

Allegato C

GREEN ENERGY RETROFIT REPORT 2011

**Rapporto per il Retrofit
Energetico Sostenibile**

*Comune di
Trezzo sull'Adda*

Documento redatto da:

POLITECNICO DI MILANO



Dipartimento di
Scienza e Tecnologie dell'Ambiente Costruito
**Building Environment Science and Technology
BEST**

Documento elaborato all'interno del Piano di Azione per l'Energia Sostenibile.
Situazione aggiornata a Luglio 2011

Coordinamento: Prof. Arch. Giuliano Dall'O'
Arch. Ph.D. Annalisa Galante

Gruppo di lavoro: Ing. Stefania Migheli
Arch. Giulia Pasetti
Ing. Maria Elisabetta Pili
Ing. Nicola Sanna
Arch. Valeria Tonetti
Arch. Martina Ventura

INDICE

1. PREMESSA	4
1.1 Obiettivi del Rapporto, 4	
1.2 Stock edilizio e stato di conservazione, 5	
2. METODOLOGIA DI INDAGINE	7
2.1 Calcolo della superficie utile dei serramenti, 8	
2.2 Calcolo della superficie dell'involucro opaco, 9	
2.3 Coperture per fonti rinnovabili, 11	
2.4 Calcolo dei potenziali di risparmio, 11	
3. POTENZIALI DI INTERVENTO	13
3.1 Sostituzione dei serramenti, 13	
3.2 Installazione del cappotto termico, 14	
3.3 Isolamento delle coperture, 15	
3.4 Installazione degli impianti solari in copertura, 15	
4. SCENARI DI INTERVENTO	17
4.1 Ipotesi per il calcolo degli scenari, 17	
4.2 Sintesi dei risultati, 18	
5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	20
ALLEGATO A. SCHEDE INTERVENTO SETTORE EDILIZIO	21
ED01 – Riqualificazione involucro, 22	
ED02 – Sostituzione generatore, 23	
ED03 – Riqualificazione impianto termico – Regolazione e contabilizzazione calore, 24	
ED04 – Riqualificazione impianto di illuminazione, 25	
ED05 – Sostituzione apparecchiature elettriche & supporti tecnologici, 26	
ED06 – Impianto fotovoltaico (domestico), 27	
ED07 – Solare termico (domestico), 28	
ALLEGATO B. SINTESI DEI POTENZIALI DI INTERVENTO BAU2020-OB.2020	29
ALLEGATO C. POTENZIALI DI INTERVENTO REALI BAU2020- OB.2020	30

1. PREMESSA

1.1 Obiettivi del Rapporto

La ricerca ha origine dalla necessità di implementare una procedura per contabilizzare il potenziale di risparmio dovuto al retrofit energetico degli edifici all'interno dei Piani di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) o Sustainable Energy Action Plan (SEAP), strumento di cui si devono dotare i Comuni firmatari del programma europeo "Patto dei Sindaci".

Lo studio nasce da un'indagine svolta attraverso rilievi sul campo, mappature e analisi su cartografie georeferenziate, del patrimonio edilizio residenziale di alcuni Comuni della Provincia di Milano tra i 7.700 e i 30.000 abitanti.

L'analisi fa riferimento a un'elaborazione della matrice anno di costruzione/tipologia edilizia elaborata dall'ISTAT (l'Istituto Italiano di Statistica) sulla base dell'evoluzione storica di ciascun Comune considerato e individua lo **stato di conservazione** e le **potenzialità di intervento di possibili azioni di retrofit energetico sugli edifici**. In particolare si concentra sullo stato di conservazione dell'involucro opaco e trasparente e sulla relativa valutazione del potenziale di intervento di isolamento a cappotto, sostituzione dei serramenti e isolamento delle coperture.

Lo studio, inoltre, dimostra come sia possibile attuate, ai fini della redazione di Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile, **approcci semplificati per la promozione di interventi sull'edilizia esistente** a livello territoriale, facendo emergere nuovi benchmark per l'analisi energetica diffusa e vincoli oggettivi di penetrazione delle nuove tecnologie nel mercato della riqualificazione energetica del costruito.

Per valutare gli effetti che determinate azioni possono avere sul territorio comunale, è stato necessario simulare lo stato di fatto delle caratteristiche energetiche del comparto edilizio esistente e applicare le misure di efficienza previste, ponendosi obiettivi di qualità migliorativi, fino a raggiungere risultati soddisfacenti in termini di costi e benefici ambientali.

Per questo motivo, attraverso **rilievi sul campo**, affiancati da **mappature e analisi su cartografie georeferenziate**, è stata sviluppata una metodologia di indagine per la valutazione tecnico-economica e ambientale degli interventi di retrofit, che indica il potenziale di risparmio energetico conseguibile dall'intero comparto edilizio di ciascun territorio.

In **Fig. 1** sono indicate le emissioni di CO₂ suddivise per settore, individuate a Trezzo sull'Adda. Come si può notare, il comparto **edilizio residenziale** è responsabile del **44,3%** delle emissioni e, se sommato a quello degli edifici pubblici (1,8%) e del terziario e commerciale (21,6%) non oggetto dell'indagine, raggiunge il **67,7%** delle emissioni totali.

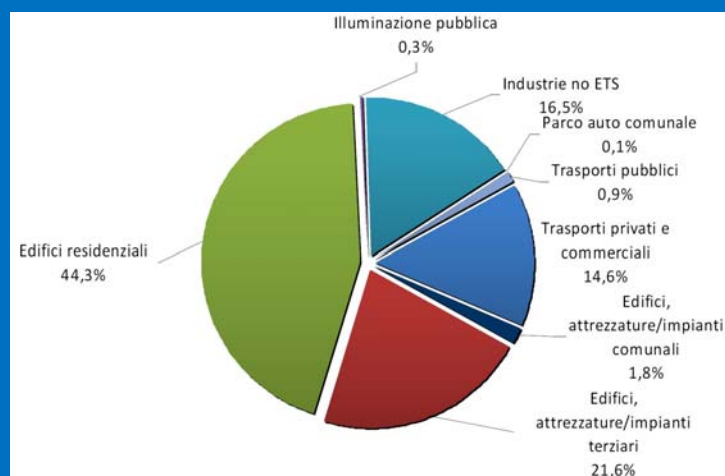


Fig. 1 – Ripartizione pro-capite delle emissioni CO₂ al 2005: sintesi per settore (fonte: dati comunali elaborati da Infoenergia).

Per quanto analizzato, il settore residenziale risulta sicuramente un settore dove sarà necessario intervenire con azioni mirate di sensibilizzazione e incentivazione per rispettare gli obiettivi prefissati dal PAES, ossia la **riduzione delle emissioni totali di CO₂ a livello territoriale di almeno il 20%**.

Per questo lo scopo principale della metodologia è stato quello di individuare le reali potenzialità territoriali di retrofit e di facilitare la valutazione del potenziale risparmio energetico dell'intero patrimonio edilizio residenziale comunale, fornendo uno strumento, alle Amministrazioni locali e agli operatori di settore, per l'attuazione di strategie pianificate che mirino a un'integrazione dei requisiti energetici nei processi di riqualificazione edilizia.

1.2 Stock edilizio e stato di conservazione

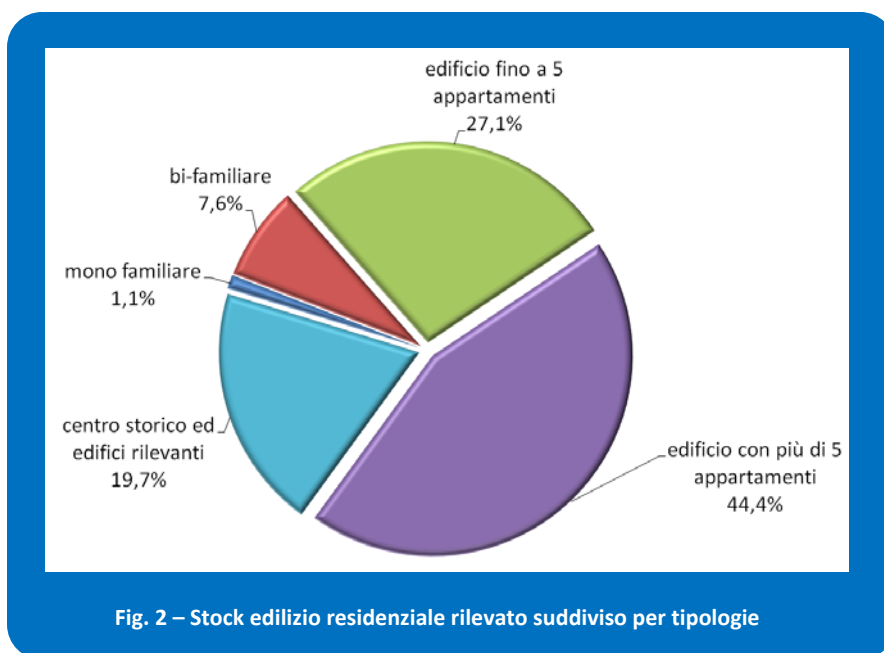
Il Comune di Trezzo sull'Adda è stato oggetto dell'indagine di rilievo avviata tra settembre 2010 e maggio 2011, contestualmente alla redazione del PAES.

Il territorio conta **12.370 abitanti** (dati ISTAT 2010) su un'estensione territoriale di **12,85 km²**, con una **densità di 958 abitanti/km²** e un numero di **appartamenti pari a 5.093**, stimati in base al numero di famiglie presenti.

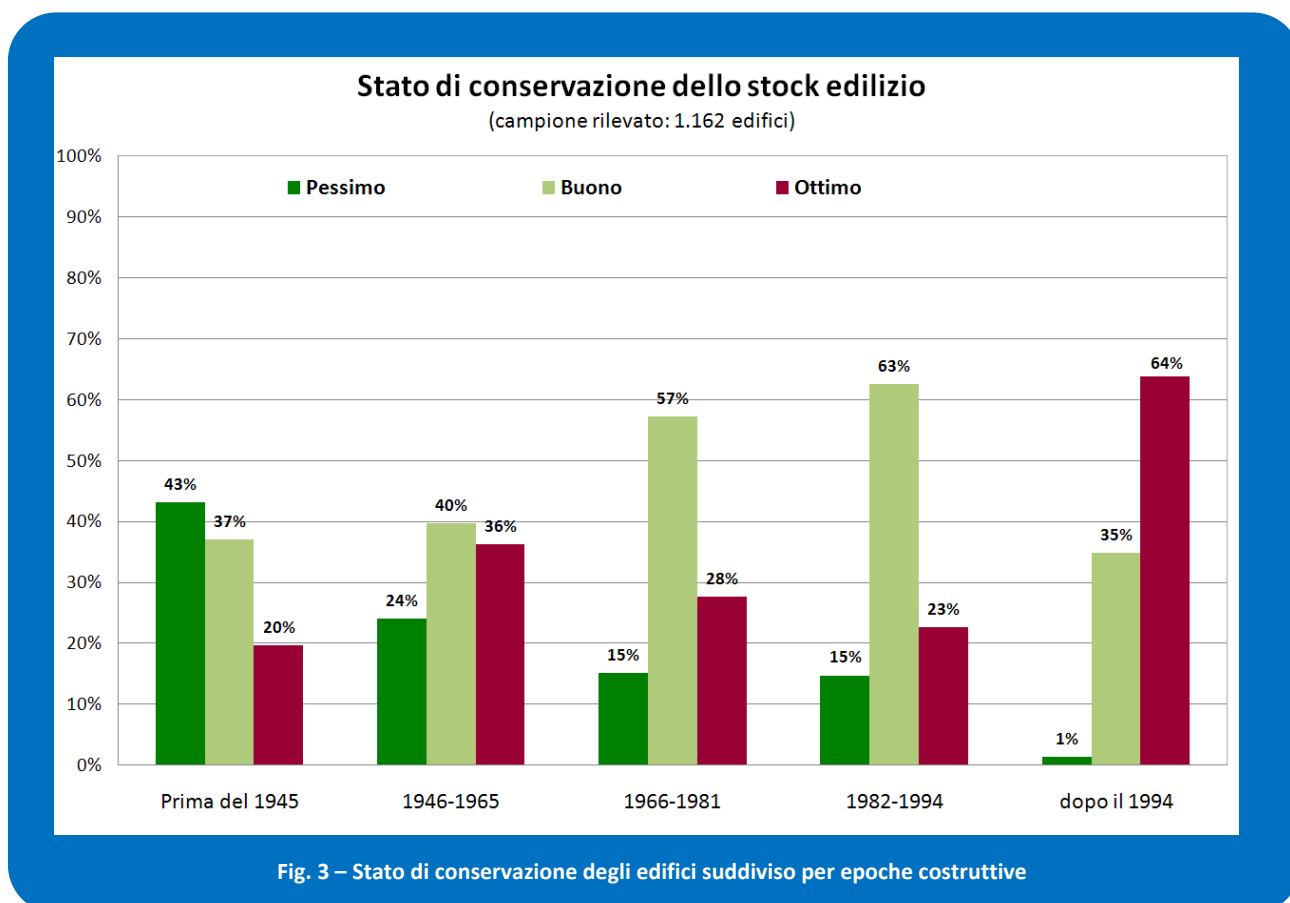
L'indagine condotta dal Dipartimento BEST del Politecnico di Milano [1] [2] [3] mira a valutare il potenziale effettivo di retrofit sul totale degli edifici residenziali presenti nel Comune, esclusi quelli di proprietà comunale, gli edifici adibiti a terziario e commerciale e i piani terra adibiti a negozi.

