 3000.000 interventi) è ascrivibile proprio al contributo degli interventi per schermature solari.

Tabella 3.1 - Numero di interventi eseguiti per comma, anni 2015-2016

Anno	2015		2016	
	n.	%	n.	%
Comma 344	3.308	1,0%	3.517	1,0%
Comma 345a	23.375	7,1%	21.661	6,0%
Comma 345b	180.858	54,6%	185.909	51,6%
Comma 345c	47.674	14,4%	69.874	19,4%
Comma 346	10.612	3,2%	8.883	2,5%
Comma 347	65.301	19,7%	69.762	19,4%
B.A.			661	0,2%
Totale	331.128	100%	360.267	100%

Gli investimenti attivati nel biennio ammontano a circa 6,7 miliardi di euro (Tabella 3.2): oltre il 40% delle risorse è stato destinato al Comma 345b; oltre il 20% alla coibentazione di solai e pareti (Comma 345a); il 9% alla riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento dell'intero edificio (Comma 344). L'ammontare complessivo di investimenti nel 2016 è stato pari a circa 3,5 miliardi di euro (7% in più rispetto al 2015): il valore massimo potenziale delle detrazioni fiscali che potranno essere richieste dai beneficiari nell'arco dei prossimi dieci anni è pari a circa 2,3 miliardi di euro.

Tabella 3.2 - Investimenti attivati per comma (M€), anni 2015-2016

Anno	2015		2016	
	M€	%	M€	%
Comma 344	282	8,8%	320	9,1%
Comma 345a	735	23,0%	743	21,2%
Comma 345b	1.430	44,7%	1.559	44,6%
Comma 345c	115	3,6%	158	4,5%
Comma 346	62	1,9%	53	1,5%
Comma 347	577	18,0%	657	18,8%
B.A.			9	0,3%
Totale	3.201	100%	3.499	100%

I risparmi conseguiti nel triennio ammontano a circa 2.570 GWh/anno (Tabella 3.3).

Tabella 3.3 - Risparmi conseguiti per comma (GWh/anno), anni 2014-2016

Anno	2015		2016	
	GWh/a	%	GWh/a	%
Comma 344	84	6,6%	90	7,0%
Comma 345a	364	28,4%	371	28,8%
Comma 345b	457	35,7%	510	39,6%
Comma 345c	11	0,9%	16	1,2%
Comma 346	46	3,6%	38	3,0%
Comma 347	318	24,8%	257	20,0%
B.A.			5	0,4%
Totale	1.280	100%	1.287	100%

Mediamente, il 35-40% dei risparmi è conseguito tramite la misura relativa alla sostituzione dei serramenti, per oltre un quarto da interventi di coibentazione di pareti e per il 20-25% dalla misura relativa alla sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale.

La Figura 3.1 riporta la distribuzione regionale della quota di investimenti del 2016 rispetto al reddito netto disponibile, mediamente pari allo 0,3%, con punte di circa lo 0,7% in Valle d'Aosta e Trentino Alto Adige; al di sotto della media quasi tutte le regioni del Mezzogiorno. La distribuzione osservata per il 2015 dell'indicatore è del tutto simile.

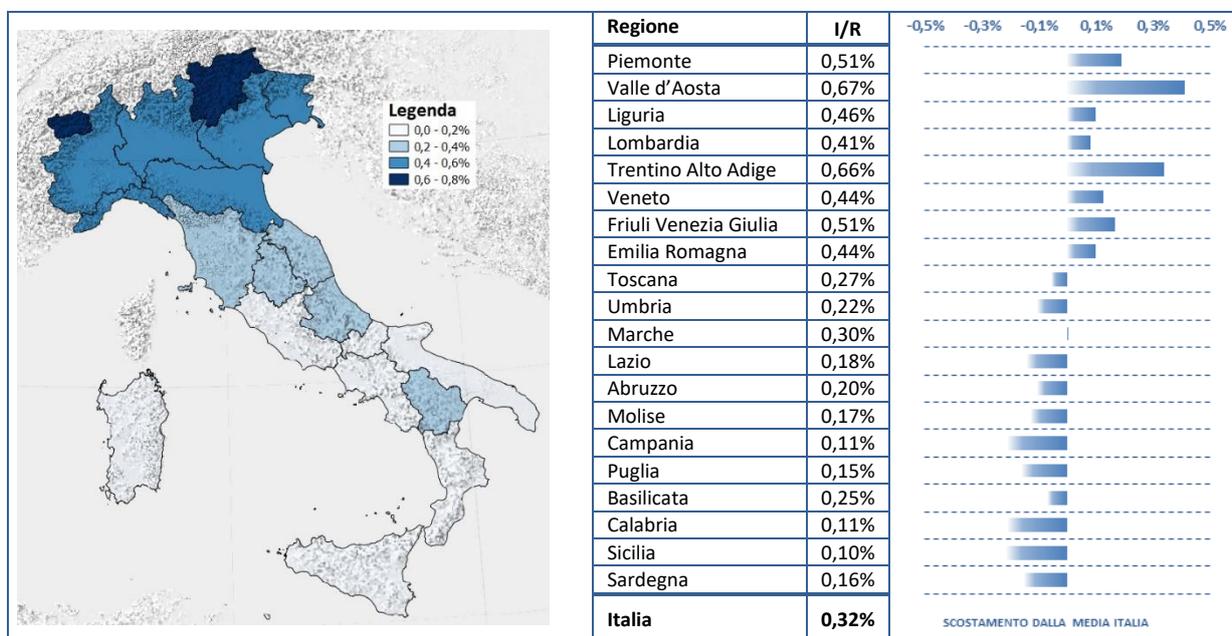
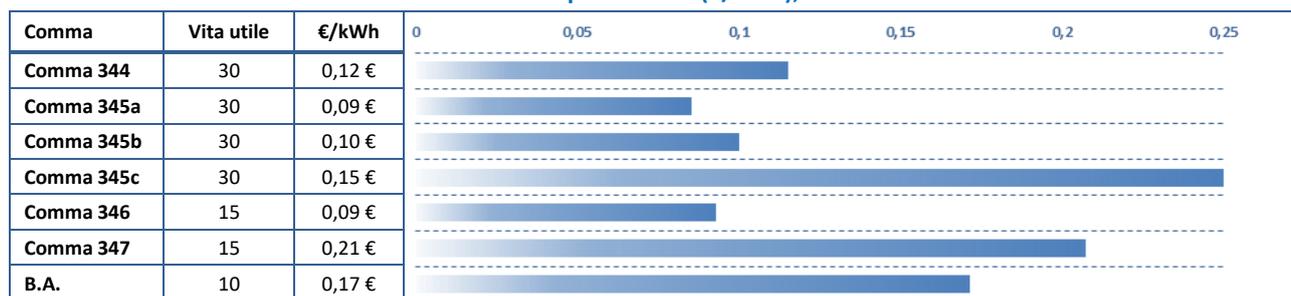


Figura 3.1 - Rapporto tra Investimenti attivati e Reddito disponibile netto per regione (I/R) e differenze rispetto alla media, anno 2016 (Fonte: Elaborazione ENEA su dati ENEA e ISTAT)

Come detto, i maggiori risparmi sono associabili in particolare alla sostituzione di serramenti e alla coibentazione di solai e pareti, tipologie di interventi che, insieme alla riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento dell'intero edificio, risultano essere caratterizzate dal miglior costo efficacia, con un costo sostenuto tra i 9-12 centesimi di euro per ogni kWh di energia risparmiato durante tutta la vita utile dell'intervento (Tabella 3.4).

Tabella 3.4 - Costo efficacia per comma (€/kWh), media anni 2015-2016



In termini di interventi specifici eseguiti e tecnologie installate, la Tabella 3.5 riporta il dettaglio degli investimenti attivati per il 2016: la quota principale delle risorse stanziare, oltre 1,5 miliardi di euro, ha riguardato la sostituzione di circa 650.000 serramenti (incentivabili non soltanto tramite il Comma 345b, ma anche dai commi 344 e 345a in caso di interventi multipli); circa 690 milioni di euro per circa 16.000 interventi su pareti orizzontali e inclinate, e circa 320 milioni di euro per circa 16.000 interventi su pareti verticali.

Tabella 3.5 - Investimenti (M€) per tecnologia, anno 2016

Tecnologia/intervento	Anno 2016	
	M€	%
Pareti verticali	318	9,1%
Pareti orizzontali	689	19,7%

Serramenti	1.533	43,8%
Solare termico	59	1,7%
Schermature solari	157	4,5%
Caldaia a condensazione	574	16,4%
Impianto geotermico	3	0,1%
Pompa di calore (PdC)	115	3,3%
Scaldacqua a PdC	21	0,6%
Building automation	9	0,3%
Altro	17	0,5%
Totale	3.499	100%

Anche in termini di risparmi energetici conseguiti (Tabella 3.6), il contributo principale è derivato dai serramenti (circa 560 GWh/anno), mentre quasi un terzo del risparmio è stato conseguito grazie ad interventi sulle pareti, sia verticali che orizzontali e inclinate (400 GWh/anno).

Tabella 3.6 - Risparmi (GWh/anno) per tecnologia, anno 2016

Tecnologia/intervento	2016	
	GWh/a	%
Pareti verticali	124	9,6%
Pareti orizzontali	277	21,5%
Serramenti	559	43,4%
Solare termico	46	3,6%
Schermature solari	23	1,8%
Caldaia a condensazione	194	15,1%
Impianto geotermico	1	0,1%
Pompa di calore (PdC)	44	3,4%
Scaldacqua a PdC	6	0,5%
Building automation	5	0,5%
Altro	8	0,6%
Totale	1.287	100%

Circa l'80% degli investimenti attivati nel 2016 (circa 2,8 miliardi di euro su 3,5 complessivi) è stato dedicato ad edifici costruiti prima degli anni Ottanta; in particolare, circa un quarto delle risorse totali (circa 860 milioni di euro) è stato destinato ad edifici costruiti negli anni Sessanta. Per quanto concerne invece la tipologia edilizia, circa il 40% degli investimenti, pari a circa 1,4 miliardi di euro, ha riguardato una costruzione isolata (ad esempio una villetta mono o plurifamiliare); oltre il 31% delle risorse (pari a circa 1,1 miliardi di euro) ha invece interessato interventi su edifici in linea e condomini con più di tre piani fuori terra; infine, a edifici a schiera e condomini fino a tre piani sono state dedicate poco più del 20% delle risorse attivate, pari a oltre 700 milioni di euro.

I principali segmenti del mercato della riqualificazione energetica osservati nel 2016 sono gli edifici oltre i tre piani degli anni Sessanta (45.000 interventi per 350 milioni di euro investiti) e le costruzioni isolate del dopoguerra (circa 19.000 interventi, oltre 260M€ di investimenti), degli anni Sessanta (circa 25.000 interventi, circa 340M€ di investimenti) e degli anni Settanta (oltre 23.000 interventi, circa 300M€ di investimenti). La distribuzione delle risorse osservata per il 2015 è del tutto simile a quella appena descritta per il 2016, riportata in Tabella 3.7.

Tabella 3.7 - Investimenti (M€) per epoca di costruzione e tipologia edilizia, anno 2016

	Costruzione isolata	Edificio fino a tre piani	Edificio oltre tre piani	Altro	Totale (%)	Totale (M€)
< 1919	3,4%	1,8%	2,2%	0,4%	7,8%	273,5
1919-1945	3,2%	1,5%	2,2%	0,3%	7,2%	252,4
1946-1960	7,5%	3,2%	6,4%	1,0%	18,0%	631,1
1961-1970	9,6%	3,5%	10,0%	1,5%	24,5%	859,0
1971-1980	8,4%	4,3%	6,1%	2,5%	21,3%	746,8
1981-1990	3,6%	2,9%	2,3%	1,7%	10,4%	364,6
	1,8%	1,6%	0,8%	1,0%		
	0,5%	0,5%	0,2%	0,2%		
	1,9%	1,0%	0,6%	0,2%		

1991-2000					5,3%	185,8
2001-2005					1,5%	52,6
> 2006					3,8%	133,2
Totale (%)	39,8%	20,3%	31,1%	8,8%	100%	
Totale (M€)	1.393	710	1.088	308		3.499

La distribuzione dei risparmi (Tabella 3.8) ricalca quella degli investimenti: circa il 36% dei risparmi complessivi (oltre 460 GWh/anno) è conseguito dai quattro segmenti evidenziati in precedenza.

Tabella 3.8 - Risparmi (GWh/anno) per epoca di costruzione e tipologia edilizia, anno 2016

	Costruzione isolata	Edificio fino a tre piani	Edificio oltre tre piani	Altro	Totale (%)	Totale (GWh/a)
< 1919	3,3%	1,8%	2,0%	0,4%	7,4%	95,2
1919-1945	3,1%	1,5%	2,0%	0,3%	6,9%	88,8
1946-1960	7,4%	3,2%	6,3%	1,2%	18,2%	234,2
1961-1970	9,7%	3,6%	10,2%	2,0%	25,6%	329,5
1971-1980	8,5%	4,3%	6,2%	3,1%	22,0%	283,1
1981-1990	3,4%	2,5%	2,1%	2,5%	10,5%	135,1
1991-2000	1,7%	1,3%	0,7%	1,4%	5,1%	65,6
2001-2005	0,5%	0,4%	0,2%	0,2%	1,3%	16,7
> 2006	1,6%	0,7%	0,4%	0,2%	3,0%	38,6
Totale (%)	39,2%	19,2%	30,1%	11,5%	100%	
Totale (GWh/a)	504,5	247,1	387,4	148,0		1.287

La Tabella 3.9 evidenzia come gli interventi relativi alla riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento dell'intero edificio e alla coibentazione di solai e pareti hanno attivato oltre un quarto degli investimenti (1 miliardo di euro in totale).

Tabella 3.9 – Investimenti (M€) e risparmi (GWh/anno) per interventi sull'involucro edilizio, anno 2016

	Investimenti		Risparmi	
	M€	%	GWh/a	%
< 1919	102,8	10,2%	36,8	9,2%
1919-1945	84,6	8,4%	30,8	7,7%
1946-1960	183,4	18,2%	70,8	17,7%
1961-1970	223,7	22,2%	89,7	22,4%
1971-1980	204,6	20,3%	83,3	20,8%
1981-1990	98,8	9,8%	44,8	11,2%
1991-2000	53,4	5,3%	23,2	5,8%
2001-2005	12,1	1,2%	4,8	1,2%
> 2006	44,3	4,4%	15,6	3,9%
Totale (%)	1.007,7	100%	400,3	100%

In particolare, circa l'80% degli investimenti è stato destinato a interventi su edifici costruiti prima degli anni Ottanta e, più in particolare, oltre il 40% si concentra su un involucro risalente agli anni Sessanta e Settanta.

9.2 Interventi realizzati nel 2016 per la riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento dell'intero edificio (Comma 344)

La Tabella 3.11 sintetizza gli interventi incentivati con le oltre 3.500 richieste pervenute, con la stima degli investimenti e risparmi associati alla singola tipologia, all'interno di interventi che riguardano congiuntamente l'intero sistema edificio-impianto.

Tabella 3.11 - Sintesi degli interventi incentivati con il Comma 344, anno 2016

	Unità/superficie installata	Numero interventi	Investimenti (M€)	Risparmio (MWh/anno)
Pareti orizzontali o inclinate	508.085 m ²	2.668	71,5	20,2
Pareti verticali	413.503 m ²	2.476	185,4	51,7
Serramenti	63.717 m ²	2.789	38,4	9,1
Caldaia a condensazione	1.861 unità	1.797	8,3	3,1
Caldaia a biomassa	171 unità	168	2,8	1,7
Impianto geotermico	20 unità	20	1,1	0,4
Pompa di calore	1.465 unità	1.063	12,5	3,7
Totale		10.981	320	90

La Figura 3.2 mostra la distribuzione regionale degli investimenti rispetto al reddito disponibile. Trattandosi di interventi finalizzati alla riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento dell'intero edificio, i valori dell'investimento sono stati preliminarmente normalizzati per i gradi giorno invernali, indicatore del fabbisogno di riscaldamento annuale.

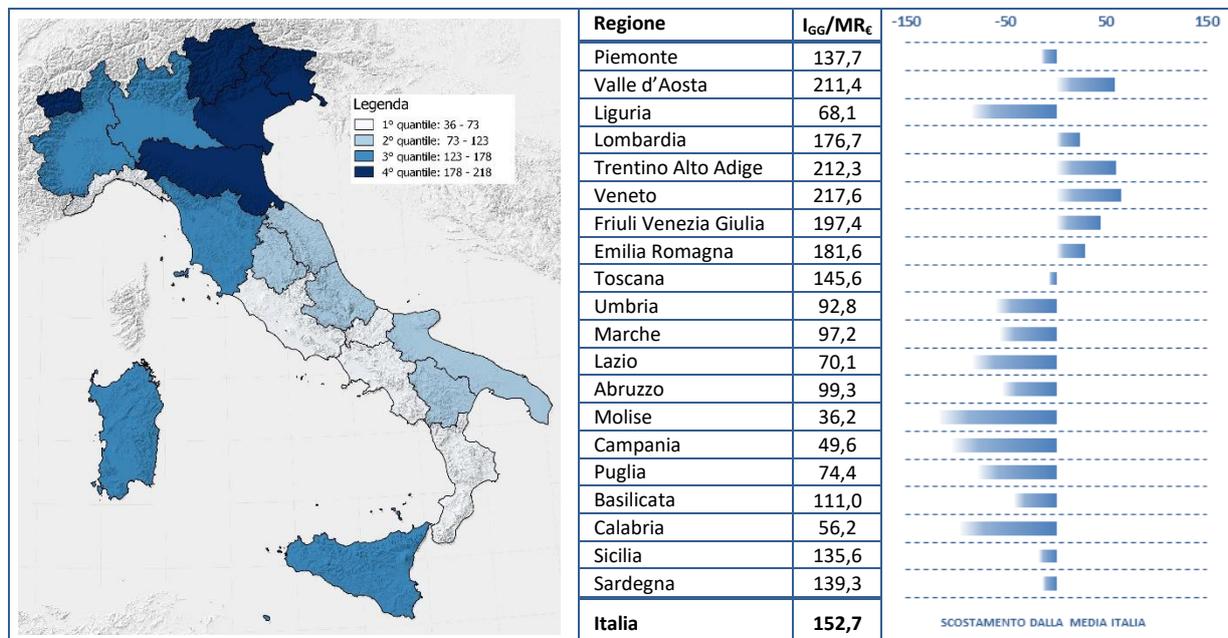


Figura 3.2 - Comma 344: Investimenti attivati normalizzati per i gradi giorno invernali (IGG) per Miliardo di euro di Reddito disponibile netto (MR€), per quantile e differenze rispetto alla media, anno 2016 (Fonte: Elaborazione ENEA su dati ENEA, EUROSTAT e ISTAT)

A parità di fabbisogno di riscaldamento e reddito disponibile, la distribuzione per quantile dell'indicatore indica come le migliori performance si siano registrate nel Nord-Est, insieme ad Emilia Romagna e Valle d'Aosta.

In termini di costo-efficacia la Figura 3.3 riporta lo stato dell'arte a livello regionale. Per la vita utile si è fatto riferimento alle recenti linee guida emanate nell'ambito del Programma per la Riquilificazione Energetica degli edifici della Pubblica Amministrazione Centrale³ (PREPAC): trattandosi di interventi complessi che riguardano l'intero sistema edificio-impianto in cui, il più delle volte, sono installate più tecnologie, anche con durata di vita utile differente, in via preliminare la vita utile dell'intervento è stata allineata alla durata

³ [LINEE GUIDA alla presentazione dei progetti per il Programma per la Riquilificazione Energetica degli edifici della Pubblica Amministrazione Centrale - PREPAC \(D.M. 16 Settembre 2016\) – Maggio 2017.](#)

più lunga, 30 anni, relativa in particolare alle pareti e ai serramenti, che nel 2016 hanno attivato oltre 280 milioni di euro di investimenti, pari a oltre il 90% del totale.

