

<b>1. Obiettivi del report .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Il parco edilizio del Comune .....</b>	<b>3</b>
2.1. Evoluzione del sistema urbano .....	3
2.2. Censimento del comparto edilizio .....	5
<b>3. Calcolo delle superfici utili .....</b>	<b>7</b>
3.1. Involucro trasparente .....	10
3.2. Involucro opaco .....	11
3.3. Superficie coperta.....	12
3.4. Sintesi dei risultati .....	12
<b>4. Valutazione del potenziale di intervento.....</b>	<b>14</b>
4.1. Interventi sull'involucro edilizio .....	14
4.2. Interventi sull'impianto di climatizzazione.....	18
4.3. Sostituzione di impianti elettrici.....	20
4.4. Installazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili .....	22
<b>5. Calcolo del risparmio energetico .....</b>	<b>24</b>
5.1. Risparmio energetico per intervento .....	24
5.2. Scenario di risparmio energetico complessivo al 2020.....	26
<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....</b>	<b>28</b>
<b>ALLEGATO 1: Descrizione delle Azioni .....</b>	<b>29</b>

## 1. Obiettivi del report

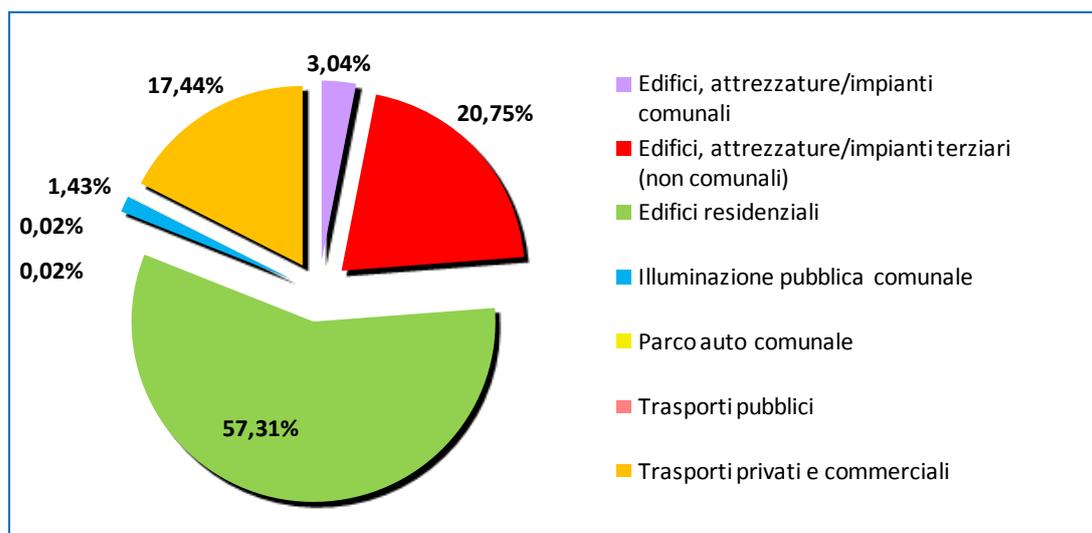
Il **Report Energetico Residenziale** definisce il potenziale di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> raggiungibile tramite il contenimento dei consumi energetici nel settore residenziale.

Sulla base di una indagine approfondita del tessuto urbano, mappato secondo le epoche costruttive e la consistenza degli edifici, è possibile stimare le azioni di retrofit che con elevata probabilità potranno essere effettuate per la riqualificazione del patrimonio esistente. Ulteriori valutazioni sono effettuate in base agli usi elettrici negli edifici.

Al termine della trattazione si definisce lo scenario di riduzione ottenibile al 2020 attraverso l'attuazione degli interventi proposti.

I risparmi qui quantificati ed illustrati rappresentano una **valutazione potenziale**, che va tradotta in realtà attraverso azioni mirate di formazione, comunicazione, sensibilizzazione, regolamentazione ed incentivazione da parte del Comune. Tali modalità di realizzazione, gli specifici obiettivi e risparmi energetico-ambientali attesi per ogni misura proposta, sono quindi riportati nelle Azioni del PAES riguardanti la macro categoria **“Coinvolgimento dei cittadini e degli stakeholders”** e **“Pianificazione territoriale”**.

Il documento costituisce dunque una parte integrante del progetto Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile in cui l'Amministrazione è attualmente impegnata.



**Grafico 1:** Emissioni di CO<sub>2</sub> per il Comune per l'anno 2005 (Fonte: Inventario delle emissioni)

Il settore residenziale per Rescaldina, come per molti Comuni della Provincia di Milano, occupa una quota parte molto rilevante pari al 57,31% delle emissioni complessive di CO<sub>2</sub> per l'anno 2005. Risulta pertanto prioritario l'intervento nel settore mediante azioni che tengano conto dei reali andamenti dei consumi energetici e delle caratteristiche costruttive delle abitazioni che compongono il tessuto urbano.

## 2. Il parco edilizio del Comune

Il Comune di Rescaldina occupa una superficie di 8 km<sup>2</sup>. La media dei componenti del nucleo familiare, dal 2005 al 2010, è diminuita del 3,6%, raggiungendo i 2,4 componenti.

Sulla base della crescita del numero di famiglie e della richiesta effettiva di alloggi, si potrebbe stimare che la crescita del comparto edilizio dal 2001 (anno dell'ultimo censimento ISTAT disponibile) ad oggi sia proporzionale a quella della popolazione residente, pari al 5,14%.

Nonostante il trend di incremento, dal presente Rapporto Energetico Residenziale **si esclude l'analisi del parco edilizio costruito dal 2001 in poi**, per i seguenti motivi:

- una parte di tale spinta all'edificazione è stata soddisfatta dall'occupazione di abitazioni esistenti o frazionate;
- con l'innalzarsi degli standard edilizi, come imposto dalle normative più vincolanti degli ultimi anni, la potenzialità di intervento su di esso è tendente allo zero e così la possibilità di ottenere risparmi significativi.

Il parco edilizio esistente, su cui si concentra l'analisi del RER, è stato studiato dal punto di vista energetico, strutturale e socio culturale, facendo riferimento alle seguenti fonti documentali:

- **Relazione del Piano delle Regole** redatta nell'ambito del processo di Valutazione Ambientale Strategica del Piano di Governo del Territorio per il Comune di Rescaldina (*giugno 2011*): in particolare per tutte le elaborazioni finalizzate all'analisi del tessuto urbano e del suo sviluppo;
- **Banca dati ISTAT** (Istituto Nazionale di Statistica, 14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni): abitazioni classificate per epoca di costruzione e abitazioni classificate per numero medio di piani fuori terra;
- **Green Energy Retrofit Report<sup>1</sup>** a cura del Dipartimento BEST del Politecnico di Milano: tali studi, effettuati per cinque Comuni della Provincia, costituiscono un riferimento metodologico per la procedura di calcolo del risparmio energetico, forniscono una campionatura attendibile sullo stato di conservazione del patrimonio edilizio esistente nella provincia di Milano e quindi sulle potenzialità di intervento.

### 2.1. Evoluzione del sistema urbano

Il Comune di Rescaldina si compone dei tre nuclei di antica edificazione denominati Rescaldina, Rescalda e Ravello. Le aree hanno subito dallo stato originario ad oggi diverse trasformazioni come è possibile osservare dalla cartografia storica di seguito riportata.

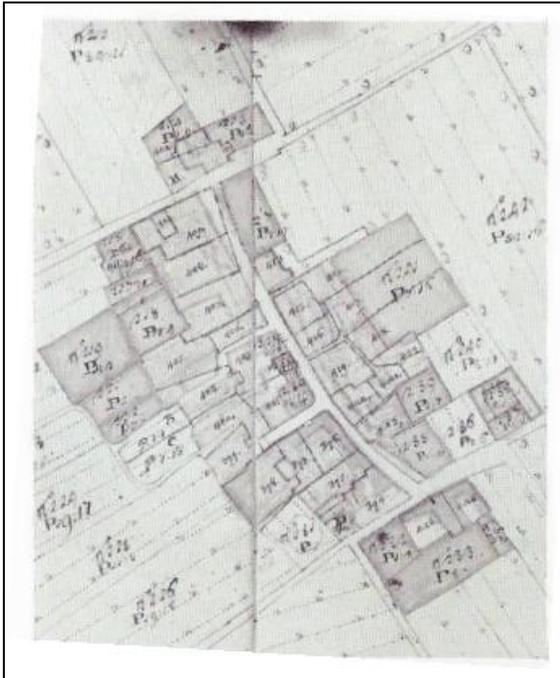
La **mappa del catasto teresiano risalente al 1722** rappresenta i tre nuclei storici compatti di Rescalda, Rescaldina e Ravello: la tipologia edilizia prevalente è la casa a corte, abitazione tipica del luogo che assolve alla duplice funzione di residenza e bottega.

Sin dalle epoche più remote la struttura di Rescaldina si presenta più articolata rispetto agli altri centri: dalla via principale si diramano due strade a ovest e tre vicoli a est; il nucleo abitato è chiuso a nord dalla chiesa di S. Bernardo e a sud da un grande complesso a corte.

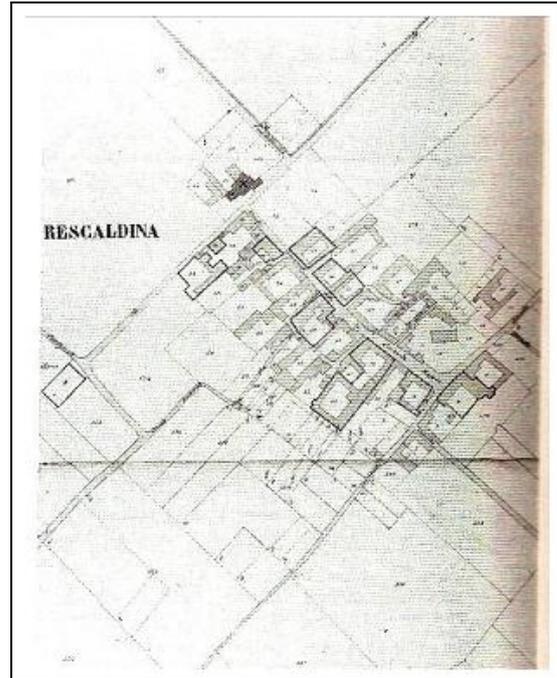
Il **censimento del 1807** riporta 272 abitanti a Rescalda e 630 a Rescaldina, testimoniando una sostanziale staticità demografica rispetto ai dati disponibili per il XVI e XVIII secolo. Nella mappa di Rescaldina è già visibile **la fabbrica Bassetti**, ad ovest del paese sulla strada per Legnano, segno della vocazione industriale del Comune.

---

<sup>1</sup> Green Energy Retrofit Report, Dipartimento BEST – Politecnico di Milano, 2011 – I GER sono stati svolti per i Comuni di Cernusco sul Naviglio, Melzo, Pioltello, Trezzo d'Adda, Vaprio d'Adda, e allegati ai rispettivi PAES.



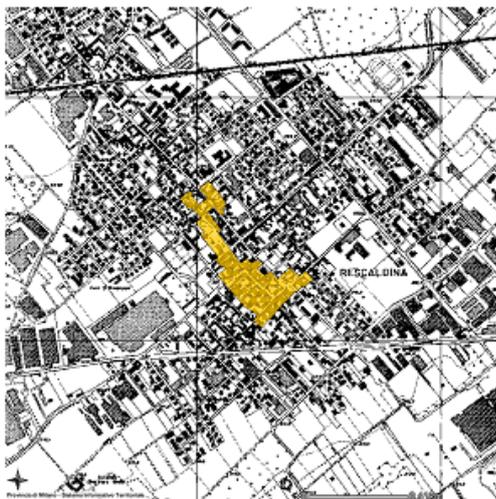
*Estratto Catasto teresiano 1722*



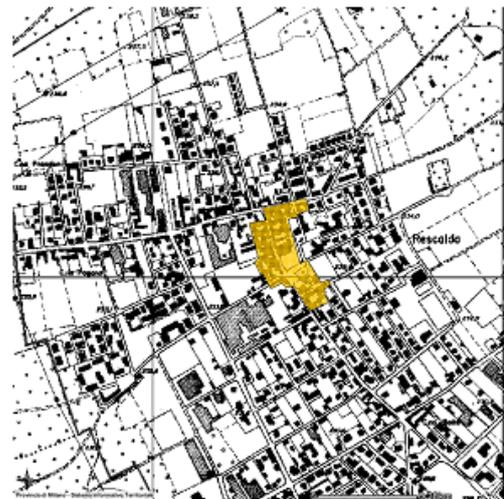
*Estratto mappa catastale 1856*

Nel periodo dell'Unità d'Italia Rescaldina diventa Comune accorpando nei propri confini territoriali Rescalda e Ravello (come frazione). Nell'anno **1887** la **costruzione della stazione ferroviaria**, lungo la linea Milano-Novara delle Ferrovie Nord, segna un'importante svolta per lo sviluppo sociale ed economico del Comune: la linea ferroviaria si trova a nord di Ravello e taglia il territorio con direzione est-ovest e isolando di fatto Rescalda dagli altri due centri.

La **tavola IGM<sup>2</sup> risalente al 1937** denota una sostanziale stazionarietà del costruito: la frazione di Rescalda ancora isolata e i due nuclei di Rescaldina e Ravello si saldano formando un unico agglomerato urbano.



*Rescaldina e Ravello – Centri storici al 1937  
(Fonte: Provincia di Milano, centri storici IGM)*



*Rescalda – Centro storico al 1937  
(Fonte: Provincia di Milano, centri storici IGM)*

*Centri storici sulla base della cartografia IGM 1937*

<sup>2</sup> Istituto Geografico Militare IGM – Cartografie realizzate con finalità militari (a partire dal 1988, e per gli anni 1917, 1937, 1963, 1979/81), consentono di ricostruire l'evoluzione nel tempo degli insediamenti urbani, delle infrastrutture presenti e del paesaggio naturale.

Il **secondo dopoguerra** segna la vera svolta per il Comune: al processo di industrializzazione (in particolare nel settore tessile, metalmeccanico, metallurgico) si affianca l'inevitabile sviluppo del comparto residenziale, secondo una maglia regolare parallela ai tracciati storici. Il tessuto edilizio si caratterizza in un primo tempo con case unifamiliari o edifici plurifamiliari bassi (a due o tre piani), successivamente con abitazioni su più livelli quali la "palazzina" plurifamiliare e il condominio metropolitano.

L'attuale morfologia urbana è fortemente segnata dalla **rete infrastrutturale**, che divide il tessuto in tre parti:

- la SP527 attraversa il comune nella parte sud con direzione est-ovest e taglia il tessuto urbano con una piccola porzione a sud del tracciato e una parte molto più ampia a nord, che comprende Rescaldina e Ravello;
- sul limite nord di Ravello si trova la linea ferroviaria con un tracciato parallelo alla strada provinciale;
- a sud-ovest di Rescaldina e fuori dai confini comunali è presente l'autostrada Milano-Varese.

Il territorio comunale è **urbanizzato per circa la metà della sua superficie** a causa di un forte processo di antropizzazione. Le restanti aree non urbanizzate sono esigue, frammentate, disposte a corona; tra queste si segnala la presenza di una vasta fascia boscata che delimita il territorio comunale a nord-est ed è attraversata dal torrente Bozzente e rientra nel PLIS Parco del Rugareto.

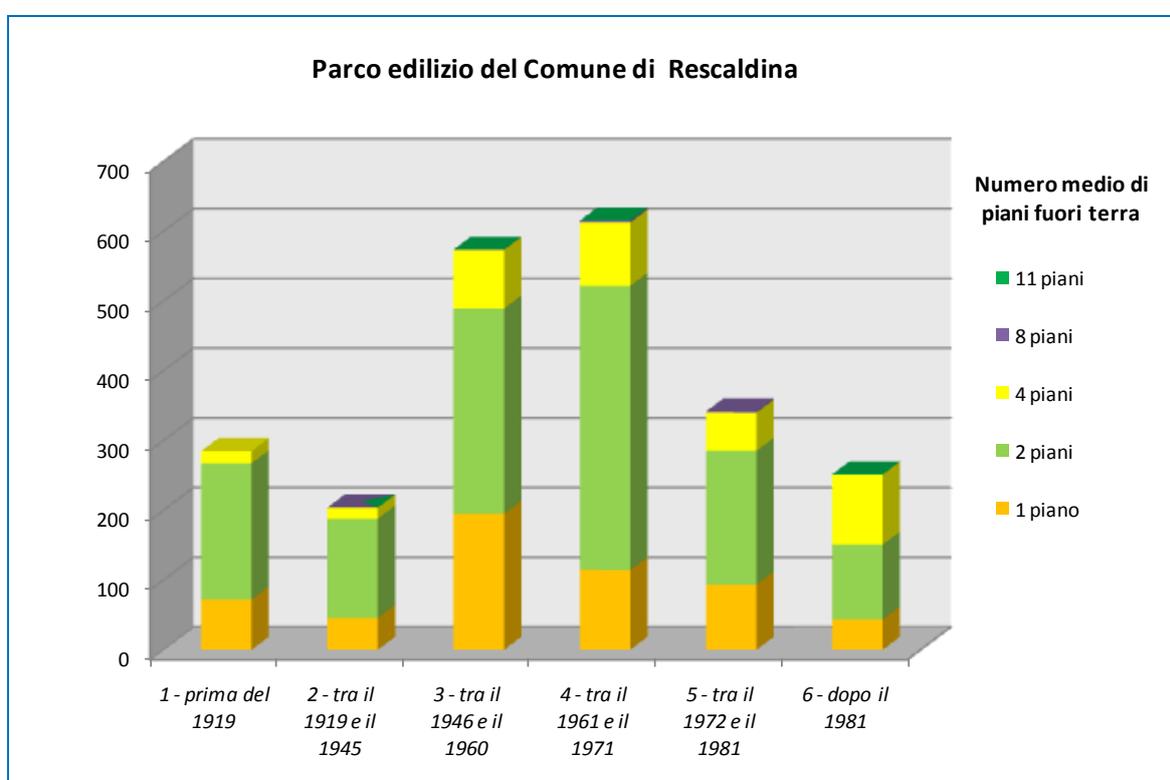


Vista aerea 2009

## 2.2. Censimento del comparto edilizio

Secondo il censimento ISTAT si rileva che il Comune si compone di 2271 fabbricati, suddivisi per epoca costruttiva e per numero di piani fuori terra come riportato nell'istogramma del Grafico 2. Si osserva che il tessuto urbano di Rescaldina si caratterizza come segue:

- un **edificato basso** costituito in prevalenza da edifici con due piani fuori terra è prevalente in tutte le epoche. Le altezze maggiori si raggiungono dopo gli anni Ottanta, parallelamente allo sviluppo economico del Comune. I dati quantitativi estratti dall'ISTAT confermano sostanzialmente quanto descritto nel paragrafo precedente sullo sviluppo urbano e sulle tipologie edilizie prevalenti per epoca costruttiva;
- il **numero massimo di edifici costruiti** è riscontrabile a partire dal **secondo dopoguerra fino agli anni settanta**, per un totale di circa 1189 fabbricati (52% sul totale). Nelle epoche successive si osserva un trend di decrescita in termini di numero di edifici e, parallelamente, l'innalzarsi del numero di piani fuori terra: gli edifici con una media di quattro piani fuori terra sono in totale 363 e oltre il 1981 sono stati edificati circa il 27% del totale.