Generalmente le analisi condotte sul potenziale degli interventi sul territorio si basano su dati statistici (ISTAT), [4] salvo alcuni studi [5] [6] [7] [8] [9], anche molto recenti [9], effettuati con indagini campionarie su edifici tipologicamente significativi di epoche costruttive definite a priori, che hanno comportato, però, errori di stima dovuti all'estensione delle caratteristiche geometriche dei campioni a tutti gli altri edifici presenti sul territorio della stessa epoca e tipologia.

In questo studio, invece, il campione considerato per l'indagine è pari a **1.162 edifici**, per una superficie totale occupata di **445.674 m²**, ripartita in tipologie edilizie come indicato nel grafico di **Fig. 2**. Come si può notare, la maggior parte degli edifici esistenti è costituita da quelli con più di 5 appartamenti (**44,4%**), seguiti da quelli con meno di 5 appartamenti assimilabili a piccoli condomini (**27,1%**) e da quelli del centro storico (**19,7%**)



Nel grafico di **Fig. 3** vengono elaborati i risultati del rilievo puntuale dello stato di conservazione degli edifici (basato sul calcolo delle superfici dell'involucro) suddivisi per epoche costruttive. Si può notare come, per epoche più recenti, diminuiscano significativamente gli edifici in pessimo stato a fronte di quelli in ottimo stato (**64%** per gli edifici costruiti dopo il 1994), oltretutto è possibile notare come la percentuale media di edifici in buono (**46%**) e ottimo (**34%**) stato sia abbastanza elevata e questo giustifica un potenziale massimo di intervento contenuto sulla parte involucro, come si vedrà nei prossimi paragrafi.



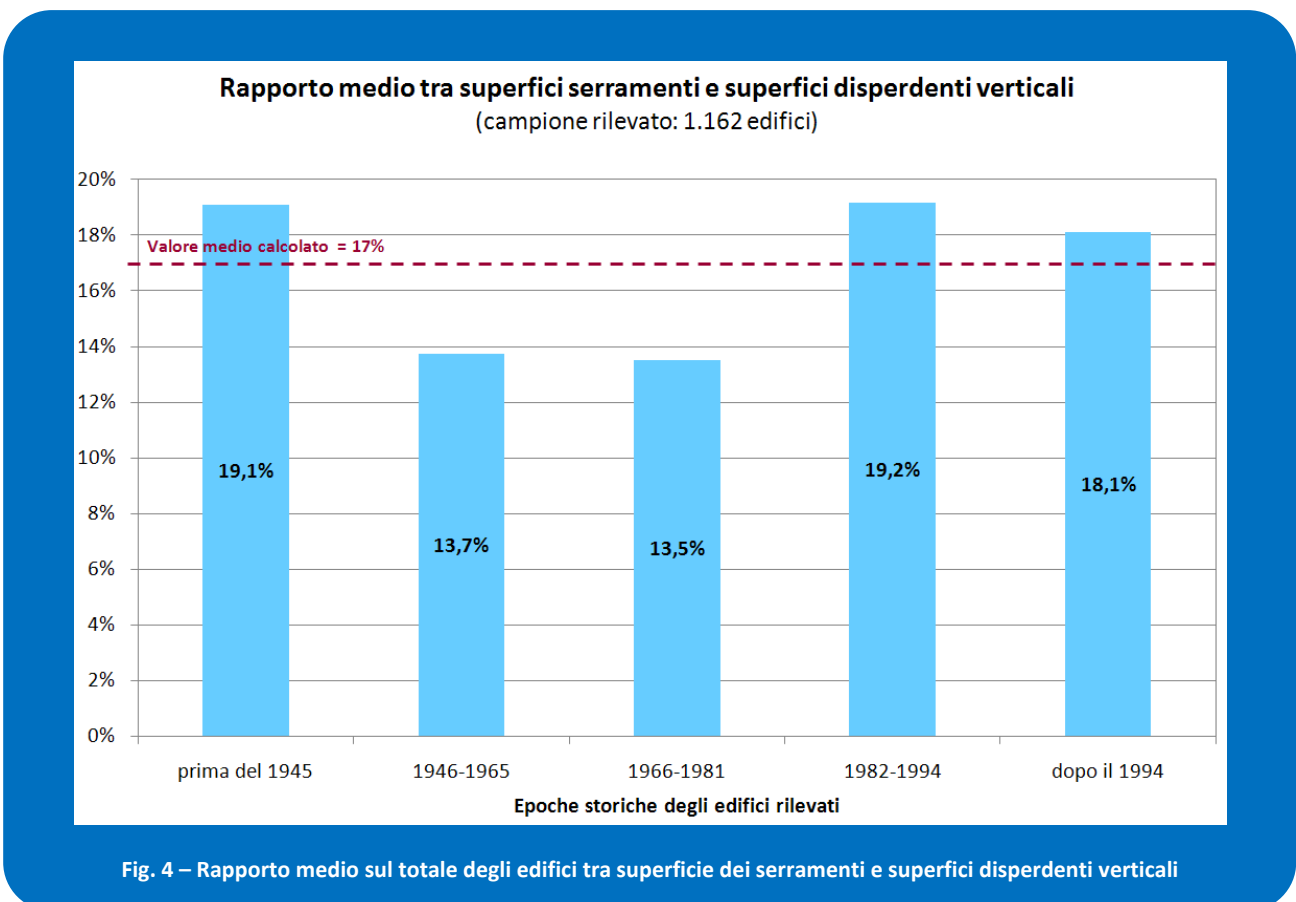
2. METODOLOGIA DI INDAGINE

Per capire il reale potenziale di intervento di retrofit, è stato necessario estendere a tutti gli edifici del Comune il **rilevato speditivo puntuale sul campo**, combinato con l'analisi su sistemi georeferenziati standard (soprattutto per gli orientamenti e superfici di copertura), delle seguenti caratteristiche:

- epoca costruttiva;
- tipologia edilizia;
- materiale e tipologia dei serramenti;
- potenzialità di installazione del cappotto;
- stato di conservazione (pessimo, buono, ottimo);
- tipologia della copertura (tetto piano o a falda);
- presenza di impianti a fonti rinnovabili;
- numero di piani abitati;
- presenza di piani terra commerciali.

Prima del rilievo, è stata necessaria una completa **classificazione in soglie storiche** (definite a priori) degli edifici, attraverso le cartografie di sviluppo del territorio.

L'indagine cartografica iniziale ha permesso di individuare le aree vincolate del Centro Storico e quelle di espansione successive, in modo da poter preparare al meglio il progetto di rilievo. Un limite di questo tipo di ricerca cartografica è quello di conoscere la prima edificazione degli edifici, senza individuare, però, eventuali ristrutturazioni o demolizioni e ricostruzioni sullo stesso sedime, che abbiano portato a miglioramenti della prestazione energetica degli edifici.



Per questo si è reso necessario effettuare un rilievo sul campo numerando i singoli edifici e individuando le caratteristiche già descritte sopra.

In particolare, per le superfici vetrate è stato necessario eseguire un'indagine fotografica preliminare per costruire l'abaco dei serramenti e la conseguente assegnazione a priori, per tipologie omogenee, di rapporti superficie trasparente/superficie disperdente verticale totale.

Il calcolo è stato fatto sulla base dei metri quadri rilevati degli edifici del Comune e, come mostrato in **Fig. 4**, è stato possibile ricavare un valore medio di rapporto per epoche costruttive pari al **17%**. Dopo il rilievo *in situ* è stato necessario un lavoro di analisi su cartografia CAD per il calcolo puntuale di:

- area di ingombro dell'edificio;
- perimetro dell'edificio;
- area superfici trasparenti;
- area superfici opache;
- area della copertura in pianta;
- orientamento delle falde.

Dall'analisi sul Comune di Trezzo sull'Adda è emerso un valore medio del rapporto tra superfici di copertura e superfici disperdenti totale pari al **26%**, che conferma, in linea di massima, il dato medio nazionale normalmente considerato delle dispersioni dovute agli elementi di copertura pari a 1/3 delle dispersioni totali.

In **Tab. 1** sono riportati i coefficienti S/V (superficie disperdente/Volume riscaldato) calcolati e suddivisi in epoche costruttive, da cui emerge chiaramente come, in epoche più recenti, è possibile trovare edifici tipologicamente vicini a piccoli edifici in linea o multipiano (tipicamente tra i 6 e i 16 appartamenti con S/V intorno a 0,6), mentre anteriormente agli anni '70 troviamo edifici più isolati con S/V più elevati. L'S/V medio calcolato sugli edifici rilevati di Trezzo sull'Adda è pari a **0,71**, che conferma quanto rilevato già nel grafico in Fig. 2 sulle tipologie multipiano.

Tab. 1 – Rapporto tra superfici disperdenti totali e volumi riscaldati		
Epoca	Trezzo sull'Adda	Media per epoca*
prima del 1945	0,73	0,71
1946-1965	0,77	0,76
1966-1981	0,74	0,72
1982-1994	0,65	0,68
dopo il 1994	0,67	0,68
Media per Comune*	0,71	0,71

**Le medie sono state calcolate sul totale delle indagini effettuate su oltre 8.000 edifici situati in Comuni della Provincia di Milano.*

2.1 Calcolo della superficie utile e dei serramenti

I dati rilevati permettono solo di conoscere l'ingombro degli edifici, perciò per le successive elaborazioni è necessario conoscere la superficie netta di pavimento, calcolata come in Eq. (1):

$$A_{netta} = A_{lorda} \cdot n_{piani} \cdot 0,7 \quad (1)$$

Dove:

- A_{lorda} misurata in m^2 è l'ingombro dell'edificio calcolato tramite software CAD;
- n_{piani} è pari al numero di piani effettivi rilevati;
- 0,7 è un coefficiente che considera, mediamente, la differenza tra area netta rispetto a quella lorda misurata.

Per conoscere le aree delle superfici vetrate è stata utilizzata l'Eq. (2):

$$A_{serram} = P \cdot h \cdot f_w \quad (2)$$

Dove:

- P misurato in m è il perimetro dell'edificio calcolato tramite software CAD;
- h , ossia l'altezza dell'edificio, è stata ottenuta considerando un'altezza interpiano di 3 m ;
- f_w è la percentuale di superfici trasparenti rispetto all'area lorda di quelle disperdenti verticali.

Le aree delle superfici dei serramenti sono state suddivise, grazie al rilievo puntuale, in vetri singoli o doppi, in tal modo si sono ottenuti i totali in m^2 di vetri singoli, su cui è auspicabile un intervento, e di vetri doppi, su cui non sono previsti interventi.