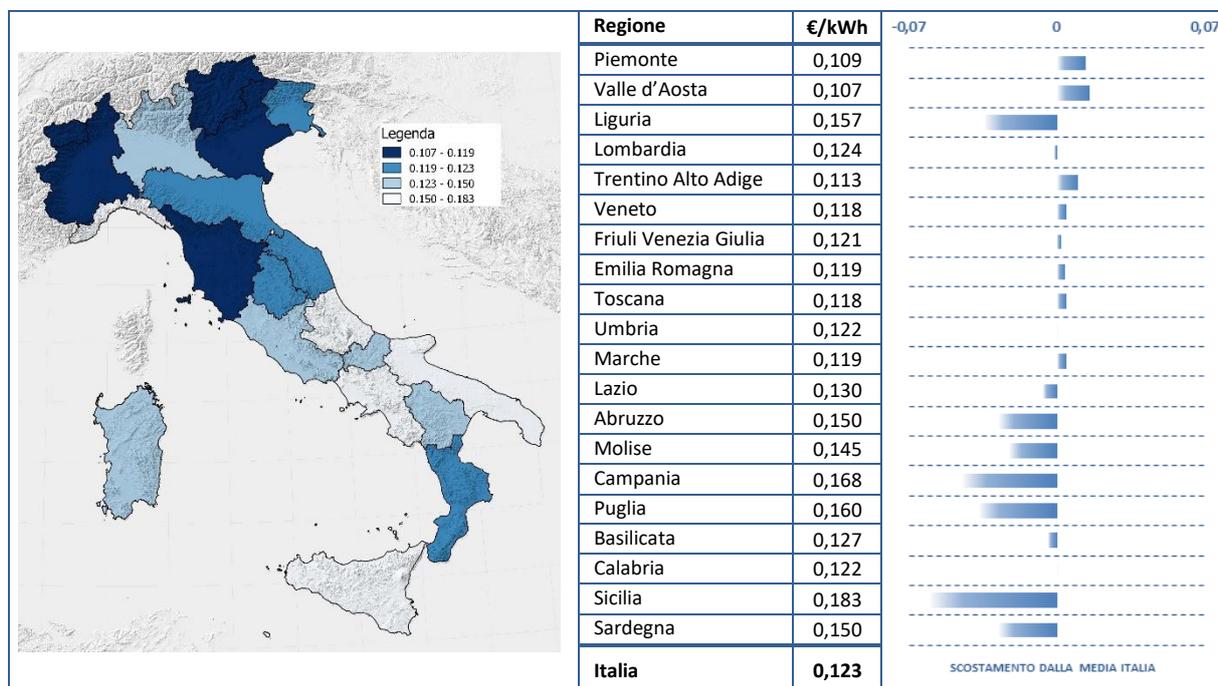


Figura 3.3 - Comma 344: costo efficacia (€/kWh) per quantile e differenze rispetto alla media, anno 2016 (Fonte: Elaborazione ENEA su dati ENEA e Ministero dello Sviluppo Economico)

Considerato che minore è il valore osservato per l'indicatore, migliore è l'efficacia della spesa sostenuta, le migliori performance sono state registrate in Valle d'Aosta, Piemonte e Trentino Alto Adige, sebbene la distribuzione dell'indicatore risulti ben concentrata intorno al valore medio.

Oltre la metà degli investimenti attivati ha riguardato costruzioni isolate, ad esempio villette mono o plurifamiliari: in particolare, oltre 110 milioni di euro (il 35% del totale), sono stati dedicati a edifici costruiti tra il Dopoguerra e gli anni Settanta (Tabella 3.12).

Tabella 3.12 - Comma 344: investimenti (M€) per epoca di costruzione e tipologia edilizia, anno 2016

Epoca di costruzione	Costruzione isolata	Edificio fino a tre piani	Edificio oltre tre piani	Altro	Totale (%)	Totale (M€)
< 1919	7,2%	2,5%	3,1%	0,6%	13,4%	42,9
1919-1945	6,0%	2,0%	1,2%	0,9%	10,1%	32,3
1946-1960	12,3%	2,6%	1,8%	2,2%	18,9%	60,5
1961-1970	13,3%	2,1%	2,0%	1,7%	19,1%	61,4
1971-1980	9,5%	1,2%	1,3%	7,2%	19,2%	61,4
1981-1990	2,5%	0,8%	0,4%	2,2%	5,9%	18,9
1991-2000	1,0%	0,3%	0,0%	2,2%	3,5%	11,2
2001-2005	0,3%	0,0%	0,1%	0,3%	0,7%	2,2
> 2006	6,5%	1,3%	0,6%	0,8%	9,2%	29,4
Totale (%)	58,7%	12,8%	10,5%	18,1%	100%	
Totale (M€)	187,5	41,0	33,6	57,9		320

La distribuzione dei risparmi energetici conseguiti ricalca quella appena osservata per gli investimenti: oltre 30 GWh/anno sono ottenuti tramite interventi su costruzioni isolate risalenti agli anni Cinquanta, Sessanta e Settanta.

Infine, per quanto riguarda le tecnologie installate, la Tabella 3.13 riporta la distribuzione degli investimenti, sia per epoca di costruzione sia per tipologia di edificio: circa il 60% delle risorse attivate sono state destinate a

interventi su pareti orizzontali o inclinate e, in particolare, oltre un terzo in edifici costruiti dal Dopoguerra agli anni Settanta, e oltre un terzo in costruzioni isolate.

Tabella 3.13 - Comma 344: investimenti (M€) per epoca di costruzione e tipologia edilizia, anno 2016

Epoca di costruzione	Pareti verticali	Pareti orizzontali o inclinate	Serramenti	Caldaia a condensazione	Impianto geotermico	Pompa di calore	Caldaia a biomassa	Totale (%)	Totale (M€)
< 1919	2,9%	7,8%	1,6%	0,3%	0,2%	0,5%	0,1%	13,4%	42,9
1919-1945	2,2%	6,0%	1,2%	0,3%	0,0%	0,2%	0,2%	10,1%	32,3
1946-1960	4,5%	11,1%	2,3%	0,5%	0,0%	0,4%	0,1%	18,9%	60,5
1961-1970	5,0%	10,2%	2,6%	0,5%	0,0%	0,6%	0,2%	19,1%	61,4
1971-1980	3,9%	12,1%	1,9%	0,6%	0,0%	0,6%	0,1%	19,2%	61,4
1981-1990	1,3%	2,9%	1,0%	0,3%	0,0%	0,4%	0,0%	5,9%	18,9
1991-2000	0,4%	2,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	3,5%	11,2
2001-2005	0,2%	0,3%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,7%	2,2
> 2006	2,0%	5,8%	0,9%	0,1%	0,0%	0,2%	0,2%	9,2%	29,4
Totale (%)	22,4%	58,2%	11,9%	2,6%	0,2%	3,8%	0,9%	100%	
Totale (M€)	71,7	186,2	38,1	8,3	0,6	12,2	2,9		320
Costruzione isolata	14,7%	34,1%	6,8%	1,1%	0,2%	1,4%	0,3%	58,6%	187,5
Edifici fino 3 piani	2,9%	7,3%	1,8%	0,3%	0,0%	0,2%	0,3%	12,8%	41,0
Edifici oltre 3 piani	2,2%	5,2%	1,9%	0,8%	0,0%	0,3%	0,1%	10,5%	33,6
Altro	2,6%	11,6%	1,4%	0,4%	0,0%	1,9%	0,2%	18,1%	57,9
Totale (%)	22,4%	58,2%	11,9%	2,6%	0,2%	3,8%	0,9%	100%	
Totale (M€)	71,7	186,2	38,1	8,3	0,6	12,2	2,9		320

9.3 Interventi realizzati nel 2016 per il miglioramento delle prestazioni termiche dell'involucro dell'edificio attraverso la coibentazione di solai e pareti (Comma 345a)

La Tabella 3.14 sintetizza gli interventi incentivati all'interno delle oltre 13.000 richieste pervenute nel 2016 per il Comma 345a.

Tabella 3.14 - Sintesi degli interventi incentivati con il Comma 345a, anno 2016

	Superficie installata	Numero interventi	Investimenti (M€)	Risparmio (MWh/anno)
Pareti orizzontali o inclinate	2.416.216 m ²	13.050	226,7	110,8
Pareti verticali	1.916.830 m ²	13.470	461,9	240,5
Serramenti	128.896 m ²	6.628	54,4	19,6
Totale		33.148	743	371

A fronte delle pratiche trasmesse, sono oltre 33.000 i singoli interventi effettuati, di cui circa 26.500 (oltre l'80% del totale) riguardanti le pareti: in particolare, la superficie installata per le pareti orizzontali o inclinate supera i 2,4 milioni di m², mentre la superficie delle pareti verticali sfiora i 2 milioni di m². La superficie installata relativa ai serramenti sfiora i 130.000 m².

A livello territoriale, la Figura 3.4 mostra la distribuzione degli investimenti attivati rispetto al reddito disponibile: anche in questo caso, i valori dell'investimento sono stati preliminarmente normalizzati per i gradi giorno invernali.

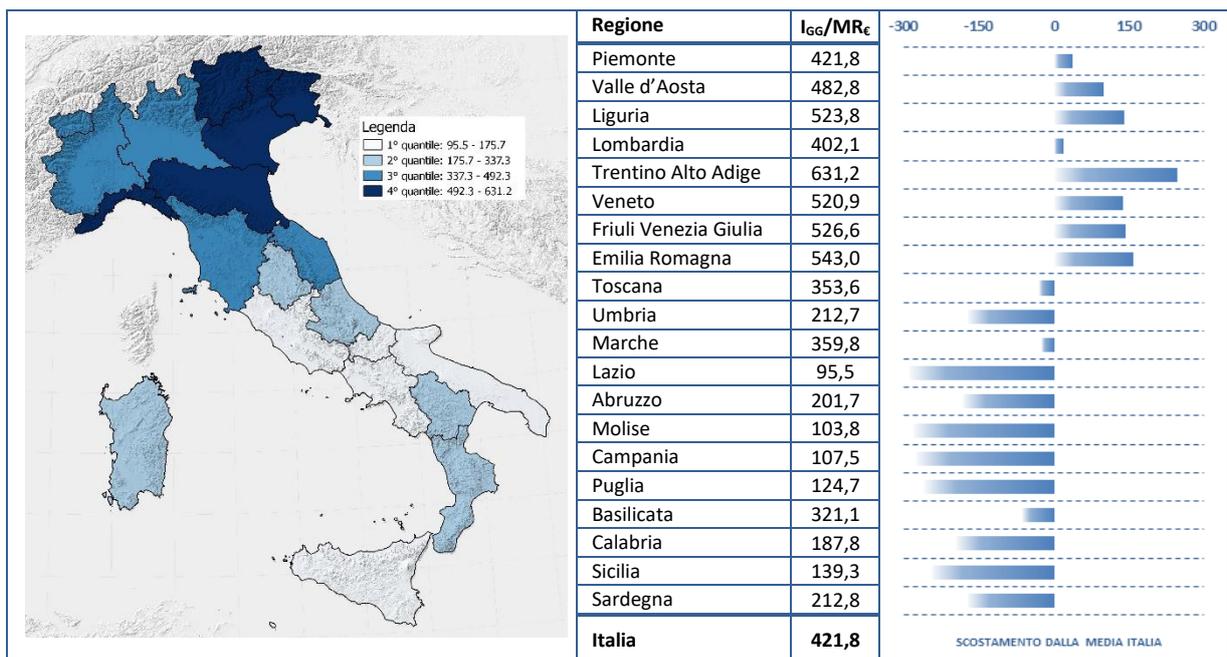
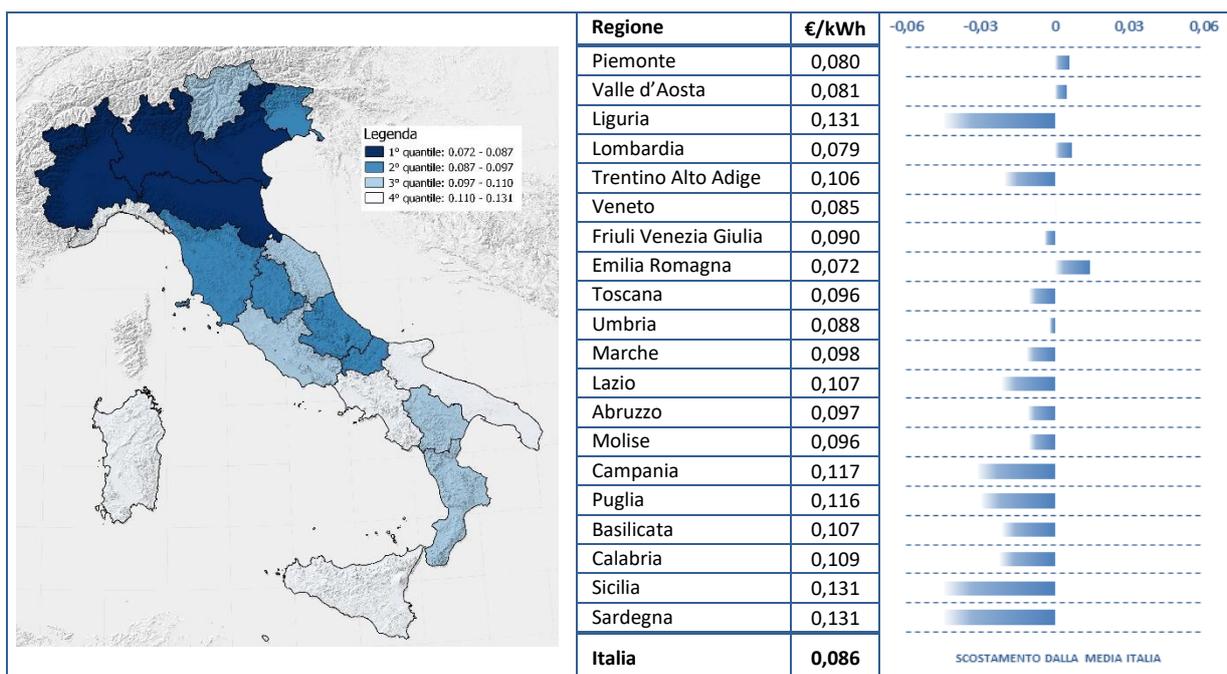


Figura 3.4 - Comma 345a: Investimenti attivati normalizzati per i gradi giorno invernali (IGG) per Miliardo di euro di Reddito disponibile netto (MR€), per quantile e differenze rispetto alla media, anno 2016 (Fonte: Elaborazione ENEA su dati ENEA, EUROSTAT e ISTAT)

A parità di fabbisogno di riscaldamento e reddito disponibile, la distribuzione per quantile dell'indicatore indica come le migliori performance si siano registrate nel Nord-Est, insieme ad Emilia Romagna e Liguria.

In termini di costo efficacia⁴ la Figura 3.5 riporta lo stato dell'arte a livello regionale, con le migliori performance osservate per Emilia Romagna, Lombardia e Piemonte. Mediamente, il costo efficacia per gli interventi del Comma 345a è pari a 0,086 €/kWh, più basso rispetto allo 0,123 registrato in precedenza per il Comma 344.



⁴ Durata della vita utile pari a 30 anni.

Figura 3.5 - Comma 345a: costo efficacia (€/kWh) per quantile e differenze rispetto alla media, anno 2016 (Fonte: Elaborazione ENEA su dati ENEA e Ministero dello Sviluppo Economico)

Circa la metà degli investimenti attivati ha riguardato costruzioni isolate, ad esempio villette mono o plurifamiliari: in particolare, circa 240 milioni di euro (circa un terzo del totale), sono stati dedicati a edifici costruiti tra il Dopoguerra e gli anni Settanta (Tabella 3.15).

Tabella 3.15 - Comma 345a: investimenti (M€) per epoca di costruzione e tipologia edilizia, anno 2016

Epoca di costruzione	Costruzione isolata	Edificio fino a tre piani	Edificio oltre tre piani	Altro	Totale (%)	Totale (M€)
< 1919	4,1%	2,1%	2,2%	0,5%	8,9%	66,1
1919-1945	4,0%	1,7%	1,7%	0,4%	7,8%	58,0
1946-1960	10,0%	2,8%	3,5%	1,6%	17,9%	133,0
1961-1970	12,3%	2,4%	5,3%	3,4%	23,4%	173,9
1971-1980	9,8%	2,8%	3,4%	4,8%	20,8%	154,5
1981-1990	4,0%	2,0%	1,0%	4,2%	11,2%	83,2
1991-2000	2,0%	1,0%	0,6%	2,4%	6,0%	44,6
2001-2005	0,6%	0,3%	0,1%	0,4%	1,4%	10,4
> 2006	1,6%	0,4%	0,3%	0,3%	2,6%	19,3
Totale (%)	48,4%	15,5%	18,1%	18,0%	100%	
Totale (M€)	359,6	115,2	134,5	133,7		743

La distribuzione dei risparmi energetici conseguiti ricalca quella appena osservata per gli investimenti: oltre 100 GWh/anno (circa il 30% del totale dei risparmi conseguiti) sono ottenuti tramite interventi su costruzioni isolate risalenti agli anni Cinquanta, Sessanta e Settanta.

La Tabella 3.16 riporta la distribuzione degli investimenti, sia per epoca di costruzione sia per tipologia di edificio: netta oltre un terzo delle risorse attivate sono state destinate alle pareti orizzontali o inclinate di edifici costruiti dal Dopoguerra agli anni Settanta, e oltre un terzo in costruzioni isolate; oltre un quarto alle pareti orizzontali o inclinate di costruzioni isolate.

Tabella 3.16 - Comma 345a: investimenti (M€) per epoca di costruzione e tipologia edilizia, anno 2016

Epoca di costruzione	Pareti verticali	Pareti orizzontali o inclinate	Serramenti	Totale (%)	Totale (M€)
< 1919	1,6%	6,6%	0,7%	8,9%	66,1
1919-1945	1,9%	5,3%	0,6%	7,8%	58,0
1946-1960	6,2%	10,3%	1,4%	17,9%	133,0
1961-1970	8,1%	13,3%	2,0%	23,4%	173,9
1971-1980	6,4%	13,1%	1,3%	20,8%	154,5
1981-1990	3,1%	7,5%	0,6%	11,2%	83,2
1991-2000	1,8%	3,9%	0,3%	6,0%	44,6
2001-2005	0,6%	0,8%	0,0%	1,4%	10,4
> 2006	1,0%	1,4%	0,2%	2,6%	19,3
Totale (%)	30,7%	62,2%	7,1%	100%	
Totale (M€)	228,1	462,1	52,8		743
Costruzione isolata	18,0%	26,1%	4,0%	48,1%	357,4
Edifici fino 3 piani	5,2%	9,3%	1,2%	15,7%	116,7
Edifici oltre 3 piani	6,1%	10,9%	1,2%	18,2%	135,2
Altro	1,4%	15,9%	0,7%	18,0%	133,7
Totale (%)	30,7%	62,2%	7,1%	100%	
Totale (M€)	228,1	462,1	52,8		743

9.4 Interventi realizzati nel 2016 per la sostituzione di serramenti (Comma 345b)

Ammontano a circa 186.000 le richieste pervenute nel 2016 per questa tipologia di intervento, la più numerosa tra tutte le macro-tipologie possibili. A fronte delle pratiche trasmesse, sono oltre 600.000 i serramenti sostituiti, per una superficie installata complessiva che supera i 2,1 milioni di m².

