

## **ALLEGATO C. RAPPORTO ENERGETICO RESIDENZIALE**

<b>1. OBIETTIVI DEL REPORT .....</b>	<b>3</b>
<b>2. IL PARCO EDILIZIO DEL COMUNE .....</b>	<b>4</b>
2.1. EVOLUZIONE DEL SISTEMA URBANO .....	4
2.2. CENSIMENTO DEL COMPARTO EDILIZIO .....	6
<b>3. CALCOLO DELLE SUPERFICI UTILI .....</b>	<b>8</b>
3.1. INVOLUCRO TRASPARENTE .....	11
3.2. INVOLUCRO OPACO .....	12
3.3. SUPERFICIE COPERTA .....	13
3.4. SINTESI DEI RISULTATI .....	14
<b>4. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI INTERVENTO .....</b>	<b>15</b>
4.1. INTERVENTI SULL'INVOLUCRO EDILIZIO .....	15
4.2. INTERVENTI SULL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE.....	20
4.3. SOSTITUZIONE DI APPARECCHIATURE ELETTRICHE .....	22
4.4. INSTALLAZIONE DI IMPIANTI ALIMENTATI DA FONTI RINNOVABILI .....	24
<b>5. CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO .....</b>	<b>26</b>
5.1. RISPARMIO ENERGETICO PER INTERVENTO.....	26
5.2. SCENARIO DI RISPARMIO ENERGETICO COMPLESSIVO AL 2020.....	28
<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....</b>	<b>30</b>
<b>ALLEGATO 1: DESCRIZIONE DELLE AZIONI .....</b>	<b>31</b>
1. INTERVENTI SULL'INVOLUCRO EDILIZIO .....	31
2. INTERVENTI SULL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE.....	46
3. SOSTITUZIONE DI APPARECCHIATURE ELETTRICHE .....	50
4. INSTALLAZIONE DI IMPIANTI A FONTI RINNOVABILI .....	53

## 1. Obiettivi del report

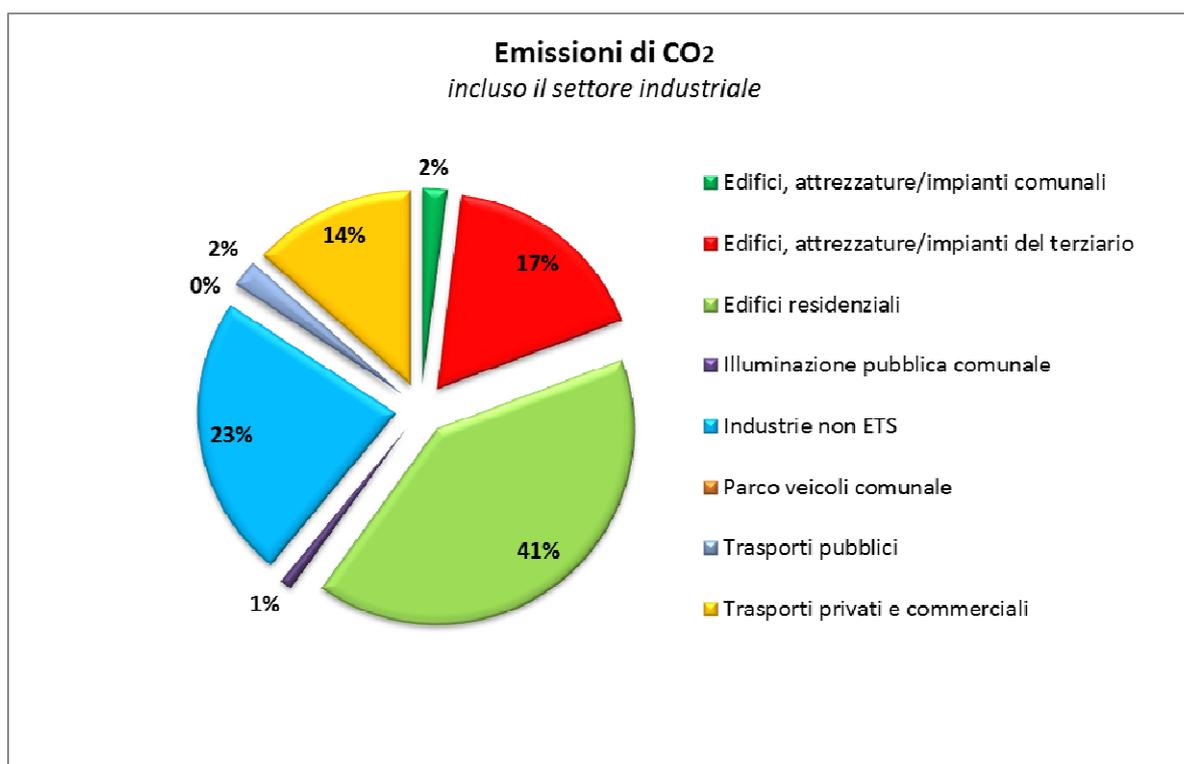
Il **Report Energetico Residenziale** definisce il potenziale di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> raggiungibile tramite il contenimento dei consumi energetici nel settore residenziale.