2.2 Calcolo della superficie dell'involucro opaco

Per procedere al calcolo delle superfici opache, potenzialmente oggetto di intervento con cappotto termico esterno, si è stabilito di suddividere il rilievo delle facciate in superfici:

- “**cappottabili**” che indicano la possibilità di intervenire con un cappotto esterno, ossia facciate di un edificio in pessime condizioni, con pareti intonacate e non isolate;
- “**potenzialmente cappottabili**”, ossia le facciate degli edifici in buone condizioni, intonacate e non isolate;
- “**non cappottabili**”, ovvero le facciate degli edifici vincolati o in ottimo stato, rivestite o già isolate esternamente.

Per questa suddivisione, nelle matrici di calcolo del potenziale, sono state fatte ulteriori verifiche a posteriori sui dati rilevati, considerando anche i seguenti parametri: epoca di costruzione, presenza di vincoli architettonici e materiale dell'involucro (esempio mattoni faccia a vista o piastrelle).

Come si può vedere dalla **Tab. 2**, è stato, per esempio, presupposto che gli edifici costruiti prima degli anni '80 non fossero isolati, dunque un intervento è stato considerato auspicabile, mentre in edifici costruiti tra gli anni '80 e '90 si è ipotizzato un isolamento parziale e in quelli costruiti dopo il 1995 (post legge 10/91) non sia strettamente necessario un intervento. Sugli edifici sottoposti a vincolo monumentale non è possibile intervenire, mentre sugli edifici a cui è richiesto il mantenimento del fronte si può intervenire sui fronti non interessati dal vincolo o/e parzialmente all'interno. Lo stato di conservazione permette di sapere se è prevedibile a breve un intervento sulle facciate. Nel caso lo stato sia pessimo un intervento per il ripristino delle pareti è necessario e dunque contestualmente verrà effettuato il recupero energetico. Se lo stato è ottimo l'edificio è stato appena rinnovato o si è mantenuto in ottime condizioni, dunque non si prevedono interventi sulle facciate. Se invece lo stato è buono l'edificio non necessita di un immediato intervento, ma è possibile che vi siano interventi di riqualificazione energetica nella misura in cui i proprietari trovino vantaggioso questo intervento.

Tab. 2 – Relazione tra epoche storiche, vincoli e stato di conservazione e possibile intervento

Epoca	Intervento
prima del 1945	Cappottabile
1946-1965	Cappottabile
1966-1981	Cappottabile
1982-1994	Potenzialmente Cappottabile
dopo il 1994	Non Cappottabile
Vincoli	Intervento
Edificio monumentale	Non Cappottabile
Mantenimento fronte	Potenzialmente Cappottabile
Presenza di intonaco	Cappottabile
Presenza di decori	Non Cappottabile
Facciata in materiale lapideo	Non Cappottabile
Facciata con mattoni a vista	Non Cappottabile
Finitura a piastrelle	Non Cappottabile
Finitura mista mattoni/intonaco	Non Cappottabile
Stato di conservazione	Intervento
Stato di conservazione ottimo	Non Cappottabile
Stato di conservazione buono	Potenzialmente Cappottabile
Stato di conservazione pessimo	Cappottabile

Per ottenere le superfici delle pareti è stata utilizzata l'Eq. (3):

$$A_{opache} = P \cdot h \cdot (1 - f_w) \quad (3)$$

Dove:

- P misurato in m è il perimetro dell'edificio calcolato tramite software CAD;
- h, ossia l'altezza dell'edificio, è stata ottenuta considerando un'altezza interpiano di 3 m;
- f_w è la percentuale di superfici trasparenti rispetto all'area lorda di quelle disperdenti verticali.

Per le **aree delle coperture**, calcolate come proiezione delle superfici in pianta, il calcolo è avvenuto tenendo conto di un coefficiente correttivo (calcolato con simulazioni tipologiche standard con pendenza di falda 20°) per i tetti che presentavano delle falde, come descritto nell'Eq. (4):

$$A_{cop} = A_{lorda} \cdot \sigma \quad (4)$$

Dove:

- A_{lorda} misurata in m^2 , è l'area lorda dell'edificio;
- σ è un coefficiente pari a 1 se la copertura è piana e pari a 1,059 se a falda (ipotizzata a 20°).

2.3 Coperture per fonti rinnovabili

Tra gli interventi possibili si è stimato anche l'inserimento di solare termico e di solare fotovoltaico sulle superfici, per questo è necessario conoscere le aree disponibili per i diversi orientamenti:

- Sud (inteso come -45°, +45) e orizzontale;
- Est/Ovest (inteso come -45°, -135° e +45°, +135°);
- Nord (considerato come + 135°, - 135°);
- non utilizzabili (ad esempio terrazze).

Si sottolinea che sono stati raggruppati gli orientamenti con valori simili sia di irraggiamento che di efficienza dei pannelli, per esempio l'orientamento Est è diverso da quello Ovest durante la giornata, ma considerando il periodo annuale hanno valori molto simili. La superficie utile per le fonti rinnovabili è stata calcolata a partire da A_{cop} dell'Eq. (4) come descritto nell'Eq. (5):

$$A_{FER} = A_{cop} \cdot f_{or} \cdot 0,75 \quad (5)$$

Dove:

- f_{or} è la percentuale di copertura orientata a Sud o Est/Ovest come da rilievo;
- 0,75 è un fattore riduttivo per considerare la presenza di comignoli o altri elementi che diminuiscono la superficie utile per le rinnovabili (ombreggiamenti, impianti, ecc.).

Le aree utili per l'installazione di fonti rinnovabili sono state calcolate per ogni edificio e non sono state sommate, poiché è stato considerato che l'installazione di fonti rinnovabili copre in genere il fabbisogno del singolo edificio. Infatti, per quanto riguarda il solare termico nella pratica non si fornisce calore a un altro edificio, mentre per il fotovoltaico non è conveniente generare un surplus da rivendere.

2.4 Calcolo dei potenziali di risparmio

Per ogni fascia storica è stato calcolato in kWh, il risparmio dato dall'intervento sull'involucro verticale come nell'Eq. (6):

$$\Delta E_{par} = \frac{(U_s - U_i) \cdot (A_c \cdot f_{i,c} + A_{pc} \cdot f_{i,pc}) \cdot GG \cdot 24}{1.000 \cdot \eta} \quad (6)$$

Dove:

- U_s misurata in W/m^2K , è la trasmittanza stimata per epoca come da UNI TS 11300-1;
- U_i misurata in W/m^2K , è la trasmittanza dopo l'intervento, come richiesto da legislazione in vigore;
- A_c è la sommatoria dell'area delle pareti cappottabili;
- $f_{i,c}$ è la percentuale di intervento sulle pareti cappottabili;
- A_{pc} è la sommatoria dell'area delle pareti potenzialmente cappottabili;
- $f_{i,pc}$ è la percentuale di intervento sulle pareti potenzialmente cappottabili;
- GG sono i gradi giorno della località;
- 24 sono le ore di un giorno;
- η è il rendimento medio stagionale, assunto pari 0,85.

Per ogni fascia storica è stato calcolato, in kWh, il risparmio dato dall'intervento sui serramenti come nell'Eq. (7):

$$\Delta E_{ser} = \frac{(U_s - U_i) \cdot A_s \cdot f_{is} \cdot GG \cdot 24}{1.000 \cdot \eta} \quad (7)$$

Dove:

- U_s misurata in W/m^2K , è la trasmittanza stimata per epoca come da UNI TS 11300-1;
- U_i misurata in W/m^2K , è la trasmittanza dopo l'intervento, come richiesto da legislazione in vigore;
- A_s è la sommatoria dell'area dei serramenti con vetro singolo;
- f_{is} è la percentuale di intervento sui serramenti con vetro singolo;
- GG sono i gradi giorno della località;
- 24 sono le ore di un giorno;
- η è il rendimento medio stagionale, assunto pari a 0,85.

Per ogni fascia storica è stato calcolato, in kWh, il risparmio dato dall'intervento sulle superfici di copertura come nell'Eq. (8):

$$\Delta E_{cop} = \frac{(U_s - U_i) \cdot A_{cop} \cdot f_{i,cop} \cdot GG \cdot 24}{1.000 \cdot \eta} \quad (8)$$

Dove:

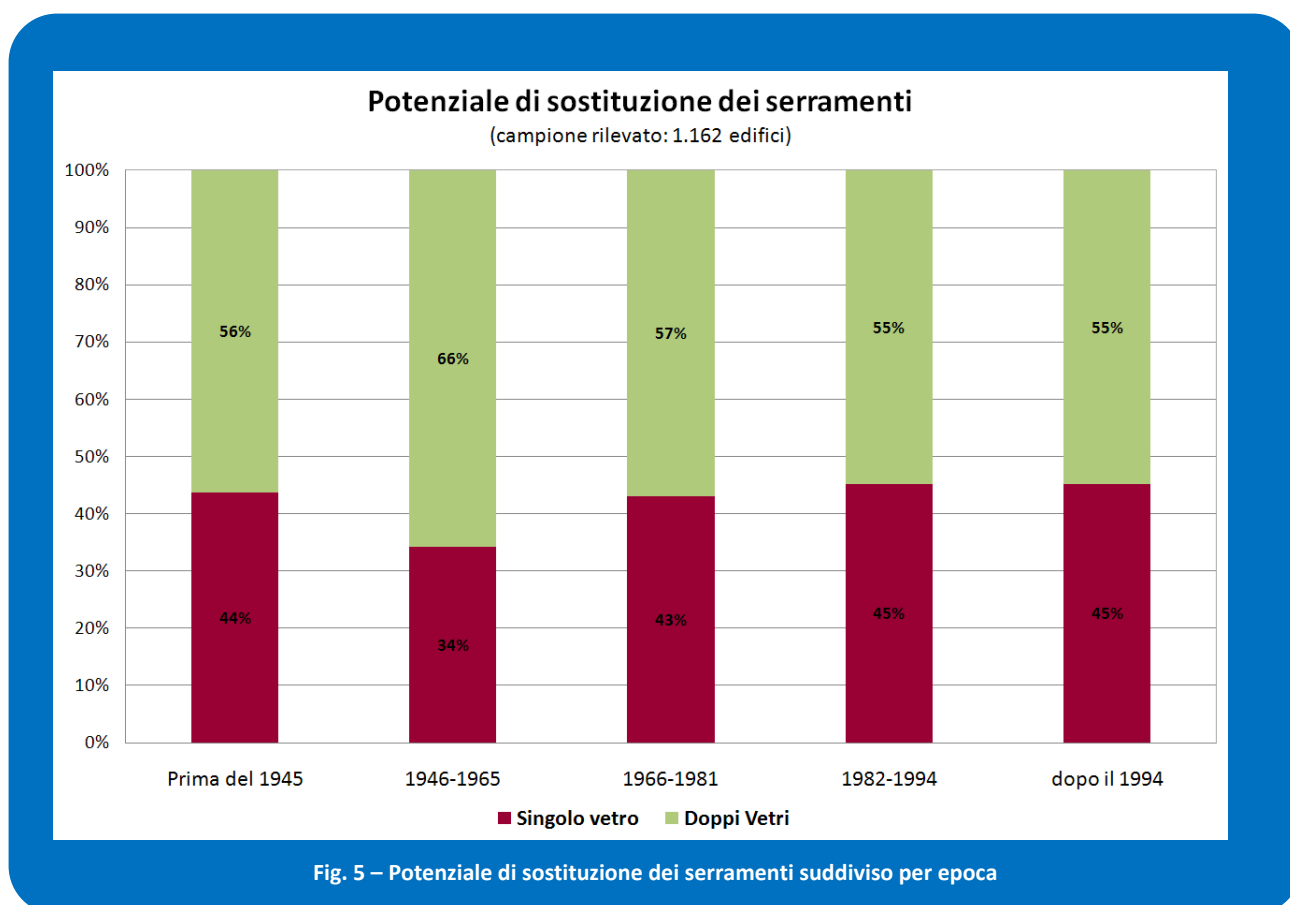
- U_s misurata in W/m^2K , è la trasmittanza stimata per epoca come da UNI TS 11300-1;
- U_i misurata in W/m^2K , è la trasmittanza dopo l'intervento, come richiesto da legislazione in vigore;
- A_{cop} è la sommatoria dell'area delle coperture;
- $f_{i,cop}$ è la percentuale di intervento sulle coperture;
- GG sono i gradi giorno della località;
- 24 sono le ore di un giorno;
- η è il rendimento medio stagionale, assunto pari a 0,85.