A livello territoriale, la Figura 3.6 mostra la distribuzione degli investimenti attivati, normalizzati per i gradi giorno invernali, attivati rispetto al reddito disponibile: le migliori performance sono state osservate nel Nord-Ovest.

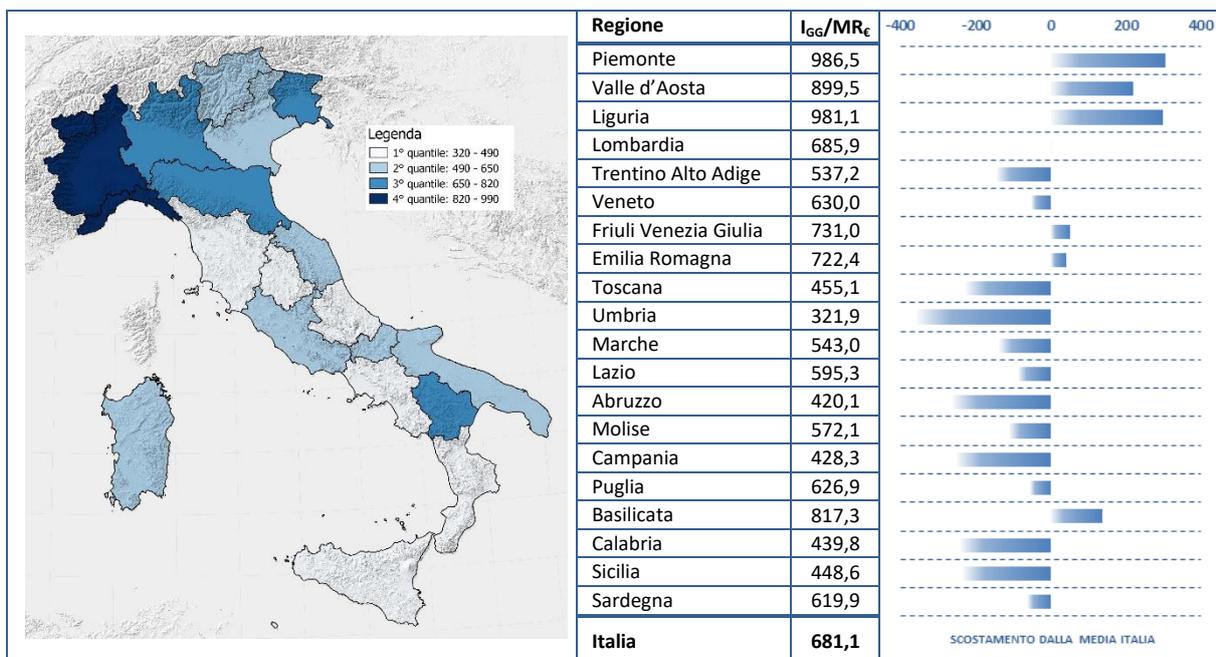
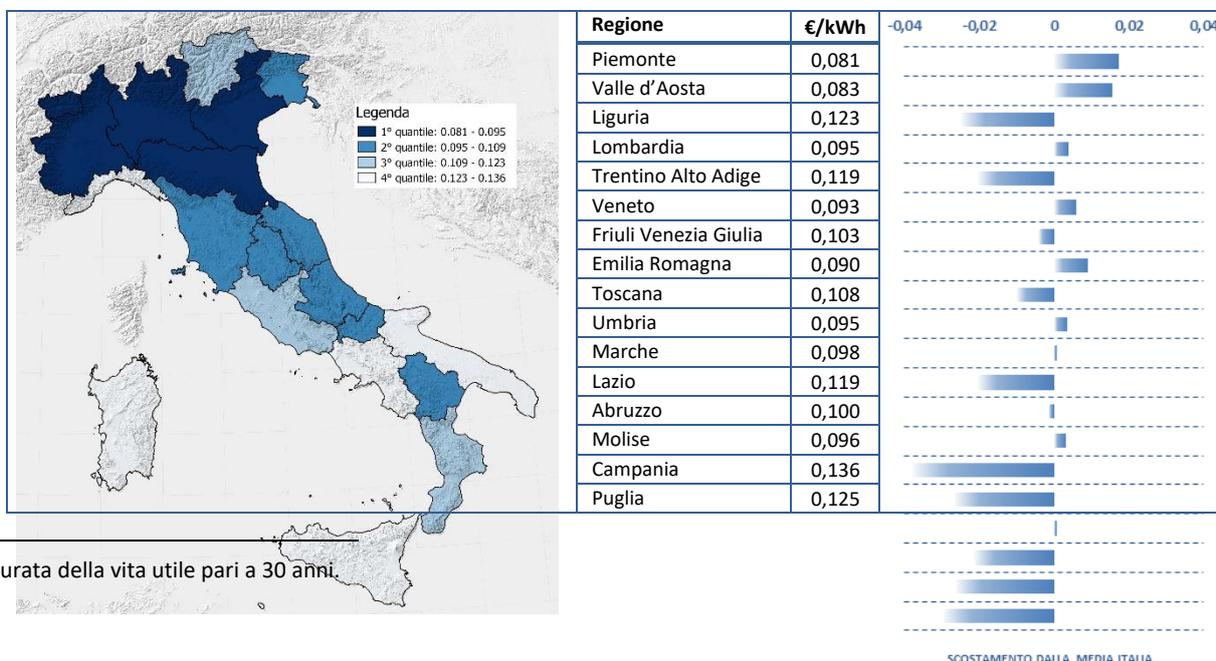


Figura 3.6 - Comma 345b: Investimenti attivati normalizzati per i gradi giorno invernali (IGG) per Miliardo di euro di Reddito disponibile netto (MR€), per quantile e differenze rispetto alla media, anno 2016 (Fonte: Elaborazione ENEA su dati ENEA, EUROSTAT e ISTAT)

In termini di costo efficacia⁵ la Figura 3.7 riporta lo stato dell'arte a livello regionale, con le migliori performance osservate per Piemonte e Valle d'Aosta. Mediamente, il costo efficacia per gli interventi del Comma 345b è pari a 0,099 €/kWh, con una forte concentrazione della distribuzione intorno a tale valore medio.



⁵ Durata della vita utile pari a 30 anni.

	Basilicata	0,098
	Calabria	0,120
	Sicilia	0,125
	Sardegna	0,128
	Italia	0,099

Figura 3.7 - Comma 345b: costo efficacia (€/kWh) per quantile e differenze rispetto alla media, anno 2016 (Fonte: Elaborazione ENEA su dati ENEA e Ministero dello Sviluppo Economico)

Oltre la metà degli investimenti attivati ha riguardato edifici costruiti negli anni Sessanta e Settanta, con circa 800 milioni di euro di risorse attivate in questi due segmenti del patrimonio edilizio esistente. Per quanto riguarda invece la tipologia costruttiva, circa 685 milioni di euro (pari al 44% del totale) sono stati destinati ad edifici con più di tre piani (Tabella 3.17).

Tabella 3.17 - Comma 345b: investimenti (M€) per epoca di costruzione e tipologia edilizia, anno 2016

Epoca di costruzione	Costruzione isolata	Edificio fino a tre piani	Edificio oltre tre piani	Altro	Totale (%)	Totale (M€)
< 1919	2,2%	1,7%	2,2%	0,4%	6,5%	101,3
1919-1945	2,1%	1,4%	2,9%	0,2%	6,6%	102,9
1946-1960	5,2%	3,7%	9,6%	0,4%	18,9%	294,7
1961-1970	7,5%	4,5%	15,2%	0,5%	27,7%	431,8
1971-1980	7,5%	6,0%	9,1%	0,4%	23,0%	358,6
1981-1990	3,4%	3,7%	3,5%	0,3%	10,9%	169,9
1991-2000	1,4%	1,9%	1,0%	0,1%	4,4%	68,6
2001-2005	0,4%	0,4%	0,2%	0,1%	1,1%	17,1
> 2006	0,4%	0,3%	0,2%	0,0%	0,9%	14,0
Totale (%)	30,1%	23,6%	43,9%	2,4%	100%	
Totale (M€)	469,3	367,9	684,4	37,4		1.559

Anche in questo caso, la distribuzione dei risparmi energetici conseguiti ricalca quella appena osservata per gli investimenti: circa 130 GWh/anno (oltre un quarto del totale dei risparmi conseguiti) sono ottenuti tramite interventi su edifici con più di tre piani risalenti agli anni Sessanta e Settanta.

La Tabella 3.18 descrive la distribuzione degli investimenti per i serramenti sostituiti, disaggregati per tipologia di telaio e vetro: oltre la metà del mercato dei telai incentivati nel 2016 è relativo al PVC (53%); per le tipologie di vetro, quello a bassa emissione copre oltre il 70% delle risorse attivate.

Tabella 3.18 - Distribuzione degli investimenti in serramenti per tipologia di telaio e vetro (%), anno 2016

	Legno	Metallo, taglio termico	PVC	Misto	Totale
Doppio	3,8%	3,8%	11,2%	1,9%	20,7%
Triplo	1,2%	0,9%	2,8%	1,3%	6,1%
A bassa emissione	11,3%	13,2%	38,3%	7,8%	70,6%
Altro	0,3%	0,4%	0,7%	1,3%	2,7%
Totale	16,5%	18,2%	53,0%	12,3%	100%

In particolare, i serramenti in PVC con vetro a bassa emissione coprono oltre il 38% del mercato (circa 600 milioni di euro di investimenti), cui corrisponde circa il 45% dei risparmi energetici conseguiti (circa 230 GWh/anno) da questa tipologia di intervento.

9.5 Interventi realizzati nel 2016 per l'installazione di schermature solari (Comma 345c)

Le richieste pervenute nel 2016 per questa tipologia di intervento sono state circa 70.000 (circa il 20% del totale): con circa 880.000 m² di superficie di schermature installate. Ammontano a circa 160 milioni di euro gli

investimenti sostenuti: la stima preliminare e conservativa dei risparmi energetici associati agli interventi è pari a circa 16 GWh/anno nel complesso.

A livello territoriale, la Figura 3.8 mostra la distribuzione degli investimenti attivati rispetto al reddito disponibile: i valori più elevati per l'indicatore sono stati registrati per Veneto, Friuli Venezia Giulia e Liguria.

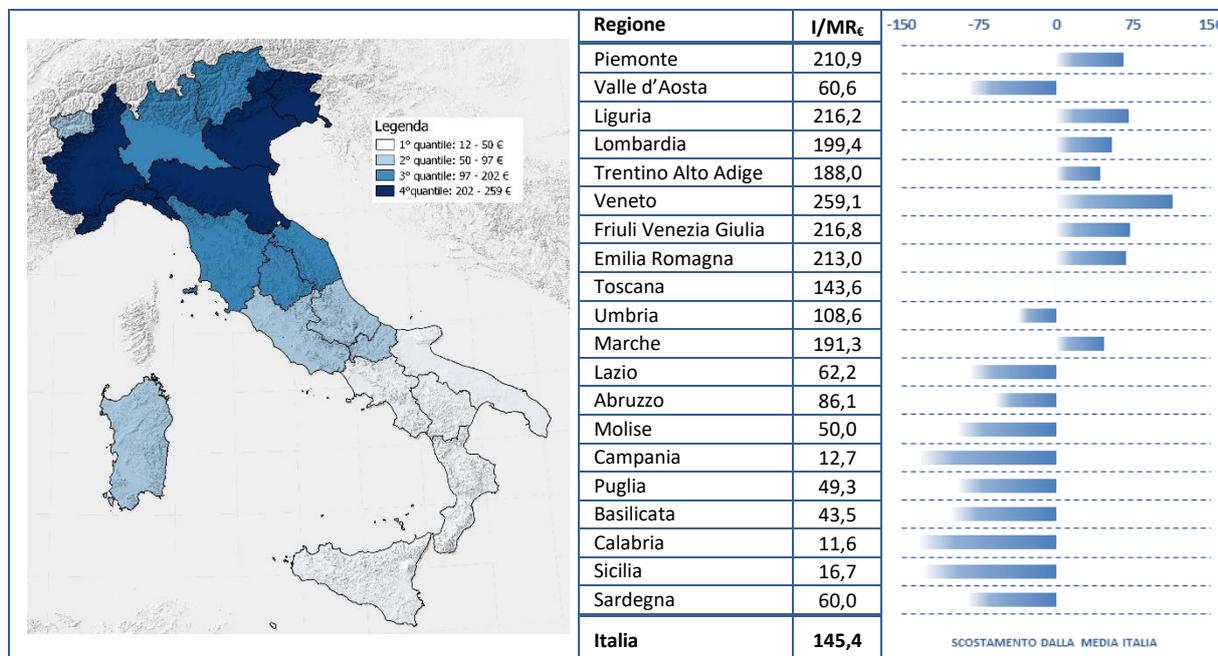


Figura 3.8 - Comma 345c: Investimenti attivati (I) per Milione di euro di Reddito disponibile (MR€) per quantile e differenze rispetto alla media, anno 2016 (Fonte: Elaborazione ENEA su dati ENEA e ISTAT)

Circa un quarto degli investimenti attivati ha riguardato edifici di recente costruzione, con oltre 36 milioni di euro di risorse attivate. In termini di investimenti per tipologia costruttiva, la distribuzione osservata è omogenea: non si rilevano infatti particolari differenze tra gli investimenti attivati nelle costruzioni isolate, gli edifici fino a tre piani e quelli con più di tre piani (Tabella 3.19).

Tabella 3.19 - Comma 345c: investimenti (M€) per epoca di costruzione e tipologia edilizia, anno 2016

Epoca di costruzione	Costruzione isolata	Edificio fino a tre piani	Edificio oltre tre piani	Altro	Totale (%)	Totale (M€)
< 1919	1,3%	0,9%	1,0%	0,2%	3,4%	5,0
1919-1945	1,6%	0,9%	1,3%	0,1%	3,9%	5,8
1946-1960	3,9%	1,9%	4,5%	0,2%	10,5%	15,6
1961-1970	5,4%	2,3%	6,4%	0,3%	14,5%	21,5
1971-1980	5,6%	3,7%	4,3%	0,3%	14,0%	20,7
1981-1990	3,6%	4,2%	2,5%	0,3%	10,6%	15,7
1991-2000	3,8%	5,2%	2,2%	0,4%	11,6%	17,2
2001-2005	2,0%	3,5%	1,4%	0,2%	7,1%	10,5
> 2006	6,7%	10,7%	6,5%	0,6%	24,5%	36,3
Totale (%)	33,9%	33,3%	30,1%	2,7%	100%	
Totale (M€)	50,4	49,4	44,7	4,0		148,4

La distribuzione dei risparmi energetici conseguiti è del tutto simile a quella appena osservata per gli investimenti: circa 4 GWh/anno (circa un quarto del totale dei risparmi conseguiti) sono ottenuti tramite interventi su edifici costruiti dopo il 2006.

9.6 Interventi realizzati nel 2016 per l'installazione di pannelli solari (Comma 346)

Negli ultimi anni si è assistito ad un trend decrescente molto pronunciato per il numero di richieste pervenute per questa tipologia di intervento: dal picco di circa 48.000 interventi del 2010, si è passati ai circa 25.000 del 2012, ai poco più di 15.000 del 2014 per giungere ai circa 9.000 registrati nell'ultimo anno, a fronte di un investimento complessivo di poco più di 50 milioni di euro, da cui circa 40 GWh/anno di risparmio energetico conseguito.

In termini di investimenti attivati per reddito disponibile (Figura 3.9), i valori più elevati si registrano in particolare in Valle d'Aosta e Trentino Alto Adige.

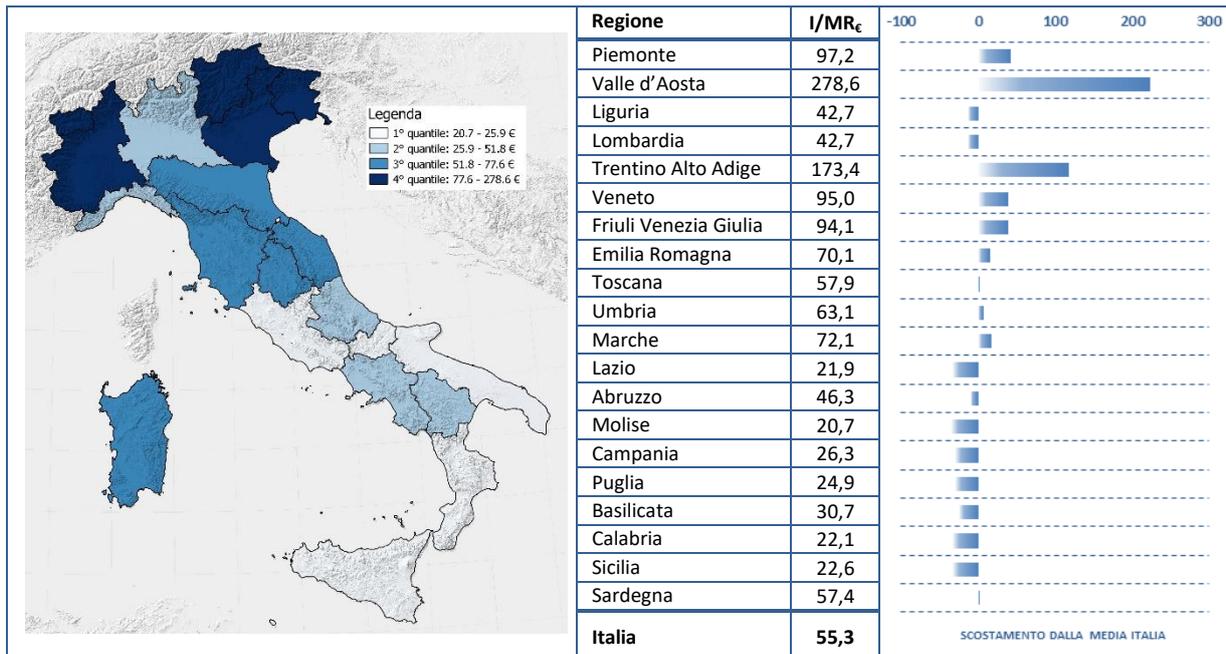
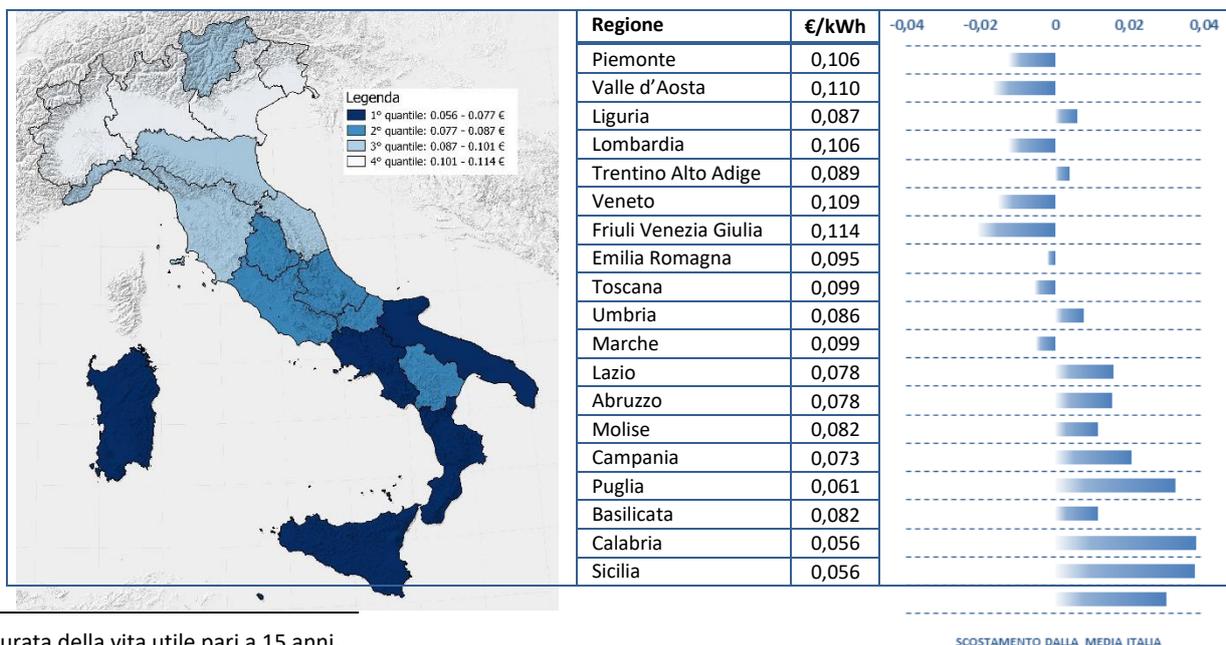


Figura 3.9 - Comma 346: Investimenti attivati (I) per Milione di euro di Reddito disponibile (MR€) per quantile e differenze rispetto alla media, anno 2016 (Fonte: Elaborazione ENEA su dati ENEA e ISTAT)

Per quanto riguarda il costo efficacia⁶, la Figura 3.10 mostra come le performance migliori siano concentrate in questo caso al Sud e le isole, in particolare Calabria, Sicilia e Puglia.