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 Garbagnate Milanese, come per molti Comuni della Provincia di Milano, occupa una quota parte molto rilevante pari al 41% 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 Garbagnate Milanese occupa una superficie di 8,8 km<sup>2</sup>, di cui il 4,7% (per una superficie complessiva di 0,42 km<sup>2</sup>) ricade in quelle che il PTCP<sup>1</sup> individua come aree dismesse. Queste ultime rappresentano una importante risorsa per la riqualificazione del territorio in particolare per i Comuni fortemente industrializzati della zona centro settentrionale della Provincia.

La media dei componenti del nucleo familiare, dal 2005 al 2011, è diminuita del 4%, raggiungendo i 2,43 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 a circa il 5%.

Nonostante il trend di forte 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:

- **Linee di Indirizzo per la formazione del Piano di Governo del Territorio:** in corso di elaborazione;
- **Banca dati ISTAT** (Istituto Nazionale di Statistica, 14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni; 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni: numero di abitazioni a livello comunale): abitazioni classificate per epoca di costruzione e abitazioni classificate per numero medio di piani fuori terra;
- **Green Energy Retrofit Report<sup>2</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

Garbagnate Milanese<sup>3</sup> ospita numerose attività produttive e commerciali, nonché un articolato sistema di servizi e attrezzature pubbliche, tali da farne una polarità di significativo rilievo nel comparto territoriale del Rhodense. Il Comune può altresì contare sulla dotazione di risorse

<sup>1</sup> Piano Territoriale della Provincia di Milano vigente. Approvato con la deliberazione del Consiglio Provinciale n. 55 del 14 ottobre 2003. Il piano determina gli indirizzi generali di assetto del territorio provinciale, rispetto ai quali i Comuni sono chiamati a verificare la compatibilità dei loro strumenti urbanistici.

<sup>2</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.

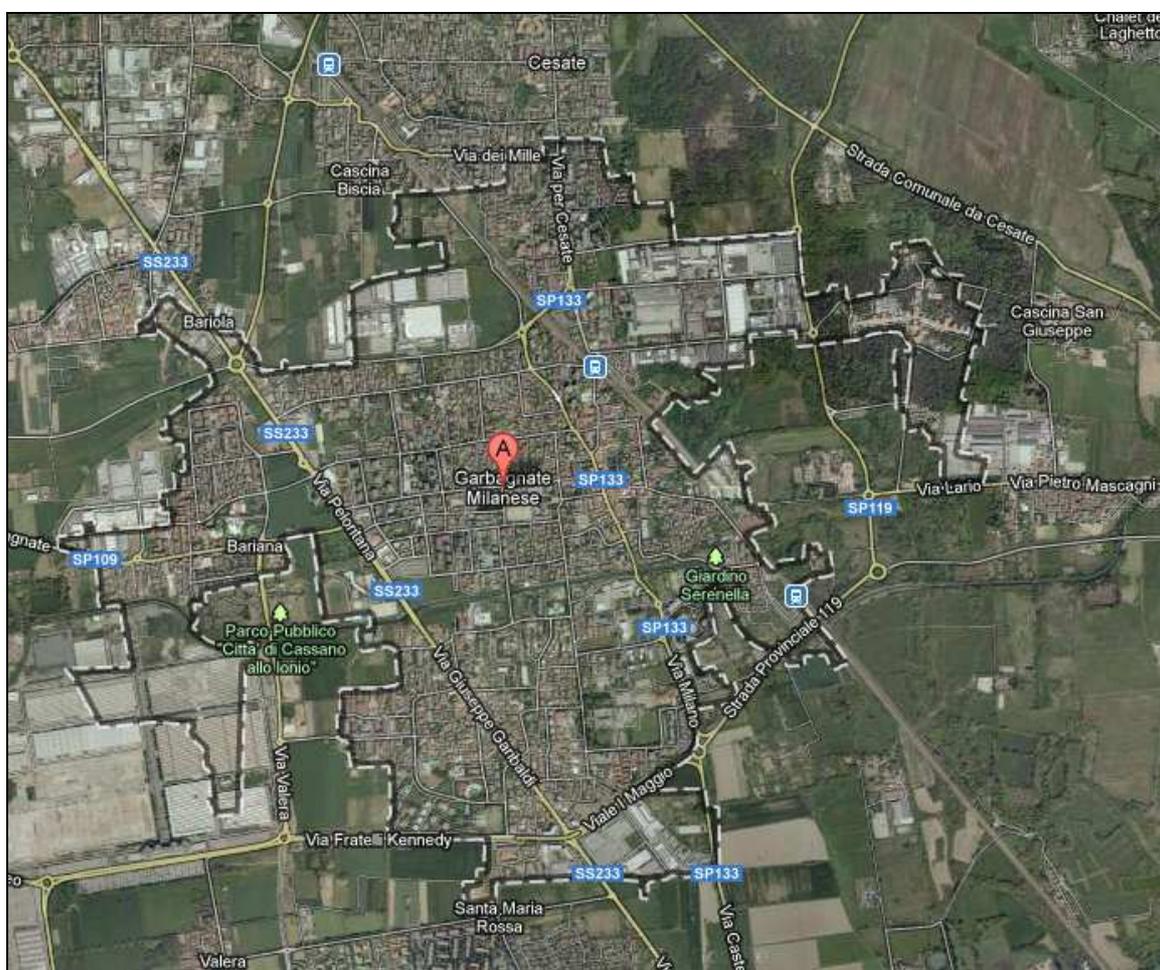
<sup>3</sup> Testi estratti dal paragrafo 7a - *La città di Garbagnate Milanese*, Linee di Indirizzo per la formazione del Piano di Governo del Territorio.

ambientali di pregio quali il Parco delle Groane e il canale Villoresi che contribuiscono alla qualità di vita dei cittadini residenti e offrono importanti prospettive di sviluppo future per il territorio.