3. POTENZIALI DI INTERVENTO

Di seguito sono descritti i potenziali di intervento calcolati con la metodologia descritta al paragrafo 2 attraverso l'elaborazione dei dati rilevati sugli edifici residenziali esistenti.

3.1 Sostituzione dei serramenti

In Fig. 5 il grafico mostra per ciascuna epoca la distribuzione percentuale dei vetri singoli e di quelli doppi. Come è possibile notare, il potenziale di sostituzione dei vetri singoli cala negli edifici di epoche più recenti, passando dal **43%** per costruzioni prima del 1981 (l'aumento prima del 1945 è dovuto alla maggiore presenza in quest'ultimo intervallo temporale di edifici situati nel centro storico con vincoli e quelli con meno di 5 appartamenti), al **45%** per quelle tra il 1982 e il 1994, fino al **45%** per gli edifici realizzati dopo il 1994, quindi con un potenziale di sostituzione abbastanza elevato.



3.2 Installazione del cappotto termico

Incrociando i dati riguardanti la potenzialità effettiva di installazione di un cappotto termico esterno (vedi paragrafo 2.2) con lo stato di conservazione, è possibile avere una previsione a breve di un effettivo intervento sulle facciate. Per esempio, nel caso lo stato di conservazione rilevato risulti “Pessimo” su una superficie cappottabile o potenzialmente cappottabile, un intervento per il ripristino delle pareti è necessario e, dunque, contestualmente verrà effettuato il recupero energetico.

Se, invece, lo stato di conservazione rilevato risulti “Ottimo”, l'edificio è stato appena riqualificato o si è mantenuto in ottime condizioni, dunque non si prevedono interventi sulle facciate.

Se, infine, lo stato di conservazione è “Buono” l'edificio non necessita di un immediato intervento, ma è possibile che vi siano potenziali interventi di riqualificazione energetica nella misura in cui i proprietari li trovino vantaggiosi economicamente.

In Fig. 6 il grafico mostra per ciascuna epoca la distribuzione percentuale delle superfici cappottabili, potenzialmente cappottabili e non cappottabili (come definite al paragrafo 2.2).

Il potenziale di installazione del cappotto termico aumenta negli edifici di epoche meno recenti, passando dal **32%** per costruzioni prima del 1965, al **37%** per quelle tra il 1966 e il 1981, per poi salire al **48%** tra il 1982 e il 1994 (ciò è dovuto a Trezzo sull'Adda alla presenza di piccoli e medi condomini con facciate intonacate senza particolari vincoli come già visto in Fig. 2), per poi diminuire drasticamente al **30%** per gli edifici realizzati dopo il 1994, ciò è dovuto allo stato di conservazione (per il 99% buono e ottimo come si può vedere dalla Fig. 3) degli edifici costruiti negli ultimi 15 anni.

Mediamente ben il **53%** degli edifici può essere isolato dall'esterno (**19% cappottabile** perché comunque in pessimo stato e **34% potenzialmente cappottabile** perché presenta una facciata intonacata in buono stato), nel restante **47%** per vincoli architettonici, storici o tecnologici (per esempio in facciate appena intonacate, dove l'intervento diventa anche economicamente non conveniente), risulta tecnicamente impossibile installare un cappotto.

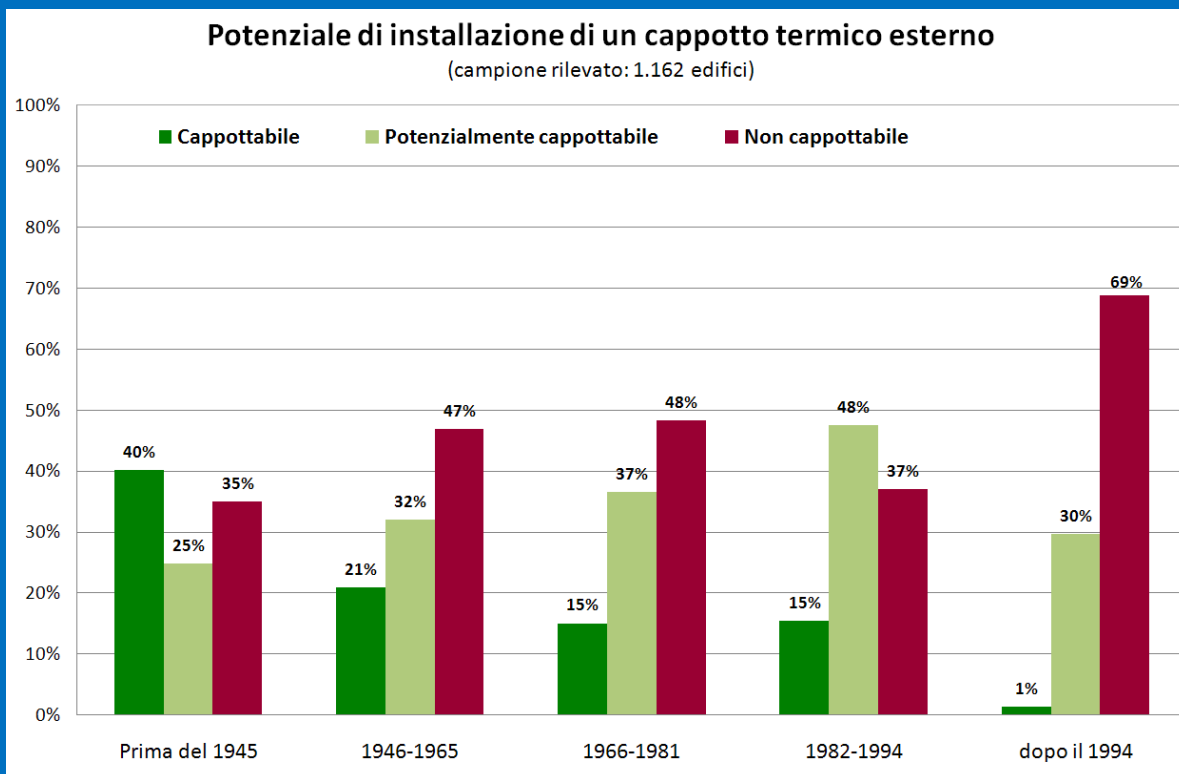


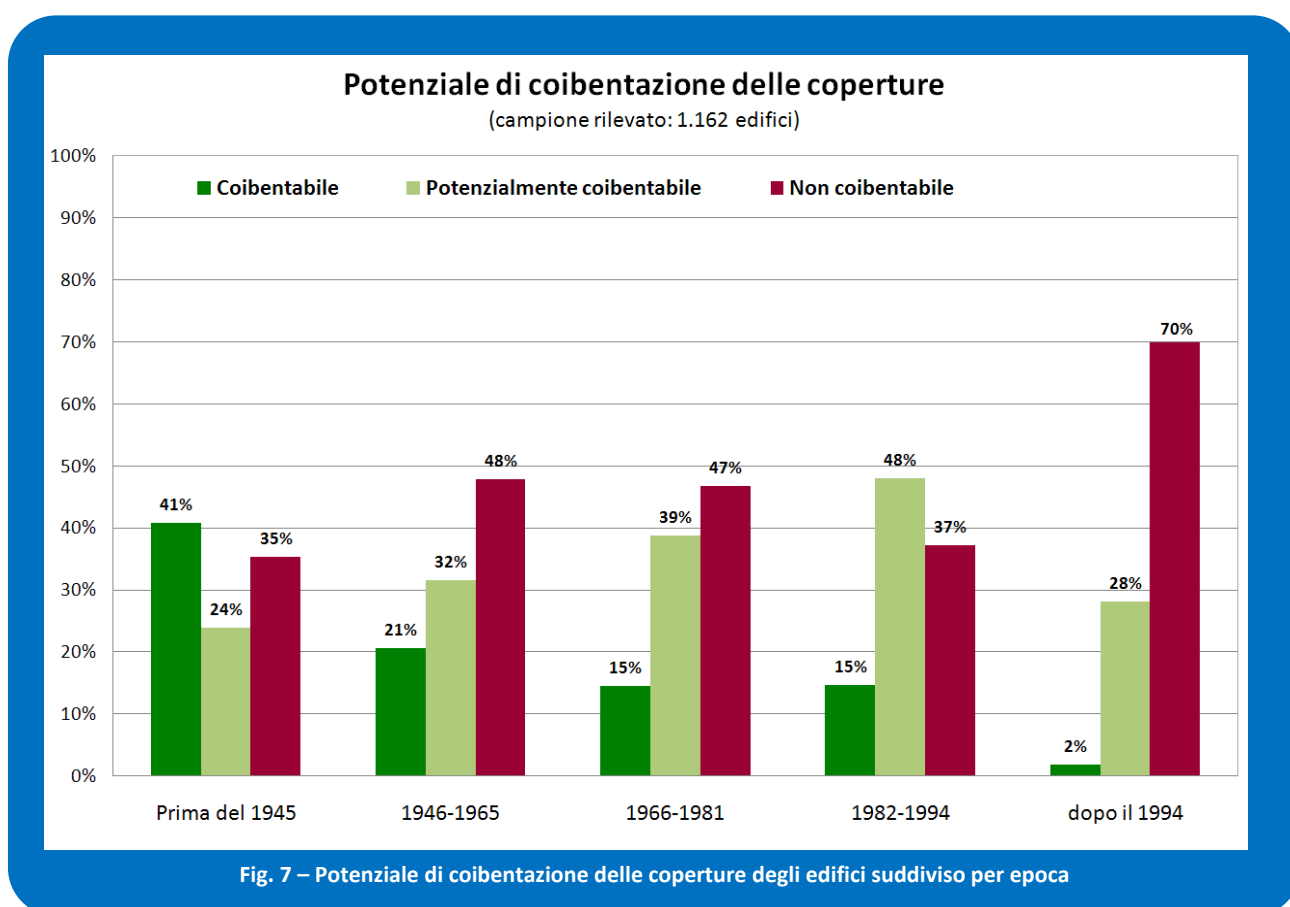
Fig. 6 – Potenziale di installazione di un cappotto termico sulle facciate degli edifici suddiviso per epoca

3.3 Isolamento delle coperture

In **Fig. 7** il grafico mostra la distribuzione percentuale delle superfici totali degli edifici rilevati nelle diverse epoche costruttive, da cui emerge che la potenzialità delle superfici coibentabili degli edifici:

- costruiti prima del 1945 pari al **65%** di cui il **41%** sicuramente coibentabili;
- tra il 1946 e il 1965 pari al **52%** di cui il **21%** sicuramente coibentabili (edifici con più di 45 anni);
- tra il 1966 e il 1981 pari al **53%** di cui il **15%** sicuramente coibentabili (edifici con più di 30 anni);
- tra il 1982 e il 1994 pari al **63%** di cui il **15%** sicuramente coibentabili (edifici con più di 15 anni);
- dopo il 1994 pari al **30%** (edifici con meno di 15 anni);.

Quindi, considerando le superfici di copertura con più di 30 anni, emerge un potenziale effettivo medio di intervento pari al **57%** delle superfici totali.