⁶ Durata della vita utile pari a 15 anni.

	Sardegna	0,063
	Italia	0,093

Figura 3.10 - Comma 346: costo efficacia (€/kWh) per quantile e differenze rispetto alla media, anno 2016 (Fonte: Elaborazione ENEA su dati ENEA e Ministero dello Sviluppo Economico)

Circa i tre quarti degli investimenti hanno riguardato interventi su costruzioni isolate (Tabella 3.20): circa il 40% delle risorse si è concentrato in edifici appartenenti a questa tipologia costruttiva e costruiti tra il Dopoguerra e il 1980.

Tabella 3.20 - Comma 346: investimenti (M€) per epoca di costruzione e tipologia edilizia, anno 2016

Epoca di costruzione	Costruzione isolata	Edificio fino a tre piani	Edificio oltre tre piani	Altro	Totale (%)	Totale (M€)
< 1919	5,9%	1,7%	1,1%	0,3%	9,0%	4,8
1919-1945	5,1%	1,4%	0,8%	0,1%	7,4%	3,9
1946-1960	10,9%	1,7%	1,5%	0,6%	14,7%	7,8
1961-1970	13,1%	1,8%	2,2%	0,6%	17,7%	9,4
1971-1980	14,5%	2,6%	1,3%	0,5%	18,9%	10,0
1981-1990	7,9%	2,1%	2,2%	0,3%	12,5%	6,6
1991-2000	6,6%	1,4%	0,9%	0,3%	9,2%	4,9
2001-2005	2,5%	0,5%	0,2%	0,2%	3,4%	1,8
> 2006	5,4%	1,1%	0,5%	0,2%	7,2%	3,8
Totale (%)	71,9%	14,3%	10,7%	3,1%	100%	
Totale (M€)	38,1	7,6	5,7	1,6		53

Oltre 20 GWh/anno sono ottenuti tramite interventi su costruzioni isolate costruite dal 1946 al 1980.

9.7 Interventi realizzati nel 2016 per la sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale (Comma 347)

La Tabella 3.21 sintetizza gli interventi incentivati all'interno delle oltre 3.500 richieste pervenute per il Comma 344.

Tabella 3.21 - Sintesi degli interventi incentivati con il Comma 347, anno 2016

	Numero di interventi	Unità installate	Investimenti (M€)	Risparmio (MWh/anno)
Caldaia a condensazione	55.291	56.262	535,37	164,87
Impianto geotermico	78	78	3,09	0,48
Pompa di calore	13.310	17.548	98,37	34,08
Caldaia a biomassa	3.277	3.858	13,49	5,35
Scaldacqua a pompa di calore per ACS	4.159	4.221	20,69	5,65
Totale	76.115	81.967	671,00	210,43

A livello territoriale, la Figura 3.11 mostra la distribuzione degli investimenti attivati rispetto al reddito disponibile.

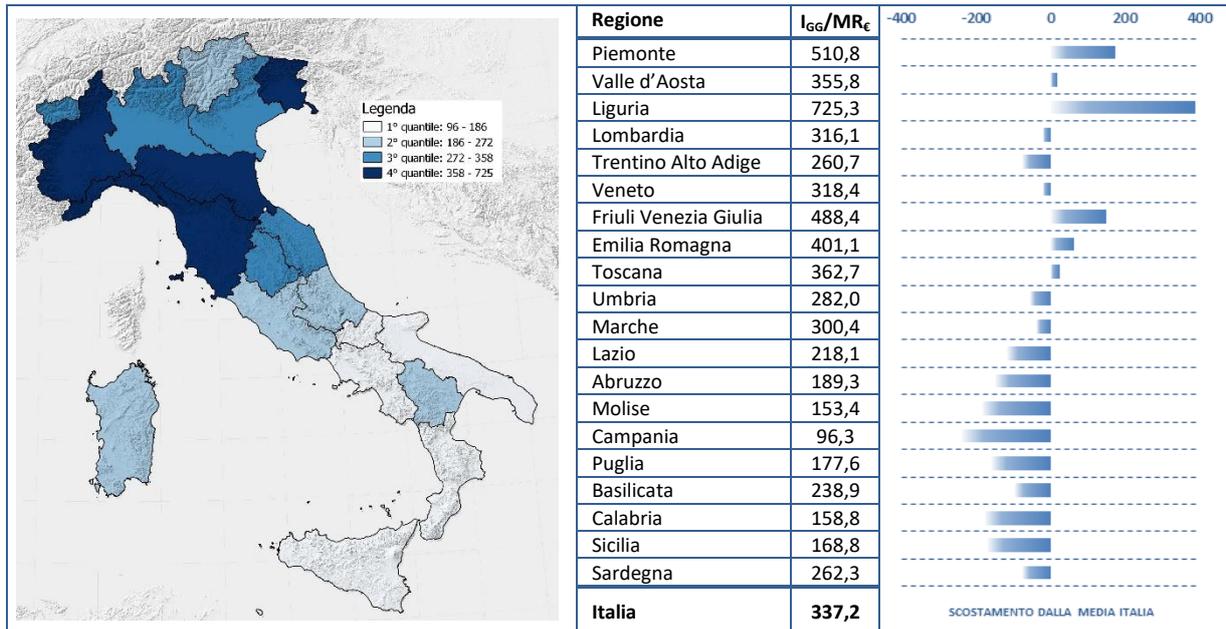


Figura 3.11 - Comma 347: Investimenti attivati normalizzati per i gradi giorno invernali (IGG) per Miliardo di euro di Reddito disponibile netto (MR€), per quantile e differenze rispetto alla media, anno 2016 (Fonte: Elaborazione ENEA su dati ENEA, EUROSTAT e ISTAT)

I valori più elevati per l'indicatore sono stati registrati in particolare per la Liguria, e anche per Piemonte e Friuli Venezia Giulia.

In termini di costo efficacia⁷, la Figura 3.12 mostra come la spesa sostenuta sia risultata più efficace in regioni del Centro-Sud, in particolare Molise, Basilicata e Abruzzo. In generale, il costo efficacia medio, pari a oltre 0,21 €/kWh, è il più alto tra quelli osservati per le varie macro-tipologie di intervento incentivate, mediamente il doppio rispetto a quello per interventi sull'involucro edilizio.

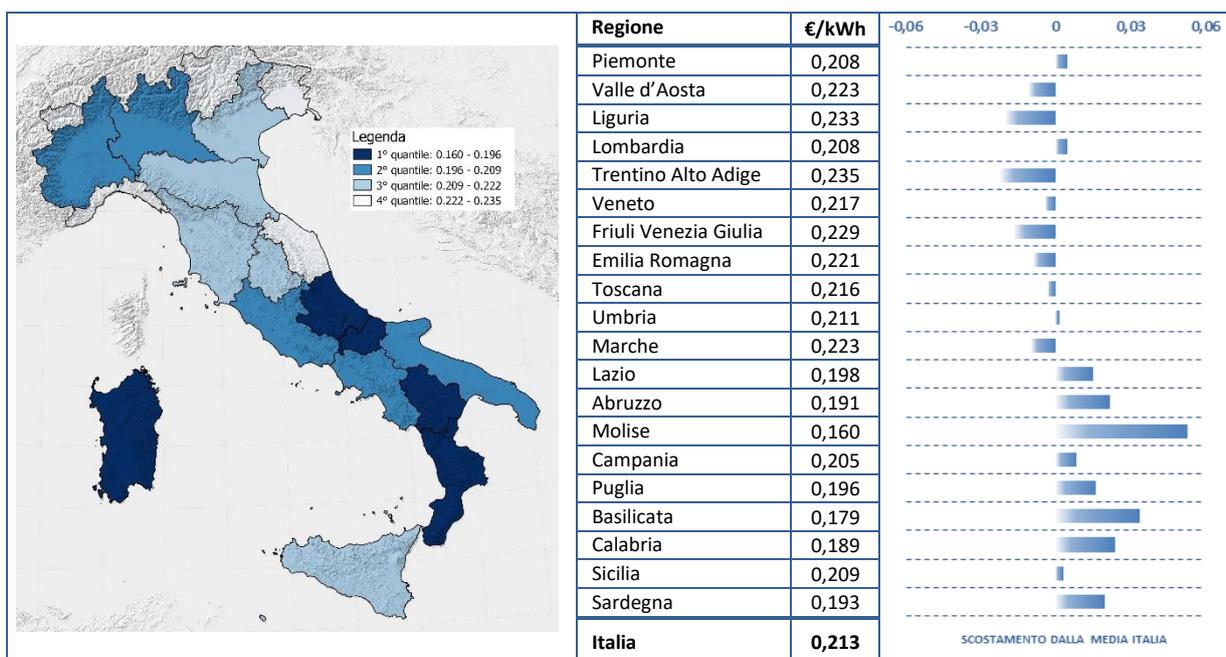


Figura 3.12 - Comma 347: costo efficacia (€/kWh) per quantile e differenze rispetto alla media, anno 2016 (Fonte: Elaborazione ENEA su dati ENEA e Ministero dello Sviluppo Economico)

⁷ Durata della vita utile pari a 15 anni.

Circa l'80% degli investimenti attivati (oltre 525 milioni di euro) ha riguardato l'installazione di una caldaia a condensazione: in particolare, circa un quarto delle risorse attivate complessivamente (circa 165 milioni di euro) è state destinato ad interventi attuati in edifici degli anni Sessanta per questa tecnologia (Tabella 3.22). Più in generale, gli edifici costruiti dal Dopoguerra alla fine degli anni Settanta hanno attirato oltre il 60% delle risorse complessive: circa 400 milioni di euro.

Tabella 3.22 - Comma 344: investimenti (M€) per epoca di costruzione e tipologia edilizia, anno 2016

Epoca di costruzione	Caldaia a condensazione	Impianto geotermico	Pompa di calore	Caldaia a biomassa	Scaldacqua a pompa di calore per ACS	Totale	Totale (M€)
< 1919	9,6%	0,1%	3,4%	1,2%	0,8%	15,1%	99,2
1919-1945	5,0%	0,1%	0,8%	0,0%	0,1%	6,0%	39,4
1946-1960	16,4%	0,1%	1,9%	0,1%	0,3%	18,8%	123,5
1961-1970	24,5%	0,0%	2,3%	0,2%	0,4%	27,4%	180,0
1971-1980	12,9%	0,1%	2,0%	0,2%	0,5%	15,7%	103,1
1981-1990	5,4%	0,1%	1,5%	0,1%	0,4%	7,5%	49,3
1991-2000	4,0%	0,0%	1,4%	0,1%	0,3%	5,8%	38,1
2001-2005	1,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,1%	1,7%	11,2
> 2006	0,8%	0,1%	0,8%	0,1%	0,2%	2,0%	13,1
Totale (%)	79,6%	0,6%	14,7%	2,0%	3,1%	100%	
Totale (M€)	523,0	3,9	96,6	13,1	20,4		657

9.8 Interventi realizzati nel 2016 per l'installazione di sistemi di building automation

Al momento della chiusura della redazione del presente documento, sono circa 700 le pratiche chiuse pervenute ad ENEA per la richiesta di incentivazione di interventi per l'installazione di sistemi di building automation. L'esiguità di tale numero non consente di effettuare elaborazioni statistiche riguardo la distribuzione regionale degli investimenti attivati e dei relativi risparmi energetici conseguiti.

Ci limitiamo a riportare per questa tipologia di interventi la distribuzione degli investimenti per epoca di costruzione dell'edificio oggetto di riqualificazione (Tabella 3.23), evidenziando come oltre i tre quarti delle risorse attivate siano stati indirizzati su edifici costruiti tra il Dopoguerra e la fine degli anni Sessanta.

Tabella 3.23 - Comma 344: investimenti (%) per epoca di costruzione e tipologia edilizia, anno 2016

Epoca di costruzione	Building Automation
< 1919	3,5%
1919-1945	2,8%
1946-1960	43,3%
1961-1970	33,0%
1971-1980	10,1%
1981-1990	2,3%
1991-2000	1,7%
2001-2005	0,3%
> 2006	3,1%
Totale (%)	100%
Totale (M€)	3,5

9.9 Investimenti per abitante a livello provinciale e comunale

La Figura 3.13 riporta la distribuzione degli investimenti pro-capite attivati nel 2016 a livello provinciale: le risorse si concentrano maggiormente al Nord, in particolare in Piemonte, Liguria, Trentino Alto Adige, Friuli Venezia Giulia ed Emilia Romagna.

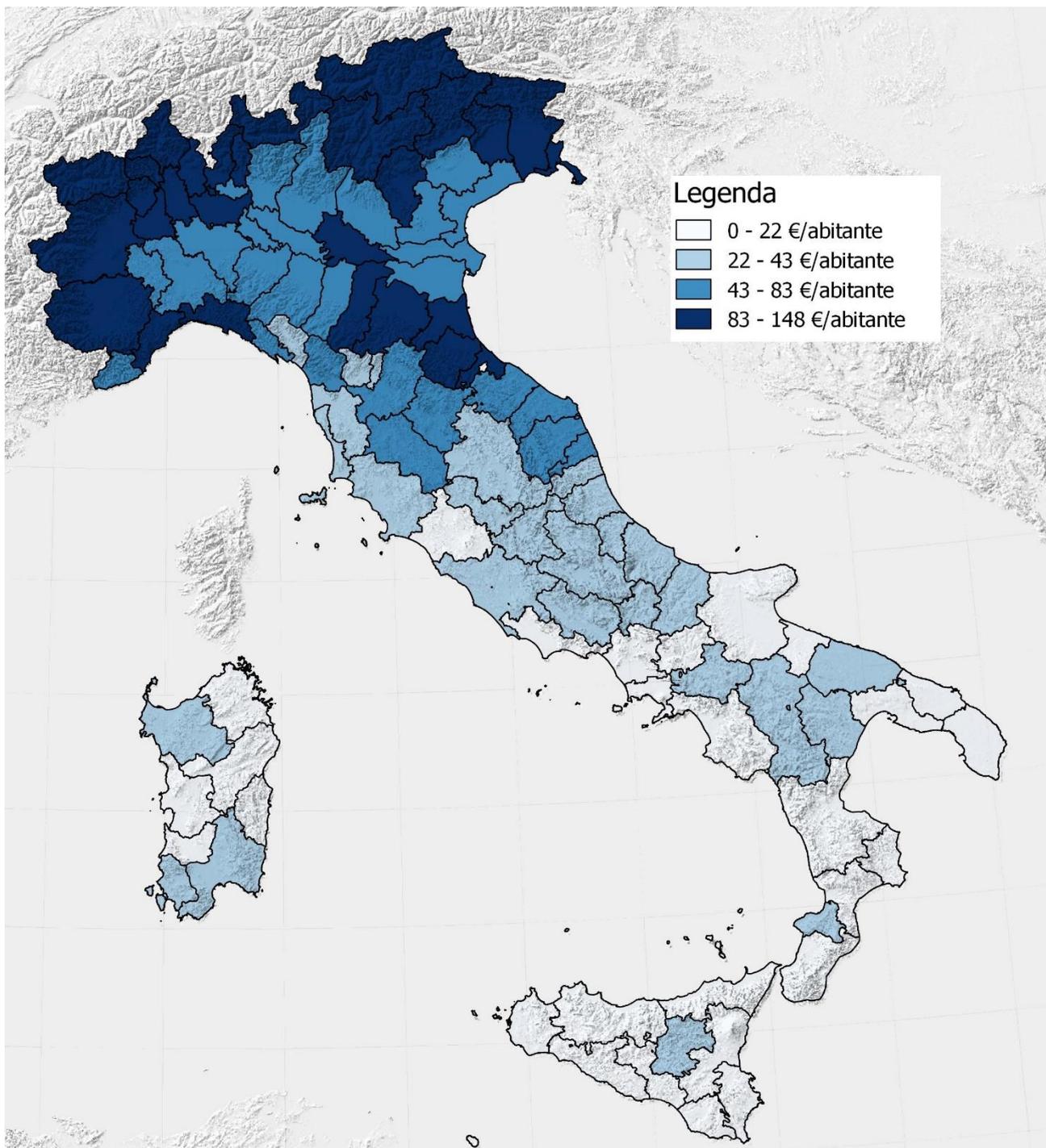


Figura 3.13 – Investimenti per abitante (€/abitate) a livello provinciale, anno 2016

La Figura 3.14 approfondisce il dettaglio territoriale della precedente, riportando la distribuzione degli investimenti pro-capite attivati nel 2016 a livello comunale: anche da questa figura emerge chiaramente come gli interventi più consistenti si concentrino lungo l’arco alpino e nella pianura padana. Le città metropolitane di Milano e di Torino sono quelle che hanno generato il risparmio maggiore in termini di consumi energetici, entrambe con circa Gwh/anno di risparmio energetico conseguito.