La città si contraddistingue per un'elevata **infrastrutturazione del territorio**, definito da elementi in prevalenza di carattere lineare - la ferrovia, la Varesina, il canale Villoresi, la cintura ferroviaria di collegamento dell'ex Alfa-Romeo - che hanno influenzato e definito la conformazione dell'attuale impianto.

L'attuale assetto del sistema insediativo si è definito a partire dai **nuclei storici**.

L'area nord-est è caratterizzata dalla permanenza forte del **centro storico**, che ha mantenuto un ruolo importante negli equilibri funzionali della città. I fabbricati a corte, espressione della struttura del luogo, ospitano in prevalenza esercizi pubblici e attività di servizio garantendo vitalità al centro città. A partire dal nucleo centrale è possibile osservare la linea di sviluppo dalla via Varese: lungo l'asse si sono insediati i principali servizi e molteplici attività commerciali, definendo un tessuto prevalentemente a bassa densità se non negli ambiti più prossimi alla statale Varesina, attraverso un processo di crescita incrementale.



Il **comparto di Santa Maria Rossa** si sviluppa linearmente lungo la statale Varesina, a partire da un concentrato nucleo storico attestato su entrambi i fronti stradali. La crescita si è progressivamente sviluppata in tutte le direzioni, in particolare verso est (area Quadrifoglio) quartiere unitario degli anni sessanta, che rappresenta i caratteri tipologici dello sviluppo edilizio di quell'epoca.

Il punto di connessione tra le zone nord e sud, fisicamente prossime ma sostanzialmente distanti, è rappresentato dal Villoresi in via Milano.

Il nucleo maggiormente autonomo e separato dal resto della città è la **Bariana**: l'area è caratterizzata da pochi insediamenti che rispecchiano una identità unitaria della frazione, cresciuta meno e più lentamente rispetto al resto della città.

A nord-est della stazione, oltre la ferrovia, si è sviluppato il **quartiere "Le Groane"** in continuità con la vicina Cesate, tanto che risulta difficile definire il confine tra i due comuni. L'area non gravita completamente su Cesate, in quanto conta un discreto numero di servizi e attrezzature pubbliche. Questo è possibile anche grazie all'accesso diretto costituito dalla stazione di Garbagnate Milanese, principale fulcro e polarità dell'area.

Il **nucleo di Siolo** è stato oggetto di un processo di ristrutturazione edilizia e urbana che ha visto la riqualificazione, oltretutto del costruito, anche degli spazi collettivi.

## 2.2. Censimento del comparto edilizio

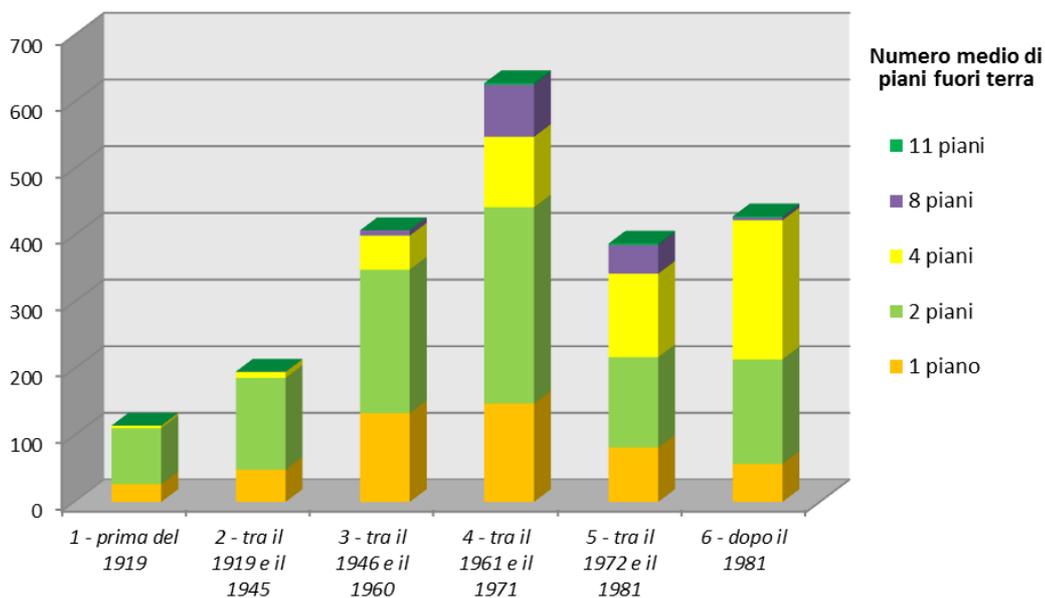
Il 14° censimento ISTAT rileva che il Comune si compone di 9133 abitazioni per un totale di 2161 edifici, suddivisi per epoca costruttiva e per numero di piani fuori terra come riportato nell'istogramma del Grafico 2.