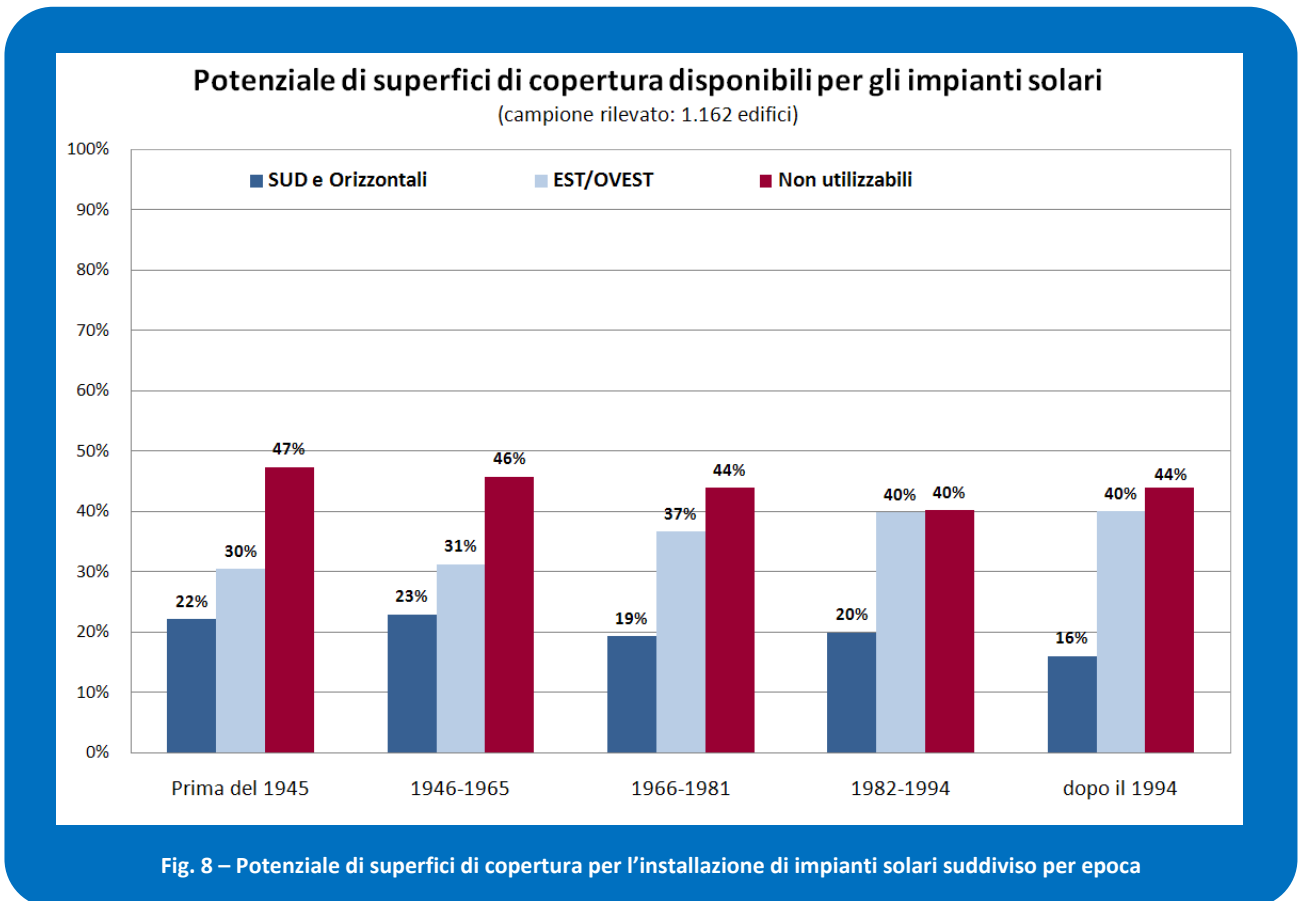
3.4 Installazione degli impianti solari in copertura

In **Fig. 8** il grafico mostra la distribuzione percentuale delle superfici totali di copertura suddivise per orientamenti nelle diverse epoche costruttive, da cui emerge che la potenzialità delle superfici in cui è possibile installare un impianto solare termico e/o fotovoltaico:

- prima del 1945 pari al **53%** di cui il **22%** orientate a Sud o piane;
- tra il 1946 e il 1965 pari al **54%** di cui il **23%** orientate a Sud o piane (edifici con più di 45 anni);
- tra il 1966 e il 1981 pari al **56%** di cui il **19%** orientate a Sud o piane (edifici con più di 30 anni);

- tra il 1982 e il 1994 pari al **60%** di cui il **20%** orientate a Sud o piane (edifici con più di 15 anni);
- dopo il 1994 pari al **56%** di cui il **16%** orientate a Sud o piane (edifici con meno di 15 anni);.

Quindi, considerando le superfici di copertura con più di 30 anni, emerge un potenziale effettivo medio di intervento pari al **54%** delle superfici totali.



4. SCENARI DI INTERVENTO

4.1 Ipotesi per il calcolo degli scenari

In riferimento agli scenari riportati in Allegato A e B, per lo scenario BAU al 2020 le percentuali di intervento sono state impostate in modo che la somma corrisponda all'andamento delle emissioni nel settore residenziale dal 2010 al 2020 già calcolato e pari a **13,32%** (rapporto ISPRA 2009 Italy Climate Policy Progress Report).

Le percentuali sono state bilanciate usando come base, ove possibile, la distribuzione delle richieste di detrazione del 55% in Lombardia per tipologia di intervento, tratte dal rapporto ENEA [11], adeguandole al contesto normativo e territoriale comunale.

Per gli **impianti** la DGR VIII/8355 del 05/11/2008 impone la revisione annuale degli impianti e la sostituzione e/o regolazione in caso di inefficienza, sono previsti quindi percentuali di intervento elevate. Per gli impianti il potenziale è rappresentato dalla percentuale di impianti antecedenti al 2005, ottenuta dai dati CURIT su base comunale.

Per l'**involucro** la percentuale di intervento è stata stimata sulla base della distribuzione ENEA (riportata tra parentesi), adattandola, a livello comunale, sia alle condizioni economiche che alle caratteristiche del patrimonio edilizio, rilevate tramite indagine sul campo.

Sono state individuate le seguenti tipologie di intervento:

- **Pareti cappottabili¹**: in pessimo stato, intonacati, senza vincoli normativi. I proprietari di questi edifici, dovendo già effettuare interventi di manutenzione straordinaria e/o ristrutturazione in facciata, sceglieranno più facilmente l'installazione di un sistema a cappotto, al fine di migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio e abbassare i consumi termici.
- **Pareti potenzialmente cappottabili**: in buono stato, intonacati, senza vincoli normativi. I proprietari di questi edifici non hanno probabilmente in programma interventi di manutenzione straordinaria e/o ristrutturazione, ma, se informati adeguatamente sui vantaggi, potrebbero effettuare interventi di retrofit energetico, dato che non sono presenti vincoli tecnici o normativi.
- **Serramenti con vetro singolo**. Il potenziale di intervento comprende esclusivamente le superfici finestrate con vetro singolo. Tale scelta è cautelativa poiché non vengono presi in considerazione le eventuali sostituzioni di vetri doppi.
- **Isolamento coperture**: il potenziale è rappresentato da tutte le coperture che non presentino vincoli normativi

Le percentuali di intervento, per gli **apparecchi elettrici**, è stato stimato in funzione del ciclo di vita dei diversi elettrodomestici. Per gli apparecchi elettrici il potenziale è rappresentato da quelli che al 2020 avranno più di 15 anni; questi verranno sostituiti al termine del loro ciclo di vita con apparecchi più efficienti (classe A/A+).

Si è ipotizzato un valore pari al 100% per la sostituzione delle **lampade** a incandescenza poiché il ciclo di vita medio di una lampada a incandescenza è di circa 1.000 ore di funzionamento, dunque in 10 anni si avrà un totale rinnovo delle sorgenti a incandescenza con altre a maggiore efficienza, le uniche attualmente in commercio. Il potenziale di intervento sull'illuminazione deriva dal numero di lampade a incandescenza attualmente presenti nelle abitazioni.

¹ Per le pareti in pessimo stato (cappottabili) è stato valutato un fattore più alto, poiché è più probabile che, nella manutenzione straordinaria che necessitano, si migliorino anche le prestazioni energetiche dell'involucro.

Per la produzione da **fonti rinnovabili** si è sempre fatto riferimento al rapporto ENEA come base per bilanciare le percentuali di intervento. In base a tale rapporto il 10% delle richieste riguardavano le applicazioni del solare termico. Come scelta cautelativa, vista l'incertezza sulle politiche energetiche nazionali, la percentuale è stata ridotta. In funzione di questo valore è stata poi stimata una percentuale di poco maggiore per l'installazione dei sistemi fotovoltaici, altrettanto vantaggiosi in termini di costi benefici, ma di maggiore diffusione. Stimati i fabbisogni di ACS ed elettrici per ogni edificio è stata calcolata la superficie necessaria per coprire tali fabbisogni tramite l'installazione dei pannelli solari termici. Il potenziale di produzione da fonti rinnovabili è dato dunque dalla verifica della disponibilità in copertura della superficie necessaria, con il corretto orientamento e assenza dei vincoli normativi (le coperture collocate in edifici vincolati dal P.G.T. non sono state considerate nel potenziale)

4.2 Sintesi degli scenari

In *Allegato A* sono state raccolte le schede intervento di dettaglio riguardanti i potenziali di risparmio dovute a:

- Riqualficazione involucro;
- Sostituzione generatore;
- Riqualficazione impianto termico – Regolazione e contabilizzazione calore;
- Riqualficazione impianto di illuminazione;
- Sostituzione apparecchiature elettriche e supporti tecnologici;
- Impianto fotovoltaico;
- Impianto solare termico.

I dati che sintetizzano il calcolo dei MWh risparmiati e della riduzione di CO₂, sono basati sui risultati pubblicati da CESTEC [12] sui fabbisogni desunti dalle prime 250.000 certificazioni². Sulla base di questi consumi, riportati nella tabella di sintesi in *Allegato B*, per lo scenario BAU al 2020 è stato calcolato un potenziale del **13,6%** così ripartito:

- **2,6%** per la riqualficazione dell'involucro:
 - 0,9% installazione del cappotto;
 - 1,4% sostituzione dei serramenti;
 - 0,4% isolamento delle coperture.
- **6,9%** per la riqualficazione degli impianti di climatizzazione:
 - 4,2% regolazione e contabilizzazione;
 - 2,7% sostituzione del generatore.
- **3,2%** per la riqualficazione degli impianti elettrici:
 - 1,8% sostituzione degli apparecchi;
 - 1,4% sostituzione lampade.
- **0,9%** per l'installazione delle fonti rinnovabili:
 - 0,7% installazione impianti fotovoltaici;
 - 0,2% installazione impianti solari termici.

In termini emissioni evitate, è stato calcolato un potenziale di riduzione del **13,7%**.

² Si sottolinea che, sulla base di calcoli effettuati dal Dipartimento BEST su diverse diagnosi energetiche con certificazione effettuata con la procedura CENED+, si è riscontrato un margine di circa il 50% tra i dati calcolati e le bollette energetiche in ambito residenziale. Questo gap si riscontra anche confrontando i dati stimati delle tabelle in allegato B e C con i dati riportati in fondo al paragrafo 4.2 (dati di consumo reali).

Un obiettivo intermedio fissato per l'anno 2015, è quello di portare il risparmio di energia primaria, attraverso azioni mirate di comunicazione e sensibilizzazione finalizzate a interventi sull'involucro e impianti, al **17%**, con una riduzione del **17,2%** delle emissioni.

L'obiettivo raggiungibile per il comparto edilizio residenziale al 2020 (Tabella di sintesi in *Allegato C*), sfruttando al massimo tutte le potenzialità reali di isolamento dell'involucro, sostituzione dei serramenti, efficientamento degli impianti termici ed elettrici e installazione delle rinnovabili, ha un potenziale di **34,1%** così ripartito:

- **10,9%** per la riqualificazione dell'involucro:
 - 4,3% installazione del cappotto;
 - 3,7% sostituzione dei serramenti;
 - 2,9% isolamento delle coperture.
- **10,3%** per la riqualificazione degli impianti di climatizzazione:
 - 5,6% regolazione e contabilizzazione;
 - 4,7% sostituzione del generatore.
- **7,0%** per la riqualificazione degli impianti elettrici:
 - 5,6% sostituzione degli apparecchi;
 - 1,4% sostituzione lampade.
- **5,9%** per l'installazione delle fonti rinnovabili:
 - 4,0% installazione impianti fotovoltaici;
 - 1,9% installazione impianti solari termici.

In termini emissioni evitate, è stato calcolata una possibile riduzione potenziale del **34,4%** delle emissioni.

Per ottenere il **potenziale reale del comparto residenziale**, è necessario moltiplicare le percentuali calcolate rispettivamente per i consumi reali³ e per le emissioni di CO₂ (desunti dall'inventario delle emissioni del PAES al 2010). Dal calcolo si ottengono i seguenti risultati:

- **Potenziale BAU al 2020:**
 - di risparmio energetico pari a **14.153 MWh**;
 - di riduzione di **2.342.093 kgCO_{2eq}**.
- **Potenziale al 2015:**
 - di risparmio energetico pari a **17.721 MWh**;
 - di riduzione di **2.943.145 kgCO_{2eq}**.
- **Potenziale massimo al 2020:**
 - di risparmio energetico pari a **35.524 MWh**;
 - di riduzione di **5.899.386 kgCO_{2eq}**.