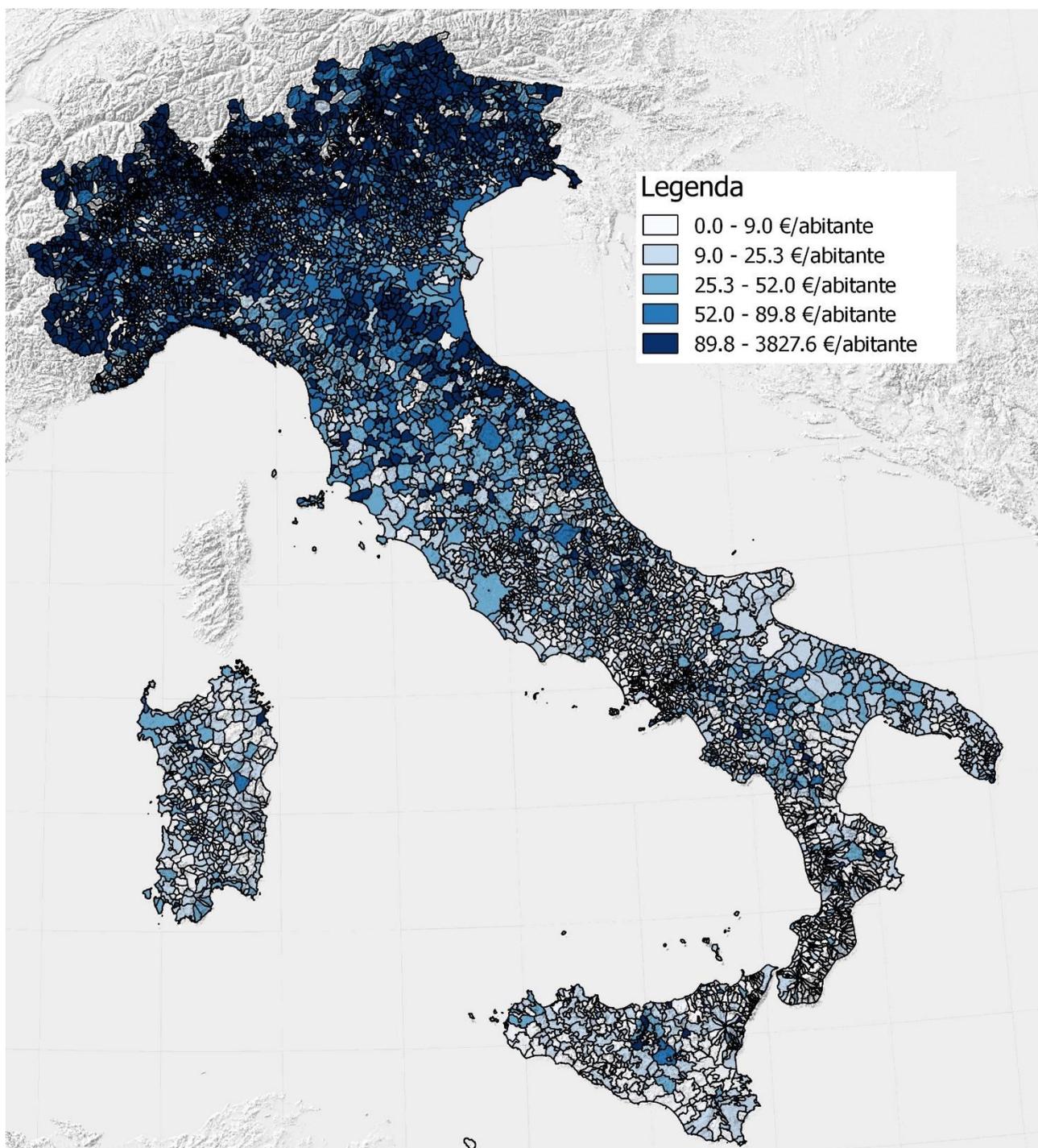


Figura 3.14 – Investimenti per abitante (€/abitante) a livello comunale, anno 2016

10 Il mercato della riqualificazione energetica

In collaborazione con il CRESME e le principali associazioni di categoria è stata condotta un'analisi del mercato delle costruzioni e delle tecnologie incentivate, al fine di una valutazione preliminare dell'impatto del meccanismo di incentivazione sul mercato

10.1 L'impatto degli incentivi sul mercato delle costruzioni

Gli incentivi fiscali per il recupero edilizio e per la riqualificazione energetica hanno interessato dal 1998 al 2016 oltre 14,2 milioni di interventi, realizzati presso il 55% delle famiglie italiane⁸. Gli investimenti corrispondenti a questi interventi ammontano a 237 miliardi di euro, di cui 205 miliardi hanno riguardato il recupero edilizio e poco meno di 32 miliardi la riqualificazione energetica⁹. Dati aggiornati mostrano che nei dieci anni che vanno dal 2007 al 2016, in gran parte caratterizzati dalla crisi economica, i lavori di manutenzione straordinaria del patrimonio residenziale esistenti incentivati fiscalmente sono stati pari a 190 miliardi di euro. Nel 2016 sono risultati pari a 28,2 miliardi, in aumento del 12,3% rispetto al 2015 e pari al 57% dei lavori di manutenzione straordinaria residenziale svolti in Italia.

Gli ultimi dati mostrano che il 79% del valore della produzione del settore edilizia si deve alla riqualificazione del patrimonio esistente, con 110 miliardi su 139 totali. Nel 2016 si sono manifestati i primi segnali di inversione del ciclo recessivo che ha colpito il settore delle costruzioni, e oggi il motore del settore è non più il nuovo edificato ma la riqualificazione del patrimonio esistente. La manutenzione ordinaria contribuisce con 36,2 miliardi e quella straordinaria con 74,3 miliardi.

Negli anni della crisi (2007-2016) un terzo degli investimenti in manutenzione straordinaria sono stati attivati dagli incentivi fiscali, 190 miliardi su 360. Osservando l'andamento del peso degli interventi agevolati sul totale della spesa in rinnovo residenziale emerge una forte crescita: la quota di ristrutturazioni attivate dagli incentivi è passata dal 16% del 2007 (9 miliardi) al 40,7% del 2016 (28 miliardi). Nell'edilizia residenziale nel 2016 si tocca addirittura il 56,9%. Il 2016 è stato l'anno con il livello più elevato di investimenti veicolati dalle agevolazioni fiscali nel comparto della riqualificazione.

L'impatto delle misure di incentivazione può essere ricondotto a tre fasi:

- una prima fase, dal 1998 al 2006, caratterizzata dall'avvio degli incentivi per il recupero edilizio e da una quota sugli investimenti in rinnovo residenziale sempre inferiore al 20%. Sono gli anni in cui l'aliquota delle somme in detrazione oscilla fra il 41% e il 36%. A valori reali, la spesa totale in riqualificazione cresce ad un ritmo medio annuo dell'1,8%, e la spesa veicolata dagli incentivi aumenta con un tasso medio del 6%;
- una seconda fase, dal 2007 al 2011 in cui gli interventi attivati dagli incentivi incidono fra il 20 e il 37% sugli investimenti in rinnovo residenziale. Nel 2007 le agevolazioni per interventi di efficienza energetica, con aliquota al 55%, si aggiungono ai vantaggi fiscali per il recupero edilizio, con aliquota ferma al 36%. La spesa complessiva in riqualificazione residenziale aumenta, in termini reali, ad un ritmo medio annuo dello 0,5%; la spesa veicolata dagli incentivi cresce ad un tasso del 18,9%.
- la terza fase, dal 2012 ad oggi, è caratterizzata da un importante incremento degli interventi incentivati, sia in termini assoluti, sia in termini relativi: la quota di investimenti aumenta fino a superare il 60% nel 2013 e nel 2014. In questa fase aumentano i vantaggi fiscali degli incentivi: dal 36% al 50% per il recupero edilizio nel giugno 2012 e dal 55% al 65% nel mese di giugno 2013 per interventi di efficienza energetica. La variazione media annua, a prezzi costanti, della spesa complessiva in riqualificazione residenziale è dell'1%, e del 12,9% per quella incentivata.

⁸ Fonte: CRESME, Camera dei Deputati, 2016 - [Il recupero e la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio: una stima dell'impatto delle misure di incentivazione](#). La prima edizione dello studio è del 2013, aggiornato annualmente.

⁹ Il CRESME stima le risorse investite in interventi incentivati partendo dalle statistiche Enea, incrociando poi tali dati con quelli del Dipartimento delle finanze riguardanti gli importi in detrazione, impiegati per la stima del mancato gettito per lo Stato. La stima della spesa in interventi incentivati al "36%, 41% e 50%" per il periodo 2011-2013 e 2014-giugno 2016 è originata dai dati forniti dal Ministero dell'Economia e delle Finanze in risposta all'interrogazione a risposta immediata n. 5-01525, aggiornati attraverso il Bollettino mensile delle Entrate tributarie pubblicato dal MEF. È possibile stimare queste spese attraverso le ritenute che gli istituti di credito devono applicare a titolo di acconto sui bonifici per beneficiare di detrazioni fiscali di imposta in base all'articolo 25 del D.L. n. 78/2010. Si tratta della ritenuta del 10% (da luglio 2011 portata al 4%), su tutti i bonifici in entrata per le diverse attività incentivate: ristrutturazioni edilizie, riqualificazioni energetiche e – da giugno 2013 – anche acquisto di mobili. La stima è effettuata sugli importi al netto dell'IVA e il modello è basato sull'applicazione indifferenziata dell'aliquota al 10%, presumendo che i lavori siano in gran parte effettuati con incidenza della manodopera superiore ai materiali in particolare per le ristrutturazioni ma anche per la riqualificazione energetica. Nella realtà, il calcolo sarebbe sensibilmente più complicato, in quanto dovrebbe considerare le diverse aliquote applicabili e i comportamenti diversi degli operatori del mercato.

Si sottolinea come dal 2011 al 2016 due dinamiche sostanzialmente diverse contraddistinguono gli andamenti degli interventi agevolati nelle categorie del recupero edilizio e di quelli per la riqualificazione energetica. Nella prima si registra una crescita progressiva degli importi di spesa: da 13,4 miliardi di euro nel 2011 a 25,7 miliardi di euro stimati per il 2016. Nel medesimo periodo la spesa per l'efficientamento energetico si assesta stabilmente fra i 3 e i 3,6 miliardi, ad eccezione del 2012 (2,9 miliardi) quando la maggiorazione dell'aliquota detraibile per il recupero edilizio è aumentata dal 36 al 50% divenendo così "concorrenziale" rispetto al 55%.

Per quanto riguarda una stima dell'impatto occupazionale¹⁰, nell'ultimo quadriennio 2013-2016 gli investimenti incentivati hanno generato poco meno di 270.000 posti di lavoro diretti ogni anno, ma se si considerano anche i lavori dell'indotto si superano i 400.000 occupati l'anno: nel solo 2016 sono stati 419 mila. Gli incentivi fiscali sono stati un importante strumento contro la crisi e sono un fondamentale strumento per la ripresa, considerando che tra il 2008 e 2016 il settore nel suo complesso ha registrato una perdita di 600.000 occupati. Tale dato è ancor più rilevante se si considera che nell'industria la contrazione è più contenuta rispetto al settore costruzioni (-100.000 occupati), mentre nei settori agricoltura e servizi si osserva una crescita (rispettivamente di 24.000 e 383.000). Si consideri, inoltre, che nello stesso periodo 2011-2016 il valore degli investimenti incentivati è stato pari al 52,4% del totale del mercato.

In aggiunta a queste valutazioni è stimato anche l'impatto economico-finanziario degli incentivi fiscali nel periodo 1998-2016. A fronte di 237 miliardi di euro di investimenti attivati nel periodo 1998-2016 il costo per lo Stato, dovuto ai minori introiti conseguenti agli incentivi, è pari 108,7 miliardi di euro e il gettito fiscale e contributivo in base alla legislazione vigente, per i lavori svolti, è pari a 89,8 miliardi di euro. Il saldo finale sarebbe di conseguenza negativo per 18,9 miliardi di euro, pari a poco meno di 1 miliardo di euro medio annuo. Considerando però che lo Stato incassa i proventi spettanti nell'anno di esecuzione dei lavori, e distribuisce la maturazione dell'incentivo nell'arco di tempo di dieci anni, l'attualizzazione dei valori precedentemente esposti modificherebbe il saldo generando per lo Stato una plusvalenza di 0,3 miliardi di euro.

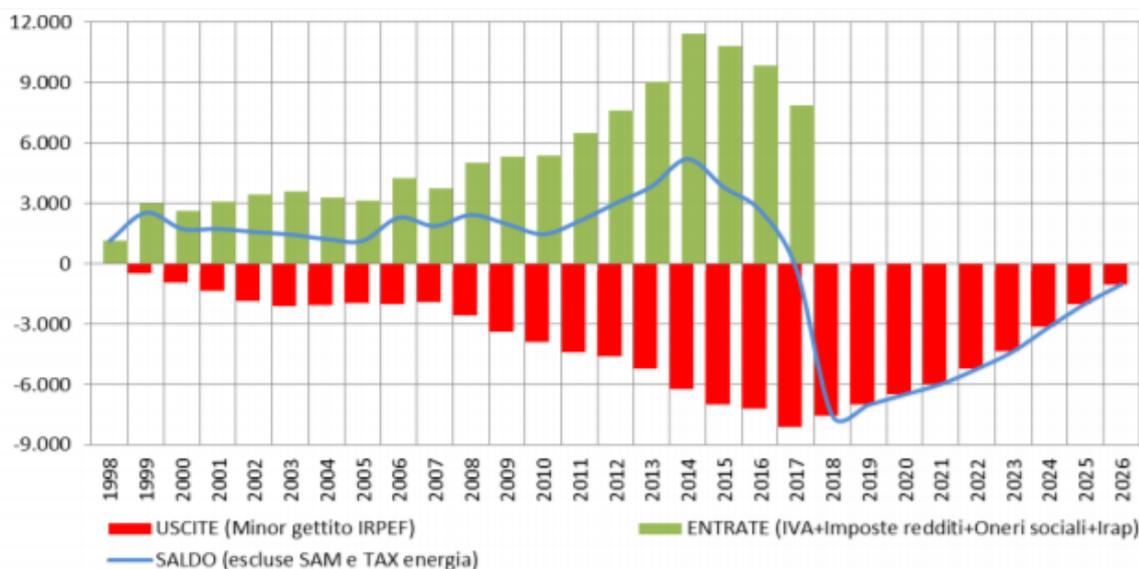


Figura 4.1 - Totale incentivi al rinnovo edilizio 1998-2016: conto delle entrate e delle uscite di competenza (milioni di euro attualizzati al 2016) (Fonte: CRESME)

¹⁰ Partendo dai dati e dalle considerazioni contenuti nella Relazione del 2008 dell'allora Autorità per la vigilanza sui contratti pubblici, ora Autorità nazionale anticorruzione, e applicando le stime del costo medio annuo dell'occupazione diretta e indiretta attivata da un miliardo di euro di lavori pubblici alle stime degli investimenti.

Ulteriori stime considerano anche l'impatto positivo che gli investimenti potrebbero generare in termini di impatto positivo sull'occupazione e quindi in termini di gettito addizionale da tassazione sul lavoro, e l'impatto negativo derivante dalla riduzione del gettito da tassazione energetica connesso alla riduzione dei consumi energetici associata dalla riqualificazione energetica. Sulla base di tali ulteriori variabili il saldo risulterebbe positivo per quasi 9 miliardi di euro. Se si allarga la valutazione anche a famiglie e imprese, attraverso la matrice di contabilità sociale, si delinea nel periodo 1998-2016 un saldo positivo per il sistema paese di 18,4 miliardi di euro¹¹.

10.2 Lo stock dei condomini italiani

Attraverso la presentazione del Modello 770, ANACI monitora circa 1.200.000 condomini, con 14 milioni di abitazioni occupate da residenti, in cui vivono oltre 45 milioni di abitanti, pari al 75% della popolazione italiana. La distribuzione sul territorio non è omogenea (Figura 4.2, a sinistra), con Lombardia e Lazio che assieme detengono il 27% dei condomini presenti nel nostro paese e oltre il 30% delle abitazioni occupate, concentrate soprattutto nelle aree metropolitane. Oltre il 60% dei condomini è stato costruito prima del 1976, anno della legge n.373 che per prima introduceva prescrizioni tecniche per regolare il risparmio e il rendimento energetico¹², e all'entrata in vigore della successiva legge n.10/91¹³, che mirava specificamente al contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici, l'82% dei condomini in Italia era già stato costruito (Figura 4.2, a destra). Anche per questo motivo, da un punto di vista qualitativo, il 30% dei condomini si trovano attualmente in mediocre e pessimo stato di conservazione¹⁴.

Il potenziale di risparmio energetico è pertanto ampio per i condomini, come del resto evidenziato anche dalle indicazioni preliminari della nuova Strategia Energetica Nazionale, quale settore guida nella riduzione dei consumi finali: il consumo medio annuale dello stock di condomini italiani si attesta su 4 Mtep, con circa 15 Milioni di Tonnellate di CO₂ emesse. Secondo ricerche effettuate su oltre 400.000 condomini dove sono presenti impianti centralizzati di riscaldamento, circa i due terzi sono stati installati oltre 15 anni fa e avrebbero bisogno di interventi di riqualificazione, al fine di migliorare l'efficienza energetica ed il confort abitativo. Da non trascurare l'impatto dei consumi degli ascensori: oltre un milione di installazioni associate ad un consumo energetico annuale di circa 2.000 GWh; in particolare, di questi circa l'80% è stato installato prima del 1999 ed il 40% prima del 1973¹⁵.

¹¹ In particolare, le famiglie, o più correttamente gli investitori, presenterebbero un risultato negativo di 178,4 miliardi di euro, conseguente al saldo tra l'investimento effettuato, le detrazioni fiscali e il risparmio sulle bollette energetiche; le imprese avrebbero un saldo positivo di 187,8 miliardi di euro, risultato di un incremento di fatturato, all'interno del quale sono compresi i compensi e le retribuzioni per gli occupati delle imprese stesse, nonché le imposte e gli oneri sociali addizionali sostenuti dalle imprese e riconducibili agli incentivi fiscali. Ciò mostra come la considerazione di variabili aggiuntive modifica i risultati di impatto complessivo sul sistema Paese: considerare nella stima dell'impatto delle detrazioni ulteriori aspetti, come l'emersione dei redditi e dell'occupazione irregolare, i benefici della riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ e la valorizzazione del patrimonio immobiliare contribuirebbe a rendere ancora più positivo il bilancio complessivo del meccanismo delle detrazioni.

¹² [Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici.](#)

¹³ [Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.](#)

¹⁴ ISTAT (2011), *Censimento della popolazione e delle abitazioni*.

¹⁵ <http://www.ecoseven.net/energia/news-energia/risparmiare-energia-in-ufficio-basta-non-usare-lascensore>.