**Grafico 2:** Parco edilizio del Comune (fonte: ISTAT)

### 3. Calcolo delle superfici utili

Le caratteristiche geometriche e termo-fisiche dei fabbricati che compongono il parco edilizio esistente sono ricostruite a partire dai dati del censimento ISTAT delle abitazioni al 2001, delle norme UNI TS 11300 e dalla letteratura sul tema.

I dati di partenza atti a descrivere la consistenza del patrimonio edilizio esistente sono estratti dai censimenti ISTAT, in particolare le categorie *Edifici per epoche costruttive* associati al *Numero di abitazioni per fabbricato* e al *Numero di piani fuori terra*.

Le epoche costruttive dell'edificato sono omologate alla classificazione ISTAT, come riportato nella tabella seguente.

Epoche costruttive	
categoria ISTAT	anno di costruzione del fabbricato
1	immobili antecedenti al 1919
2	immobili costruiti tra il 1919 e il 1945
3	immobili costruiti tra il 1946 e il 1960
4	immobili costruiti tra il 1961 e il 1971
5	immobili costruiti tra il 1972 e il 1981
6	immobili successivi al 1981

Le categorie ISTAT *Numero abitazioni* e *Numero piani fuori terra del fabbricato*<sup>3</sup> sono codificate a partire da valori numerici progressivi, come nel caso precedente. Ad ogni numero viene però associato un range di valori di cui si è deciso di considerare la media aritmetica (ad esempio la categoria ISTAT *Numero di piani fuori terra per fabbricato* codificata con il numero 3 comprende le abitazioni appartenenti a fabbricati che hanno dai tre ai cinque piani fuori terra, pertanto si considera il valore medio pari a quattro; o ancora, la categoria *Numero di abitazioni per fabbricato* codificata con il numero 3 comprende i fabbricati composti da tre oppure quattro abitazioni, pertanto si considera il valore medio pari a 3,5), come segue:

Numero di piani fuori terra per fabbricato		Numero di abitazioni per fabbricato	
categoria ISTAT	numero medio dei piani	categoria ISTAT	media delle abitazioni
1	1 piano	1	1 alloggio
2	2 piani	2	2 alloggi
3	4 piani	3	3,5 alloggi
4	8 piani	4	6,5 alloggi
5	11 piani	5	12 alloggi
		6	23 alloggi
		7	31 alloggi

<sup>3</sup> Nella categoria *Numero di piani fuori terra* sono compresi tutti i subalterni appartenenti al fabbricato e aventi destinazione d'uso abitativa e commerciale. In questo caso si procede con una semplificazione considerando una media dei range censiti (non il valore massimo) e ipotizzando che siano tutti a destinazione residenziale.

Seguendo questa codifica e considerati i dati ISTAT comunali relativi alla superficie complessiva e al numero di abitazioni (riportati nelle colonne viola della tabella1) è stato possibile calcolare:

- il numero complessivo degli edifici raggruppati per numero di piani (prima colonna arancione);
- i valori della superficie media delle abitazioni (seconda colonna arancione), che risulta variabile tra gli 82 e i 100 m<sup>2</sup>, superiore rispetto al trend provinciale.

Numero alloggi per fabbricato		Numero fabbricati	Numero di piani fuori terra		Superficie complessiva	Numero alloggi	Superficie media per alloggio
cat ISTAT	numero alloggi (media)		cat ISTAT	numero piani (media)			
1	1,0	508,0	1	1	51.342	508	101,1
2	2,0	48,0	1	1	8.237	96	85,8
3	3,5	5,1	1	1	1.485	18	82,5
4	6,5	2,5	1	1	1.069	16	66,8
5	12,0	0,3	1	1	310	4	77,5
6	23,0	0,0	1	1	60	1	60,0
7	31,0	0,0	1	1	0	0	
		<b>564</b>			0	0	<b>97,2</b>
1	1,0	923,0	2	2	105.528	923	114,3
2	2,0	325,5	2	2	62.486	651	96,0
3	3,5	70,0	2	2	18.880	245	77,1
4	6,5	15,7	2	2	7.868	102	77,1
5	12,0	4,3	2	2	3.810	51	74,7
6	23,0	0,1	2	2	275	2	137,5
7	31,0	0,0	2	2	0	0	
		<b>1339</b>			0	0	<b>100,7</b>
1	1,0	180,0	3	4	21.642	180	120,2
2	2,0	56,5	3	4	12.400	113	109,7
3	3,5	22,6	3	4	7.212	79	91,3
4	6,5	44,6	3	4	23.759	290	81,9
5	12,0	44,3	3	4	41.053	532	77,2
6	23,0	14,3	3	4	26.317	328	80,2
7	31,0	1,1	3	4	2.275	34	66,9
		<b>363</b>			0	0	<b>86,5</b>
1	1,0	0,0	4	8	0	0	
2	2,0	0,0	4	8	0	0	
3	3,5	0,0	4	8	0	0	
4	6,5	0,6	4	8	450	4	112,5
5	12,0	0,2	4	8	161	2	80,5
6	23,0	3,9	4	8	7.256	90	80,6
7	31,0	0,0	4	8	90	1	90,0
		<b>5</b>			0	0	<b>82,0</b>
1	1,0	0,0	5	11	0	0	
2	2,0	0,0	5	11	0	0	
3	3,5	0,0	5	11	0	0	
4	6,5	0,0	5	11	0	0	
5	12,0	0,0	5	11	0	0	
6	23,0	0,1	5	11	112	2	56,0
7	31,0	0,0	5	11	0	0	
		<b>0</b>					<b>56,0</b>
		<b>2271</b>			<b>404.077</b>	<b>4.272</b>	

**Tabella 1:** Superfici e numero di abitazioni del Comune (fonte: ISTAT)

I dati complessivi sono stati successivamente dettagliati per le singole epoche costruttive, come riportato nella tabella 2, ottenendo, per numero di piani fuori terra e per numero di abitazioni per ciascun fabbricato, i seguenti valori (colonne arancio della tabella 2):

- superficie media degli alloggi;
- numero dei fabbricati;
- superficie utile<sup>4</sup> di ciascun fabbricato;
- superficie utile per piano fuori terra;
- incidenza del vano scala.

In particolare, gli ultimi due parametri sono stimati come segue:

- la *superficie utile per ogni piano fuori terra* è stata calcolata incrementando la superficie netta per una percentuale che tiene conto dello spessore medio dei muri perimetrali;
- l'*incidenza del vano scala* è stata stimata sulla base di un algoritmo che tiene conto del numero di alloggi per piano e dell'ingombro degli spazi comuni nei fabbricati.

Numero alloggi per fabbricato		Numero fabbricati	Numero di piani fuori terra		Superficie complessiva	Numero alloggi	Superficie media per alloggio	1 - prima del 1919						
cat ISTAT	numero alloggi (media)		cat ISTAT	numero piani (media)				superficie alloggi	numero alloggi	superficie media alloggi	numero fabbricati	superficie utile per fabbricato	superficie utile per piano fuori terra	incidenza vano scala
1	1,0	508,0	1	1	51.342	508	101,1	4.532	63	71,94	63,00	72	72	
2	2,0	48,0	1	1	8.237	96	85,8	1.236	14	88,29	7,00	177	177	
3	3,5	5,1	1	1	1.485	18	82,5	472	6	78,67	1,71	275	275	
4	6,5	2,5	1	1	1.069	16	66,8	169	2	84,50	0,31	549	549	
5	12,0	0,3	1	1	310	4	77,5	65	1	65,00	0,08	780	780	
6	23,0	0,0	1	1	60	1	60,0	60	1	60,00	0,04	1380	1380	
7	31,0	0,0	1	1	0	0	0	0	0					
		<b>564</b>			0	0	<b>97,2</b>	0	0		<b>72,15</b>			
1	1,0	923,0	2	2	105.528	923	114,3	12.464	137	90,98	137,00	91	45	0,25
2	2,0	325,5	2	2	62.486	651	96,0	4.732	57	83,02	28,50	166	83	0,14
3	3,5	70,0	2	2	18.880	245	77,1	5.814	85	68,40	24,29	239	120	0,06
4	6,5	15,7	2	2	7.868	102	77,1	1.372	18	76,22	2,77	495	248	0,05
5	12,0	4,3	2	2	3.810	51	74,7	2.307	33	69,91	2,75	839	419	0,05
6	23,0	0,1	2	2	275	2	137,5	0	0					
7	31,0	0,0	2	2	0	0	0	0	0					
		<b>1339</b>			0	0	<b>100,7</b>	0	0		<b>195,30</b>			
1	1,0	180,0	3	4	21.642	180	120,2	1.384	14	98,86	14,00	99	25	0,47
2	2,0	56,5	3	4	12.400	113	109,7	195	2	97,50	1,00	195	49	0,24
3	3,5	22,6	3	4	7.212	79	91,3	355	6	59,17	1,71	207	52	0,22
4	6,5	44,6	3	4	23.759	290	81,9	240	3	80,00	0,46	520	130	0,09
5	12,0	44,3	3	4	41.053	532	77,2	90	1	90,00	0,08	1080	270	0,04
6	23,0	14,3	3	4	26.317	328	80,2	0	0					
7	31,0	1,1	3	4	2.275	34	66,9	0	0					
		<b>363</b>			0	0	<b>86,5</b>	0	0		<b>17,26</b>			
1	1,0	0,0	4	8	0	0	0	0	0					
2	2,0	0,0	4	8	0	0	0	0	0					
3	3,5	0,0	4	8	0	0	0	0	0					
4	6,5	0,6	4	8	450	4	112,5	0	0					
5	12,0	0,2	4	8	161	2	80,5	0	0					
6	23,0	3,9	4	8	7.256	90	80,6	0	0					
7	31,0	0,0	4	8	90	1	90,0	0	0					
		<b>5</b>			0	0	<b>82,0</b>	0	0		<b>0,00</b>			
1	1,0	0,0	5	11	0	0	0	0	0					
2	2,0	0,0	5	11	0	0	0	0	0					
3	3,5	0,0	5	11	0	0	0	0	0					
4	6,5	0,0	5	11	0	0	0	0	0					
5	12,0	0,0	5	11	0	0	0	0	0					
6	23,0	0,1	5	11	112	2	56,0	0	0					
7	31,0	0,0	5	11	0	0	0	0	0					
		<b>0</b>					<b>56,0</b>	35.487	443		<b>0,00</b>			
		<b>2271</b>			<b>404.077</b>	<b>4.272</b>								

**Tabella 2:** Superfici e numero di abitazioni del Comune per l'epoca costruttiva pre 1919 (fonte ISTAT)

Nota alla tabella 2: nelle colonne relative al numero di fabbricati, soprattutto per gli edifici con più piani fuori terra, è possibile trovare un valore approssimato alla prima cifra decimale. Questo è dovuto alla probabilità che il privato

<sup>4</sup> Per **superficie utile** abitabile si intende la superficie di pavimento degli alloggi misurata al netto di murature, pilastri, tramezzi, sguinci, vani di porte e finestre, di eventuali scale interne, di logge di balconi.

cittadino abbia commesso un errore nella stima di almeno un parametro della scheda di censimento. Pertanto, non essendo possibile avere un riscontro per tutte le pratiche, si è scelto di non modificare i dati forniti da ISTAT.

Tale schema, reiterato per le sei epoche costruttive codificate, consente di definire con un buon grado di approssimazione le superfici utili dei fabbricati siti nel territorio comunale. Si riportano in tabella in Tabella 3 i valori complessivi ottenuti.

Superfici utili dei fabbricati classificati per epoca costruttiva e numero di piani fuori terra						
epoca costruttiva	Superfici utili [m <sup>2</sup> ]					
	1 piano	2 piani	4 piani	8 piani	11 piani	Totale
1 - prima del 1919	6.534	31.017	3.058	0	0	40.609
2 - tra il 1919 e il 1945	4.365	25.097	4.187	84	0	33.733
3 - tra il 1946 e il 1960	20.682	50.278	27.259	322	0	98.540
4 - tra il 1961 e il 1971	12.629	66.987	57.668	4.794	0	142.078
5 - tra il 1972 e il 1981	13.024	36.708	29.004	29.004	0	107.739
6 - dopo il 1981	5.400	19.010	30.879	176	120	55.585

**Tabella 3:** Superfici utili dei fabbricati classificati per epoca costruttiva e numero di piani fuori terra

### 3.1. Involucro trasparente

Per ogni edificio - classificato per epoca, numero di piani e numero di abitazioni – si calcola la superficie vetrata secondo la formula:

$$A_{\text{trasparente}} = S_{\text{utile alloggi}} \cdot 0,15 \quad (1)$$

$S_{\text{utile}}$  è la superficie utile complessiva dei fabbricati

0,15 è il valore medio per le diverse epoche costruttive stabilito secondo bibliografia<sup>5</sup>

Superfici trasparenti dei fabbricati classificati per epoca costruttiva e numero di piani fuori terra						
epoca costruttiva	Superfici trasparenti [m <sup>2</sup> ]					
	1 piano	2 piani	4 piani	8 piani	11 piani	Totale
1 - prima del 1919	980	4.003	340	0	0	5.323
2 - tra il 1919 e il 1945	655	3.294	517	12	0	4.478
3 - tra il 1946 e il 1960	3.102	6.547	3.506	43	0	13.198
4 - tra il 1961 e il 1971	1.894	8.651	684	684	0	11.914
5 - tra il 1972 e il 1981	1.934	4.850	3.957	430	0	11.170
6 - dopo il 1981	810	2.482	3.918	24	17	7.251

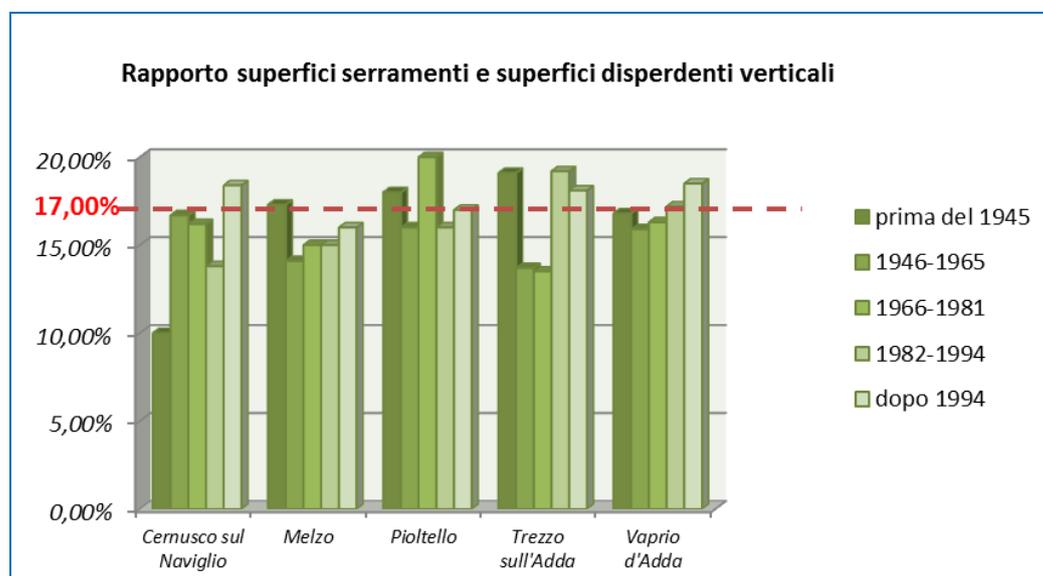
**Tabella 4:** Superfici trasparenti dei fabbricati classificati per epoca costruttiva e numero di piani fuori terra

I risultati complessivi sono riportati in Tabella 4: come prevedibile le superfici trasparenti crescono in rapporto allo sviluppo delle superfici utili delle abitazioni, pertanto sono molto elevate nel periodo 45-80, e si riducono proporzionalmente alle superfici censite nelle poche successive.

<sup>5</sup> Per definire la formula (1) è stato preso come riferimento il valore minimo stabilito da Regolamento di Igiene ( per cui la superficie vetrata deve essere almeno l' 8% della superficie utile) a cui è stato applicato un fattore correttivo incrementale pari al 7%. L'incremento è basato sull'osservazione di campioni di edifici per le epoche costruttive di inventario da cui si rileva che le superfici vetrate sono solitamente superiori al limite normativo.

### 3.2. Involucro opaco

La superficie dell'involucro opaco dei fabbricati è calcolata secondo la metodologia dei *Green Energy Report* a cura del Dipartimento BEST. Nei report sono stati campionati un numero significativo di edifici del comparto residenziale per cinque Comuni (per un totale di 7.995 edifici), da cui è stato possibile ipotizzare che la percentuale delle componenti vetrate rispetto alle superfici opache sia pari al 17% (vedi Tabella 5).