Si osserva che il tessuto urbano di Garbagnate Milanese si caratterizza come segue:

- un edificato basso costituito in prevalenza da edifici con due piani fuori terra, per ogni fase censita. Le altezze maggiori si raggiungono dopo gli anni '80, quando si osserva una evidente crescita del numero dei livelli raggiungendo la media dei quattro piani fuori terra;
- la massima espansione è avvenuta negli anni settanta, per un totale di circa 628 edifici per fase (circa il 29% sul totale). Negli anni del dopoguerra e partendo dagli anni settanta è possibile osservare una moderata attività edilizia seppur inferiore al caso precedente, e costante (intorno al 19% sul totale per ciascun decennio).

Secondo il 15° Censimento ISTAT del 2011 risultano occupate 10.716 abitazioni per un incremento complessivo del 15% rispetto a quanto registrato nel 2001: questo significa che nell'arco degli ultimi nove anni sono state occupate 1583 abitazioni in più rispetto al 2001, fatto che si potrebbe imputare alla spinta alla riqualificazione dell'esistente (*come registrato dal centro ricerche Cresme*) per rispondere alla forte spinta abitativa all'interno del Comune.

### Parco edilizio del Comune di Garbagnate Milanese



**Grafico 2:** Parco edilizio del Comune di Garbagnate Milanese - numero di edifici classificati per epoca costruttiva<sup>4</sup> (fonte: ISTAT)

<sup>4</sup> I dati relativi al 15° Censimento ISTAT sono provvisori, pertanto si rimanda alla ufficializzazione da parte di ISTAT per l'aggiornamento del Grafico 2.

### 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>5</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>5</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 (e 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 tabella 1) è stato possibile calcolare:

- il numero complessivo degli edifici raggruppati per numero di piani (prima colonna azzurra);
- i valori della superficie media delle abitazioni (seconda colonna azzurra), che risulta variabile tra gli 80 e i 94 m<sup>2</sup>, leggermente superiore rispetto al trend provinciale.

Numero alloggi per fabbricato		Numero edifici	Numero di piani		Superficie complessiva	Numero abitazioni	Superficie media per abitazione
cat ISTAT	numero alloggi (media)		cat ISTAT	numero piani (media)			
1	1,0	394,0	1	1	40.352	394	102,4
2	2,0	72,5	1	1	13.178	145	90,9
3	3,5	17,7	1	1	5.101	62	82,3
4	6,5	5,1	1	1	2.847	33	86,3
5	12,0	2,4	1	1	2.556	29	88,1
6	23,0	2,1	1	1	3.003	49	61,3
7	31,0	0,3	1	1	916	9	101,8
		<b>494</b>					<b>94,2</b>
1	1,0	472,0	2	2	52.831	472	111,9
2	2,0	365,5	2	2	68.568	731	93,8
3	3,5	138,0	2	2	40.932	483	84,7
4	6,5	34,0	2	2	18.255	221	82,6
5	12,0	11,9	2	2	11.840	143	82,8
6	23,0	1,9	2	2	3.396	44	77,2
7	31,0	0,4	2	2	932	13	71,7
		<b>1024</b>					<b>93,4</b>
1	1,0	168,0	3	4	17.003	168	101,2
2	2,0	58,0	3	4	11.907	116	102,6
3	3,5	64,6	3	4	20.599	226	91,1
4	6,5	82,6	3	4	45.651	537	85,0
5	12,0	90,8	3	4	88.280	1.089	81,1
6	23,0	35,0	3	4	63.204	804	78,6
7	31,0	5,9	3	4	12.801	184	69,6
		<b>505</b>					<b>83,0</b>
1	1,0	5,0	4	8	390	5	78,0
2	2,0	1,5	4	8	170	3	56,7
3	3,5	1,7	4	8	420	6	70,0
4	6,5	3,2	4	8	1.635	21	77,9
5	12,0	13,4	4	8	13.199	161	82,0
6	23,0	75,6	4	8	137.661	1.738	79,2
7	31,0	34,6	4	8	84.965	1.072	79,3
		<b>135</b>					<b>79,3</b>
1	1,0	0,0	5	11			
2	2,0	0,0	5	11			
3	3,5	0,0	5	11			
4	6,5	0,2	5	11	96	1	96,0
5	12,0	0,0	5	11			
6	23,0	0,2	5	11	340	5	68,0
7	31,0	5,5	5	11	13.641	169	80,7
		<b>6</b>					<b>80,4</b>
		<b>2164</b>			<b>776.669</b>	<b>9.133</b>	