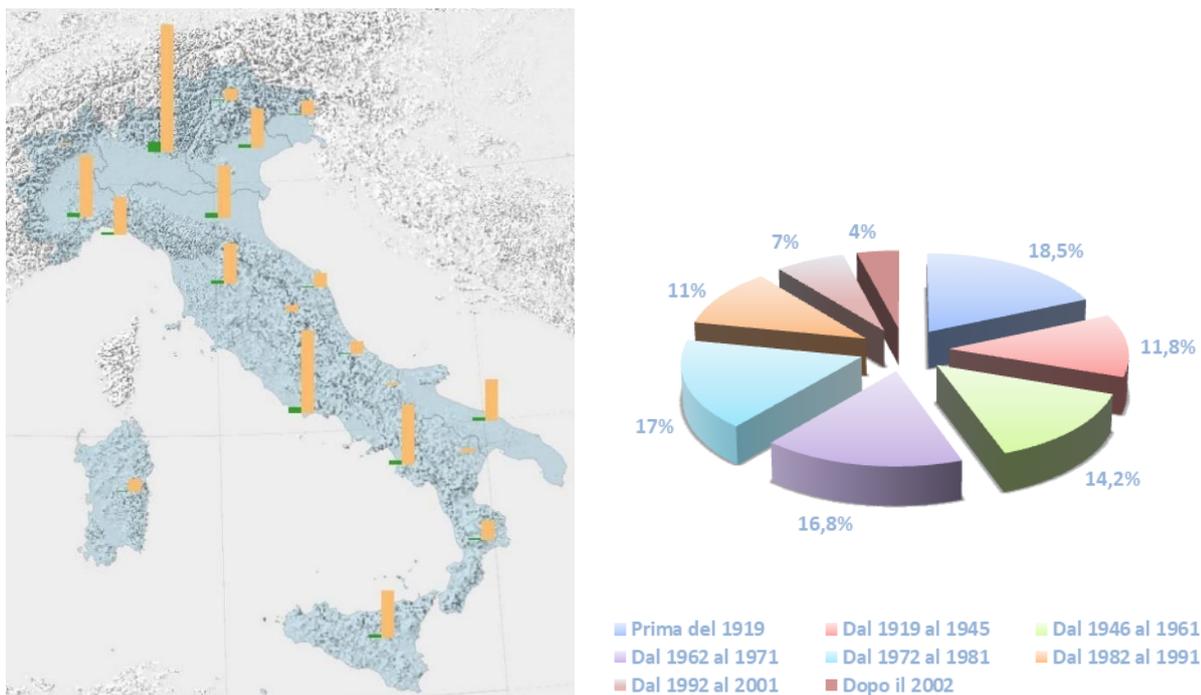


Figura 4.2 - Condomini e abitazioni occupate per regione (sinistra); epoca di costruzione dei condomini (destra)
 (Fonte: ANACI su dati ISTAT)

Nonostante la crescente e riconosciuta consapevolezza delle opportunità che offre il settore residenziale, nonché la significativa incidenza della voce riscaldamento sul bilancio economico delle famiglie e, più in generale, il volume di affari generato annualmente dalla manutenzione ordinaria e straordinaria degli edifici, la riqualificazione energetica strutturale del patrimonio immobiliare italiano stenta ancora a risultare “appetibile”: come mostrato in precedenza, soltanto il 3% della spesa incentivata attraverso il meccanismo delle detrazioni fiscali è in media finalizzato a migliorare la trasmittanza delle pareti dei nostri condomini.

La principale barriera all’attuazione di una riqualificazione globale del condominio non è tuttavia di natura tecnica, ossia di realizzazione dell’intervento sul manufatto edilizio, per il quale soluzioni cost-effective non mancano, anche per edifici storici, bensì relativa soprattutto alla gestione amministrativa, cioè alla programmazione e all’ottenimento della maggioranza all’interno dell’assemblea di condominio. La fase di approvazione rappresenta da sempre l’anello debole per la realizzazione di qualsiasi attività in ambito condominiale e per la riqualificazione globale dell’edificio non è sufficiente raggiungere il quorum ordinario nell’assemblea per dare il via ai lavori. Allo stato attuale, per deliberare l’intervento di riqualificazione energetica, in funzione della tipologia dei lavori, l’assemblea di condominio in linea di massima deve raccogliere un numero di voti favorevoli corrispondenti ad almeno la metà dei millesimi ed almeno la metà degli intervenuti: tale quorum può scendere ad un regime di maggioranza ordinaria per gli interventi di sostituzione del generatore termico laddove sia stata preventivamente eseguita una diagnosi energetica.

Le novità riguardanti la cessione del credito possono costituire un ulteriore stimolo per i condòmini, nell’ottica di ampliare ed agevolare la partecipazione dei soggetti disposti ad investire, così come l’innalzamento delle aliquote fiscali oltre il 65% per i lavori su parti comuni di edifici condominiali, ma anche in questi ultimi casi andranno valutati i problemi pratici che dovranno essere affrontati in sede di assemblea di condominio.

Un ulteriore spinta agli investimenti può arrivare dal coordinamento di interventi di risparmio energetico con interventi di sicurezza: soprattutto se a seguito di diagnosi energetica e di relazione sullo stato di sicurezza oggetto dell’intervento, porterebbero a risultati molto più efficaci, con ricadute dirette in termini di comfort

interno, riduzione dei costi e salubrità degli ambienti. Infatti, oltre alla riduzione dei costi complessivi in quanto il ponteggio è installato una volta soltanto, la valutazione delle condizioni di sicurezza (fessurazioni, crepe, scollamento mattoni) e l'installazione corretta dei serramenti, dal controtelaio metallico al davanzale passante, consente un notevole miglioramento della trasmittanza fino a $1,1\text{W}/\text{m}^2\text{K}$, rispetto a una media dello stock edilizio attualmente in opera di $4\text{-}5\text{W}/\text{m}^2\text{K}$.

In tutti gli scenari proposti, la figura dell'amministratore può ricoprire un ruolo centrale e proattivo nella promozione degli interventi: il primo anello di una catena decisionale che vede coinvolti a vari livelli un numero significativo di soggetti che si interfacciano con i condòmini. La circolazione delle conoscenze è fondamentale per rendere più semplici e consapevoli le scelte: contando sulle competenze acquisite e il rapporto di fiducia e responsabilità instaurato con i condòmini, l'amministratore può valorizzare il proprio ruolo di indirizzo, efficiente e competente, giocando il ruolo di "facilitatore", promuovendo e seguendo tutte le varie fasi che caratterizzano gli interventi di riqualificazione energetica, dalla scelta delle soluzioni più efficaci e *cost-effective*, anche dal punto di vista del finanziamento, al collaudo finale.

10.3 Il mercato delle tecnologie incentivate

Si evidenzia di seguito come sia mutato negli ultimi anni il mercato delle tecnologie incentivate dalle detrazioni fiscali del 55-65%, al fine di comprendere se per effetto degli incentivi i prodotti e i dispositivi oggi offerti sul mercato riescono a coniugare insieme alta tecnologia e costi contenuti. Per questo motivo è stato analizzato il mercato degli impianti e dei dispositivi agevolati sin dal 2007 (caldaie a condensazione, pompe di calore, pannelli solari, serramenti), così da avere gli elementi per eseguire un raffronto tra il mercato dell'edilizia di oggi e il mercato di dieci anni fa¹⁶. Esso si pone come un primo "focus", di base per ulteriori successive elaborazioni, a dettaglio maggiore.

10.3.1 Apparecchi per la climatizzazione

Con l'entrata in vigore al 26 settembre 2015 della Direttiva 2009/125/CE, denominata Ecodesign (ErP, Energy related Products), completata dai Regolamenti UE 813/2013 e 814/2013 che ne illustrano le modalità applicative, nel 2016 il mercato degli apparecchi per la climatizzazione ha visto un'inversione di tendenza e sono emersi i segnali di una prima timida ripresa delle vendite. Come già elettrodomestici, lampade ad uso domestico, condizionatori, da questa data, fatta eccezione per gli apparecchi a biomassa, tutti i prodotti per il riscaldamento d'ambiente, per il riscaldamento combinati (ambiente e acqua calda sanitaria), per il riscaldamento di a.c.s. (con potenza fino a 400 kW) e i serbatoi per a.c.s. (con capacità fino a 2.000 l), possono essere immessi sul mercato soltanto se soddisfano i nuovi requisiti minimi di efficienza energetica e perseguono la salvaguardia dell'ambiente.

Inoltre, in base alla Direttiva 2010/30/UE, chiamata "Energy Labelling", integrata successivamente dai Regolamenti 811/2013 e 812/2013, sempre dal 26 settembre 2015, i generatori di calore con potenza termica fino a 70 kW e i bollitori con volume fino a 500 litri possono essere immessi sul mercato soltanto se corredati di scheda tecnica e di etichetta energetica con relativa classe di efficienza energetica. L'etichetta energetica, che i rivenditori devono apporre ben visibile sugli apparecchi esposti per la vendita, è quindi misura obbligatoria per i dispositivi che afferiscono alla sfera domestica, così da consentire all'utente finale, che non ha competenze specifiche, di confrontare facilmente i vari prodotti in funzione dei rispettivi consumi energetici, effettuare scelte d'acquisto consapevoli e soprattutto promuovere quei prodotti con maggiori prestazioni e minori consumi, avvantaggiati dal fatto che con le nuove disposizioni tutti gli apparecchi presenti sul mercato sono comunque "prodotti efficienti".

¹⁶ L'analisi si è basata sulle informazioni raccolte tramite le interviste dirette ai rappresentanti delle principali associazioni di categoria dei settori interessati (Assolterm, Assoclima, Assotermica, UNICMI), riportate nel testo, e tramite le rilevazioni di mercato periodiche eseguite dagli Uffici Studi di queste associazioni, citati nelle note.

Dal 2016, quindi, il mercato degli apparecchi per la climatizzazione è in lenta ripresa. Se questo è generalmente valido, ogni tipo di impianto ha poi un suo mercato, con caratteristiche proprie, in funzione delle sue specificità, che di seguito si intende descrivere, articolato per interventi agevolati al 55-65%.

Caldae a condensazione

L'obbligo di immettere sul mercato apparecchi che rispettino i limiti minimi di efficienza energetica, in prima battuta ha riguardato i produttori di caldaie, che dal 26 settembre 2015 non possono più immettere sul mercato modelli con rendimenti stagionali al di sotto di una certa soglia, di fatto quelli non a condensazione (tranne le scorte disponibili di caldaie tradizionali prodotte precedentemente), anche se continueranno ad essere prodotte le caldaie "a camera aperta" (nel caso in cui non sia possibile andare a sostituire una vecchia caldaia con una caldaia a condensazione per problemi legati alla canna fumaria collettiva di alcuni edifici multifamiliari).

I nuovi obblighi hanno di conseguenza movimentato il mercato della climatizzazione, investendo tutti i suoi comparti, dal momento che la messa in moto del mercato dei generatori di calore ha costituito l'innescò per la movimentazione dei mercati dei comparti (regolazione ed emissione) strettamente connessi al mondo dei generatori, poiché insieme fanno "sistema" nella sostituzione di un impianto termico. Ciò è evidente dai dati Assotermica¹⁷, dai quali risulta che in Italia nel 2016 sono state vendute più di 530.000 caldaie a condensazione a gas, con un incremento del 70% circa rispetto al 2015, che costituisce comunque un dato "eccezionale", strettamente connesso all'entrata in vigore dei nuovi obblighi, che fa sì che il mercato della climatizzazione risulti in ripresa, anche se si è ancora lontani dalle vendite degli anni precedenti di questo tipo di apparecchi.

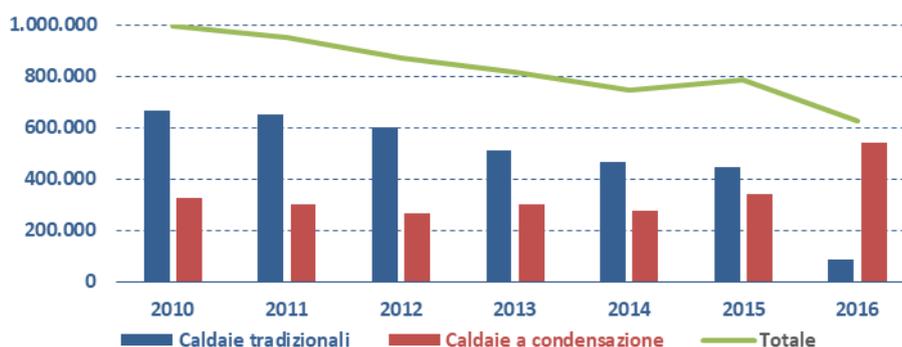


Figura 4.3 - Caldaie vendute sul mercato nazionale, anni 2010-2016 (Fonte: Assotermica)

Dai dati Assotermica su citati, emerge che il numero di caldaie a condensazione vendute nel 2016 è nettamente superiore al numero di interventi di questo tipo eseguiti nell'anno per i quali è stata trasmessa richiesta di detrazione ad ENEA (ai sensi del comma 347 e in piccola parte del 344), finora pari a circa 58.000¹⁸. Ma le ragioni di tale discrepanza sono soprattutto da ricondurre nella considerazione che questo numero (530.000 caldaie appunto) comprende tutte le caldaie a condensazione vendute nel 2016 in Italia, e quindi sia quelle che non afferiscono al settore residenziale, sia quelle che vi afferiscono. E tra queste ultime, comprende sia quelle che costituiscono sostituzione di un impianto termico (e posseggono i requisiti tecnici per accedere alle detrazioni fiscali del 65%), sia quelle che costituiscono nuova installazione di impianto in immobili in precedenza non riscaldati, sia quelle che costituiscono integrazione ad un impianto termico già esistente (entrambi i casi, al contrario, non ne posseggono i requisiti). E ancora, nel novero di quelle che costituiscono sostituzione di un impianto termico, è ragionevole pensare che siano comprese probabilmente anche quella quota di caldaie per le quali, essendo in corso una ristrutturazione edilizia dell'immobile, al fine di semplificare le procedure da seguire si sia scelto di usufruire per tutti gli

¹⁷ Assotermica (2017), *Rilevazioni di mercato periodiche dell'Ufficio Studi ANIMA per Assotermica*. Assotermica rappresenta 60 industrie produttrici di apparecchi ed impianti termici, e un settore che in Italia occupa circa 11.500 addetti e fattura oltre 2 miliardi di euro.

¹⁸ Si ricorda come al momento della chiusura del documento la finanziaria 2016 non è ancora conclusa, essendo il 30 settembre 2017 il termine ultimo, nel caso di lavori finiti nel 2016, per la trasmissione delle richieste di detrazione ad ENEA.

interventi realizzati, sia in prevalenza edilizi sia di riqualificazione energetica, unicamente delle detrazioni fiscali del 50%. Inoltre, nel novero di quelle che costituiscono sostituzione di impianto termico, confluiscono anche quelle caldaie per le quali si può aver scelto di ricorrere ad altri tipi di incentivo di livello nazionale, alternativi rispetto alle detrazioni fiscali del 65%, quali i certificati bianchi.

Come si è detto, i nuovi obblighi hanno movimentato il mercato e chiaramente contribuito ad orientare l'offerta, ancor più che in passato, verso soluzioni tecnologiche avanzate, che allo stato attuale continuano ad avere costi più sostenuti di quelli di apparecchi di vecchia concezione, ma che prossimamente, esaurito lo stoccaggio dei vecchi generatori "tradizionali", potranno essere offerte ad un prezzo sicuramente più basso, non costituendo più l'eccezione ma rappresentando lo standard.

Per quanto riguarda i prezzi delle caldaie a condensazione nel 2016, emerge che facendo riferimento agli impianti di tipo centralizzato di tipologia più ricorrente, ossia agli impianti murali di tipo modulare (2 o più caldaie in batteria), con potenza dai 70 ai 270 kW o soluzioni a basamento, di maggiore potenza, dai 230 ai 330 kW (queste ultime generalmente più costose, a parità di potenza), i prezzi all'utente finale, comprensivi di accessori, non comprensivi del costo di installazione e IVA esclusa, nel caso di caldaie murali costituite di due generatori, oscillano tra i 15.000 euro circa (potenza totale pari a 140 kW), e i 21.000 euro circa (potenza totale pari a 220 kW), e nel caso di tre generatori (potenza totale pari a 270 kW), arrivano a 28.000 euro circa. Nel caso di caldaie a basamento, con un unico generatore, essi oscillano tra i 23.000 euro (potenza pari a 230 kW) e i 27.000 euro (potenza pari a 280 kW), nel caso di tre generatori vanno dai 29.000 euro (potenza pari a 290 kW) ai 31.000 euro (potenza pari a 330 kW)¹⁹.

Poiché in un condominio di 8-12 appartamenti l'impianto più ricorrente è costituito di generatori murali modulari di potenza tra i 150 e i 200 kW, destinati sia al riscaldamento che alla produzione di a.c.s. (per assicurare la garanzia della continuità del servizio anche nel caso in cui un generatore si blocchi), il costo di questa configurazione può essere definito con una buona approssimazione tra i 15.000 e i 20.000 euro, a seconda della potenza (sempre costo della manodopera ed IVA esclusa)²⁰.

Pompe di calore

L'introduzione nel 2014 della tariffa elettrica sperimentale D1 per i sistemi a pompa di calore utilizzati in ambito domestico come fonte di riscaldamento primario²¹, la possibilità di usufruire di diverse forme di incentivo di livello nazionale per interventi di riqualificazione energetica degli impianti (detrazioni fiscali del 55-65%, conto termico, certificati bianchi), ed infine, le condizioni climatiche degli ultimi anni nel nostro territorio, hanno contribuito singolarmente e in sinergia tra loro a determinare la crescita del mercato di questo tipo di impianti.

Allo stato attuale (anno 2017), la fase di sperimentazione della tariffa D1 è conclusa, ma essa ha costituito l'inizio di un percorso che nel 2018 porterà alla tariffa non progressiva TD per tutti gli utenti domestici, variabile solo in base alla potenza impegnata e all'energia (kWh) prelevato dalla rete dal singolo cliente, secondo step della riforma delle tariffe elettriche per i clienti domestici²².

Con la tariffa D1, l'Autorità per l'Energia Elettrica, il Gas e il Sistema Idrico (AEEGSI) ha voluto superare la vecchia struttura delle tariffe elettriche in Italia, risalente agli anni '70, a scaglioni di consumo con prezzi crescenti, che di fatto in passato ha penalizzato questa tecnologia, la cui installazione necessariamente

¹⁹ Ibidem.

²⁰ Occorre osservare che i prezzi all'utente finale risultano orientativamente pari a quelli di listino, poiché i diversi sconti applicati ai diversi soggetti della filiera (generalmente lo sconto che il produttore pratica al distributore si aggira intorno al 45% del prezzo di listino; quello del distributore che rivende l'apparecchio all'installatore intorno al 35% sempre rispetto al prezzo di listino), sono assorbiti dal margine di intermediazione e dai costi di installazione.

²¹ Per maggiori informazioni si veda: <http://www.autorita.energia.it/it/pompedicalore.htm>.

²² Per maggiori informazioni si veda la [Delibera AEEGSI 582/2015/Reel](#).

comporta un aumento dei consumi elettrici e della potenza impegnata. A tale scopo ha introdotto una tariffa lineare, non sussidiata, che rispecchia i costi reali e riduce notevolmente i costi di gestione, così da superare in parte le barriere di mercato di questa tecnologia, che già deve fare i conti con gli alti costi di investimento per l'acquisizione delle macchine e per le opere di trasformazione degli impianti, che sempre si rendono necessarie quando si decide di sostituire il vecchio impianto con questo sistema.

La nuova tariffa sembra aver raggiunto l'obiettivo prefisso: a dicembre 2016 (a tre anni quindi dalla sua introduzione), gli impianti a pompa di calore che usufruivano della D1 e che quindi venivano utilizzati in ambito domestico come fonte di riscaldamento primario risultavano essere 16.000, tre quarti dei quali installati proprio tra il 2014 e il 2016, durante la fase di sperimentazione della tariffa. Inoltre, risulta anche che circa il 60% di coloro che hanno installato pompe di calore e richiesto la tariffa D1 hanno contemporaneamente corredato l'impianto con un sistema fotovoltaico con scambio sul posto²³.

La tariffa D1 ha contribuito quindi all'aumento delle vendite degli impianti a pompa di calore, o meglio, date le caratteristiche della misura, ha contribuito all'aumento delle vendite di quegli impianti che è possibile ritrovare in ambito domestico.

Oltre alla tariffa D1, come si è detto, anche gli incentivi nazionali per gli interventi di riqualificazione energetica degli immobili hanno avuto un ruolo di rilievo nella crescita di questo tipo di mercato, come riferiscono le Associazioni di categoria intervistate. Incentivi che nel corso del tempo, alla luce dell'esperienza compiuta, sono stati corretti e resi più snelli, soprattutto dal punto di vista procedurale, per semplificare il ricorso ad essi ed incentivarne l'uso:

- le detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica, con l'introduzione nel 2009 della possibilità di trasmettere ad ENEA il solo Allegato E nel caso di interventi ai sensi del comma 347;
- il Conto Termico 2.0, prevedendo la possibilità del rilascio dell'importo spettante in un'unica soluzione, per valori del beneficio non superiori ai 5 mila euro, limite in cui possono rientrare pompe di calore di bassa potenza;
- detrazioni fiscali del 50%.