³ Per i consumi totali sono stati considerati quelli dell'Inventario relativi al comparto residenziale trasformando i consumi elettrici in energia primaria con fattore di rendimento del sistema elettrico pari a 0.459.

5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. A. Galante, G. Pasetti, L. Sarto, *Nuovi benchmark per l'energia: le potenzialità del patrimonio edilizio esistente per l'applicazione di interventi di retrofit energetico sull'involucro nei piccoli e medi Comuni italiani*, 66° Congresso Nazionale ATI – Rende (Cosenza), 5-9 settembre 2011
2. V. Tonetti, M. Ventura, S. Volonterio, *Retrofit Energetico Territoriale: indagine sulle potenzialità di intervento nel settore edilizio dei Comuni di Trezzo sull'Adda e Canegrate*, Tesi Triennale, Facoltà di Architettura e Società - Politecnico di Milano, Milano, 2010-2011.
3. G. Pasetti, *Retrofit Energetico Territoriale: indagine sulle potenzialità di intervento nel settore edilizio del Comune di Trezzo sull'Adda*, Tesi Magistrale Alta Scuola Politecnica, Facoltà di Architettura e Società - Politecnico di Milano, Milano, 2010-2011.
4. G. V. Fracastoro, M. Serraino, *A methodology for assessing the Energy performance of large scale building stocks and possible applications*, in *Energy and Buildings*, n. 43, Elsevier B.V., pp 844-852, 2011.
5. G. Dall'Ò, A. Galante, S. Scansani, *Valutazione del potenziale di risparmio energetico nel controllo del processo di riqualificazione Edilizia: simulazione di un caso*, 58° Congresso annuale ATI, Padova 2003.
6. G. Dall'Ò et al., *Misure integrate di riqualificazione energetica negli edifici INTEREB, INTEGRATED Energy RETrofitting in Buildings*, Progetto europeo, 2005.
7. G. Dall'Ò, A. Galante, G. Ruggieri, *Tackling the potential from below: Italian Municipal Building Codes as concrete implementation tools for the EPB Directive*, ECEEE 2009 Summer Study, Act! Innovate! Deliver! Reducing Energy Demand Sustainably, 2009.
8. G. Bacicalupo, F. Biella, A. Bramati, M. Ranaldi, *B.E.M.S. - Buildings Energy Mapping System: proposta di uno strumento interattivo per la gestione energetica ed ambientale a scala urbana*, Tesi Quinquennale, Facoltà di Architettura e Società - Politecnico di Milano, Milano, 2005-2006.
9. G. Dall'Ò, A. Galante, G. Ruggieri, *Barriers to Energy Efficiency in Italian Multifamily Residential Sector: Analysis and Policy Proposals*, 31st IAEE International Conference – Bridging Energy Supply and Demand: Logistics, Competition and Environment – Istanbul, June 18-20th 2008.
10. L.G. Swan, *Residential Sector Energy and GHG Emissions Model for the Assessment of New Technologies*, Ph.D. thesis, Dalhousie University Halifax, Nova Scotia, August 2010.
11. ENEA, Unità Tecnica Efficienza Energetica, *Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente nel 2009*, pp. 29-31, Dicembre 2010.
12. CESTEC – Regione Lombardia, *Certificazione ENergetica degli EDifici - Prime analisi su un campione significativo di edifici residenziali* - www.cened.it, 2011.

ALLEGATO A – SCHEDE INTERVENTO SETTORE EDILIZIO

Codice ED 01	Settore	EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE
	Campo di intervento	EDIFICI RESIDENZIALI E ASSIMILABILI
	Intervento	RIQUALIFICAZIONE INVOLUCRO

Descrizione dell'intervento	La riqualificazione dell'involucro comprende l'insieme delle azioni che concorrono a incrementare la resistenza termica al passaggio del calore. Le azioni riguardano quindi retrofit su pareti verticali esterne, serramenti e coperture. Non si sono considerati gli interventi sui basamenti, in quanto difficili da attuare in edifici esistenti. Nella definizione del potenziale si è tenuto conto della reale fattibilità degli interventi considerando tutti gli impedimenti di carattere tecnico. La definizione corretta delle superfici sulle quali effettuare le valutazioni è il risultato del lavoro di indagine analitico condotto dal Politecnico di Milano e descritto nel Capitolo 3 del <i>Green Energy Retrofit Report</i> . Questi interventi normalmente consentono di ottenere degli incentivi quali la detrazione fiscale del 55% o del 36% a secondo dei casi.	
Risultati attesi	Risparmio energetico [MWh]:	
	<ul style="list-style-type: none"> - Rivestimento a Cappotto 4.526 - Sostituzione serramenti 3.888 - Isolamento Coperture 2.995 	
	Riduzione delle emissioni di CO ₂ [kg]:	
	<ul style="list-style-type: none"> - Rivestimento a Cappotto 730.423 - Sostituzione serramenti 627.399 - Isolamento Coperture 483.350 	
Modalità di monitoraggio	Indicatori di riferimento	Energia risparmiata/CO ₂ eq risparmiata
	Frequenza di monitoraggio	Annuale
	Strumenti e sistemi per il monitoraggio	Sarà predisposta una scheda tecnica semplificata nella quale i progettisti o le imprese coinvolte inseriranno i dati tecnici prestazionali dell'intervento (ad esempio tipologia del componente, superficie sostituita, caratteristiche termiche prima e dopo l'intervento). L'Amministrazione comunale valuterà la possibilità di implementare l'intera procedura di monitoraggio su piattaforma web.
Procedure operative per l'aggiornamento dell'inventario base delle emissioni	Calcolo del risparmio energetico conseguibile	Il calcolo del risparmio energetico ottenuto sarà definito sulla base della differenza tra le trasmittanze termiche prima e dopo l'intervento, considerando un periodo di funzionamento durante la stagione invernale normalizzato (24 h a 20 °C) ed un rendimento medio stagionale dell'impianto standard. Nel caso della sostituzione dei serramenti vengono calcolati anche i vantaggi che possono derivare da una riduzione delle infiltrazioni d'aria (facendo riferimento a quanto indicato nella procedura CENED della Regione Lombardia si stima che la sostituzione di un serramento a scarsa tenuta all'aria con uno nuovo possa ridurre i ricambi d'aria da 0,5 a 0,3 vol/ora).

Spread obiettivo* [kgCO ₂]		Spread obiettivo** [%]		Azioni del Comune per il raggiungimento dell'obiettivo
2015	2020	2015	2020	
691.036	1.395.169	1,94	3,92	FI 33A – Formazione & incentivi – incontri & seminari per cittadini
				PT24A – Sviluppo urbano sostenibile
				PT24B – Regolamento edilizio comunale
				FI 31B – Formazione & incentivi – sportello energia per i cittadini
				FI32A – Formazione & incentivi – incentivi riq. edifici & impianti termici
				FI33B – Formazione & incentivi - incontri & seminari per amministratori di condominio
				FI34B – Formazione & incentivi - corsi di educazione ambientale per scuole

*Calcolato sulla base del potenziale massimo del settore. (Differenza tra obiettivo del Comune sul settore e scenario BAU)

**Percentuale di spread sul totale delle emissioni (escluso industrie) al 2010

Codice ED 02	Settore	EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE
	Campo di intervento	EDIFICI RESIDENZIALI E ASSIMILABILI
	Intervento	SOSTITUZIONE GENERATORE

Descrizione dell'intervento	<p>L'azione prevede la sostituzione di generatori di calore esistenti con sistemi di generazione del calore ad alta efficienza. Nella valutazione del potenziale si prevede la sostituzione dei generatori di calore, normalmente caldaie, con una età superiore ai 15 anni. I generatori di calore esistenti saranno sostituiti con una delle seguenti tecnologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • caldaie a condensazione; • pompe di calore elettriche ad aria; • pompe di calore alimentate a gas. <p>Potranno naturalmente essere utilizzate altre tecnologie, quelle sopra elencare sono state previste, con percentuali di sostituzione variabili, allo scopo di definire un rendimento medio di generazione riferito all'azione nel suo complesso. Il monitoraggio consentirà di effettuare le verifiche necessarie per aggiornare il mix. Questo intervento non prevede la sostituzione del sistema di regolazione in quanto l'intervento è descritto nella scheda ED03.</p>	
Risultati attesi	Risparmio energetico [MWh]	4.897
	Riduzione delle emissioni di CO ₂ [kg]	790.342
Modalità di monitoraggio	Indicatori di riferimento	Energia risparmiata/CO ₂ eq risparmiata
	Frequenza di monitoraggio	Annuale
	Strumenti e sistemi per il monitoraggio	Sarà predisposta una scheda tecnica semplificata nella quale i progettisti o le imprese coinvolte inseriranno i dati tecnici prestazionali dell'intervento di sostituzione (ad esempio tipologia del generatore sostituito, potenza termica, tipologia del nuovo generatore, potenza termica del nuovo generatore). L'Amministrazione comunale valuterà la possibilità di implementare l'intera procedura di monitoraggio su piattaforma web.
Procedure operative per l'aggiornamento dell'inventario base delle emissioni	Calcolo del risparmio energetico conseguibile	Il calcolo del risparmio energetico ottenuto sarà definito sulla base della differenza tra il rendimento di produzione del vecchio generatore e quello del nuovo generatore, considerando un periodo di funzionamento durante la stagione invernale normalizzato (24 h a 20 °C).

Spread obiettivo* [kgCO ₂]		Spread obiettivo** [%]		Azioni del Comune per il raggiungimento dell'obiettivo
2015	2020	2015	2020	
164.655	564.530	0,46	0,92	FI 33A – Formazione & incentivi – incontri & seminari per cittadini PT24A – Sviluppo urbano sostenibile PT24B – Regolamento edilizio comunale FI 31B – Formazione & incentivi – sportello energia per i cittadini FI32A – Formazione & incentivi – incentivi riq. edifici & impianti termici FI33B – Formazione & incentivi - incontri & seminari per amministratori di condominio FI34B – Formazione & incentivi - corsi di educazione ambientale per scuole

*Calcolato sulla base del potenziale massimo del settore. (Differenza tra obiettivo del Comune sul settore e scenario BAU)

** Percentuale di spread sul totale delle emissioni (escluso industrie) al 2010

Codice ED 03	Settore	EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE
	Campo di intervento	EDIFICI RESIDENZIALI E ASSIMILABILI
	Intervento	RIQUALIFICAZIONE IMPIANTO TERMICO – REGOLAZIONE E CONTABILIZZAZIONE CALORE

Descrizione dell'intervento	L'intervento prevede l'installazione di un sistema di regolazione locale (ad esempio valvole termostatiche) e un sistema di contabilizzazione del calore. La legge della Regione Lombardia n. 3 del 2011 all'articolo 17 estende l'obbligo dei sistemi per la termoregolazione degli ambienti e la contabilizzazione autonoma del calore a tutti gli impianti di riscaldamento al servizio di più unità immobiliari, anche se già esistenti, a far data dal 1° agosto 2012, per le caldaie di maggiore potenza e vetustà, e dall'inizio di ciascuna stagione termica dei due anni successivi alla scadenza del 1° agosto 2012, per le caldaie di potenza e vetustà progressivamente inferiore. Questo intervento, quindi, rientra tra quelli obbligatori per legge e con buona probabilità nel 2020 tutti gli edifici residenziali saranno dotati di questo sistema. La valutazione del potenziale di riduzione dei consumi è stata fatta assumendo, in via prudenziale, che questo intervento possa riguardare l'80% degli edifici.	
Risultati attesi	Risparmio energetico [MWh]	5.830
	Riduzione delle emissioni di CO ₂ [kg]	940.884
Modalità di monitoraggio	Indicatori di riferimento	Energia risparmiata/CO ₂ eq risparmiata
	Frequenza di monitoraggio	Annuale
	Strumenti e sistemi per il monitoraggio	Sarà predisposta una scheda tecnica semplificata nella quale i progettisti o le imprese coinvolte inseriranno i dati tecnici prestazionali dell'intervento di installazione di sistemi di contabilizzazione (ad esempio numero di valvole termostatiche o di sistemi di contabilizzazione installati). L'Amministrazione comunale valuterà la possibilità di implementare l'intera procedura di monitoraggio su piattaforma web.
Procedure operative per l'aggiornamento dell'inventario base delle emissioni	Calcolo del risparmio energetico conseguibile	Il calcolo del risparmio energetico ottenuto sarà valutato sulla base dei sistemi di regolazione installati ai quali si associa un miglioramento del rendimento di regolazione.