**Tabella 1:** Superfici e numero di abitazioni del Comune (fonte: elaborazione dati 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>6</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 edifici	Numero di piani		Superficie complessiva	Numero abitazioni	Superficie media per abitazione	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	394,0	1	1	40.352	394	102,4	1.293	22	58,77	22,00	59	59	
2	2,0	72,5	1	1	13.178	145	90,9	54	1	54,00	0,50	108	108	
3	3,5	17,7	1	1	5.101	62	82,3							
4	6,5	5,1	1	1	2.847	33	86,3	1.154	15	76,93	2,31	500	500	
5	12,0	2,4	1	1	2.556	29	88,1	748	11	68,00	0,92	816	816	
6	23,0	2,1	1	1	3.003	49	61,3	924	18	51,33	0,78	1181	1181	
7	31,0	0,3	1	1	916	9	101,8							
		<b>494</b>					<b>94,2</b>				<b>26,51</b>			
1	1,0	472,0	2	2	52.831	472	111,9	3.715	46	80,76	46,00	81	40	0,28
2	2,0	365,5	2	2	68.568	731	93,8	2.467	34	72,56	17,00	145	73	0,16
3	3,5	138,0	2	2	40.932	483	84,7	2.864	51	56,16	14,57	197	98	0,07
4	6,5	34,0	2	2	18.255	221	82,6	2.064	30	68,80	4,62	447	224	0,06
5	12,0	11,9	2	2	11.840	143	82,8	1.232	24	51,33	2,00	616	308	0,07
6	23,0	1,9	2	2	3.396	44	77,2	65	2	32,50	0,09	748	374	0,12
7	31,0	0,4	2	2	932	13	71,7							
		<b>1024</b>					<b>93,4</b>				<b>84,27</b>			
1	1,0	168,0	3	4	17.003	168	101,2	0	2	0,00				
2	2,0	58,0	3	4	11.907	116	102,6							
3	3,5	64,6	3	4	20.599	226	91,1	524	3	174,67	0,86	611	153	0,08
4	6,5	82,6	3	4	45.651	537	85,0	648	10	64,80	1,54	421	105	0,11
5	12,0	90,8	3	4	88.280	1.089	81,1	727	13	55,92	1,08	671	168	0,07
6	23,0	35,0	3	4	63.204	804	78,6	343	4	85,75	0,17	1972	493	0,04
7	31,0	5,9	3	4	12.801	184	69,6							
		<b>505</b>					<b>83,0</b>				<b>3,65</b>			
1	1,0	5,0	4	8	390	5	78,0							
2	2,0	1,5	4	8	170	3	56,7	0	1					
3	3,5	1,7	4	8	420	6	70,0							
4	6,5	3,2	4	8	1.635	21	77,9							
5	12,0	13,4	4	8	13.199	161	82,0							
6	23,0	75,6	4	8	137.661	1.738	79,2	259	3	86,33	0,13	1986	248	0,04
7	31,0	34,6	4	8	84.965	1.072	79,3	54	1	54,00	0,03	1674	209	0,07
		<b>135</b>					<b>79,3</b>				<b>0,16</b>			
1	1,0	0,0	5	11										
2	2,0	0,0	5	11										
3	3,5	0,0	5	11										
4	6,5	0,2	5	11	96	1	96,0							
5	12,0	0,0	5	11										
6	23,0	0,2	5	11	340	5	68,0							

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

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 cittadino abbia

<sup>6</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.

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 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	4.173	14.266	2.417	328	0	21.185
2 - tra il 1919 e il 1945	6.793	24.466	4.002	247	104	35.611
3 - tra il 1946 e il 1960	14.356	42.087	26.481	10.138	0	93.061
4 - tra il 1961 e il 1971	19.258	62.468	70.406	150.264	4.881	307.278
5 - tra il 1972 e il 1981	12.811	34.034	76.955	76.955	5.527	206.282
6 - dopo il 1981	10.562	42.161	104.220	6.213	4.259	167.414

**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:

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

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

0,15 è il valore medio per le diverse epoche costruttive stabilito secondo bibliografia<sup>7</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	626	1.861	336	47	0	2.870
2 - tra il 1919 e il 1945	1.019	3.209	538	31	15	4.812
3 - tra il 1946 e il 1960	2.153	5.601	3.582	1.410	0	12.746
4 - tra il 1961 e il 1971	2.889	8.399	21.380	21.380	690	54.738
5 - tra il 1972 e il 1981	1.922	4.650	10.624	12.028	794	30.018
6 - dopo il 1981	1.584	5.793	14.084	870	613	22.945

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

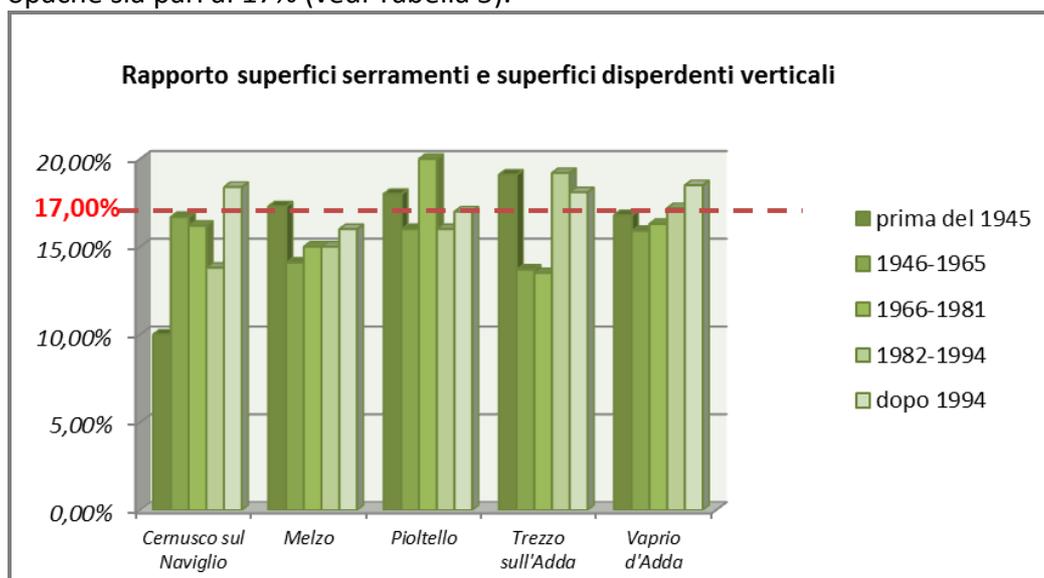
I risultati complessivi sono riportati in Tabella 4: come prevedibile le superfici trasparenti crescono in rapporto allo sviluppo delle superfici utili delle abitazioni, pertanto sono molto elevate a partire

<sup>7</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.

dagli anni 60, mentre si osserva che si riducono notevolmente nel periodo compreso antecedente alle due guerre.