Infine, anche le condizioni climatiche degli ultimi anni nel nostro territorio, che hanno reso le nostre estati molto meno miti, hanno contribuito all'incremento di vendite delle pompe di calore, dal momento che la considerazione ai giorni nostri piuttosto generalizzata ai più, che gli immobili debbano ormai necessariamente essere dotati anche di climatizzazione estiva, soprattutto nel caso di ristrutturazione di case isolate o di piccolo terziario, e per lo più nel centro-sud, ha portato a propendere per riscaldare il proprio immobile con questa tecnologia che, con un unico impianto, è in grado di assolvere anche alla climatizzazione estiva.

Tutti questi fattori da soli e a maggior ragione se presenti insieme hanno contribuito a stimolare gli utenti alla realizzazione degli interventi e quindi a mettere in moto il mercato di questo tipo di apparecchi. Una valutazione del fatturato nazionale del 2016 per questo tipo di impianti può essere definita tramite la vendita di 220.000 apparecchi²⁴:

- circa 176.000 pompe di calore a split e multisplit (nell'ipotesi che come sistema principale di riscaldamento venga impiegato il 13% del totale degli split e multisplit venduti nell'anno²⁵);
- più di 19.000 chiller reversibili condensati ad aria di potenza fino a 17 kW;

²³ Assoclimate (2017): <http://www.ingegneri.info/news/impianti/tariffe-elettriche-il-successo-della-d1-per-le-pompe-di-calore/>.

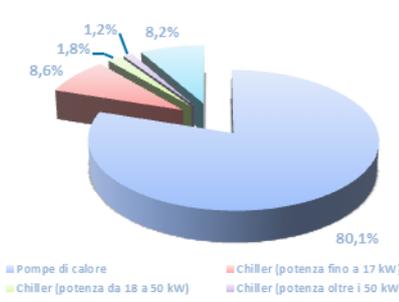
²⁴ Ufficio Studi Anima per Assoclimate (2017), *Indagine statistica sul mercato dei componenti per impianti di condizionamento dell'aria. Rilevazione annuale sul fatturato. Risultati anno 2016. I dati sono da riferirsi unicamente alle macchine a pompa di calore utilizzate come impianto primario di riscaldamento.*

²⁵ Ref4e (2016), *Monitoraggio del mercato italiano heating and cooling - settore residenziale - 4° indagine sull'attività delle imprese di installazione, esercizio di riferimento 2015.*

- più di 4.000 con potenza da 18 a 50 kW;
- circa 2.700 con potenza oltre i 50 kW;
- più di 18.000 sistemi VRF.

Tabella 4.1 – Pompe di calore utilizzate come impianto primario di riscaldamento vendute sul mercato nazionale, anno 2016 (Fonte: Assoclima)

	N.	%
Split e multisplit	176.000	80,1%
Chiller rev. cond. ad aria (potenza fino a 17 kW)	19.000	8,6%
Chiller rev. cond. ad aria (potenza da 18 a 50 kW)	4.000	1,8%
Chiller rev. cond ad aria (potenza oltre i 50 kW)	2.700	1,2%
Sistemi VRF	18.000	8,2%
Totale	219.700	100,0%



Come evidente dai dati appena menzionati, i sistemi a pompa di calore maggiormente installati risultano essere i sistemi split e multisplit, data la loro facilità di applicazione. Anche i chiller condensati ad aria, che nascono per usi terziari e che ora si ritrovano comunemente in ambito residenziale, nel 2016 hanno avuto un buon incremento delle vendite: per quelli con potenza fino a 17 kW, l'incremento è stato del 25% rispetto all'anno precedente, e quello del fatturato del 27%; stabili quelli con potenza da 18 a 50 kW; in incremento del 16% quelli di potenza oltre i 50 kW.

In notevole riduzione (-12%) invece, le vendite di chiller reversibili condensati ad acqua, per le maggiori complessità d'impianto e per la loro minor resa rispetto al passato, che negli ultimi anni ha portato ad una riduzione del ricorso a questa tecnologia, in favore di altre di pari resa e minori complessità di realizzazione.

Particolarmente interessanti i sistemi VRF, tipologia nata per uffici ed alberghi e che recentemente sta avendo diffusione anche in ambito residenziale: con più di 18.000 pezzi venduti nel 2016, ha avuto un incremento delle vendite del 21% rispetto al 2015 e un incremento del fatturato del 17%.

In relazione alla differenza tra le diverse tipologie e ai criteri di scelta tra una tipologia e l'altra, le associazioni di categoria interessate riferiscono che negli ultimi anni sono divenute sempre più sottili le differenze tra loro e la scelta tra un tipo e l'altro dipende dal particolare contesto d'intervento, e quindi dalla volontà di contenere o meno la dimensione dello stesso o da scelte personali (ad esempio, la volontà di non ricorrere più al gas nella propria abitazione). È così che mini VRF, chiller reversibili condensati ad aria e alcune tipologie di split e multisplit sono divenute quasi soluzioni alternative tra loro.

Per ciò che attiene i costi, data la diversità dell'offerta, è difficile generalizzare, poiché incidono particolarmente il contesto d'intervento e le difficoltà di realizzazione. Secondo le interviste effettuate, si può affermare che negli ultimi 5 anni, in linea generale il prezzo unitario della macchina al grossista per i sistemi split e multisplit, è diminuito da un minimo del 4% ad un massimo del 16% mentre si può rilevare nel 2016 un aumento del 2% rispetto all'anno precedente per i chiller reversibili ed una diminuzione del 3% per i sistemi VRF.

Dai dati Assoclima su citati, emerge che il numero di macchine a pompa di calore vendute nel 2016 è nettamente superiore al numero di interventi di questo tipo eseguiti nell'anno per i quali è stata trasmessa richiesta di detrazione ad ENEA (ai sensi del comma 347 ed in misura minore del 344), finora pari a circa 19.000. Ma comunque sempre in incremento rispetto al numero di interventi di questo tipo incentivati nel 2015, pari a circa 18.000, soprattutto alla luce della considerazione che allo stato attuale mancano ancora tre mesi al termine della finanziaria 2016.

Resta comunque fortissima la discrepanza con il numero di apparecchi venduti su riportato, pur tenendo presente che il numero di pompe di calore che in esso confluiscono, comprende tutti gli apparecchi, sia che

costituiscono sostituzione di un impianto vetusto (e quindi posseggano i requisiti per accedere alle detrazioni fiscali del 65%), sia che costituiscano nuova installazione o integrazione ad un impianto già esistente (condizioni entrambe per cui ne sono viceversa esclusi). Occorre precisare che per esse possono essere state richieste altre forme di incentivo, come il citato Conto Termico 2.0, sebbene le richieste pervenute al GSE nel 2016 a riguardo sono state circa 400²⁶. È pertanto lecito ipotizzare che la restante e consistente fetta del mercato sia confluita nei lavori di ristrutturazione edile e quindi incentivata tramite le detrazioni fiscali del 50%.

Pannelli solari termici

Nel 2016 il mercato Italia dei pannelli solari termici ha visto complessivamente l'installazione di circa 210.000 m² lordi di pannelli, con un decremento del 9% rispetto al 2015, nel quale sono stati installati 231.000 m² lordi, meno dell'anno precedente, il 2014, nel quale i pannelli installati sono stati 268.500 m² lordi²⁷.

Da questi dati emerge quindi che negli ultimi anni il mercato nazionale dei pannelli solari termici è caratterizzato da un trend negativo, che non riguarda però solo il nostro territorio ma anche altri paesi europei, che nel 2016, rispetto all'anno precedente, presentano anzi un decremento maggiore di quello registrato in Italia: ad esempio la Francia, dove il trend negativo è stato di circa il 30%, e l'Inghilterra, dove ha raggiunto circa il 40%.

Grande ruolo in questo fenomeno lo ha sicuramente avuto la crisi economica, quindi la conseguente generale limitata liquidità che ha spinto alcune fasce di utenti a contenere le spese entro quelle strettamente necessarie e non ha determinato certamente le condizioni per una propensione agli investimenti in tecnologia, pur nella consapevolezza che l'intervento di riqualificazione energetica una volta effettuato, determini un cospicuo risparmio economico nella bolletta energetica. E se questo ragionamento è valido in generale e nello specifico, per tutti gli interventi di riqualificazione energetica, potrebbe essere maggiormente valido in questo caso, dal momento che questi interventi non costituiscono mera sostituzione di un apparecchio non più efficiente, ma comportano necessariamente la decisione di abbracciare una nuova soluzione tecnologica al posto del sistema tradizionale fino ad allora adottato per la produzione di acqua calda sanitaria. E quindi richiedono la necessità di investire tempo per reperire le informazioni necessarie a metabolizzare sistemi "nuovi", e convincersi dell'opportunità di investire una quantità di denaro maggiore che quella della mera sostituzione dell'apparecchio desueto. A maggior ragione, l'obbligo di installare caldaie a condensazione dal 26 settembre 2015 non risulta aver prodotto i risultati sperati da parte degli addetti al settore, che speravano che la sostituzione della caldaia potesse costituire un driver per l'installazione di pannelli solari e coinvolgere quindi a catena questo settore del mercato. Allo stesso modo "l'etichetta di sistema", richiamata dai già citati Regolamenti 811/2013 e 812/2013 "Energy Labelling", non è ancora riuscita a smuovere una serie di interventi multipli (ad es. la sostituzione della vecchia caldaia e la conseguente aggiunta di pannelli solari termici) per i quali la stessa etichetta era stata pensata.

Ma uguale rilievo ha avuto la crisi del settore delle costruzioni, o più precisamente, la crisi del nuovo costruito, il cui negativo fino al 2015 è stato controbilanciato dalla riqualificazione dell'esistente e per il quale dal 2016 si registra una moderata inversione di tendenza. Ed è proprio nelle nuove realizzazioni che gli impianti a pannelli solari termici potrebbero avere un ruolo davvero di primo piano, in base agli obblighi di cui al D.lgs. 28/2011²⁸.

La posizione geografica dell'Italia renderebbe questa tecnologia assai applicabile nel nostro territorio, ma soltanto il 22% degli impianti a pannelli solari termici è dimensionato anche per integrare l'impianto di

²⁶ Per un approfondimento, si veda: <http://www.gse.it/it/Conto%20Termico/Conto%20Termico%202.0/Pagine/default.aspx>.

²⁷ Gse-Assotermica su dati Assotermica, Op. cit.

²⁸ Con l'entrata in vigore del decreto "rinnovabili", nel caso di edifici nuovi, ma anche per quelli sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati in modo tale da garantire il rispetto della copertura, tramite impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per a.c.s. e allo stato attuale, per titoli edilizi fino al 31 dicembre 2017, anche del 35% della somma dei consumi previsti per l'a.c.s., il riscaldamento e il raffrescamento.

riscaldamento presente²⁹. Inoltre, si tratta di una tecnologia abbastanza semplice da installare, soprattutto nel caso di tetti piani, anche se come sempre, per assicurare la buona esecuzione dell'intervento, comporta il montaggio ad opera di personale qualificato e una costante manutenzione dell'impianto nel tempo, manutenzione che non deve essere trascurata e che ha un ruolo importante tanto quanto la buona esecuzione. Inoltre, per questa tecnologia il D.lgs. 28/2011 ha introdotto delle semplificazioni autorizzative³⁰ per facilitare l'installazione di questi impianti, che possono ora essere realizzati praticamente in tutti i contesti (tranne i centri storici). Infine, ha un ottimo rapporto costo/benefici, come si evince dalle ultime valutazioni ENEA in cui il costo efficacia (€/kWh), per interventi di questo tipo, considerando la media dei valori conseguiti negli anni 2014-2016 è pari a 0,09 Euro/kWh, in assoluto il costo più basso di tutti gli interventi incentivati ai sensi delle detrazioni fiscali del 55-65%.

Oltre tutto, questa tecnologia è supportata da diverse forme di incentivo di livello nazionale, che da interviste effettuate alle Associazioni di categorie più rappresentative del settore, risultano essenziali a sostenere il mercato in questo momento così delicato per il solare: oltre alle detrazioni fiscali del 65%, di cui sembrerebbe usufruire più il Nord Italia, anche il Conto Termico, a cui sembrerebbe rivolgersi più il Sud Italia, per le recenti disposizioni³¹ del mandato irrevocabile all'incasso, che consentono ora al soggetto responsabile, in fase di compilazione della richiesta, di conferire a terzi il mandato ad incassare le somme spettanti a titolo di incentivo.

E i numeri lo confermano: per quanto, come si è detto, nel 2016 il mercato Italia del solare abbia subito un decremento di circa il 9% rispetto all'anno precedente, dei 210.000 m² di pannelli solari termici installati nell'anno nel nostro territorio, sulla base delle 8.883 richieste di detrazione per interventi ai sensi del comma 346 finora trasmesse ad ENEA (come si è detto, il sito di trasmissione <http://finanziaria2016.enea.it>, allo stato attuale è ancora aperto e fino al 30 settembre 2017 raccoglierà le richieste di detrazione trasmesse ad ENEA per lavori conclusi nel 2016), si può affermare che circa 41.000 m² di pannelli siano stati finora incentivati al 65% e circa 29.000 m² di pannelli incentivati nel medesimo anno con il Conto Termico (sulla base delle 6.319 richieste per questa tipologia pervenute ed incentivate).

Per quanto riguarda i costi attuali (2017) per una famiglia di 4 persone, mediamente un kit a circolazione forzata può avere orientativamente un costo pari a 4.000 euro IVA inclusa, e nel caso della tecnologia a tubi sottovuoto, 5.000 euro, sempre IVA inclusa, costi difficilmente paragonabili a quelli di soluzioni di alcuni anni fa, dal momento che nel tempo sono cambiate le caratteristiche tecniche e prestazionali degli elementi componenti, anche per la necessità di rispondere ai requisiti prestazionali richiesti dal Conto Termico.

Serramenti

La domanda complessiva di serramenti e facciate continue nel 2016 ha raggiunto nel mercato italiano un valore di circa 4,27 miliardi di euro, di cui 2,75 nel settore residenziale e 1,52 in quello non residenziale, inclusi 485 milioni di euro di facciate continue³².

Differenziando le vendite di finestre nel settore residenziale per tipologia di immobili oggetto di intervento (e quindi a seconda che siano destinate ad immobili in rinnovo o di nuova realizzazione), dopo il 2008, anno in cui le vendite hanno avuto ancora valori abbastanza vicini tra loro (rispettivamente pari a 4,52 milioni di unità per gli immobili in rinnovo e 4,27 per i nuovi), dal 2009 in poi, le vendite di finestre per il rinnovo di edifici sono risultate sempre nettamente superiori a quelle per immobili di nuova realizzazione. Negli ultimi tre anni, le vendite di finestre impiegate nel rinnovo sono rimaste grossomodo stabili, attestandosi annualmente intorno ai 4,5 milioni di unità, con un leggero incremento delle vendite nel 2016 (4,53 milioni di unità), che ne fa prevedere uno ulteriore (4,59 milioni di unità) nel 2017. Al contrario, le vendite di

²⁹ Assotermica, Op. Cit.

³⁰ All'articolo 7, commi 1 e 2, in due casi distinti è consentito assimilare l'installazione dell'impianto ad interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria e in compresenza di più condizioni, è possibile optare per una procedura autorizzativa semplificata, che prevede unicamente la trasmissione di una comunicazione preventiva al Comune.

³¹ Art.8, comma 5, D.M. 16 febbraio 2016.

³² UNICMI (2017), *Rapporto sul mercato italiano dell'involucro edilizio - Numero 1*.

finestre impiegate nelle nuove realizzazioni dal 2009 in poi hanno subito una drastica riduzione, presentando una prima timida inversione di tendenza (1,24 milioni di unità) nel 2016, che fa prevedere un ulteriore innalzamento delle vendite (1,25 milioni di unità) nel 2017, compatibilmente con la modesta crescita degli ultimi anni degli investimenti nelle costruzioni residenziali, dopo anni di contrazione che hanno interessato soprattutto il nuovo. Nel 2016 quindi, nel settore residenziale, il mercato Italia ha visto la vendita di 4,53 milioni di finestre per il recupero di immobili e 1,24 milioni di finestre nel caso di nuove costruzioni, per un totale di 5,77 milioni di unità vendute.

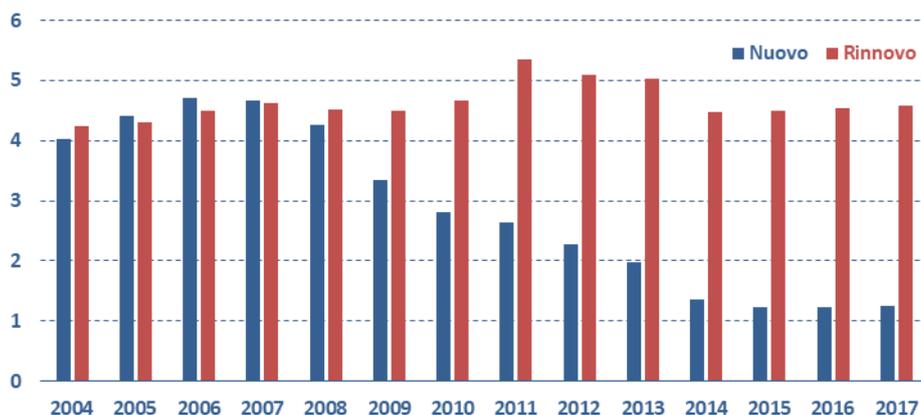


Figura 4.4 - Finestre vendute nel settore residenziale, nuovo vs rinnovo (milioni di unità), anni 2004-2015 (Fonte: Elaborazioni UNICMI su dati ISTAT)

Dal 2008 al 2016 si è verificato un cambiamento graduale delle quote di mercato (in valore nel mercato) dei tre principali materiali utilizzati per produrre serramenti: l'incremento più significativo ha riguardato quelli in PVC, che sono passati da una quota di mercato del 16% nel 2008 ad una quota di mercato del 26% nel 2016, a discapito di quella dei serramenti in legno, che principalmente per la concorrenza di quelli in PVC, nel medesimo periodo hanno visto ridurre la loro quota di mercato in valore dal 45% al 38%, mentre i serramenti in alluminio non hanno subito nel tempo significative variazioni, e sono caratterizzati da un trend solo lievemente in diminuzione, essendo passati dal 39% del 2008 al 36% del 2016.