Spread obiettivo* [kgCO ₂]		Spread obiettivo** [%]		Azioni del Comune per il raggiungimento dell'obiettivo
2015	2020	2015	2020	
117.610	235.221	0,33	0,66	FI 33A – Formazione & incentivi – incontri & seminari per cittadini
				PT28B – Gruppi di Acquisto
				PT24B – Regolamento edilizio comunale
				FI 31B – Formazione & incentivi – sportello energia per i cittadini
				FI32A – Formazione & incentivi – incentivi riq. edifici & impianti termici
				FI33B – Formazione & incentivi - incontri & seminari per amministratori di condominio
				FI34B – Formazione & incentivi - corsi di educazione ambientale per scuole

*Calcolato sulla base del potenziale massimo del settore (Differenza tra obiettivo del Comune sul settore e scenario BAU)

**Percentuale di spread sul totale delle emissioni (escluso industrie) al 2010

Codice ED 04	Settore	EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE
	Campo di intervento	EDIFICI RESIDENZIALI E ASSIMILABILI
	Intervento	RIQUALIFICAZIONE IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Descrizione dell'intervento	<p>L'intervento prevede la sostituzione delle lampade a incandescenza esistenti con lampade ad alta efficienza allo scopo di ridurre il consumo di energia per l'illuminazione degli spazi interni, comuni e provati, e di quelli esterni. Alcuni interventi possono limitarsi alla semplice sostituzione delle lampade con modelli compatibili ma ad alta efficienza energetica, in altri casi occorre sostituire anche il circuito di accensione e il portalampada oppure l'intero corpo illuminante. Nella valutazione del potenziale di riduzione dei consumi si è considerata la semplice sostituzione delle lampade.</p> <p>Questo intervento, considerando la Direttiva EuP si svilupperebbe in modo indipendente. la promozione di una informazione può avere la funzione di accelerare il processo. Nella valutazione dei benefici energetici si sono considerati solo quelli indiretti, ossia il risparmio correlato all'illuminazione. Non si sono considerati invece i vantaggi indiretti, ossia quelli derivanti dal fatto che in estate lampade più efficienti riducono i carichi termici interni e, quindi, il consumo energetico degli impianti di climatizzazione.</p>	
Risultati attesi	Risparmio energetico [MWh]	663 (1.446 energia primaria)
	Riduzione delle emissioni di CO ₂ [kg]	254.429
Modalità di monitoraggio	Indicatori di riferimento	Energia risparmiata/CO ₂ eq risparmiata
	Frequenza di monitoraggio	Annuale
	Strumenti e sistemi per il monitoraggio	<p>Il monitoraggio degli effetti di questo intervento si potrà basare sui dati forniti dai distributori di materiale elettrico eventualmente integrati con i dati fornite dalle aziende produttrici.</p> <p>Altre informazioni possono essere raccolte dalla azienda che gestisce la raccolta dei rifiuti (le lampade obsolete rientrano della raccolta differenziata).</p>
Procedure operative per l'aggiornamento dell'inventario base delle emissioni	Calcolo del risparmio energetico conseguibile	Il calcolo del risparmio energetico ottenuto sarà definito sulla base della differenza tra il rendimento espresso nel rapporto lumen/watt delle nuove lampade e quello delle lampade sostituite.

Spread obiettivo* [kgCO ₂]		Spread obiettivo** [%]		Azioni del Comune per il raggiungimento dell'obiettivo
2015	2020	2015	2020	
-	-	-	-	FI 33A – Formazione & incentivi – incontri & seminari per cittadini
-	-	-	-	PT24B – Regolamento edilizio comunale
-	-	-	-	FI 31B – Formazione & incentivi – sportello energia per i cittadini
-	-	-	-	FI34B – Formazione & incentivi - corsi di educazione ambientale per scuole

*Calcolato sulla base del potenziale massimo del settore (Differenza tra obiettivo del Comune sul settore e scenario BAU)

**Percentuale di spread sul totale delle emissioni (escluso industrie) al 2010

Note

La direttiva europea EuP ha sancito un programma graduale di divieto di prima immissione sul mercato delle lampade che non rispettano gli standard di efficienza energetica. A partire dal 1° settembre 2009 i produttori e gli importatori di sorgenti luminose non potranno più immettere sul mercato le lampade ad incandescenza di potenza pari o superiore a 100 W (950 lm) e le lampade smerigliate/opali che non siano di classe di efficienza energetica A. Le lampade con bulbo chiaro e flusso luminoso superiore a 950 lm devono avere classe di efficienza energetica C mentre quelle con flusso luminoso inferiore a 950 lm almeno la classe E. A partire dal 1° settembre 2009 le lampade con classe di efficienza F e G non potranno più essere introdotte sul mercato. A partire dal 1° settembre 2010 lo stesso divieto riguarda le lampade ad incandescenza chiare pari o superiori a 65 W (725 lm), a partire dal 1° settembre 2011 lampade a incandescenza chiare pari o superiori a 45W (424 lm) e infine a partire dal 1° settembre 2012 lampade ad incandescenza chiare pari o superiori a 7 W (80 lm).

L'efficienza delle lampade è tale per cui la previsione di sostituire il 50% delle sorgenti a incandescenza con quelle più efficienti, comporta uno spread negativo sia nelle emissioni che in termini percentuali.

Codice ED 05	Settore	EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE
	Campo di intervento	EDIFICI RESIDENZIALI E ASSIMILABILI
	Intervento	SOSTITUZIONE APPARECCHIATURE ELETTRICHE & SUPPORTI TECNOLOGICI

Descrizione dell'intervento	Lo scopo di questo intervento è quello di accelerare il processo di sostituzione delle apparecchiature elettriche (nel caso delle residenze elettrodomestici) con apparecchiature a elevata efficienza. Nella stima del potenziale si valuta che la durata media di un elettrodomestico sia non superiore ai 15 anni.	
Risultati attesi	Risparmio energetico [MWh]	2.683 (5.850 energia primaria)
	Riduzione delle emissioni di CO ₂ [kg]	1.029.024
Modalità di monitoraggio	Indicatori di riferimento	Energia risparmiata/CO ₂ eq risparmiata
	Frequenza di monitoraggio	Annuale
	Strumenti e sistemi per il monitoraggio	Il monitoraggio degli effetti di questo intervento si potrà basare sui dati forniti dai distributori di elettrodomestici eventualmente integrati con i dati fornite dalle aziende produttrici (anche attraverso le associazioni di categoria). Altre informazioni possono essere raccolte dalla azienda che gestisce la raccolta dei rifiuti (gli elettrodomestici smaltiti passano attraverso la differenziata in quanto devono essere conferiti nelle isole ecologiche).
Procedure operative per l'aggiornamento dell'inventario base delle emissioni	Calcolo del risparmio energetico conseguibile	Il calcolo del risparmio energetico ottenuto sarà definito sulla base della differenza tra il consumo medio degli elettrodomestici sostituiti con quello degli apparecchi nuovi.

Spread obiettivo* [kgCO ₂]		Spread obiettivo** [%]		Azioni del Comune per il raggiungimento dell'obiettivo
2015	2020	2015	2020	
353.727	707.454	0,99	1,99	FI 33A – Formazione & incentivi – incontri & seminari per cittadini FI 31B – Formazione & incentivi – sportello energia per i cittadini FI34B – Formazione & incentivi - corsi di educazione ambientale per scuole

*Calcolato sulla base del potenziale massimo del settore (Differenza tra obiettivo del Comune sul settore e scenario BAU)

**Percentuale di spread sul totale delle emissioni (escluso industrie) al 2010

Note

La direttiva europea EuP riguarda tutte le apparecchiature elettriche, quindi anche gli elettrodomestici.

Codice ED 06	Settore	PRODUZIONE LOCALE DI ENERGIA ELETTRICA
	Campo di intervento	FOTOVOLTAICO
	Intervento	IMPIANTO FOTOVOLTAICO (DOMESTICO)

Descrizione dell'intervento	<p>Scopo di questo intervento è quella di promuovere l'installazione di impianti solari fotovoltaici a uso residenziale. Importante al riguardo il ruolo del Comune che può operare su diversi fronti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definendo, attraverso un Piano per il Fotovoltaico, il potenziale di sviluppo dei sistemi fotovoltaici; • introducendo nei regolamenti edilizi comunali regole che consentano una diminuzione dell'impatto ambientale degli impianti solari fotovoltaici; • promuovendo delle azioni per contenere il costo di installazione (ad esempio attraverso la costituzione di gruppi di acquisto); • promuovendo azioni di finanziamento collettivo (da parte degli utenti) di impianti fotovoltaici. <p>Nella definizione del potenziale si è tenuto conto della reale fattibilità degli interventi considerando tutti gli impedimenti di carattere tecnico. La definizione corretta delle superfici delle coperture, piane o a falda, sulle quali effettuare le valutazioni è il risultato del lavoro di indagine analitico condotto dal Politecnico di Milano e descritto nel Capitolo 3.4 del <i>Green Energy Retrofit Report</i>.</p>	
Risultati attesi	Produzione di energia rinnovabile [MWh]	1.890 (4.120 energia primaria)
	Riduzione delle emissioni di CO ₂ [kg]	724.733
Modalità di monitoraggio	Indicatori di riferimento	kW di picco installati dai quali si ricava l'energia risparmiata/CO ₂ eq risparmiata
	Frequenza di monitoraggio	Trimestrale
	Strumenti e sistemi per il monitoraggio	Il monitoraggio degli effetti di questo intervento si potrà basare sui dati ufficiali forniti dal GSE (Gestore dei Servizi Energetici).
Procedure operative per l'aggiornamento dell'inventario base delle emissioni	Calcolo del risparmio energetico conseguibile	Il calcolo dell'energia prodotta si basa sui dati stimati in funzione della producibilità media considerando le condizioni climatiche (insolazione) e la tipologia dei moduli fotovoltaici (per semplicità si utilizza il parametro di modulo fotovoltaico monocristallino equivalente). Per quanto riguarda la procedura di calcolo semplificata dettagliata si rimanda all'allegato tecnico del PAES.

Spread obiettivo* [kgCO ₂]		Spread obiettivo** [%]		Azioni del Comune per il raggiungimento dell'obiettivo
2015	2020	2015	2020	
298.952	597.905	0,84	1,68	EE16A – Promozione della produzione di energia elettrica da FV
				EE16B – Piano fotovoltaico
				FI33A – Formazione & incentivi – incontri & seminari per cittadini
				FI33B – Formazione & incentivi - incontri & seminari per amministratori di condominio
				FI33D – Formazione & incentivi – incontri & seminari scuole

*Calcolato sulla base del potenziale massimo del settore. (Differenza tra obiettivo del Comune sul settore e scenario BAU)

**Percentuale di spread sul totale delle emissioni (escluso industrie) al 2010

Note

Il lavoro di indagine sviluppato dal Politecnico di Milano ha dimostrato quale sia effettivamente la superficie che può ragionevolmente ospitare i modulo fotovoltaici, nel calcolo del potenziale non si prevede comunque di saturare questa superficie ma di coprirne solo una parte in quanto ci potrebbero essere degli impedimenti economici, dovuti ad esempio all'esaurimento delle agevolazioni del Conto Energia.

Nella stima si sono considerate solo le superfici di pertinenza degli edifici residenziali e non quelle di pertinenza degli edifici industriali o commerciali (il potenziale in questo caso viene contabilizzato in altre schede).