### 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	3.056	9.086	1.642	229	0	14.014
2 - tra il 1919 e il 1945	4.975	15.669	2.625	150	73	23.492
3 - tra il 1946 e il 1960	10.514	27.344	17.487	6.884	0	62.229
4 - tra il 1961 e il 1971	14.104	41.004	47.615	104.386	3.368	210.477
5 - tra il 1972 e il 1981	9.382	22.704	51.871	58.724	3.876	146.557
6 - dopo il 1981	7.735	28.286	68.765	4.249	2.992	112.027

**Tabella 5:** Superfici opache verticali dei fabbricati classificati per epoca costruttiva e numero 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	5.425	8.994	772	53	0	15.244
2 - tra il 1919 e il 1945	8.831	15.442	1.269	39	12	25.593
3 - tra il 1946 e il 1960	18.663	26.644	8.411	1.620	0	55.337
4 - tra il 1961 e il 1971	25.035	39.633	22.478	24.128	569	111.843
5 - tra il 1972 e il 1981	15.373	20.117	22.780	12.537	599	71.406
6 - dopo il 1981	12.674	24.943	30.750	922	461	69.750

**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 2,4 a 1 (2,4:1), confermando quanto detto nel capitolo introduttivo circa la prevalenza di un edificato basso con una media di due/tre piani fuori terra;
- le superfici disperdenti maggiormente incidenti per il parco edilizio comunale analizzato sono le **pareti perimetrali esterne (55%)**, seguite dalle **superfici coperte (33%)** e in quota minore le **superfici vetrate (12%)**.

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	21.184,86	2.870,25	14.013,57	15.244,30
2 - tra il 1919 e il 1945	35.611,41	4.811,70	23.492,42	25.593,07
3 - tra il 1946 e il 1960	93.061,36	12.745,65	62.228,76	55.337,40
4 - tra il 1961 e il 1971	307.277,61	54.737,55	210.476,77	111.843,06
5 - tra il 1972 e il 1981	206.282,45	30.017,70	146.557,01	71.405,87
6 - dopo il 1981	167.413,93	22.945,35	112.027,30	69.750,03
<b>Totale</b>	<b>830.831,61</b>	<b>128.128,20</b>	<b>568.795,83</b>	<b>349.173,72</b>

Tabella 7: Superfici complessive delle abitazioni per epoca costruttiva

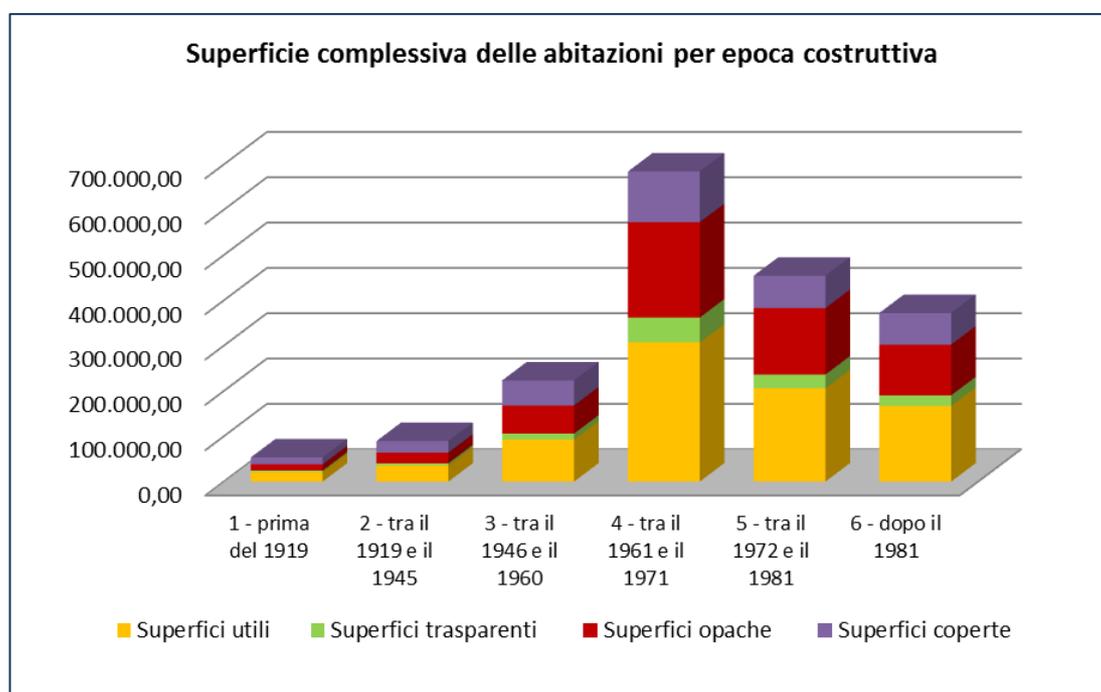


Grafico 4: Superfici complessive delle abitazioni per epoca costruttiva

## 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 apparecchiature elettriche:**
  - ✓ 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 2011 (*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>8</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.