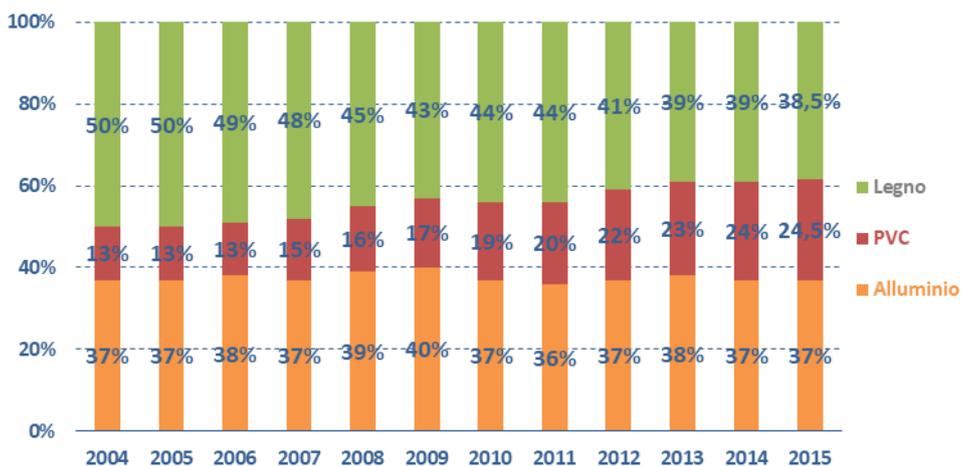


Figura 4.5 - Finestre vendute nel settore residenziale per materiale (%), anni 2004-2015 (Fonte: Elaborazioni UNICMI su dati ISTAT)

Nel 2016 il valore del mercato complessivo dei serramenti in PVC si è attestato intorno ai 990 milioni di euro, quello dei serramenti in legno intorno ai 1.420 milioni di euro, il mercato dei serramenti metallici intorno ai 1.400 milioni di euro. Per quanto riguarda le unità di finestre vendute, la preminenza va sempre

alle finestre in PVC, che costituiscono il 34,2% del totale e a seguire, le finestre in alluminio, con il 33,1% e quelle in legno con il 32,7%³³.

L'incremento delle quote di mercato dei serramenti in PVC è chiaramente dovuto al loro buon rapporto qualità prezzo, che a parità di prestazioni termiche richieste per accedere agli incentivi fiscali, ha un prezzo medio di vendita più basso di altre tipologie, anche per le maggiori importazioni di questi prodotti, dal 2012 in poi, da paesi quali Polonia e Romania, a prezzi più bassi di quelli degli storici fornitori, Germania ed Austria, dai quali, comunque, l'Italia importa ancora serramenti in PVC. Nel 2016 le importazioni complessive di serramenti in PVC (considerando tutti i fornitori, non solo i quattro principali su indicati), hanno raggiunto un valore totale di mercato e quindi un prezzo finale all'utente, pari a circa 200 milioni di euro, grossomodo il 7% del totale del mercato dei serramenti³⁴. L'impatto risulta quindi numericamente trascurabile ai fini del valore globale del mercato, ma contribuisce comunque ad influenzare l'andamento dei prezzi minimi di riferimento per i consumatori finali.

Di fronte alla concorrenza dei serramenti in PVC, in questi ultimi anni le aziende dei serramentisti in alluminio hanno maggiormente rivolto la loro produzione verso prodotti di media e alta gamma, rispondendo quindi alla domanda di una fascia di utenza medio-alta: negli ultimi anni si è osservata di fatto una riduzione delle unità vendute e parimenti una stabilità del volume di affari sul mercato.

Rispetto al prezzo medio di mercato, calcolato come media dei prezzi di tre tipologie di finestre nei tre materiali più ricorrenti, i serramenti in PVC costano circa il 20% in meno rispetto alla media, i serramenti in alluminio il 4% in più, i serramenti in legno il 13% in più³⁵.

Quanto risulta dal mercato trova conferma nei dati contenuti nelle richieste di detrazione finora trasmesse ad ENEA per usufruire delle detrazioni fiscali del 65%: anche per il 2016 la quota maggiore di serramenti installati è rappresentata dai serramenti in PVC (per lo più con vetro basso emissivo), che complessivamente costituiscono più del 50% del totale delle richieste per interventi di questo tipo, seguiti da quelli in alluminio, quasi esclusivamente a taglio termico, con il 17% delle richieste, e da quelli in legno, con il 14%.

Sembra trovare conferma anche la timida ripresa nell'ultimo anno dell'edilizia e in particolare degli interventi di riqualificazione degli edifici esistenti: a tre mesi dal termine della finanziaria 2016 risultano già trasmesse ad ENEA complessivamente circa 360.000 richieste di detrazione, superando quindi già da ora le circa 331.000 richieste complessivamente trasmesse nel 2015. Analogamente, le richieste di detrazione ai sensi del comma 345b (che comprendono la gran parte degli interventi di sostituzione dei serramenti) finora trasmesse, risultano circa 186.000, superiori già da ora delle circa 181.000 richieste ai sensi del medesimo comma trasmesse nel 2015.

Le Associazioni di categoria ritengono gli incentivi fiscali una componente strutturale della domanda senza la quale il settore andrebbe incontro ad un drastico ridimensionamento. E che il loro mantenimento risulta essenziale per accompagnare la modesta ripresa della domanda che si può rilevare nel segmento residenziale e che impiegherà diversi anni per tornare ai livelli ante crisi.

10.4 Un approccio integrato al recupero edilizio e alla riqualificazione energetica

Le esperienze comunali confermano il processo in atto di evoluzione verso un'edilizia sempre più attenta ai temi della sostenibilità ambientale. Sono 1.251 i comuni italiani che hanno modificato i propri regolamenti edilizi introducendo parametri di sostenibilità, rappresentativi del 15,6% dei comuni italiani e una popolazione coinvolta che sfiora ormai i 24 milioni di abitanti. I temi più affrontati sono l'isolamento termico, del fotovoltaico e del solare termico. Per quanto riguarda la diffusione geografica dei regolamenti sostenibili, a primeggiare sono soprattutto le Regioni del Centro-Nord Italia con Lombardia (503 comuni),

³³ UNICMI, Op. cit.

³⁴ UNICMI, Op. cit.

³⁵ UNICMI, Op. cit.

Toscana (148), Emilia Romagna (139), Piemonte (104) e Veneto (102). Ma anche nel Sud Italia crescono le amministrazioni che introducono nei regolamenti edilizi l'obbligo delle fonti rinnovabili, l'orientamento degli edifici e l'isolamento termico all'interno dei regolamenti edilizi.

Tabella 4.2 - Obblighi e incentivi dei comuni i cui regolamenti edilizi includono parametri di sostenibilità (Fonte: Legambiente)

Tema	Comuni	Obblighi	Incentivi
Isolamento termico	1.038	1.026 Comuni in cui è presente un obbligo su limiti di trasmittanza edifici	124 Comuni in cui si incentivano le azioni che portano a un miglioramento delle prestazioni dell'edificio
Isolamento acustico	405	322 Comuni in cui l'obbligo si riferisce al limite nazionale	52 Comuni in cui si incentivano livelli di isolamento maggiori di quelli obbligatori
Serramenti	653	606 Comuni in cui l'obbligo si riferisce ai parametri di trasmittanza per fascia climatica stabiliti a livello nazionale	129 Comuni in cui si incentivano miglioramenti nelle prestazioni rispetto ai livelli base
Tetti verdi	446	406 Comuni in cui l'inserimento del tema è a fini di promozione	31 Comuni in cui si incentiva la tecnologia
Orientamento e schermatura	652 (orientamento) 643 (schermatura)	447 Comuni in cui i requisiti sono obbligatori contemporaneamente	-
Pompe di calore e caldaie a condensazione	306 (pompe di calore) 295 (caldaie a condensazione)	264 Comuni in cui l'inserimento del tema è a fini di promozione	-
Contabilizzazione individuale del calore	442	391 Comuni in cui è il requisito è cogente in caso di nuovi edifici o installazione/sostituzione del sistema di produzione di calore	-
Ventilazione meccanica	460	122 Comuni in cui è presente l'obbligo per nuovi edifici e grandi ristrutturazioni	38 Comuni in cui si incentiva la tecnologia
Teleriscaldamento	349	235 Comuni in cui l'allaccio è obbligatorio se presente una rete entro 1.000 metri	

11 Riferimenti bibliografici

- [1] UNI 9182:2010, Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo.
- [2] UNI/TS 11300-2, Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali (2014).
- [3] Decreto interministeriale 26/06/2015. Descrizione dell'edificio di riferimento e parametri di verifica, Capitolo 3, Allegato 1, Appendice A
- [4] Eurostat. (2013). Manual for statistics on energy consumption in households, disponibile in: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5935825/KS-GQ-13-003-EN.PDF/baa96509-3f4b-4c7a-94dd-feb1a31c7291>
- [5] Commission Delegated Regulation (EU) No 65/2014 of 1 October 2013 supplementing Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council with regard to the energy labelling of domestic ovens and range hoods (2014). Gazzetta ufficiale dell'Unione europea.
- [6] Commission Regulation (EU) No 66/2014 of 14 January 2014 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for domestic ovens, hobs and range hoods (2014). Gazzetta ufficiale dell'Unione europea.
- [7] CEI EN 60350-2, Household electric cooking appliances - Part 2: Hobs - Methods for measuring performance (2013).
- [8] Presutto M., Villani M. G., Scarano D., Fumagalli S. (2010). Il mercato degli elettrodomestici e la sua evoluzione temporale, Report RdS/2010/255, disponibile in: http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/tecnologie-riduzione-consumi/5-rapporto-indagine-mercato.pdf
- [9] Cooperativa Sociale Eliante Onlus. Forni Elettrici a Incasso, disponibile in www.eurotoppen.it (ultimo accesso: luglio 2017).
- [10] Hager T. J., Morawicki R. (2013). Energy consumption during cooking in the residential sector of developed nations: a review, *Food Policy*, Vol. 40, pp. 54-63. DOI: [10.1016/j.foodpol.2013.02.003](https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.02.003)
- [11] DOE (2012). Energy Conservation Program: Test Procedures for Conventional Cooking Products, DOE, USA, disponibile in: https://energy.gov/sites/prod/files/2015/06/f23/conventional_ovens_tp_finalrule.pdf
- [12] Conti P. *et al.* (2011). Definizione di una metodologia per l'audit energetico negli edifici ad uso residenziale e terziario, Report RdS/2011/143, disponibile in: http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/risparmio-energia-settore-civile/rds-143.pdf
- [13] AEEG, Monitoraggio Retail – Aggiornamento del rapporto per gli anni 2014 e 2015, Rapporto 168/2017/I/COM, disponibile in: <http://www.autorita.energia.it/allegati/docs/17/168-17.pdf>
- [14] AEEGSI. Condizioni economiche di fornitura del gas naturale per il servizio di tutela, disponibile in: http://www.autorita.energia.it/it/dati/condec_gas.htm
- [15] Regolamento (CE) n. 643/2009 della Commissione del 22 luglio 2009 recante modalità di applicazione della direttiva 2005/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile degli apparecchi di refrigerazione per uso domestico, Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea del 23 luglio 2009
- [16] Regolamento delegato (UE) n. 1060/2010 della Commissione del 28 settembre 2010 che integra la direttiva 2010/30/UE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda l'etichettatura indicante il consumo d'energia degli apparecchi di refrigerazione per uso domestico, Gazzetta ufficiale dell'Unione europea del 30 novembre 2010
- [17] Fracastoro G. V., Serraino M. (2009). Valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici alla scala provinciale, Politecnico di Torino, Torino, disponibile in: http://www.provincia.torino.gov.it/ambiente/file-storage/download/energia/pdf/relazione_polito_eff_finale.pdf

- [18] Caldera M., Puglisi G., Zanghirella F., Margiotta F., Ungaro P., Talucci V., Cammarata G. (2017). Proposal of a survey-based methodology for the determination of the energy consumption in the residential sector, *International Journal of Heat and Technology*, Vol. 35, Sp. 1, pp. S152-S158, DOI: [10.18280/ijht.35Sp0121](https://doi.org/10.18280/ijht.35Sp0121)

12 Abbreviazioni ed acronimi

Simboli

<i>c</i>	capacità termica, kJ/(kg.K)
ε	efficienza
<i>EC</i>	consumo di energia, kWh
<i>ED</i>	fabbisogno di energia, kWh
<i>EEl</i>	indice di efficienza energetica, %
<i>G</i>	numero di giorni
<i>HDD</i>	gradi giorno per riscaldamento
<i>n</i>	numero di persone
<i>Q</i>	calore, kWh
<i>S</i>	superficie, m ²
<i>SEC</i>	consumo di energia standard, kWh o MJ
<i>T</i>	temperatura, K
<i>V</i>	volume, m ³ oppure litri

Pedici

apt	appartamento
c	apparecchio di refrigerazione
eq	equivalente
h	cappa
m	modello
occ	occupanti/persone
s	indagine
w	acqua

Abbreviazioni e acronimi

DTC	classi di edifici tipo
GFA	appartamento al piano terra
MFA	appartamento a un piano intermedio
MFH	abitazione multi-famigliare
SFH	abitazione mono-famigliare
TFA	appartamento all'ultimo piano

Allegato I

Tariffe medie per il gas naturale per i clienti domestici aderenti al Servizio di maggior tutela nel periodo compreso tra il II semestre 2012 e il II semestre 2013. Le tabelle riportano i prezzi relativi ai servizi di vendita e ai servizi di rete per la quota energia e la quota fissa, suddivisi per ambito territoriale. I valori riportati nelle tabelle rappresentano elaborazioni ENEA su dati AEEGSI.

Valle d'Aosta, Piemonte, Liguria	CLIENTI DOMESTICI		
	Servizi di vendita	Servizi di rete	TOTALE
Quota energia (€/Sm³)			
Sm ³ /anno: da 0 a 120		0,062260	0,472081
da 121 a 480		0,178570	0,588391
da 481 a 1.560		0,156001	0,565823
da 1.561 a 5.000	0,409822	0,151601	0,561423
da 5.001 a 80.000		0,128114	0,537936
da 80.001 a 200.000		0,093741	0,503562
da 200.001 a 1 mln		0,076406	0,486227
oltre 1 mln		0,066201	0,476022
Quota fissa (€/anno)	40,34	41,314000	81,654000

Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna	CLIENTI DOMESTICI		
	Servizi di vendita	Servizi di rete	TOTALE
Quota energia (€/Sm³)			
Sm ³ /anno: da 0 a 120		0,058454	0,468276
da 121 a 480		0,158257	0,568078
da 481 a 1.560		0,137087	0,546908
da 1.561 a 5.000	0,409822	0,132687	0,542508
da 5.001 a 80.000		0,113014	0,522835
da 80.001 a 200.000		0,084214	0,494035
da 200.001 a 1 mln		0,069633	0,479455
oltre 1 mln		0,061568	0,471390
Quota fissa (€/anno)	40,34	30,268000	70,608000

Toscana, Umbria, Marche	CLIENTI DOMESTICI		
	Servizi di vendita	Servizi di rete	TOTALE
Quota energia (€/Sm³)			
Sm ³ /anno: da 0 a 120		0,059138	0,468959
da 121 a 480		0,183491	0,593312
da 481 a 1.560		0,160241	0,570062
da 1.561 a 5.000	0,409822	0,155841	0,565662
da 5.001 a 80.000		0,130495	0,540317
da 80.001 a 200.000		0,093406	0,503228
da 200.001 a 1 mln		0,074729	0,484550
oltre 1 mln		0,063481	0,473303
Quota fissa (€/anno)	40,34	33,882000	74,222000

Abruzzo, Molise, Puglia, Basilicata	CLIENTI DOMESTICI		
	Servizi di vendita	Servizi di rete	TOTALE
Quota energia (€/Sm³)			
Sm ³ /anno: da 0 a 120		0,056611	0,466433
da 121 a 480		0,210999	0,620820
da 481 a 1.560		0,185204	0,595025
da 1.561 a 5.000		0,180804	0,590625
da 5.001 a 80.000	0,409822	0,148518	0,558340
da 80.001 a 200.000		0,101289	0,511111
da 200.001 a 1 mln		0,077600	0,487421
oltre 1 mln		0,062458	0,472279
Quota fissa (€/anno)	40,34	27,062000	67,402000

Lazio, Campania	CLIENTI DOMESTICI		
	Servizi di vendita	Servizi di rete	TOTALE
Quota energia (€/Sm³)			
Sm ³ /anno: da 0 a 120		0,058170	0,467991
da 121 a 480		0,237035	0,646856
da 481 a 1.560		0,209166	0,618988
da 1.561 a 5.000		0,204766	0,614588
da 5.001 a 80.000	0,409822	0,166825	0,576646
da 80.001 a 200.000		0,111332	0,521153
da 200.001 a 1 mln		0,083558	0,493379
oltre 1 mln		0,065242	0,475064
Quota fissa (€/anno)	40,34	36,496000	76,836000

Calabria, Sicilia	CLIENTI DOMESTICI		
	Servizi di vendita	Servizi di rete	TOTALE
Quota energia (€/Sm³)			
Sm ³ /anno: da 0 a 120		0,053549	0,463371
da 121 a 480		0,300763	0,710585
da 481 a 1.560		0,267104	0,676925
da 1.561 a 5.000		0,262704	0,672525
da 5.001 a 80.000	0,409822	0,208969	0,618791
da 80.001 a 200.000		0,130401	0,540222
da 200.001 a 1 mln		0,091220	0,501042
oltre 1 mln		0,064043	0,473865
Quota fissa (€/anno)	40,34	46,810000	87,150000

Allegato II

E' riportato l'elenco delle CCIAA considerate per la raccolta dei prezzi del GPL e i siti web consultati.

1. CCIAA Cuneo
<http://www.cuneoprezzi.it/ingrosso/ENERGETICI/>
2. CCIAA Aosta
<http://www.ao.camcom.it/listino.aspx>
3. CCIAA Brescia
http://www.bs.camcom.it/index.phtml?Id_VMenu=258
4. CCIAA Varese
http://www.va.camcom.it/Prodotti_petroliiferi/311
5. CCIAA Trento
<http://www.tn.camcom.it/imprenditore/listini-dei-prezzi-rilevati-dalla-camera-di-commercio/listino-provinciale-dei-prezzi>
6. CCIAA Treviso
http://www.tv.camcom.gov.it/docs/Bisogni/di-Indici-aggiornamento_borsa_merci.html cvt.html#archivio_storico
7. CCIAA Trieste http://www.ts.camcom.it/uffici/nome=Prodotti+Petroliiferi+&id_po=8&id_ufficio=37
8. CCIAA Genova
http://www.ge.camcom.it/IT/Page/t01/view_html?idp=384
9. CCIAA Bologna
<http://www.bo.camcom.gov.it/regolazione-del-mercato/borsa-merci-e-rilevazione-prezzi/petroliiferi/carburanti-anno-2017>
10. CCIAA Reggio Emilia
<http://www.re.camcom.gov.it/Sezione.jsp?idSezione=4728>
11. CCIAA Firenze,
http://www.fi.camcom.gov.it/listini_prezzi_settimanali.asp?ln=&idtema=1&page=informazioni&index=10&order=a1&idtemacat=1&idcategoria=6126
12. CCIAA Perugia
<http://www.pg.camcom.gov.it/P42A278C94S16/Listino-prezzi-petroliiferi.htm>
13. CCIAA Pesaro Urbino
<https://www.ps.camcom.gov.it/regolazione-del-mercato/ufficio-prezzi/prezzi-petroli/anni-precedenti>
14. CCIAA Roma
http://www.rm.camcom.it/pagina1132_quotazioni-prodotti-petroliiferi.html
15. CCIAA L'Aquila
http://www.cciaa-aq.it/pagina1605_listini-petroliiferi.html
16. CCIAA Campobasso
http://www.cb.camcom.it/index.php?option=com_content&view=article&id=321&Itemid=217
17. CCIAA Caserta
<http://www.ce.camcom.it/default.asp?idtema=1&idtemacat=1&page=informazioni&action=read&index=1&idininformazione=46257>
18. CCIAA Bari
http://www.ba.camcom.it/index.php?cat=Listini+prodotti+petroliferi&id_categoria=67&id_sottocategoria1=70&tasto=70
19. CCIAA Cagliari
http://www.ca.camcom.it/IT/Page/t01/view_html?idp=614
20. CCIAA Sassari
http://www.ss.camcom.it/index.php?option=com_content&view=article&id=287:listino-dei-prodotti-petroliiferi&catid=80&Itemid=325