**Grafico 3:** Rapporto tra le superfici dei serramenti e le superfici disperdenti verticali

Il calcolo delle aree opache è dunque effettuato secondo la formula:

$$A_{\text{opaca}} = A_{\text{trasparente}} * (0,83/0,17) \quad (2)$$

$A_{\text{trasparente}}$  è l'area complessiva delle superfici trasparenti

$0,83/0,17$  è il rapporto tra la percentuale di superfici opache di involucro e di quelle trasparenti

Superfici opache verticali dei fabbricati classificati per epoca costruttiva e numero di piani fuori terra						
epoca costruttiva	Superfici opache pareti verticali [m <sup>2</sup> ]					Totale
	1 piano	2 piani	4 piani	8 piani	11 piani	
1 - prima del 1919	4.785	19.546	1.658	0	0	25.989
2 - tra il 1919 e il 1945	3.197	16.083	2.523	59	0	21.861
3 - tra il 1946 e il 1960	15.147	31.964	17.119	209	0	64.439
4 - tra il 1961 e il 1971	9.249	42.239	38.871	3.340	0	93.699
5 - tra il 1972 e il 1981	9.442	23.677	19.317	2.101	0	54.538
6 - dopo il 1981	3.955	12.117	19.129	118	82	35.400

**Tabella 5:** Superfici opache verticali dei fabbricati classificati per epoca costruttiva e n° di piani fuori terra

L'andamento dello sviluppo delle superfici nelle epoche costruttive rispecchia il trend osservato per le superfici verticali, da cui dipendono secondo una proporzionalità lineare. Pertanto sono valide le medesime considerazioni del caso precedente.

### 3.3. Superficie coperta

Le superfici coperte dei fabbricati sono calcolate a partire dalla superficie utile per piano fuori terra, incrementata di una percentuale che tiene conto dell'incidenza delle pareti perimetrali esterne e degli spazi comuni.

Si assume come ipotesi di calcolo che tutte le superfici coperte siano orizzontali, per le seguenti motivazioni:

- la coibentazione del tetto è un intervento che prevede, nella gran parte dei casi, l'isolamento del solaio piano del vano sottotetto;
- non è stato possibile effettuare una mappatura puntuale dei tetti a falda.

La formula di calcolo delle superfici coperte risulta pertanto la seguente:

$$A_{\text{coperta}} = A_{\text{utile}} * [(1,2 \div 1,3) + f_{\text{scala}}] \quad (3)$$

$A_{\text{utile}}$  è l'area complessiva delle superfici utili

$1,2 \div 1,3$  è un coefficiente correttivo che considera l'incidenza dello spessore delle pareti perimetrali rispetto alla superficie utile; varia, in base all'epoca costruttiva, da 1,3 per tutte le abitazioni fino al 1971 e 1,2 per le epoche successive

$f_{\text{scala}}$  è un coefficiente correttivo che tiene conto dell'incidenza del vano scala rispetto alle superfici utili; il valore è calcolato sulla base del numero dei piani fuori terra, della superficie utile e del numero di vani scala per aggregazione-tipo di unità abitative (un vano scala serve un numero massimo di 3 alloggi)

Superfici coperte dei fabbricati classificati per epoca costruttiva e numero di piani fuori terra						
epoca costruttiva	Superfici coperte [m <sup>2</sup> ]					
	1 piano	2 piani	4 piani	8 piani	11 piani	Totale
1 - prima del 1919	8.494	19.512	934	0	0	28.940
2 - tra il 1919 e il 1945	5.675	15.842	1.305	13	0	22.836
3 - tra il 1946 e il 1960	26.887	31.686	8.568	51	0	67.191
4 - tra il 1961 e il 1971	16.418	42.145	18.398	770	0	77.731
5 - tra il 1972 e il 1981	15.629	21.587	8.570	447	0	46.233
6 - dopo il 1981	6.480	11.159	9.026	26	13	26.704

Tabella 6: Superfici coperte dei fabbricati classificati per epoca costruttiva e numero di piani fuori terra

### 3.4. Sintesi dei risultati

I valori complessivi delle superfici di involucro ottenute, atte a definire la consistenza del parco edilizio comunale sono sintetizzati nella Tabella 7 e nel Grafico 4, da cui si evince che:

- il rapporto tra le superfici utili e quelle coperte è circa di 2:1, confermando quanto detto nel capitolo introduttivo circa la prevalenza di un edificato basso con una media di due piani fuori terra;

- le superfici disperdenti maggiormente incidenti per il parco edilizio comunale analizzato sono le **pareti perimetrali esterne (48%)**, seguite dalle **superfici coperte (44%)** e in quota minore le **superfici vetrate (8%)**.

Superfici complessive delle abitazioni per epoca costruttiva [m <sup>2</sup> ]				
epoca costruttiva	Superfici utili	Superfici trasparenti	Superfici opache	Superfici coperte
1 - prima del 1919	40.608,75	5.323,05	25.989,01	28.940,25
2 - tra il 1919 e il 1945	33.732,73	4.477,65	21.861,47	22.835,65
3 - tra il 1946 e il 1960	98.540,31	13.198,35	64.439,00	67.191,10
4 - tra il 1961 e il 1971	142.077,81	11.914,05	93.699,43	77.730,70
5 - tra il 1972 e il 1981	107.739,26	11.170,35	54.537,59	46.232,57
6 - dopo il 1981	55.584,90	7.250,70	35.400,48	26.704,16
<b>Totale</b>	<b>478.283,76</b>	<b>53.334,15</b>	<b>295.926,98</b>	<b>269.634,43</b>

Tabella 7: Superfici complessive delle abitazioni per epoca costruttiva

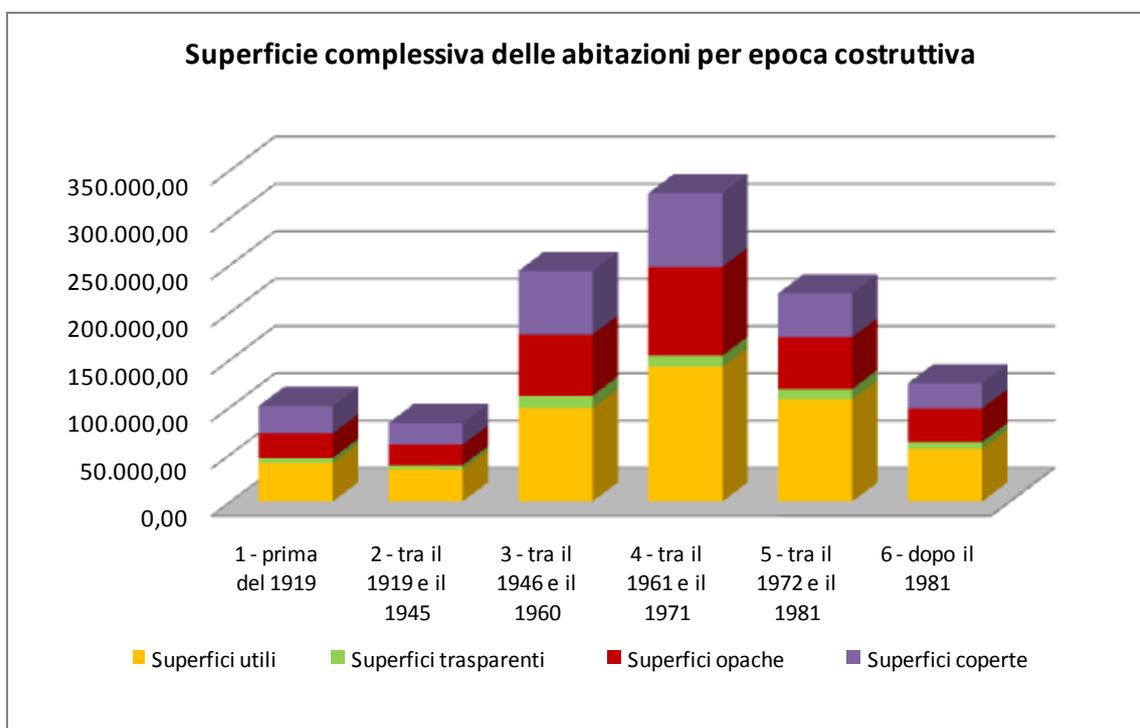


Grafico 4: Superfici complessive delle abitazioni per epoca costruttiva

## 4. Valutazione del potenziale di intervento

La riduzione di consumi energetici per una abitazione consiste principalmente nella limitazione delle dispersioni di calore, emesso sotto forma di energia termica, e nell'ottimizzazione dell'uso delle apparecchiature e dei dispositivi alimentati da energia elettrica.

Per una abitazione tipo si individuano pertanto i seguenti ambiti di intervento prioritari:

- **Interventi sull'involucro edilizio:**
  - ✓ Coibentazione delle partizioni opache verticali;
  - ✓ Sostituzione dei serramenti;
  - ✓ Coibentazione delle partizioni opache orizzontali;
- **Interventi sull'impianto di climatizzazione:**
  - ✓ Installazione di sistemi di regolazione e contabilizzazione del calore;
  - ✓ Sostituzione del generatore di calore;
- **Sostituzione di impianti elettrici:**
  - ✓ Sostituzione degli apparecchi elettrici;
  - ✓ Sostituzione delle sorgenti luminose;
- **Installazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili:**
  - ✓ Installazione di impianti fotovoltaici;
  - ✓ Installazione di impianti solari termici.

Una descrizione dettagliata di questi interventi è fornita nell'Allegato 1 del Rapporto.

Il risparmio atteso in seguito alla realizzazione degli **interventi sull'involucro** è ottenuto calcolando il **potenziale riduzione dei consumi energetici** riferita al parco edilizio esistente, la cui consistenza è stimata sulla base di dati statistici come descritto nel capitolo 3.

Gli obiettivi di riduzione raggiungibili negli ambiti rimanenti – interventi sull'impianto di climatizzazione, interventi sull'impianto elettrico, interventi per le fonti rinnovabili – sono definiti applicando delle **percentuali di riduzione** ai consumi e alle emissioni del settore residenziale inventariati per l'anno 2010 (*vedi Allegato A*). Queste percentuali di riduzione, elaborate sulla base dei risultati degli studi del Dipartimento BEST del Politecnico di Milano, sono pari al valore medio calcolato per i cinque Comuni campione e riportati nei rispettivi GER.

### 4.1. Interventi sull'involucro edilizio

Nel settore residenziale italiano si registra - secondo gli studi del Centro Ricerche CRESME<sup>6</sup> - uno spostamento delle risorse economiche dal nuovo al recupero dell'esistente.

Le condizioni che hanno comportato tale nuovo assetto vanno ricercate nei cicli edilizi che si sono susseguiti a partire dagli anni Cinquanta ad oggi, nonché dal trend della popolazione residente.

Il primo ciclo edilizio di forte crescita è durato quattordici anni dal 1951 al 1964 e si sviluppa in seguito alla ricostruzione e al miracolo economico; la seconda fase espansiva di lungo periodo ha caratterizzato gli anni dal 1995 fino al 2002, ma con connotazioni differenti.

Attualmente in Italia ci sono più di 27 milioni di abitazioni (in dettaglio 27.291.993 abitazioni, fonte ISTAT) per 22 milioni di famiglie ( fonte ISTAT), da cui si evince che la domanda abitativa primaria

---

<sup>6</sup> Lorenzo Bellicini - Centro Ricerche Economiche Sociali di Mercato per l'Edilizia e il Territorio, *Le costruzioni al 2010*

nel nostro paese si sia arrestata, con la conseguente richiesta di manutenzione dell'esistente, finalizzata al miglioramento della qualità.

Infine, molte abitazioni risalenti al primo boom edilizio hanno superato i 40 anni di vita e necessitano di interventi di manutenzione straordinaria per mantenere standard qualitativi di base.

Questi fattori hanno condotto sin dagli anni Novanta lo spostamento del mercato verso l'**attività manutentiva** e il **recupero dell'esistente**.

Il Comune di Rescaldina non si discosta dal trend nazionale, data la composizione del proprio parco edilizio, dunque le considerazioni generali per il contesto nazionale sono riferibili anche alla scala locale comunale.

Si ricorda che gli interventi prioritari presi in considerazione dal RER si concentrano sul recupero del parco edilizio esistente e non sul nuovo, già regolamentato da una normativa stringente e sfidante, come anticipato nel paragrafo introduttivo.

Le dispersioni di energia termica nell'abitazione si possono contenere tramite interventi finalizzati all'isolamento delle superfici disperdenti, trasparenti e opache, in particolare:

- Coibentazione delle partizioni opache verticali;
- Sostituzione dei serramenti;
- Coibentazione delle partizioni opache orizzontali.

Definite le azioni prioritarie, occorre individuare i parametri qualitativi e quantitativi caratterizzanti le parti di involucro oggetto di intervento utili per il calcolo finale del risparmio potenziale, in particolare:

1. le **trasmittanze** delle partizioni trasparenti e opache (orizzontali e verticali);
2. l'**ambito di applicazione**, ovvero la quota parte delle superfici che sono potenzialmente interessate da interventi di riqualificazione energetica.

Questi valori (inseriti in algoritmi di calcolo) hanno consentito di quantificare i risparmi per tipologia di intervento e per epoca costruttiva (vedi capitolo 4).

Le **trasmittanze** delle componenti di involucro per epoca costruttiva sono estratte dalle norme per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici UNI TS 11300<sup>7</sup>, che assegnano alle componenti di involucro valori standard di trasmittanza in base alla stratigrafia delle partizioni (Tabella 8).

Le strutture murarie prevalenti negli anni precedenti alle due guerre sono in mattoni pieni, eventualmente intonacate, con trasmittanza media pari a 1,5 W/m<sup>2</sup>K. Il valore decresce negli anni Sessanta, quando si diffondono le pareti a cassavota con mattoni forati (1,1 W/m<sup>2</sup>K), per poi aumentare negli anni Settanta quando lo spessore delle pareti si riduce notevolmente. Le trasmittanze delle superfici vetrate e delle superfici coperte si mantengono costanti su valori elevati, in quanto la diffusione dei sistemi costruttivi e tecnologici avanzati è avvenuta dopo gli anni Ottanta.

---

<sup>7</sup> Comitato Termotecnico Italiano (CTI), UNI TS 11300: anno 2008. In linea con le norme elaborate dal CEN per il supporto alla Direttiva europea 2002/91/CE - I valori sono tratti da "Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale". In particolare per le componenti opache si fa riferimento all' *Appendice A-Determinazione semplificata della trasmittanza termica dei componenti opachi in edifici esistenti*, e per quelle trasparenti all' *Appendice C-Determinazione semplificata della trasmittanza termica dei componenti trasparenti*.

Trasmittanza termica dei componenti di involucro [W/(m <sup>2</sup> K)]			
epoca costruttiva	Superfici opache verticali	Superfici trasparenti	Superfici coperte
1 - prima del 1919	1,50	5,00	1,80
2 - tra il 1919 e il 1945	1,40	5,00	1,70
3 - tra il 1946 e il 1960	1,50	5,00	1,60
4 - tra il 1961 e il 1971	1,10	5,00	1,60
5 - tra il 1972 e il 1981	1,40	4,00	1,50
6 - dopo il 1981	0,70	2,70	0,90
<b>Valore da normativa vigente</b>	<b>0,34</b>	<b>2,20</b>	<b>0,30</b>

**Tabella 8:** Trasmittanza termica dei componenti di involucro (fonte: UNI TS 11300)

L'**ambito di applicazione** per ciascuna categoria è una percentuale di intervento, stimata in base ai risultati degli studi effettuati dal Dipartimento BEST, indicata nei grafici e nelle tabelle seguenti come *Valore medio*.

I risultati dei GER sono stati presi come riferimento per le seguenti motivazioni:

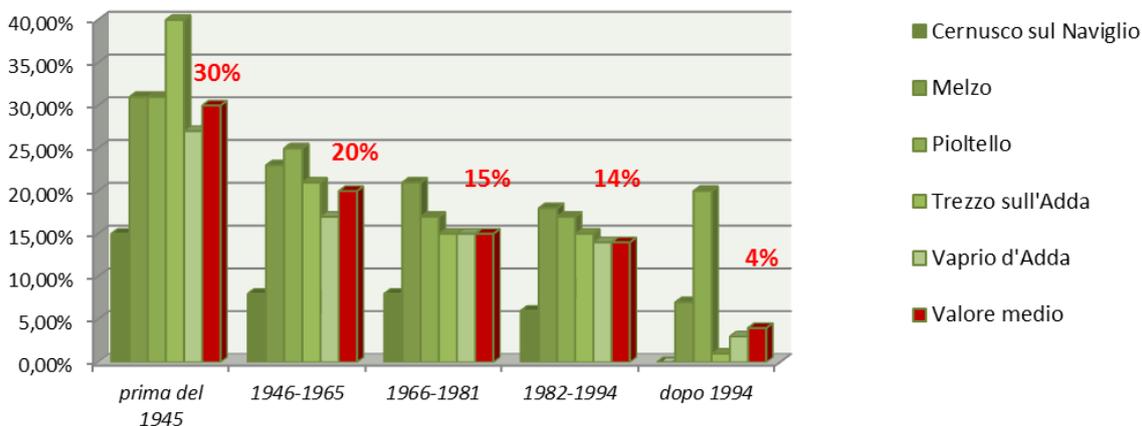
- I dati derivano da un'indagine sul campo relativa a parametri qualitativi atti a valutare la potenzialità di un dato intervento di retrofit ed è stato effettuato su un campione esteso di edifici appartenenti a cinque Comuni tipo della Provincia di Milano. Il campione rilevato è pari a 7.995 edifici, che viene ritenuto un numero significativo;
- I valori risultanti dall'indagine risultano coerenti con la letteratura di riferimento sullo stato di conservazione degli edifici per epoche costruttive.