Tra 2006 e 2011 il mercato si è ridotto di un terzo in termini di compravendite<sup>9</sup>, mettendo in discussione le contrattazioni della nuova produzione edilizia, residenziale e non residenziale. La

---

<sup>8</sup> *Le costruzioni al 2010*, a cura di Lorenzo Bellicini - Centro Ricerche Economiche Sociali di Mercato per l'Edilizia e il Territorio

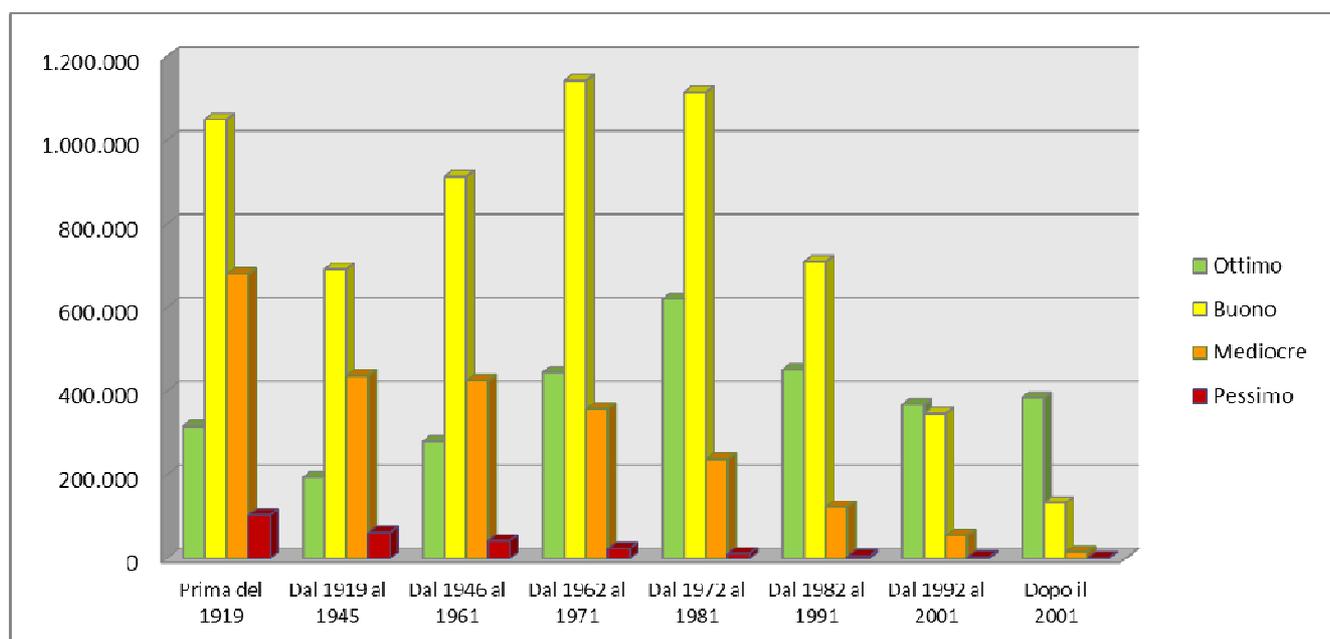
<sup>9</sup> Nota stampa - Analisi di contesto per una nuova politica urbana - CITTA', MERCATO E RIGENERAZIONE 2012 - Ricerca promossa da CNAPPC e ANCE, realizzata dal CRESME nell'ambito dell'evento RIUSO 2012

crisi ha imposto forti vincoli alla spesa per le opere pubbliche, e ha sottratto capacità di spesa alle famiglie, indebolendo il potenziale di crescita delle imprese e la capacità di queste ultime di tenere in ordine i bilanci.

Il settore delle costruzioni pertanto ha subito non soltanto una contrazione, ma anche una vera e propria riconfigurazione, un cambiamento di struttura, che investe i processi di trasformazione urbana. Sono in parte cambiati anche gli attori coinvolti in questo nuovo scenario: gli impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili (impianti FER), rappresentano un mercato che nell'ultimo biennio ha vissuto un vero e proprio boom, fino a diventare nel 2011 più grande di quello delle nuove costruzioni residenziali; ma l'aspetto cruciale riguarda il motore della riqualificazione, e la domanda, invece di guardare al nuovo, "mette a nuovo il vecchio".

L'urgenza di una nuova politica di riqualificazione è determinata da molteplici fattori:

- le condizioni del patrimonio edilizio: 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. Le stime del CRESME riportate nel Grafico 6 parlano di uno stock edilizio fatto di oltre 250.000 edifici in condizioni manutentive pessime e oltre 2,3 milioni in condizioni mediocri;
- l'adeguamento alle normative europee in alcuni settori (impianti elettrici, di riscaldamento, etc.);
- il breve ciclo di vita degli impianti di climatizzazione;
- le politiche incentivanti (la detrazione del 50% e del 55%).