Codice ED 07	Settore	TELERISCALDAMENTO/RAFFRESCAMENTO, COGENERAZIONE, SOLARE TERMICO
	Campo di intervento	SOLARE TERMICO
	Intervento	SOLARE TERMICO (DOMESTICO)

Descrizione dell'intervento	<p>Scopo di questa azione è quella di promuovere l'installazione di impianti solari termici ad uso residenziale. Importante la riguardo il ruolo del Comune che può operare su diversi fronti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definendo, attraverso un Piano Energetico Comunale o un Piano per le Rinnovabili, il potenziale di sviluppo degli impianti solari termici; • introducendo nei Regolamenti Edilizi Comunali regole che consentano una diminuzione dell'impatto ambientale degli impianti solari termici; • promuovendo delle azioni per contenere il costo di installazione (ad esempio attraverso la costituzione di gruppi di acquisto). <p>Nella definizione del potenziale si è tenuto conto della reale fattibilità degli interventi considerando tutti gli impedimenti di carattere tecnico. La definizione corretta delle superfici delle coperture, piane o a falda, sulle quali effettuare le valutazioni è il risultato del lavoro di indagine analitico condotto dal Politecnico di Milano e descritto nel Capitolo 3.4 del <i>Green Energy Retrofit Report</i>.</p>	
Risultati attesi	Produzione di energia rinnovabile [MWh]	1.971
	Riduzione delle emissioni di CO ₂ [kg]	318.803
Modalità di monitoraggio	Indicatori di riferimento	Energia prodotta/CO ₂ eq risparmiata
	Frequenza di monitoraggio	Annuale
	Strumenti e sistemi per il monitoraggio	Sarà predisposta una scheda tecnica semplificata nella quale i progettisti o le imprese coinvolte inseriranno i dati tecnici prestazionali dell'intervento di sostituzione (ad esempio tipologia di collettore, superficie captante, ecc.). L'Amministrazione comunale valuterà la possibilità di implementare l'intera procedura di monitoraggio su piattaforma web associata al portale del Comune.
Procedure operative per l'aggiornamento dell'inventario base delle emissioni	Calcolo dell'energia prodotta	Il calcolo dell'energia prodotta ipotizzando un rendimento standard di captazione per tipologia di pannello, con riferimento ai dati climatici del luogo.

Spread obiettivo* [kgCO ₂]		Spread obiettivo** [%]		Azioni del Comune per il raggiungimento dell'obiettivo
2015	2020	2015	2020	
146.118	292.236	0,41	0,82	FI33A – Formazione & incentivi – incontri & seminari per cittadini
				FI33B – Formazione & incentivi - incontri & seminari per amministratori di condominio
				FI33D – Formazione & incentivi – incontri & seminari scuole
				FI34A – Formazione & incentivi – corsi di formazione professionale

*Calcolato sulla base del potenziale massimo del settore. (Differenza tra obiettivo del Comune sul settore e scenario BAU)

**Percentuale di spread sul totale delle emissioni (escluso industrie) al 2010

Note

Il lavoro di indagine sviluppato dal Politecnico di Milano ha dimostrato quale sia effettivamente la superficie che può ragionevolmente ospitare gli impianti solari termici, nel calcolo del potenziale non si prevede comunque di saturare questa superficie, ma di coprirne solo una parte in quanto ci potrebbero essere degli impedimenti economici (ad esempio riduzione o rimozione degli incentivi). Nella stima si sono considerate solo le superfici di pertinenza degli edifici residenziali. Nella valutazione del potenziale si è considerata, in via prudenziale, solo la produzione di acqua calda sanitaria, sebbene in occasione delle campagne informative verranno incentivate anche altre applicazioni (ad esempio integrazione alla climatizzazione invernale e solar cooling).

ALLEGATO B. SINTESI DEI POTENZIALI DI INTERVENTO BAU 2020 - OBIETTIVO 2015

BAU 2020			
Interventi			
impianti per la climatizzazione invernale			
Regolazione impianti	75%	75	<input type="text" value="75"/>
Sostituzione impianti	35%	35	<input type="text" value="35"/>
Involucro			
Cappotto pareti CAPP	20%	20	<input type="text" value="20"/>
Cappotto pareti POT CAPP	2%	2	<input type="text" value="2"/>
Sostituzione serramenti	35%	35	<input type="text" value="35"/>
Isolamento coperture	4%	4	<input type="text" value="4"/>
Efficientamento elettrico			
Sostituzione apparecchi elettrici	25%	25	<input type="text" value="25"/>
Sostituzione illuminazione	100%	100	<input type="text" value="100"/>
Fonti rinnovabili			
Installazione PV su coperture	7%	7	<input type="text" value="7"/>
Installazione p. termici su coperture	5%	5	<input type="text" value="5"/>

Risparmio energetico	MWh primaria risp	MWh _{el} risp	contributo
impianti per la climatizzazione invernale			
Regolazione impianti	5.906		4,2%
Sostituzione impianti	3.859		2,7%
Involucro			
Cappotto pareti	1.259		0,9%
Sostituzione serramenti	1.935		1,4%
Isolamento coperture	539		0,4%
Efficientamento elettrico			
Sostituzione apparecchi	2.469	1.133	1,8%
Sostituzione illuminazione	1.954	896	1,4%
Fonti rinnovabili			
Installazione PV	974	447	0,7%
Installazione p. termici	222		0,2%
totale		19.115	13,6%

Risparmio CO ₂	kg CO ₂ equiv	contributo
impianti per la climatizzazione invernale		
Regolazione impianti	1.192.992	4,1%
Sostituzione impianti	779.422	2,7%
Involucro		
Cappotto pareti	254.282	0,9%
Sostituzione serramenti	390.777	1,3%
Isolamento coperture	108.953	0,4%
Efficientamento elettrico		
Sostituzione apparecchi	543.646	1,9%
Sostituzione illuminazione	430.137	1,5%
Fonti rinnovabili		
Installazione PV	214.416	0,7%
Installazione p. termici	44.914	0,2%
totale	3.959.539	13,7%

Obiettivo 2015			
Interventi			
impianti per la climatizzazione invernale			
Regolazione impianti	50%	50	<input type="text" value="50"/>
Sostituzione impianti	30%	30	<input type="text" value="30"/>
Involucro			
Cappotto pareti CAPP	32%	32	<input type="text" value="32"/>
Cappotto pareti POT CAPP	15%	15	<input type="text" value="15"/>
Sostituzione serramenti	47%	47	<input type="text" value="47"/>
Isolamento coperture	15%	15	<input type="text" value="15"/>
Efficientamento elettrico			
Sostituzione apparecchi elettrici	40%	40	<input type="text" value="40"/>
Sostituzione illuminazione	50%	50	<input type="text" value="50"/>
Fonti rinnovabili			
Installazione PV su coperture	20%	20	<input type="text" value="20"/>
Installazione p. termici su coperture	30%	30	<input type="text" value="30"/>

Risparmio energetico	MWh primaria risp	MWh _{el} risp	contributo
impianti per la climatizzazione invernale			
Regolazione impianti	3.937		2,8%
Sostituzione impianti	3.307		2,4%
Involucro			
Cappotto pareti	3.029		2,2%
Sostituzione serramenti	2.598		1,8%
Isolamento coperture	2.023		1,4%
Efficientamento elettrico			
Sostituzione apparecchi	3.950	1.812	2,8%
Sostituzione illuminazione	977	448	0,7%
Fonti rinnovabili			
Installazione PV	2.782	1.276	2,0%
Installazione p. termici	1.331		0,9%
totale	23.935		17,0%

Risparmio CO ₂	kg CO ₂ equiv	contributo
impianti per la climatizzazione invernale		
Regolazione impianti	795.328	2,7%
Sostituzione impianti	668.076	2,3%
Involucro		
Cappotto pareti	611.938	2,1%
Sostituzione serramenti	524.757	1,8%
Isolamento coperture	408.575	1,4%
Efficientamento elettrico		
Sostituzione apparecchi	869.833	3,0%
Sostituzione illuminazione	215.069	0,7%
Fonti rinnovabili		
Installazione PV	612.616	2,1%
Installazione p. termici	269.484	0,9%
totale	4.975.676	17,2%

ALLEGATO C. SINTESI DEI POTENZIALI DI INTERVENTO BAU 2020 - OBIETTIVO 2020

BAU 2020			
Interventi			
impianti per la climatizzazione invernale			
Regolazione impianti	75%	75	◀ ▶
Sostituzione impianti	35%	35	◀ ▶
Involucro			
Cappotto pareti CAPP	20%	20	◀ ▶
Cappotto pareti POT CAPP	2%	2	◀ ▶
Sostituzione serramenti	35%	35	◀ ▶
Isolamento coperture	4%	4	◀ ▶
Efficientamento elettrico			
Sostituzione apparecchi elettrici	25%	25	◀ ▶
Sostituzione illuminazione	100%	100	◀ ▶
Fonti rinnovabili			
Installazione PV su coperture	7%	7	◀ ▶
Installazione p. termici su coperture	5%	5	◀ ▶

Risparmio energetico	MWh primaria risp	MWh _{el} risp	contributo
impianti per la climatizzazione invernale			
Regolazione impianti	5.906		4,2%
Sostituzione impianti	3.859		2,7%
Involucro			
Cappotto pareti	1.259		0,9%
Sostituzione serramenti	1.935		1,4%
Isolamento coperture	539		0,4%
Efficientamento elettrico			
Sostituzione apparecchi	2.469	1.133	1,8%
Sostituzione illuminazione	1.954	896	1,4%
Fonti rinnovabili			
Installazione PV	974	447	0,7%
Installazione p. termici	222		0,2%
totale		19.115	13,6%

Risparmio CO ₂	kg CO ₂ equiv	contributo
impianti per la climatizzazione invernale		
Regolazione impianti	1.192.992	4,1%
Sostituzione impianti	779.422	2,7%
Involucro		
Cappotto pareti	254.282	0,9%
Sostituzione serramenti	390.777	1,3%
Isolamento coperture	108.953	0,4%
Efficientamento elettrico		
Sostituzione apparecchi	543.646	1,9%
Sostituzione illuminazione	430.137	1,5%
Fonti rinnovabili		
Installazione PV	214.416	0,7%
Installazione p. termici	44.914	0,2%
totale	3.959.539	13,7%

Obiettivo 2020			
Interventi			
impianti per la climatizzazione invernale			
Regolazione impianti	100%	100	◀ ▶
Sostituzione impianti	60%	60	◀ ▶
Involucro			
Cappotto pareti CAPP	65%	65	◀ ▶
Cappotto pareti POT CAPP	30%	30	◀ ▶
Sostituzione serramenti	95%	95	◀ ▶
Isolamento coperture	30%	30	◀ ▶
Efficientamento elettrico			
Sostituzione apparecchi elettrici	80%	80	◀ ▶
Sostituzione illuminazione	100%	100	◀ ▶
Fonti rinnovabili			
Installazione PV su coperture	40%	40	◀ ▶
Installazione p. termici su coperture	60%	60	◀ ▶

Risparmio energetico	MWh primaria risp	MWh _{el} risp	contributo
impianti per la climatizzazione invernale			
Regolazione impianti	7.875		5,6%
Sostituzione impianti	6.615		4,7%
Involucro			
Cappotto pareti	6.113		4,3%
Sostituzione serramenti	5.251		3,7%
Isolamento coperture	4.045		2,9%
Efficientamento elettrico			
Sostituzione apparecchi	7.901	3.624	5,6%
Sostituzione illuminazione	1.954	2.481	1,4%
Fonti rinnovabili			
Installazione PV	5.565	2.553	4,0%
Installazione p. termici	2.663		1,9%
totale		47.980	34,1%

Risparmio CO ₂	kg CO ₂ equiv	contributo
impianti per la climatizzazione invernale		
Regolazione impianti	1.590.657	5,5%
Sostituzione impianti	1.336.152	4,6%
Involucro		
Cappotto pareti	1.234.853	4,3%
Sostituzione serramenti	1.060.680	3,7%
Isolamento coperture	817.150	2,8%
Efficientamento elettrico		
Sostituzione apparecchi	1.739.666	6,0%
Sostituzione illuminazione	430.137	1,5%
Fonti rinnovabili		
Installazione PV	1.225.232	4,2%
Installazione p. termici	538.967	1,9%
totale	9.973.493	34,4%