Si riportano nei grafici 5 e 6 il valore percentuale delle superfici opache - rispettivamente verticali e orizzontali - classificate per epoca che, sulla base dell'indagine sul campo, si sono presentate in **pessimo stato di conservazione**<sup>8</sup>. Tali superfici, nell'orizzonte temporale minimo del PAES (da oggi al 2020) saranno con ogni probabilità oggetto di riqualificazione, e vengono quindi considerate "cappottabili" (superfici verticali) o "da coibentare" (superfici orizzontali). L'ambito di applicazione diventa dunque la media delle percentuali di intervento rilevate per ciascuna epoca (nei grafici, colonna in rosso).

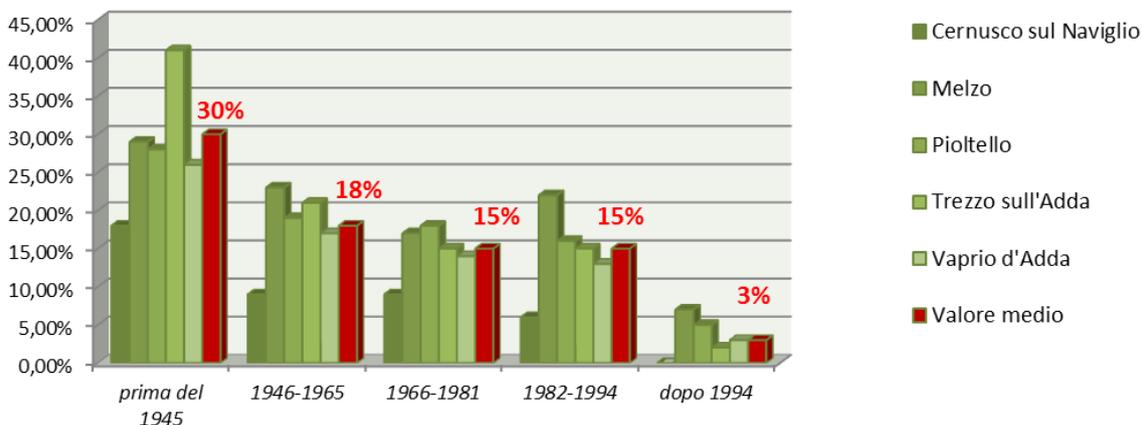
La discriminante utilizzata per valutare la potenzialità di intervento sulle superfici vetrate è stata la presenza del **vetro singolo**: gli infissi dotati di tale sistema non rispondono in nessun caso ai valori imposti dalla normativa vigente, e sono pertanto da sostituire. Nel grafico 7 si riportano quindi i valori percentuali degli infissi a vetro singolo rilevati sul territorio per i cinque Comuni analizzati, ed il valore medio che è stato assunto per il Comune di Rescaldina.

<sup>8</sup> Il **pessimo stato** di conservazione si riferisce alle superfici soggette ad evidenti fenomeni di degrado dello strato superficiale (distacco, esfoliazione, efflorescenze,...) e/o soggette al distacco e caduta di parti, tali da compromettere la funzionalità del componente stesso.

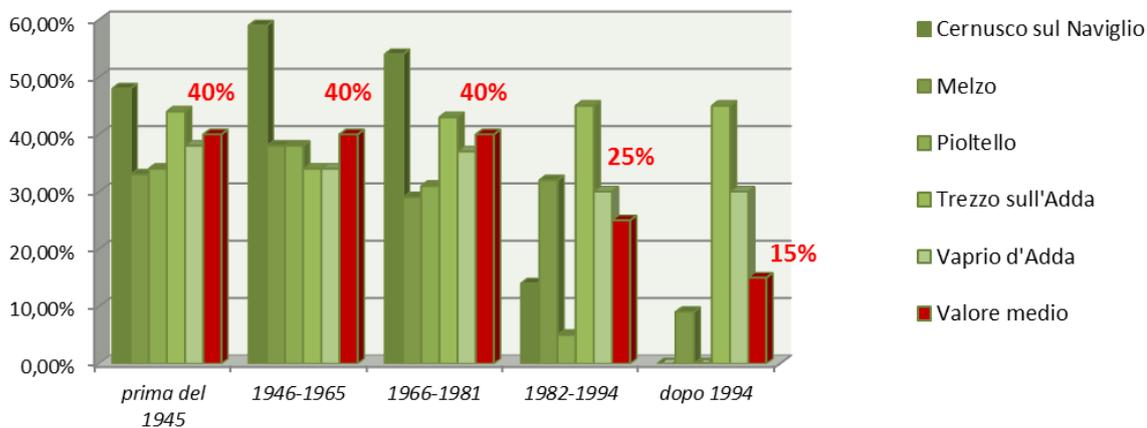
**Superfici verticali cappottabili  
classificate per epoca costruttiva e per Comune**



**Superfici orizzontali da coibentare  
classificate per epoca costruttiva e per Comune**



**Superfici vetrate da sostituire  
classificate per epoca costruttiva e per Comune**



**Grafici 5-6-7:** Superfici da sostituire classificate per epoca costruttiva e per Comune

## 4.2. Interventi sull'impianto di climatizzazione

Involucro ed impianti di climatizzazione sono un unico sistema che deve essere quanto più possibile efficiente in termini di consumi di energia, mantenendo le condizioni ambientali che favoriscono il comfort e il benessere termico.

Al carico termico per il riscaldamento, prevalente nei consumi di una abitazione, si somma il consumo di energia elettrica e gas naturale per la produzione di acqua calda sanitaria. Dato l'esiguo contributo – attorno al 10% - sul valore complessivo dei consumi energetici e di conseguenza sul potenziale di riduzione, il consumo di energia per ACS non sarà contabilizzato a parte ma rientra nei consumi complessivi.

Il parco caldaie del Comune, come censito dal catasto CURIT<sup>9</sup>, si compone in prevalenza di caldaie sotto i 35 kW di potenza (92%), ovvero a servizio di singoli appartamenti, mentre la quota parte restante (8%) è riferito al numero di caldaie di taglia superiore, probabilmente a servizio di fabbricati composti da più unità abitative. Il trend comunale è in linea con quanto censito nel rapporto ENEA<sup>10</sup> per il parco caldaie italiano: si registra una **netta prevalenza di impianti autonomi (pari all'84%)**, seguiti con largo distacco da quelli centralizzati (12%).

Dalla Tabella 9 e dai Grafici 8 specifici per il Comune di Rescaldina si evince che:

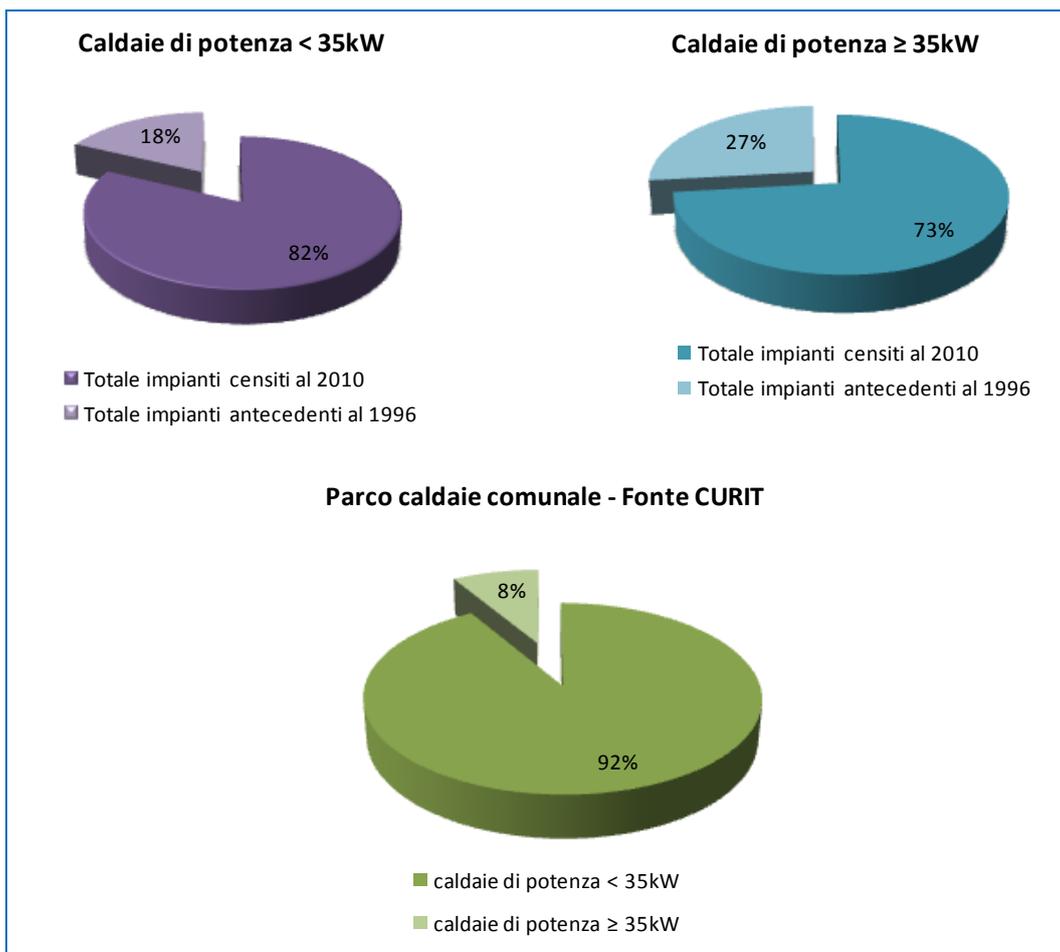
- considerata la totalità degli impianti antecedenti al 1996 (pari a 901), i quali andranno con ogni probabilità sostituiti nell'orizzonte temporale di riferimento, la quota parte di impianti di piccola taglia incide per l'86% rispetto al valore complessivo;
- Il parco caldaie di impianti di piccola taglia si compone di 3.594 unità, di queste solo il 18% deve essere sostituito perché obsoleto, a dimostrazione di un parco caldaie di piccola taglia piuttosto recente;
- Il parco caldaie di impianti di taglia superiore ai 35 kW si presenta più vetusto: si compone di 333 unità, di cui 122 sono da sostituire (27% del totale);
- la sostituzione prevista per gli impianti di taglia maggiore, rappresenta il 14% sul totale degli impianti da rimpiazzare.

Parco caldaie comunale - Fonte CURIT		
Taglia impianto	Totale impianti censiti al 2010	Totale impianti antecedenti al 1996
caldaie di potenza < 35kW	3.594	779
caldaie di potenza ≥ 35kW	333	122
<b>Totale</b>	<b>3.927</b>	<b>901</b>

Tabella 9: Parco caldaie del Comune (fonte: CURIT)

<sup>9</sup> Fonte Catasto Unico Regionale Impianti Termici CURIT

<sup>10</sup> Unità Tecnica Efficienza Energetica ENEA, "Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente nel 2009", Roma, Anno 2009



**Grafico 8:** Parco caldaie del Comune (fonte: CURIT)

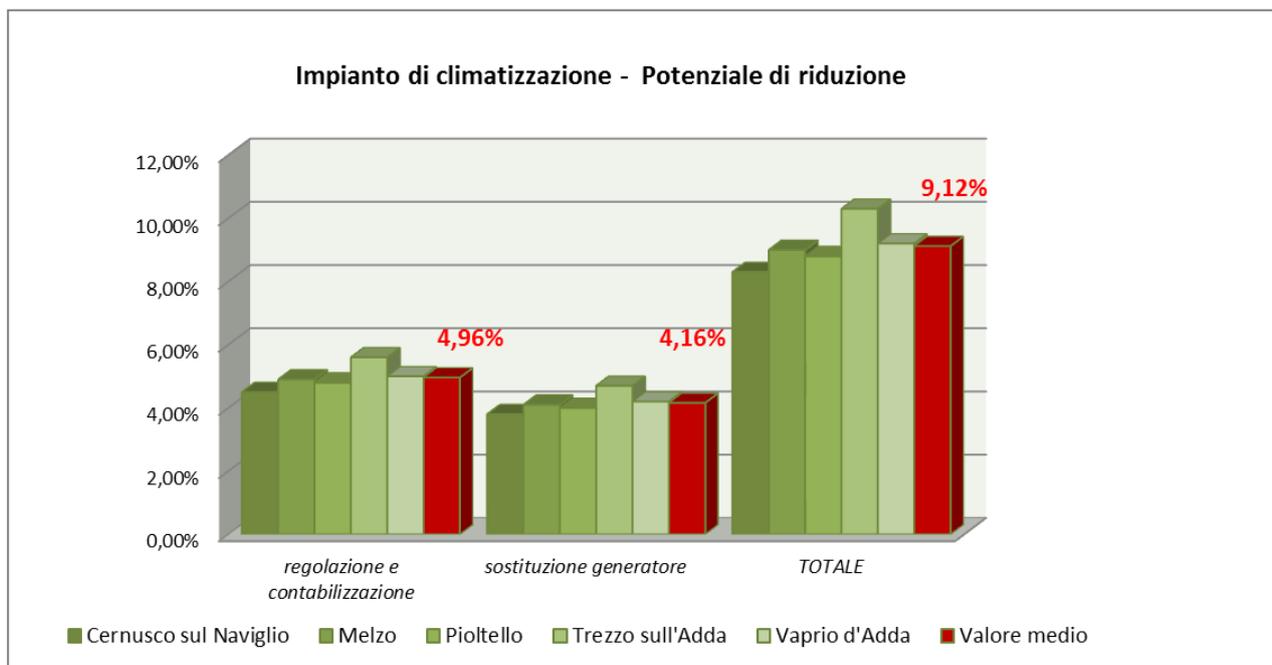
E' evidente che la sostituzione dei generatori, accompagnata alla centralizzazione dell'impianto a breve imposta da normativa, sia un intervento assolutamente prioritario.

Gli interventi principali individuati per l'efficientamento dell'impianto nelle abitazioni sono:

- Installazione di sistemi di regolazione e contabilizzazione;
- Sostituzione del generatore.

Il calcolo della riduzione potenziale in seguito a ciascuno degli interventi suddetti è valutato come la media dei valori risultanti dagli studi del Dipartimento BEST (Grafico 9); i risultati, piuttosto omogenei tra loro, tengono conto dell'influenza tra interventi di riqualificazione dell'involucro e dell'impianto, al fine di evitare il *double counting*. Ad esempio, se in un edificio viene sostituito il generatore e vengono cappottate le pareti, il risparmio non sarà la somma dei rispettivi risparmi, bensì inferiore.

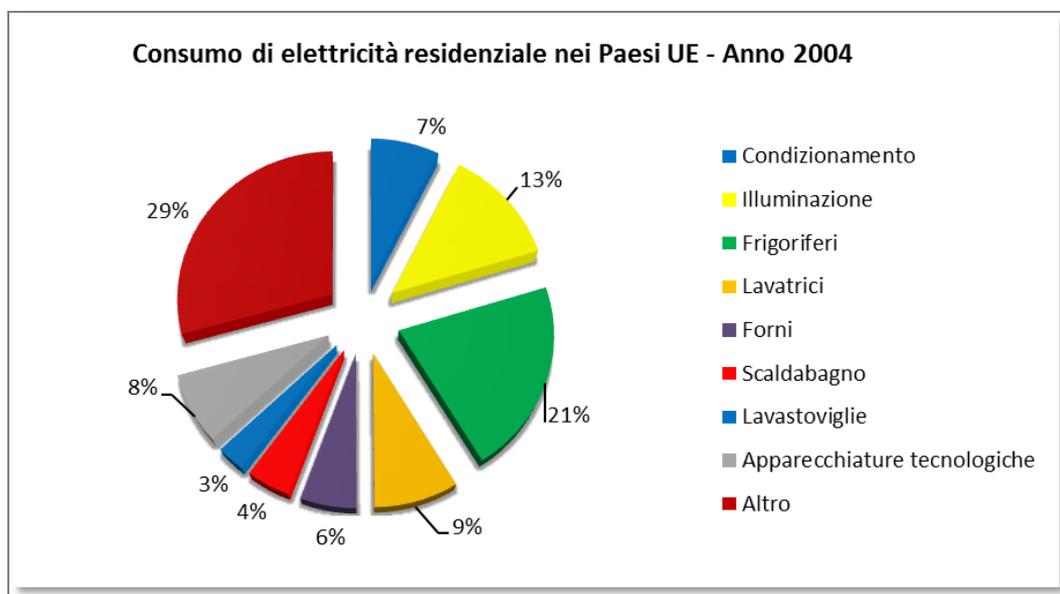
I potenziali, per entrambe le categorie di intervento, risultano simili con una lieve prevalenza in termini di risparmio energetico dell'intervento di regolazione e contabilizzazione del calore.



**Grafico 9:** Potenziale di riduzione degli impianti di climatizzazione (fonte: Dipartimento BEST)

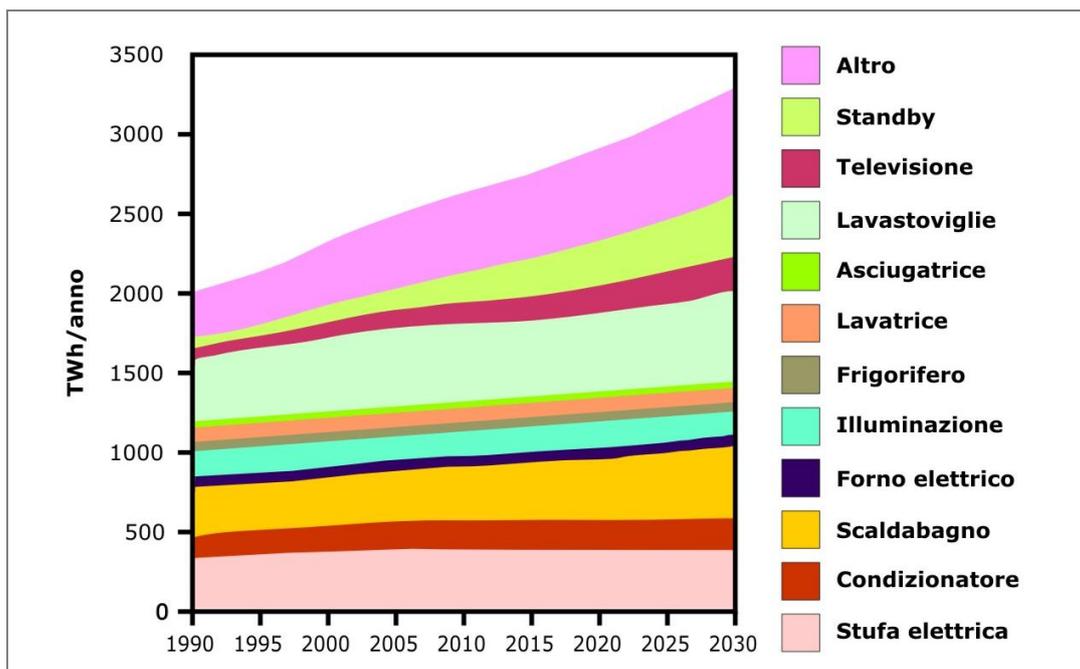
### 4.3. Sostituzione di impianti elettrici

La distribuzione di consumi di elettricità nelle residenze dei paesi europei per i maggiori usi finali sono dovuti principalmente, secondo lo studio del Dipartimento Ricerca Sistema Elettrico<sup>11</sup>, agli apparecchi per la refrigerazione, seguiti dai consumi per l'illuminazione, quindi lavatrici e apparecchiature tecnologiche (televisori, lettori DVD, PC,...).



**Grafico 10:** Consumo di elettricità residenziale in Europa (fonte: Dipartimento Ricerca Sistema Elettrico)

<sup>11</sup> Report Ricerca Sistema Elettrico - Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - Unità Tecnica Efficienza Energetica ENEA, *Valutazione dei consumi nell'edilizia esistente e benchmark mediante codici semplificati: analisi di edifici residenziali*, Marzo 2009



**Grafico 11:** Consumo di elettricità residenziale e uso finale con indicazioni correnti (fonte: IEA, anno 2003)

La proiezione dell'uso finale di energia elettrica elaborata da IEA<sup>12</sup> al 2030 imputa la maggiore crescita al consumo degli apparecchi in standby. Secondo IEA, entro il 2020 il 10% del consumo totale di elettricità di apparecchi nell'OECD<sup>13</sup> potrebbe essere appunto relativo alla funzionalità in standby. Di contro, grazie al miglioramento dell'efficienza degli elettrodomestici di più larga diffusione, il consumo di elettricità per molti apparecchi è in calo (per esempio quello delle lavatrici è diminuito del 9% rispetto a quello relativo agli anni Novanta).

In Italia, secondo Confindustria<sup>14</sup> il 22% dei consumi energetici è dovuto al settore residenziale, di questi ben il 70% è imputabile agli elettrodomestici.

Il consumo per l'anno 2006 degli apparecchi di maggiore diffusione in Italia - frigoriferi, congelatori, lavabiancheria, lavastoviglie e forni – è stato di 26,2 TWh/a pari a circa 13 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>. Con la sostituzione dei 20 milioni di elettrodomestici obsoleti ancora in uso in Italia si eviterebbe l'emissione di circa 2,3 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera.

Per contrastare la crescita prevista dei consumi finali di energia elettrica nelle abitazioni occorre incentivare la sostituzione delle vecchie apparecchiature energivore con quelle di nuova generazione molto più efficienti, da cui si individuano le seguenti misure:

- sostituzione degli apparecchi;
- sostituzione delle lampade.

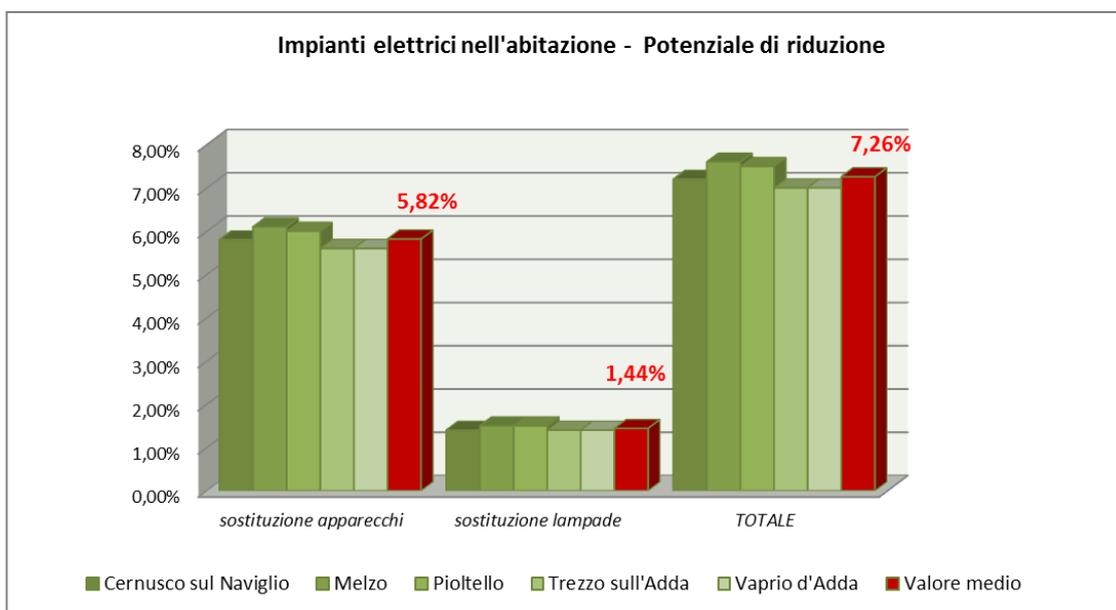
Il vantaggio energetico-ambientale derivante dall'attuazione dei progetti suddetti, basato sul valore medio dei GER (vedi Grafico 12), prevede un alto potenziale di riduzione in seguito alla

<sup>12</sup> International Energy Agency (IEA) – elaborazione anno 2003

<sup>13</sup> Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) o Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE)

<sup>14</sup> Task Force Efficienza Energetica Comitato Tecnico Energia e Mercato di CONFINDUSTRIA con il contributo scientifico di Unità Tecnica Efficienza Energetica (ENEA) e di Ricerca Sistema Energetico (RSE), *Proposte di Confindustria per il Piano Straordinario di EFFICIENZA ENERGETICA 2010*, 28 luglio 2010

sostituzione degli apparecchi di illuminazione domestici (5,82%), ed uno molto più contenuto ma significativo per la sostituzione delle lampade (1,44%). Si ricorda che tali percentuali sono contabilizzate rispetto ai consumi totali del settore residenziale.



**Grafico 12:** Potenziale di riduzione degli impianti elettrici (fonte: Dipartimento BEST)

#### 4.4. Installazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili

La sinergia di azioni volte al miglioramento dell'efficienza energetica e la diffusione degli impianti alimentati da fonti di energia rinnovabile rappresenta la strategia necessaria per il raggiungimento dei target imposti dal pacchetto clima-energia.

Se da un lato vi è la consapevolezza che l'energia solare non possa sostituire quella prodotta con i combustibili fossili, dall'altro, come dimostra il successo dei programmi incentivanti di Germania, Austria e Spagna, essa può efficacemente integrare il fabbisogno energetico delle famiglie.

La politiche di incentivazione e di sostegno economico agli interventi di recupero energetico e di applicazione delle fonti rinnovabili, costituisce un ulteriore elemento a sostegno dell'obiettivo di incremento dello sfruttamento dell'energia solare. I vantaggi economici, grazie alle tariffe incentivanti, sono evidenti e facilmente stimabili. I vantaggi ambientali non si possono toccare immediatamente con mano, ma optare per questi sistemi innovativi che sfruttano l'energia solare significa scegliere energia pulita e contribuire alla realizzazione di un ambiente più sano e più vivibile.

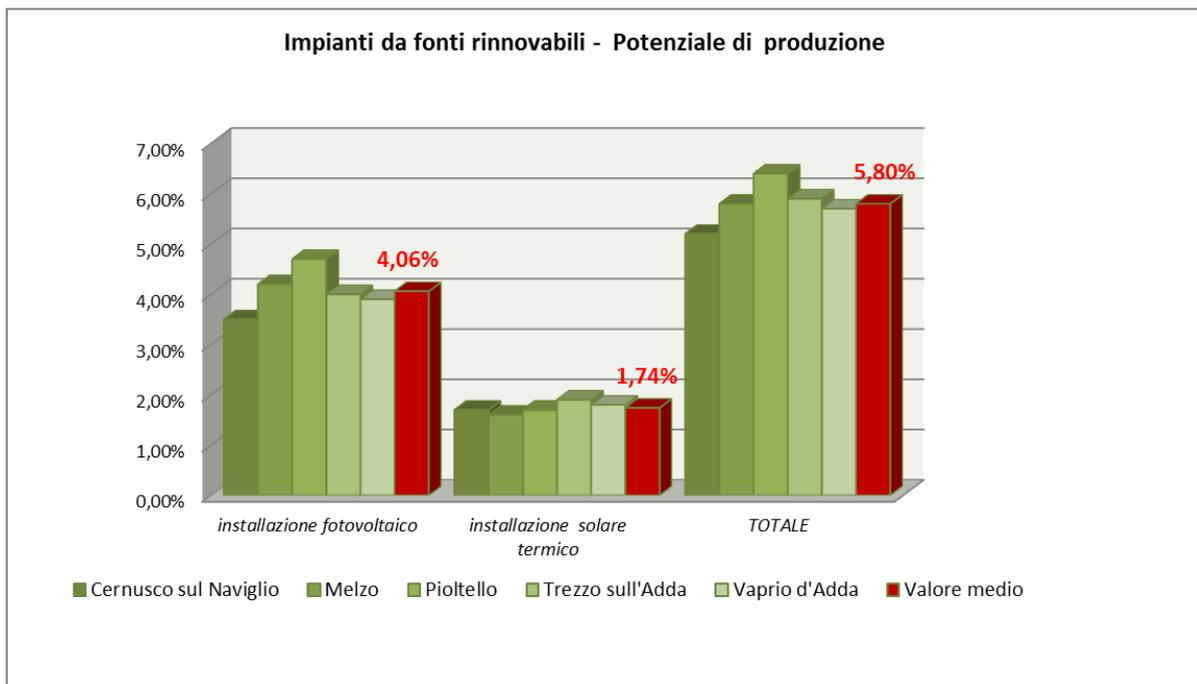
Nella produzione di energia da fonti rinnovabili, gli impianti solari termici stanno conquistando un peso sempre maggiore: l'impianto permette di produrre energia termica pulita, è così possibile disporre di acqua calda per tutti gli usi domestici e integrare l'impianto di riscaldamento esistente.

Con gli impianti fotovoltaici si può produrre energia elettrica per far funzionare l'impianto di illuminazione, gli elettrodomestici e gli altri dispositivi elettrici della casa.

Alla luce degli importanti vantaggi energetico-ambientali degli impianti da fonti rinnovabili, si individuano le seguenti azioni:

- Installazione di impianti fotovoltaici;
- Installazione di impianti solari termici.

Anche per tale settore sono individuate le percentuali di intervento come la media di quelle rilevate nei GER, risultate dall'indagine sul campo delle superfici potenzialmente interessate da impianti di questo tipo (per inclinazione del tetto e insolazione). Sulla base dello studio puntuale effettuato nei GER è stato possibile calcolare il potenziale di produzione dagli impianti da fonti rinnovabili, normalizzato in energia primaria per confrontarli con i risparmi. I valori risultanti presentano dei risultati costanti per i cinque casi analizzati, con il solare fotovoltaico che incide per la quota maggioritaria, pari al 70% sui risparmi complessivi.



**Grafico 13:** Potenziale di produzione dagli impianti da fonti rinnovabili (fonte: Dipartimento BEST)

## 5. Calcolo del risparmio energetico

La realizzazione delle azioni prioritarie definite consentirebbe di ottenere importanti risparmi energetici nel comparto residenziale comunale, calcolati come segue:

- nel caso degli interventi sull'involucro, si applicano alle superfici disperdenti complessive (superfici utili) gli ambiti di applicazione (pari al valore medio delle superfici in pessimo stato di conservazione e dei vetri singoli); quindi, tramite appositi algoritmi, si ottengono i potenziali risparmi derivanti dall'intervento sulle partizioni computate;
- nei restanti casi, si applicano direttamente le percentuali di intervento (valori medi), valutate come descritto nel paragrafo 2.2.1, all'energia primaria e alle emissioni di anidride carbonica inventariate per il settore residenziale nell'anno 2010.

### 5.1. Risparmio energetico per intervento

#### Involucro edilizio

Definito l'ammontare complessivo delle superfici e il potenziale di intervento sulle partizioni in pessimo stato di conservazione, è possibile calcolare i risparmi tramite la seguente formula:

$$\Delta E_{\text{componenti}} = \frac{(U_c - U_n) * (A_c * K_p) * GG * 24}{1.000 * h} \quad (4)$$

Dove

$U_c$  trasmittanza delle componenti allo stato attuale, misurata in  $W/m^2K$

$U_n$  trasmittanza delle componenti prevista da normativa, misurata in  $W/m^2K$

$A_c$  area complessiva delle componenti di involucro

$K_p$  fattore di correzione che tiene conto delle superfici in pessimo stato di conservazione

$GG$  gradi giorno della località del Comune in cui viene effettuato l'intervento

$24$  ore di un giorno

$h$  rendimento medio stagionale, assunto pari a 0,85

Interventi sull'involucro edilizio					
Componente di intervento	Superficie complessiva [m2]	Risparmio [kWh]	Risparmio [MWh]	Risparmio [tCO2]	Incidenza sul totale [%]
Superfici coperte complessive	269.634	4.530.661,69	4.530,66	937,05	3,27%
Superfici trasparenti complessive	60.612	3.822.954,88	3.822,95	790,68	2,76%
Superfici opache complessive	295.927	3.757.285,53	3.757,29	777,10	2,71%
<b>totale</b>		<b>12.110.902,10</b>	<b>12.110,90</b>	<b>2.504,84</b>	<b>8,75%</b>

**Tabella 10:** Risparmio energetico sulle superfici disperdenti

Ciascun intervento individuato per la riqualificazione dell'involucro ha un'incidenza sul totale intorno al 3%, a fronte di superfici iniziali disperdenti molto diverse tra loro (269.634 m<sup>2</sup> di coperture e 295.927 m<sup>2</sup> di superfici opache, 60.612 m<sup>2</sup> di superfici vetrate). Questo è dovuto al fatto che i potenziali di intervento per componente sono molto differenti, pari al 40% per le superfici vetrate e al 20% circa per le componenti opache.

### Impianto di climatizzazione

Secondo il Template dei consumi e delle emissioni del Comune per l'anno 2010 i valori complessivi inventariati per il residenziale sono pari a:

- **consumo energia primaria: 138.459,66 MWh;**
- **emissioni di CO<sub>2</sub>: 28.636,91 tCO<sub>2</sub>.**

A tali valori complessivi sono applicate le percentuali di riduzione, come descritto nella Tabella 11.

Interventi sull'impianto di climatizzazione			
<i>intervento</i>	risparmio energia al 2020 [%]	energia primaria risparmiata al 2020 [MWh]	emissioni ridotte al 2020 [tCO <sub>2</sub> ]
<i>regolazione e contabilizzazione</i>	4,96%	6.867,60	1.420,39
<i>sostituzione generatore</i>	4,16%	5.759,92	1.191,30
<b>TOTALE</b>	<b>9,12%</b>	<b>12.627,52</b>	<b>2.611,69</b>

**Tabella 11:** Risparmio energetico in seguito ad interventi su impianti di climatizzazione

### Energia elettrica nelle abitazioni

Analogo discorso è stato effettuato per computare le riduzioni in seguito alle sostituzioni delle apparecchiature e lampade nelle abitazioni.

Sostituzione di impianti elettrici			
<i>intervento</i>	risparmio energia al 2020 [%]	energia primaria risparmiata al 2020 [MWh]	emissioni ridotte al 2020 [tCO <sub>2</sub> ]
<i>sostituzione apparecchi</i>	5,82%	8.058,35	1.666,67
<i>sostituzione lampade</i>	1,44%	1.993,82	412,37
<b>TOTALE</b>	<b>7,26%</b>	<b>10.052,17</b>	<b>2.079,04</b>

**Tabella 12:** Risparmio energetico in seguito ad interventi su impianti elettrici

### Impianti da fonti rinnovabili

Gli impianti alimentati da fonti di energia solare sono distinti in fotovoltaico, che consente la fornitura di energia elettrica, e solare termico, che produce energia termica. Il metodo utilizzato per il calcolo è il medesimo dei due paragrafi precedenti e consiste nell'applicazione dei potenziali ai dati di consumo ed emissioni, come da Tabella 13.

Installazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili			
<i>intervento</i>	risparmio energia al 2020 [%]	energia primaria risparmiata al 2020 [MWh]	emissioni ridotte al 2020 [tCO <sub>2</sub> ]
<i>energia elettrica - fotovoltaico</i>	4,06%	5.621,46	1.162,66
<i>energia termica - solare termico</i>	1,74%	2.409,20	498,28
<b>TOTALE</b>	<b>5,80%</b>	<b>8.030,66</b>	<b>1.660,94</b>

**Tabella 13:** Risparmio energetico in seguito ad interventi su impianti da fonti rinnovabili

## 5.2. Scenario di risparmio energetico complessivo al 2020

Lo scenario di risparmio energetico al 2020 è pari alla sommatoria degli interventi prioritari individuati per la riqualificazione dell'edilizia esistente.

Qualora tutti gli interventi dovessero essere realizzati, al 2020 si otterrebbe un risparmio energetico e una conseguente riduzione delle emissioni pari al **30,93%**, calcolato rispetto all'inventario del settore residenziale al 2010.

I risparmi potenziali al 2020 sono riportati in forma sintetica nelle tabelle di seguito, ovvero:

1. In Tabella 14 sono riportate le quantità di energia primaria risparmiata, mettendo in evidenza il contributo dell'energia elettrica che contribuirà al ricalcolo del fattore di conversione dell'energia elettrica locale (EFE) per l'anno 2020;
2. La Tabella 15 riporta le medesime percentuali di riduzione applicate alle emissioni di inventario per il 2010, ottenendo lo scenario dello stato emissivo del Comune per l'anno 2020.

Risparmio energetico	MWh primaria risp	MWh <sub>e</sub> risp	contributo
<b>Impianti per la climatizzazione invernale</b>	<b>12.627,52</b>		<b>9,12%</b>
Regolazione impianti	6.867,60		4,96%
Sostituzione impianti	5.759,92		4,16%
<b>Involucro</b>	<b>12.110,90</b>		<b>8,75%</b>
Cappotto pareti	4.530,66		3,27%
Sostituzione serramenti	3.822,95		2,76%
Isolamento coperture	3.757,29		2,71%
<b>Efficientamento elettrico</b>	<b>10.052,17</b>	<b>4.613,95</b>	<b>7,26%</b>
Sostituzione apparecchi	8.058,35	3.698,78	5,82%
Sostituzione lampade	1.993,82	915,16	1,44%
<b>Fonti rinnovabili</b>	<b>8.030,66</b>	<b>2.580,25</b>	<b>5,80%</b>
Installazione PV	5.621,46	2.580,25	4,06%
Installazione solare termico	2.409,20		1,74%
<b>totale</b>	<b>42.821,26</b>		<b>30,93%</b>

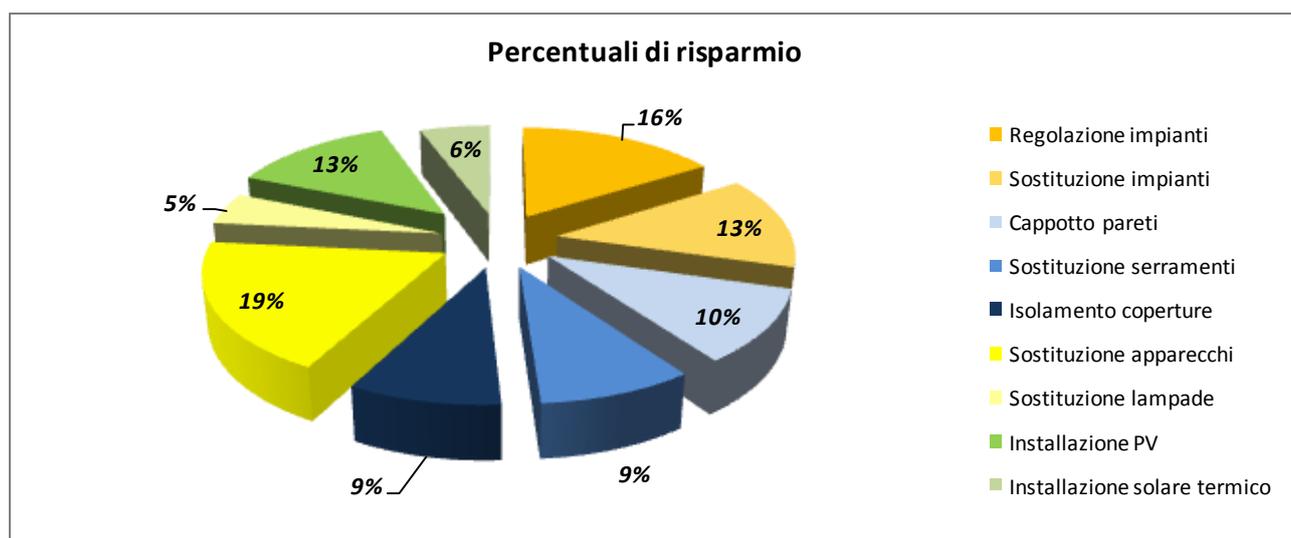
Tabella 14: Risparmio energetico classificato per intervento al 2020

Risparmio CO <sub>2</sub>	t CO <sub>2</sub> equiv	contributo
<b>Impianti per la climatizzazione invernale</b>	<b>2.611,69</b>	<b>9,12%</b>
Regolazione impianti	1.420,39	4,96%
Sostituzione impianti	1.191,30	4,16%
<b>Involucro</b>	<b>2.504,84</b>	<b>8,75%</b>
Cappotto pareti	937,05	3,27%
Sostituzione serramenti	790,68	2,76%
Isolamento coperture	777,10	2,71%
<b>Efficientamento elettrico</b>	<b>2.079,04</b>	<b>7,26%</b>
Sostituzione apparecchi	1.666,67	5,82%
Sostituzione lampade	412,37	1,44%
<b>Fonti rinnovabili</b>	<b>1.660,94</b>	<b>5,80%</b>
Installazione PV	1.162,66	4,06%
Installazione solare termico	498,28	1,74%
<b>totale</b>	<b>8.856,50</b>	<b>30,93%</b>

Tabella 15: Riduzione delle emissioni classificate per intervento al 2020

Rispetto al **valore complessivo di riduzione pari a 42.821,26 MWh**, è possibile osservare dal Grafico 14 il peso delle singole azioni sul totale:

- gli interventi che consentono di ottenere alti potenziali di riduzione sono nell'ordine: la sostituzione degli apparecchi alimentati da energia elettrica (19%), la regolazione e contabilizzazione per gli impianti di climatizzazione (16%), la sostituzione degli impianti di generazione del calore e l'installazione di impianti fotovoltaici (13%);
- le iniziative di minore incidenza, installazione di impianti di tipo solare termico e sostituzione lampade, occupano comunque una quota parte importante intorno al 5%.



**Grafico 14:** Incidenza dei singoli interventi sul risparmio complessivo

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. G. Dall'Ò, A. Galante, GREEN ENERGY RETROFIT REPORT 2011- Rapporto per il Retrofit Energetico Sostenibile per i Comuni di Cernusco sul Naviglio, Melzo, Pioltello, Trezzo sull'Adda, Vaprio d'Adda - Milano 2011.
2. A.Galante, G.Pasetti, L.Sarto NUOVI BENCHMARK PER L'ENERGIA: LE POTENZIALITA' DEL PATRIMONIO EDILIZIO ESISTENTE PER L'APPLICAZIONE DI INTERVENTI DI RETROFIT ENERGETICO SULL'INVOLUCRO NEI PICCOLI E MEDI COMUNI ITALIANI, 66° Congresso Nazionale ATI, 5-9 settembre 2011, Università della Calabria, Cosenza.
3. Lorenzo Bellicini, direttore tecnico del CRESME (Centro Ricerche Economiche Sociali di Mercato per l'Edilizia e il Territorio), *Le costruzioni al 201*.
4. Comitato Termotecnico Italiano (CTI), UNI TS 11300: anno 2008. In linea con le norme elaborate dal CEN per il supporto alla Direttiva europea 2002/91/CE - I valori sono tratti da *"Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale"*.
5. Unità Tecnica Efficienza Energetica ENEA, "Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente nel 2009", Roma, Anno 2009.
6. Report Ricerca Sistema Elettrico - Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - Unità Tecnica Efficienza Energetica ENEA, *Valutazione dei consumi nell'edilizia esistente e benchmark mediante codici semplificati: analisi di edifici residenziali*, Marzo 2009.
7. Task Force Efficienza Energetica Comitato Tecnico Energia e Mercato di CONFINDUSTRIA con il contributo scientifico di Unità Tecnica Efficienza Energetica (ENEA) e di Ricerca Sistema Energetico (RSE), *Proposte di Confindustria per il Piano Straordinario di EFFICIENZA ENERGETICA 2010*, 28 luglio 2010.
8. International Energy Agency (IEA) – elaborazioni per l'anno 2003.

## ALLEGATO 1: Descrizione delle Azioni

### 1. Interventi sull'involucro edilizio

#### CAPPOTTO TERMICO ESTERNO

##### **Principio di funzionamento**

Per aumentare la resistenza termica delle pareti al passaggio di calore o di freddo l'intera superficie verticale di un edificio può essere rivestita con pannelli o con intonaci isolanti.

Lo strato isolante esterno protegge la parete dalle escursioni termiche: la massa della muratura resta più calda in inverno e più fresca in estate, generando un migliore comfort abitativo.

##### **Realizzazione dell'impianto**

Installazione: la tecnica consiste nel porre a contatto con la superficie esterna della parete uno strato isolante continuo, che può essere poi rivestito con intonaco o con elementi di rivestimento, a seconda dell'aspetto che si vuole conferire all'edificio. L'intervento può essere realizzato sia con elementi prefabbricati sia ponendo in opera i vari strati direttamente in cantiere.

L'isolamento a cappotto può essere applicato su qualunque tipo di parete esterna che non abbia particolari connotazioni architettoniche.

Materiali: naturali (sughero, lana di roccia, fibra di legno) o sintetici (polistirene, poliuretano). Le materie plastiche hanno il migliore potere coibente, ma presentano un bilancio ambientale più sfavorevole rispetto ai materiali naturali.

Autorizzazione: si consiglia di rivolgersi all'Ufficio Tecnico del proprio Comune (solitamente è necessaria una Denuncia di Inizio Attività – DIA o una Segnalazione Certificata di Inizio Attività – SCIA).

##### **Vantaggi**

Una copertura esterna permette di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapore acqueo, nonché di rallentare il processo di degrado dell'involucro esterno dell'edificio.

Aumenta il comfort acustico e termo-igrometrico dell'abitazione, migliorando l'inerzia termica dell'edificio e aumentando la temperatura superficiale delle pareti.

In fase di applicazione non richiede l'allontanamento degli inquilini e le superfici interne calpestabili degli alloggi rimangono inalterate.

L'aumento della volumetria esterna nella maggior parte dei casi non comporta alcun onere; inoltre, se l'intervento consegue una riduzione del 10% dell'indice di prestazione energetica sono previsti bonus volumetrici (deroghe ad altezze massime e distanze minime tra edifici).

##### **Costi e incentivi**

Nel momento in cui si rendono necessarie opere di manutenzione straordinaria della facciata esterna, con spese fisse inevitabili (ponteggio), effettuare una coibentazione esterna diventa molto conveniente.

Il prezzo dell'intervento, comprensivo di materiale isolante e dei lavori necessari alla realizzazione del cappotto, varia in funzione del materiale (spessore 10 cm): 72,00€/mq per il polistirene espanso, 85,00 €/mq per il polistirene estruso, 88,00 €/mq lana di roccia, 92,00 €/mq sughero.

L'investimento economico aumenta in modo consistente il valore dell'immobile e viene ammortizzato in un tempo medio di circa 10 anni grazie al notevole risparmio energetico e agli sgravi fiscali del 55%, ottenibili a seguito di un'asseverazione di un tecnico in cui si specificano i livelli di trasmittanza successivi all'intervento.

## CAPPOTTO TERMICO INTERNO

### **Principio di funzionamento**

L'intervento consiste nell'applicare sulla facciata interna della parete una controparete isolante. E' un sistema molto usato negli interventi di ristrutturazione in cui non è possibile intervenire dall'esterno. Risulta particolarmente indicato nel rinnovo di edifici esistenti utilizzati in modo saltuario (seconde case, scuole, edifici adibiti a terziario) dove è richiesto che il riscaldamento degli ambienti avvenga in tempi brevi.

### **Realizzazione dell'impianto**

Installazione: consiste nell'applicare sulla faccia interna della parete un pannello di materiale isolante. L'applicazione dell'isolante può avvenire tramite incollaggio o con sistemi di fissaggio meccanico. Una barriera al vapore sul lato caldo della parete è indispensabile per locali ad umidità elevata e nei climi freddi. La sigillatura dei giunti fra un pannello e l'altro è estremamente importante e avviene con apposite bande e intonaci.

Materiali: i più usati sono il polistirene, lana di vetro, lana di roccia e fibra di legno

Autorizzazione: si consiglia di rivolgersi all'Ufficio Tecnico del proprio Comune (solitamente è necessaria una Denuncia di Inizio Attività – DIA o una Segnalazione Certificata di Inizio Attività – SCIA).

### **Vantaggi**

Lo strato isolante verso l'interno riduce gli effetti dovuti all'inerzia termica della parete: l'ambiente si scalda molto velocemente ma allo stesso tempo si raffredda molto velocemente.

La messa in opera ha bassi costi di realizzazione: è rapida, indipendente dalle condizioni atmosferiche e non prevede ponteggi. Tuttavia esistono alcuni elementi sfavorevoli: non elimina i ponti termici; le superfici interne calpestabili degli alloggi diminuiscono, in fase di esecuzione richiede l'allontanamento degli inquilini e la modifica del passaggio degli impianti interni (es. rimozione cassette elettriche).

E' consigliabile l'uso di una barriera al vapore.

### **Costi e incentivi**

E' una soluzione economica e di facile esecuzione.

Il prezzo dell'intervento, comprensivo di materiale isolante e dei lavori necessari alla realizzazione del cappotto, varia in funzione del materiale (spessore 10 cm): 60,00 €/mq per il polistirene estruso, 65,00€/mq per il polistirene espanso, 68,00 €/mq per la lana di roccia, 72,00 €/mq per il sughero.

L'intervento è soggetto ad una detrazione fiscale del 55% sulle spese sostenute purché siano rispettati i valori di trasmittanza imposti dalla legge.

## ISOLAMENTO DELL'INTERCAPEDINE

### **Principio di funzionamento**

L'intervento consiste nell'insufflaggio di un coibentante nell'intercapedine di una muratura esistente attraverso fori (diametro di circa 35mm) praticati nella parete a distanza di 2m circa.

Il paramento esterno protegge il materiale contro le intemperie, in questo modo è possibile utilizzare materiali fibrosi e polverosi solitamente non idonei ad essere applicati all'esterno.

### **Realizzazione dell'impianto**

#### Installazione:

Per gli edifici esistenti può essere realizzato in due modi:

1. Costruendo un nuovo paramento murario con un'intercapedine ventilata, lasciando un vuoto tra il materiale termoisolante e il paramento esterno (procedimento consigliato per murature prive di intercapedine);
2. Inserendo nell'intercapedine dei materiali isolanti sfusi per insufflaggio. In questo caso occorre valutare che l'intercapedine sia tale da permetterne l'intero riempimento.

Materiali: resine poliuretatiche, argilla espansa, perlite espansa, sughero in granuli.

Autorizzazione: si consiglia di rivolgersi all'Ufficio Tecnico del proprio Comune (solitamente è necessaria una Denuncia di Inizio Attività – DIA o una Segnalazione Certificata di Inizio Attività – SCIA).

### **Vantaggi**

L'isolamento ad intercapedine ha un doppio vantaggio: non aumenta la volumetria dell'edificio (come nel caso del cappotto esterno) e non diminuisce la superficie calpestabile interna degli appartamenti (come nel caso del cappotto interno).

Per contro: non elimina i ponti termici e i rischi di condensa nell'isolante; inoltre vi è il rischio di "spanciamento" nella parte inferiore del muro per effetto del insufflaggio.

### **Costi e incentivi**

L'inserimento di materiale isolante nell'intercapedine di murature di edifici esistenti è un intervento che può essere realizzato dall'interno dell'edificio, quindi con minori costi di realizzazione. Può essere realizzato anche solo sulle porzioni di involucro che effettivamente necessitano di interventi migliorativi. L'intervento ha quindi costi ridotti rispetto, ad esempio, alle ristrutturazioni con inserimento di isolamento esterno.

Il prezzo medio di un cappotto ad intercapedine realizzato tramite insufflaggio varia a seconda del materiale utilizzato: 35,00 €/mc per il polistirene in palline, 67,00 €/mc per l'argilla espansa, 97,00 €/mc per il sughero in granuli e 104,00 €/mc per la perlite espansa.

L'intervento è soggetto ad una detrazione fiscale del 55% sulle spese sostenute purché siano rispettati i valori di trasmittanza imposti dalla legge.

## PARETE VENTILATA

### **Principio di funzionamento**

E' un sistema di isolamento della parete esterna che somma ai vantaggi della coibentazione quelli di una efficace ventilazione della struttura muraria: i moti convettivi dell'aria nell'intercapedine possono provocare una modesta riduzione del potere isolante dello strato coibentante ma il gradiente termico che si crea tra la temperatura dell'aria nell'intercapedine e quella esterna in ingresso, innesca un processo di ventilazione naturale (o "effetto camino").

Il movimento ascensionale dell'aria consente di eliminare rapidamente il vapore acqueo proveniente dall'interno dell'abitazione e di diminuire di conseguenza la formazione dei fenomeni di condensa oltre che di isolare efficacemente dalla radiazione solare.

In estate lo schermo esterno deve possibilmente riflettere la quota maggiore dell'energia incidente; quella assorbita viene ceduta all'aria dell'intercapedine per convezione e rimossa attraverso la ventilazione.

### **Realizzazione dell'impianto**

Installazione: è costituito da una serie di strati funzionali, vincolati all'edificio mediante una struttura metallica. Dal lato più esterno troviamo in successione il rivestimento, la camera di ventilazione e, a contatto con la struttura esterna dell'edificio, lo strato di isolante termico.

Lo strato più esterno, il rivestimento, oltre a definire l'aspetto estetico dell'edificio, assolve la funzione di protezione degli strati successivi. La camera di ventilazione (o intercapedine) è collegata con l'aria esterna attraverso bocche di ventilazione poste al piede della facciata e alla sua sommità (a volte anche in posizione intermedia).

Autorizzazione: si consiglia di rivolgersi all'Ufficio Tecnico del proprio Comune (solitamente è necessaria una Denuncia di Inizio Attività – DIA o una Segnalazione Certificata di Inizio Attività – SCIA).

### **Vantaggi**

L'intervento consente l'eliminazione di ponti termici, condense e muffe; inoltre, comporta un efficace isolamento acustico. Comporta, tuttavia, un aumento di volumetria.

### **Costi e incentivi**

Il prezzo dell'intervento, comprensivo di materiale isolante e dei lavori necessari alla realizzazione, varia in funzione del materiale: il prezzo medio di una facciata ventilata con rivestimento esterno in pvc e isolante spessore 10 cm varia da 115 €/mq per la lana di roccia, 125 €/mq polistirene, estruso o espanso, fino ai 135 €/mq per il sughero.

L'intervento è soggetto ad una detrazione fiscale del 55% sulle spese sostenute purché siano rispettati i valori di trasmittanza imposti dalla legge.

## COPERTURA VENTILATA

### **Principio di funzionamento**

Costruire un “tetto ventilato” significa far circolare aria tra lo strato termoisolante e il manto di copertura. L’aria che affluisce dalla parte della gronda e fuoriesce al colmo asporta il calore e il vapore acqueo ed asciuga l’acqua piovana eventualmente spinta dal vento sotto le tegole.

Il beneficio principale offerto dal sistema ventilato è che la camera di ventilazione, nel caso di forte irraggiamento solare, consente di smaltire rapidamente il calore accumulato dagli strati superficiali del tetto, impedendone la trasmissione verso l’interno dell’edificio.

Le principali condizioni che risultano di ostacolo al movimento dell’aria nella camera di ventilazione sono una lunghezza eccessiva della falda o una sua ridotta inclinazione. In questi casi è indispensabile aumentare lo spessore dell’intercapedine per compensare la minore velocità di deflusso con una maggiore massa d’aria disponibile.

### **Realizzazione dell’impianto**

Installazione: l’elemento termoisolante è generalmente disposto lungo la falda inclinata (lo spazio sottotetto è quindi utilizzabile) mentre lo strato di ventilazione è posto al di sotto dell’elemento di tenuta.

Autorizzazione: si consiglia di rivolgersi all’Ufficio Tecnico del proprio Comune (solitamente è necessaria una Denuncia di Inizio Attività – DIA o una Segnalazione Certificata di Inizio Attività – SCIA).

### **Vantaggi**

In inverno, grazie ad una corretta circolazione dell’aria in entrata e in uscita, l’intervento impedisce la formazione di umidità, limitando l’effetto condensa. In estate il caldo viene espulso prima che il calore esterno possa arrivare agli ambienti interni.

In fase di ristrutturazione non richiede l’allontanamento degli inquilini.

Per contro comporta un aumento volumetria della copertura e un alto costo di realizzazione.

### **Costi e incentivi**

Il costo dell’intervento, comprensivo di materiali e lavori necessari, varia in funzione dell’isolante: 120 €/mq per il polistirene espanso, 128 €/mq per il polistirene estruso, 125 €/mq per la lana di roccia, 130 €/mq per la lana di vetro e 135 €/mq per il sughero.

L’intervento è soggetto ad una detrazione fiscale del 55% sulle spese sostenute purché siano rispettati i valori di trasmittanza imposti dalla legge.

## COPERTURA ISOLATA INTERNAMENTE

### **Principio di funzionamento**

Il tetto isolato può essere realizzato come il sistema a “cappotto interno”, oppure con il sistema a controsoffitto che consiste nell’applicazione dello strato isolante in un sistema di sospensione verso l’ambiente riscaldato.

L’isolamento della copertura dall’interno è un sistema molto usato negli interventi di ristrutturazione soprattutto quando non è possibile intervenire dall’esterno come nel caso di un singolo appartamento condominiale. E’ un’applicazione indicata in ambienti a occupazione saltuaria (secondo case, scuole, edifici adibiti per il terziario) nei quali sono da privilegiare tempi rapidi di riscaldamento.

### **Realizzazione dell’impianto**

Installazione: l’applicazione dell’isolante nel sistema a cappotto interno può avvenire tramite incollaggio o fissaggio meccanico. Lo strato di finitura esterna è generalmente realizzato con lastre in cartongesso pre-assemblate con l’isolante, oppure posate in opera singolarmente.

In caso di utilizzo di isolante privo di paramento esterno è consigliabile adottare, come strato di rivestimento finale, un intonaco ignifugo.

Materiali: lana di roccia, polistirene estruso, lana di vetro, sughero.

Autorizzazione: si consiglia di rivolgersi all’Ufficio Tecnico del proprio Comune (solitamente è necessaria una Denuncia di Inizio Attività – DIA o una Segnalazione Certificata di Inizio Attività – SCIA).

### **Vantaggi**

L’intervento non elimina totalmente i ponti termici; in fase di esecuzione dei lavori richiede l’allontanamento degli inquilini. Comporta una diminuzione dell’altezza utile interna con necessaria verifica dell’altezza minima richiesta nei regolamenti edilizi.

La posa in opera è rapida e indipendente dalle condizioni atmosferiche.

La realizzazione non richiede ponteggi; i costi sono contenuti rispetto ad una facciata ventilata.

### **Costi e incentivi**

Il prezzo medio di una copertura isolata internamente con sistema a cappotto con isolante spesso 10 cm è di 58 €/mq per il polistirene estruso, 62 €/mq per la lana di vetro e 70 €/mq per la lana di roccia.

Se l’intervento è effettuato mediante copertura piana / solaio interpiano con isolamento interno e sistema a controsoffitto, realizzato con lastre di cartongesso (ignifughe, REI 120) con struttura di sostegno in profilati di lamiera zincata, isolante di spessore 10 cm, i costi variano da 55 €/mq per la lana di roccia, 65 €/mq per il polistirene e 75 €/mq per il sughero.

L’intervento è soggetto ad una detrazione fiscale del 55% sulle spese sostenute purché siano rispettati i valori di trasmittanza imposti dalla legge.

## COPERTURA ISOLATA ESTERNAMENTE

### **Principio di funzionamento**

La soluzione più in uso per la coibentazione e l'impermeabilizzazione di un tetto è il sistema di copertura isolato esternamente (o "tetto caldo") che prevede la posa dello strato termoisolante direttamente sulla struttura portante del tetto.

Le tipologie di copertura isolata esternamente variano in base alla tipologia di falda: esistono coperture isolate esternamente per falde inclinate e coperture isolate esternamente per falde piane.

In caso di falda piana troviamo la presenza o di uno strato di pendenza o di spessori variabili dell'isolante in modo da creare una pendenza minima per il deflusso delle acque meteoriche.

### **Realizzazione dell'impianto**

Installazione: L'intervento prevede la posa di uno strato termoisolante sulla struttura portante del tetto. Al di sopra dell'isolante viene steso uno strato di tenuta all'acqua e quindi il manto di copertura. E' bene sottolineare che il posizionamento dello strato impermeabile all'estradosso dell'isolante provoca una forte resistenza allo smaltimento del vapore acqueo proveniente dagli ambienti interni con possibile formazione di condensa all'interno dell'isolante.

E' per questo motivo che è preferibile valutare la possibilità di realizzare una copertura ventilata.

Autorizzazione: si consiglia di rivolgersi all'Ufficio Tecnico del proprio Comune (solitamente è necessaria una Denuncia di Inizio Attività – DIA o una Segnalazione Certificata di Inizio Attività – SCIA).

### **Vantaggi**

Il costo di realizzazione è più basso rispetto ad una facciata ventilata.

In fase di ristrutturazione non richiede l'allontanamento degli inquilini.

L'altezza utile interna del locale all'ultimo piano rimane inalterata.

Tuttavia, l'intervento aumenta il volume della copertura e non elimina i fenomeni di condensa.

### **Costi e incentivi**

Il prezzo medio di una copertura isolata esternamente con manto di tenuta in coppi e isolante spesso 10 cm è di 105 €/mq per il polistirene espanso, 115 €/mq per il polistirene estruso, 120 €/mq per la lana di vetro e 125 €/mq per il sughero.

L'intervento è soggetto ad una detrazione fiscale del 55% sulle spese sostenute purché siano rispettati i valori di trasmittanza imposti dalla legge.

## SOSTITUZIONE DEI SERRAMENTI

### **Principio di funzionamento**

Le norme sanitarie prevedono che l'area finestrata di un appartamento abbia una dimensione pari ad almeno 1/8 della superficie calpestabile di modo che vengano garantiti corretti cambi d'aria e illuminazione, quindi comfort olfattivo e visivo.

Per la scelta del serramento è necessario prima di tutto valutarne la conformità ai decreti legislativi relativi al risparmio energetico e, come riferisce la normativa stessa, per una corretta valutazione delle prestazioni energetiche è importante considerare le caratteristiche di entrambe le componenti che lo costituiscono: il telaio e il vetro. I telai si distinguono in base ai materiali con i quali vengono realizzati.

Le finestre devono garantire:

- resistenza meccanica: resistenza all'aggressione di alcuni agenti chimici e all'usura del tempo, robustezza agli agenti atmosferici;
- sicurezza: buona tenuta alle fiamme, una buona sicurezza contro le intrusioni, facilità di manutenzione;
- comfort visivo, termo igrometrico e acustico: controllo della condensa che si viene a creare sulla superficie, controllo ottimale della luce naturale, capacità fono isolante;
- razionalizzazione del bilancio energetico dell'edificio: riduzione di dispersioni termiche e di surriscaldamento.

Le finestre a doppio e triplo vetro sono tipologie che costano di più rispetto alle finestre con vetro singolo, ma le loro elevate caratteristiche termo-fonoisolanti, le rendono decisamente vantaggiose in termini sia di benessere termico che di risparmio energetico.

### **Realizzazione dell'impianto**

Installazione: consiste nella rimozione del serramento esistente, rifacimento del vano murario e contestuale montaggio del nuovo infisso.

#### Materiali:

**TELAIO IN LEGNO**: offrono un aspetto gradevole e una sensazione di calore. Il legno è un materiale naturale e un ottimo termoisolante. Utilizzato per la produzione dei telai necessita di una manutenzione regolare perché molto soggetto all'usura del tempo.

**TELAIO IN ALLUMINIO**: l'alluminio è un materiale con un'elevata resistenza alle intemperie, leggero e facilmente lavorabile e per questo adatto per la realizzazione di serramenti di grandi dimensioni. È un materiale che richiede poca manutenzione, ma presenta un'elevata conducibilità termica; è per questo motivo che risulta importante interporre tra i profilati un separatore isolante, il cosiddetto taglio termico.

**TELAIO MISTO IN LEGNO-ALLUMINIO**: il telaio interno in legno costituisce l'elemento portante e possiede ottime caratteristiche termoisolanti, il telaio esterno in alluminio risulta più resistente alle intemperie. Richiede poca manutenzione e ha un ciclo di vita lungo. Tutti questi aspetti positivi lo rendono uno dei serramenti tra i più costosi.

**TELAIO IN MATERIALE PLASTICO (PVC)**: è un materiale che offre ottima lavorabilità, è leggero, resistente, duraturo e riciclabile. È un ottimo isolante termico, non richiede molta manutenzione e rispetto a tutti gli altri serramenti è il più economico. Un aspetto però negativo è che, essendo un materiale la cui produzione deriva dal petrolio, presenta un forte impatto ambientale.

Nell'intercapedine tra i vetri (o vetrocamera), come elemento isolante, si trovano aria o altri gas quali argon, kripton e xeno. Oggi i più utilizzati sono aria e argon, mentre kripton e xeno si distinguono per le elevate prestazioni isolanti, ma implicano dei costi economici rilevanti.

**Autorizzazione:** si consiglia di rivolgersi all'Ufficio Tecnico del proprio Comune (solitamente è necessaria una Denuncia di Inizio Attività – DIA o una Segnalazione Certificata di Inizio Attività – SCIA).

### ***Vantaggi***

Diminuzione del consumo energetico. Incremento del comfort abitativo. Investimento ammortizzabile in tempi più brevi grazie agli incentivi sul risparmio energetico.

### ***Costi e incentivi***

Il costo di una finestra standard a due ante, 1,30x1,50 m con vetrocamera basso emissivo e intercapedine di gas argon, posa in opera compresa è di 580€ per una finestra in legno, 530€ in pvc bianco, 850€ in alluminio e 960€ in legno-alluminio.

L'intervento è soggetto ad una detrazione fiscale del 55% sulle spese sostenute purché siano rispettati i valori di trasmittanza imposti dalla legge.

## 2. Interventi sull'impianto di climatizzazione

### CALDAIA A CONDENSAZIONE

#### Principio di funzionamento

Le caldaie a condensazione hanno un rendimento superiore rispetto ai generatori tradizionali.

Nei generatori a condensazione il risparmio proviene essenzialmente da due condizioni:

- da una maggiore quantità di calore sensibile recuperato dai prodotti della combustione, in quanto i fumi escono a una temperatura più bassa, pari circa a quella di mandata, ben inferiore ai 140°/160°C dei generatori tradizionali ad alto rendimento;
- dal recupero del calore latente di vaporizzazione, tramite la condensazione del vapore acqueo contenuto nei prodotti della combustione.

La caldaia a condensazione è dotata di uno scambiatore di calore con una superficie tale da garantire un buono scambio termico ai fumi di scarico.

Questi fumi, prima di essere espulsi, attraversano lo scambiatore di calore e vengono raffreddati fino al punto di condensazione o punto di rugiada e cioè fino alla temperatura in cui il vapore saturo condensa liberando energia.

La trasformazione dallo stato di vapore allo stato liquido genera calore che viene ceduto al termovettore di ritorno all'impianto.

Questo processo consente di fornire energia calorica ed aumentare di conseguenza il rendimento della caldaia.

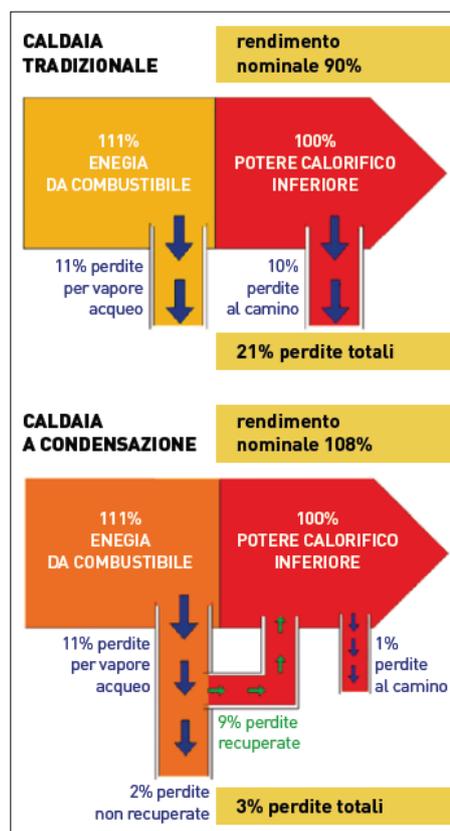
Tanto più si riesce a fare funzionare un generatore in condensazione, tanto più calore viene restituito al vettore termico dell'impianto. Ne consegue un miglioramento del rendimento e una riduzione dei consumi di combustibile, a vantaggio della gestione d'impianto.

#### Realizzazione dell'impianto

Per gli impianti realizzati nelle nuove abitazioni, già progettati per installare generatori a condensazione, l'installazione di una caldaia a condensazione prevede un costo poco superiore rispetto alla caldaia tradizionale, che verrà ammortizzato durante l'utilizzo e si tradurrà in risparmio nella gestione dell'impianto.

Negli impianti esistenti, per installare un generatore a condensazione è necessario effettuare alcune valutazioni preventive per valutare la fattibilità tecnica ed economica dell'operazione, in modo da garantire il migliore rendimento dell'impianto e assicurare il risparmio all'utente. In questo caso, si devono prevedere ulteriori costi per l'adeguamento dell'impianto: protezione del camino dai condensati acidi dei prodotti della combustione, previsione di un sistema di scarico e di neutralizzazione delle condense, installazione di dispositivi di controllo della temperatura ambiente (sonda esterna e cronotermostato ambiente), pulizia dell'impianto esistente da incrostazioni, depositi calcarei o fanghi.

In alcuni casi risulta più conveniente installare una caldaia a temperatura scorrevole anziché a condensazione.



### ***Vantaggi***

L'intervento garantisce un maggior rendimento rispetto alle caldaie tradizionali: a parità di calore prodotto, consuma meno combustibile.

Il controllo elettronico della combustione, cioè la possibilità di variare la potenza di funzionamento a seconda delle esigenze di temperatura, garantisce una riduzione del consumo di combustibile.

Le emissioni inquinanti sono decisamente inferiori rispetto alle caldaie tradizionali.

### ***Costi e incentivi***

Il costo per l'installazione di una caldaia a condensazione in acciaio inossidabile avente una potenza inferiore a 35kW, con relativo bruciatore a gas, rampa, valvole termostatiche, dispositivo di neutralizzazione della condensa, dispositivi di controllo e regolazione della temperatura del fluido caldo con compensazione climatica e sicurezza, allacciamenti e lavori di sistemazione e adeguamento della canna fumaria è di circa 3.500 euro.

Questo intervento può usufruire della detrazione del 55% come previsto dalla Legge Finanziaria 2007.

## VALVOLE TERMOSTATICHE E CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE

### **Principio di funzionamento**

I contabilizzatori di calore sono sistemi tecnologici che, impiegati nei condomini con impianto di riscaldamento centralizzato, permettono di regolare autonomamente la temperatura in ogni unità immobiliare e suddividere le spese in proporzione a quanto realmente si consuma. In questo modo si ottiene un risparmio sul consumo di combustibile compreso tra il 10% e il 30% l'anno.

### **Realizzazione dell'impianto**

Per l'installazione è necessaria una delibera condominiale che a maggioranza semplice disponga congiuntamente l'installazione e l'adozione in tutto il condominio dei quattro seguenti prodotti e servizi

### **Vantaggi**

L'abbinamento di questo sistema all'installazione di valvole termostatiche, che permettono la regolazione automatica e autonoma della temperatura di ogni locale, consente una ripartizione ottimale del calore prodotto dalla caldaia in funzione delle esigenze, riequilibrando le temperature all'interno dei diversi alloggi.

Inoltre, oltre ad una quota fissa stabilita dall'assemblea condominiale, ciascun utente pagherà solo quello che realmente consuma.

In tal mondo, senza dover ricorrere all'installazione di caldaie autonome, con un rendimento decisamente inferiore a quello della caldaia centralizzata e con costi di manutenzione a carico di ciascun condomino, è possibile ottenere la massima libertà nella gestione del riscaldamento, nella scelta dei tempi e delle temperature, spesso con margini di risparmio significativi.

### **Costi e incentivi**

L'intervento (contabilizzatore + valvole termostatiche) è possibile anche negli edifici di più vecchia costruzione, con un costo complessivo che si aggira sul migliaio di euro per unità immobiliare ed è proporzionale al numero di termosifoni.

Per un appartamento con 5 radiatori in un immobile di 20 alloggi il costo della trasformazione si aggira intorno ai 150-180€/radiatore.

L'installazione di valvole termostatiche beneficia di una detrazione fiscale del 55% sulle spese sostenute nel caso in cui vi sia la contestuale sostituzione del generatore di calore con un impianto a condensazione (vedere sito Enea, sezione efficienza energetica).

### 3. Sostituzione di impianti elettrici

#### SOSTITUZIONE DEGLI APPARECCHI ELETTRICI

##### **Consumi da elettrodomestici**

I consumi domestici di energia risultano spesso difficili da monitorare. Un phon (1.200 watt) ci costa un euro ogni 5 ore di funzionamento, così come il forno a microonde (1.250 watt). La scopa elettrica (400 watt) un euro ogni 15 ore di funzionamento, il piccolo robot da cucina (200 watt) uno ogni 30 ore. La radiosveglia in stand-by consuma 6 watt all'ora, pari a circa 9 euro all'anno.

Nel caso di piccoli elettrodomestici la spesa è contenuta. Nel caso invece di grossi apparecchi, come frigorifero, lavatrice, lavastoviglie e asciugatrice (che, insieme, escludendo il riscaldamento, rappresentano quasi il 30% dei consumi domestici), i margini di risparmio iniziano a diventare consistenti.

La Finanziaria 2007 ha favorito una scelta consapevole per l'acquisto di tali apparecchiature, predisponendo una detrazione Irpef fino al 20% delle spese effettuate (ad esempio per la sostituzione dei vecchi frigoriferi e congelatori con altri apparecchi di classe energetica non inferiore ad A+, fino ad un massimo di 200€).

Recenti normative hanno introdotto una serie di obblighi in materia: dal 2010 è vietata la commercializzazione di elettrodomestici appartenenti alle classi energetiche inferiori alla A e di motori elettrici appartenenti alla classe 3 e dal 2011 è vietata la commercializzazione delle lampadine a incandescenza e degli elettrodomestici privi di interruttore dell'alimentazione dalla rete elettrica (Legge Finanziaria 2008).

La Direttiva Europea 2010/30/UE concernente "l'indicazione del consumo di energia e di altre risorse dei prodotti connessi all'energia, mediante l'etichettatura ed informazioni uniformi relative ai prodotti" prevede nuove etichette energetiche: 3 nuove classi energetiche (A+, A++ e A+++), da aggiungere a quelle già presenti (A-G). Tuttavia il numero complessivo delle classi indicate non potrà essere superiore a 7 (ad esempio da A+++ fino ad D, da A++ a E,..). La scala dei colori andrà dal rosso per il prodotto meno efficiente dal punto di vista energetico, fino al verde scuro per quello ad alta efficienza.

I regolamenti comunitari che disciplinano la forma ed i contenuti delle nuove etichette energetiche per lavastoviglie (Reg. 1059/2010), frigoriferi e congelatori (Reg. 1060/2010), lavatrici (Reg. 1061/2010) e televisori (Reg. 1062/2010), sono stati pubblicati il 30 novembre 2010 sulla Gazzetta Europea.

##### **Frigorifero ad alta efficienza**

A++ > consumi inferiori ai 188 kWh/anno: 37,60 €/anno

C > consumi compresi fra i 469 e 563 kWh/anno: 93/112 €/anno

##### **Funzionalità:**

- regolazione elettronica della temperatura in base al carico
- sistema no-frost (senza brina): la congelazione dei cibi avviene mediante aria fredda e ventilata che evita la formazione di brina e umidità
- ottimo isolamento delle pareti esterne
- doppio termostato e doppio interruttore per differenziare l'utilizzo del vano frigorifero e del congelatore

##### **Consigli per risparmiare:**

- posizionare il frigorifero nel punto più lontano da fonti di calore, lasciando uno spazio di almeno 10cm fra l'apparecchio e la parete;
- Comprare il frigorifero sulla base delle proprie esigenze: solitamente un frigorifero è acceso 24 ore su 24 per tutto l'anno e i consumi di energia elettrica aumentano in media di 10-20kWh ogni 100 litri di capacità.
- Sbrinare il congelatore quando il ghiaccio supera i 5 mm di spessore e mantenere una corretta

manutenzione e pulizia dell'elettrodomestico.

### **Lavastoviglie ad alta efficienza**

A > 1,15 kWh per un lavaggio di 12 coperti: 0,17 €

C > 1,35 kWh per un lavaggio di 12 coperti: 0,22 €

#### *Funzionalità:*

- attraverso uso di sensori regola la pressione del getto d'acqua adeguandola al grado di sporco
- possibilità di impostare cicli rapidi o ridotti che diminuiscono i consumi di elettricità e di detersivo
- sistema di decalcificazione (addolcitore) che riduce la durezza dell'acqua e quindi la formazione di calcare.
- possibilità di un doppio attacco (acqua fredda e acqua calda), per utilizzare acqua in rete già riscaldata da pannelli solari o caldaie.

#### *Consigli per risparmiare:*

- definire la capienza in modo proporzionato rispetto ai bisogni. Più è grande, più acqua e detersivo servono. Se sottodimensionata invece costringerebbe ad aumentare il numero di lavaggi.
- Utilizzare i cicli intensivi solo in caso di piatti particolarmente sporchi. Farla funzionare solo se a pieno carico; se la lavastoviglie non è ancora piena utilizzare un ciclo di sciacquo a freddo.
- Controllare che il sale sia sempre presente e mantenere una corretta manutenzione e pulizia dei filtri e delle guarnizioni dell'elettrodomestico.

### **Lavatrice ad alta efficienza**

A > 0,95 kWh per un lavaggio: 0,15 €

C > 1,30 kWh per un lavaggio: 0,21 €

#### *Funzionalità:*

- filtraggio e riutilizzo dell'acqua del primo lavaggio
- diminuzione delle temperature attraverso programmi di lavaggio a 40/60°C
- regolazione della portata d'acqua in funzione del carico
- possibilità di un doppio attacco (acqua fredda e acqua calda) per utilizzare acqua in rete già riscaldata da pannelli solari o caldaie: a seconda della temperatura e del programma selezionati la macchina carica automaticamente acqua calda e/o fredda in diversa quantità, miscelandola. Con tasto di esclusione è possibile utilizzare solo acqua fredda.
- tecnologia al vapore con risparmi d'acqua del 35% e di energia del 20%

#### *Consigli per risparmiare:*

- optare per programmi a 40/60 gradi, lavare a 90 gradi è quasi sempre inutile, vista l'efficacia dei nuovi detersivi anche alle basse temperature
- effettuare lavaggi solo a pieno carico

## SOSTITUZIONE DELLE SORGENTI LUMINOSE

### **Tipologie di sorgenti luminose**

Illuminare significa consumare energia: a seconda di quale lampada si sceglie cambiano qualità, quantità di luce e consumi.

Le *lampadine ad incandescenza tradizionali* sono caratterizzate da un'efficienza luminosa modesta (l'energia assorbita è trasformata in gran parte in calore e solo in minima parte in luce) e da una durata di circa 1.000 ore. Con l'invecchiamento le lampade emettono sempre meno luce (pur consumando sempre la stessa quantità di energia) e quindi è bene che, superata la vita media, vengano sostituite. I vantaggi di queste lampade sono l'accensione immediata, facilità di regolazione dell'intensità luminosa, la tonalità "calda" e l'economicità.

Le *lampade alogene*, rispetto alle lampade ad incandescenza tradizionali, hanno un'efficienza luminosa superiore (circa 22 lumen/watt), una luce più bianca con una eccellente resa dei colori e durata doppia.

Le lampade a fluorescenza mantengono tutti i vantaggi e le caratteristiche del comfort visivo delle lampadine ad incandescenza con un'efficienza superiore: consumano un quinto delle tradizionali (90 lumen/watt). La durata di vita media è di circa 10.000 ore.

I *LED* emettono luce sviluppando una quantità limitata di calore: la loro durata è pressoché eterna (100.000 ore) e il consumo molto basso. Sono disponibili in diverse tonalità.

I primi led in commercio avevano potenze relativamente basse (al massimo poche unità di watt) ed erano impiegati per l'illuminazione concentrata di piccole zone (piccoli riflettori o lampade tascabili). Oggi sono disponibili sul mercato led di potenze più elevate che possono sostituire le lampade tradizionali nei vari usi.

### **Principi di illuminazione efficiente**

Per migliorare l'illuminazione non si deve ricorrere necessariamente all'installazione di lampadine di potenza maggiore, ma è importante distribuire le sorgenti luminose a seconda dell'uso a cui è destinato un ambiente.

In generale le soluzioni migliori per migliorare l'illuminazione con un minor consumo di energia sono:

- creare una luce soffusa nell'ambiente e intervenire con fonti luminose localizzate;
- negli ambienti dove la luce rimane accesa per lungo tempo conviene utilizzare lampade fluorescenti ed installare interruttori a tempo o rilevatori di presenza;
- nelle aree esterne è più conveniente l'installazione di lampade al sodio.

### **Costi**

Lampade a incandescenza: 1,00 euro; alogene: 5,00 euro; fluorescenti compatte tradizionali: 10,00 euro; fluorescenti compatte elettroniche: 18,00 euro

## 4. Installazione di impianti a fonti rinnovabili

### IMPIANTO SOLARE TERMICO

#### **Principio di funzionamento**

L'impianto solare termico trasforma l'energia solare direttamente in energia termica.

Il sistema è costituito da:

- una superficie captante (collettore o pannello solare) posta sul tetto,
- un circuito primario deputato al trasferimento dell'energia termica al sistema d'accumulo (scambiatore di calore),
- il sistema d'accumulo (serbatoio posto direttamente sul tetto o nel locale caldaia),
- un circuito secondario che trasferisce l'energia termica dal serbatoio all'utenza.

Gli impieghi più comuni sono il riscaldamento di acqua calda sanitaria (ACS), la climatizzazione invernale e il riscaldamento dell'acqua delle piscine.

#### **Realizzazione dell'impianto**

Installazione: i pannelli solari devono essere disposti su una superficie rivolta preferibilmente verso Sud, con una tolleranza di deviazione verso Est o verso Ovest di 30°, ed essere inclinati di circa 35° - 40° rispetto al piano orizzontale per l'Italia settentrionale.

Dimensionamento: per garantire la copertura del 60% del fabbisogno termico per la produzione di ACS per un'utenza monofamiliare composta da 4 persone (consumo medio di 10kWh/giorno, serbatoio da 300l, ed una serie di moduli ottimamente orientati), la superficie captante necessaria è pari a circa 5m<sup>2</sup>.

Il recente decreto legislativo 28/2011 riorganizza il sistema di integrazione di impianti a fonte rinnovabile negli edifici di nuova costruzione o sottoposti a ristrutturazioni rilevanti: gli impianti di energia termica devono essere progettati in modo tale da garantire contemporaneamente la copertura, tramite energia rinnovabile, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e di una certa percentuale dei consumi aggregati di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento.

Autorizzazione: è sufficiente una comunicazione preventiva al Comune, purché i pannelli siano integrati e non eccedenti la superficie del tetto.

#### **Vantaggi**

In edifici residenziali i risparmi di energia sono compresi tra il 50 – 80 % per la produzione di acqua calda sanitaria e tra il 20 – 40 % per la domanda totale di ACS e di riscaldamento.

La durata della vita utile del pannello è in media tra i 20 e i 30 anni.

La manutenzione dell'impianto è minima e si limita alla pulizia della superficie del pannello e alla sostituzione del liquido anti-gelo. Durante lunghe assenze, in particolare nella stagione estiva, è consigliato coprire il collettore.

#### **Costi e incentivi**

Il costo standard "chiavi in mano" per un sistema unifamiliare (3 - 5 persone) per la produzione di acqua calda sanitaria da 6 m<sup>2</sup>, realizzato mediante collettori piani a circolazione forzata e sistema di accumulo da 300l, può essere valutato in circa 4.000 - 5.000 € (IVA al 10% esclusa).

In Italia un impianto si ammortizza nel giro di circa 7 anni e poiché la durata minima di questi impianti è di 15 – 20 anni ne consegue che è un buon investimento a medio termine.

Per l'installazione di pannelli solari termici costruiti ai sensi della normativa UNI 129/75 e con garanzia di 5 anni è possibile godere, in base alla Finanziaria 2008, dell'aliquota Iva al 10% e di detrazione Irpef del 55 %

sulla spesa dilazionata in 10 anni. Tale incentivo comporta la riduzione dei tempi di ammortamento a 3 anni.

A partire dal 2012 dovrebbe scattare, secondo il d.lgs. 28/11, un nuovo meccanismo di incentivazione del solare termico, basato sui criteri del conto energia, cioè sulla corresponsione di un incentivo per ogni kWh di energia termica prodotto. Le norme attuative del decreto dovrebbero fissare, entro il mese di settembre 2011, l'entità e i criteri dell'incentivazione: un incentivo fisso e forfettario al kWh per impianti di piccola taglia fino a 35 kW di potenza e un incentivo calcolato sulla reale produzione, da contabilizzare con appositi sistemi, per impianti di potenza tra 35 kW e 1 MW.

## IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO

### **Principio di funzionamento**

I componenti elementari che costituiscono un impianto sono le celle fotovoltaiche che, collegate tra loro ed incapsulate tra uno strato di supporto ed una lastra di vetro, formano un modulo fotovoltaico.

Il principio di funzionamento di un impianto solare fotovoltaico si basa sulla conversione diretta dell'energia solare in energia elettrica sfruttando le proprietà fotoelettriche di alcuni materiali semi-conduttori, ad esempio il silicio contenuto nelle celle del pannello: le cariche elettriche liberate dai fotoni contenuti nei raggi incidenti vengono raccolte ed incanalate in un circuito.

### **Realizzazione dell'impianto**

Installazione: l'adeguamento dell'impianto elettrico esistente non comporta sostanziali modifiche. L'installatore provvederà a fare richiesta di allacciamento alla rete e domanda di concessione dell'incentivo al GSE.

Dimensionamento: un pannello fotovoltaico da 1 kWp, che ha una dimensione di circa 8 mq, produce mediamente in un anno 1.100 kWh nel nord Italia e la durata di vita si aggira attorno ai 30 anni, con un decadimento della produttività negli anni piuttosto limitato.

Per impianti localizzati nell'emisfero Nord, l'esposizione idonea è a sud oppure, con limitata perdita di produzione, a sud-est o sud-ovest. L'inclinazione ideale è di 30°-35° in funzione della latitudine.

Per ciò che riguarda il fabbisogno di energia elettrica, il D.lgs. 28/11 stabilisce che la potenza da FER da installarsi obbligatoriamente sopra, all'interno o in aree limitrofe di edifici di nuova costruzione o sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, è calcolata in funzione della superficie in pianta dell'edificio e sarà incrementata ogni anno di un certo coefficiente.

Autorizzazione: è sufficiente una comunicazione preventiva al Comune nella maggioranza dei casi di installazioni domestiche, purché integrati e non eccedenti la superficie del tetto. In ogni caso è sempre raccomandata la consultazione con l'ufficio tecnico comunale competente.

### **Vantaggi**

Il principale vantaggio di questa tecnologia consiste in una conversione statica di energia, cui consegue un'elevata durata dell'impianto fotovoltaico (almeno 25 anni per le celle) ed oneri di manutenzione estremamente ridotti. Inoltre, l'impianto può essere integrato su diverse tipologie di supporti e la sua potenza può essere variata facilmente dal momento che il sistema è modulare.

Per contro l'efficienza di conversione dell'energia solare è modesta (12-18%) e ciò implica la necessità di grandi superfici per unità di potenza di picco (da 7 a 15m<sup>2</sup>/kWp).

## Costi e incentivi

Il costo per una installazione standard di un sistema da 1 kWp è pari a circa 4.000 euro, IVA compresa. Lo Stato, attraverso il GSE (Gestore Servizi Energetici), eroga un incentivo proporzionale alla produzione di energia elettrica dell'impianto. L'incentivo varia a seconda della tipologia (su edificio o no) e delle dimensioni dell'impianto (le tariffe maggiori sono riconosciute agli impianti fino a 3 kWp su edificio).

	1° sem. 2012		2° sem. 2012	
	Impianti sugli edifici [Euro/kWh]	Altri impianti fotovoltaici [Euro/kWh]	Impianti sugli edifici [Euro/kWh]	Altri impianti fotovoltaici [Euro/kWh]
$1 \leq P \leq 3$	0,274	0,240	0,252	0,221
$3 < P \leq 20$	0,247	0,219	0,227	0,202
$20 < P \leq 200$	0,233	0,206	0,214	0,189
$200 < P \leq 1.000$	0,224	0,172	0,202	0,155
$1.000 < P \leq 5.000$	0,182	0,156	0,164	0,140
$P > 5.000$	0,171	0,148	0,154	0,133

I piccoli impianti sugli edifici possono beneficiare di una maggiorazione dell'incentivo previsto fino ad un massimo del 30% qualora abbinati ad un uso efficiente dell'energia (edificio o unità abitativa su cui effettuo l'installazione dotata di certificato energetico o installazione associata ad interventi sull'involucro che riducano di almeno il 10% gli indici di prestazione energetica).

Inoltre, la componente incentivante della tariffa è incrementata del 5% per gli impianti ubicati in zone classificate come industriali, miniere, cave o discariche e per piccoli impianti realizzati da comuni con popolazione inferiore a 5.000 abitanti; del 10% per gli impianti i cui componenti siano per non meno del 60% riconducibili ad una produzione realizzata all'interno della Unione europea. E' incrementata di 5 centesimi di euro/kWh per gli impianti installati in sostituzione di coperture in eternit o comunque contenenti amianto.