**Grafico 5:** Edifici per epoca di costruzione e stato manutentivo 2011 (fonte: stime CRESME)

Secondo le stime provvisorie del censimento ISTAT 2011 in Italia ci sono più di 29 milioni di abitazioni (in dettaglio 29.074.722 abitazioni, fonte ISTAT) per più di 24 milioni di famiglie ( fonte ISTAT), da cui si evince che la domanda abitativa primaria nel nostro paese non sia in forte crescita, con la conseguente richiesta di manutenzione dell'esistente, finalizzata al miglioramento della qualità.

Le stime del CRESME e i numeri censiti da ISTAT disegnano uno scenario comune, in cui è evidente lo spostamento del mercato verso l'**attività manutentiva** e il **recupero dell'esistente**.

Il Comune di Garbagnate Milanese 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 **trasmissioni** 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 **trasmissioni** delle componenti di involucro per epoca costruttiva sono estratte dalle norme per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici UNI TS 11300<sup>10</sup>, che assegnano alle componenti di involucro valori standard di trasmissione 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 trasmissione 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 trasmissioni 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>10</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 trasmissione termica dei componenti opachi in edifici esistenti*, e per quelle trasparenti all' *Appendice C-Determinazione semplificata della trasmissione 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:

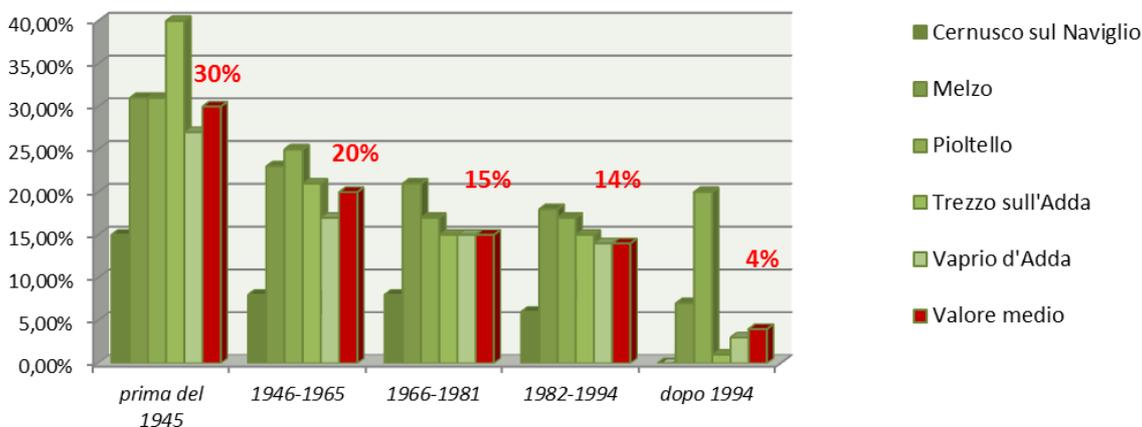
- I dati derivano da un'indagine sul campo relativa a parametri qualitativi atti a valutare la potenzialità di un dato intervento di retrofit ed è stato effettuato su un campione esteso di edifici appartenenti a cinque Comuni tipo della Provincia di Milano. Il campione rilevato è pari a 7.995 edifici, 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 sotto 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>11</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).

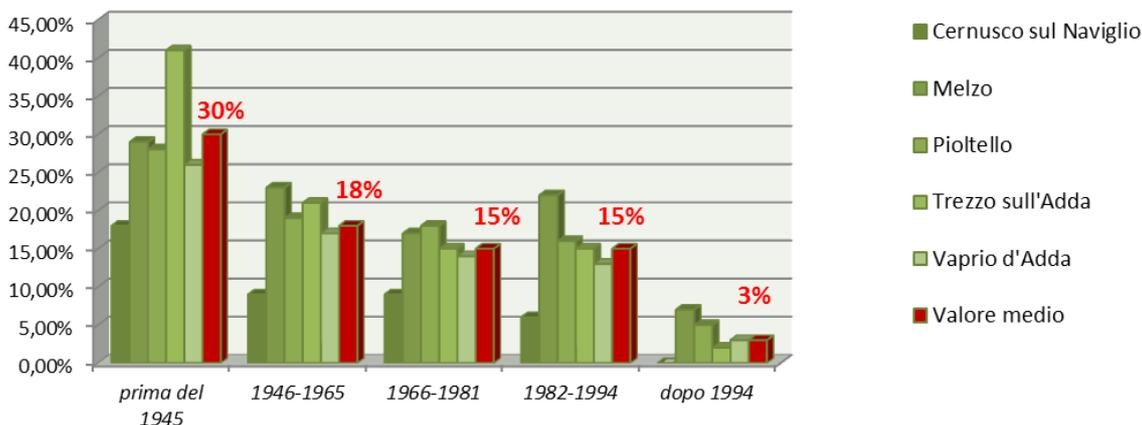
La discriminante utilizzata per valutare la potenzialità di intervento sulle superfici vetrate è stata la presenza del **vetro singolo**: gli infissi dotati di tale sistema non rispondono in nessun caso ai valori imposti dalla normativa vigente, e sono pertanto da sostituire. Nel terzo grafico al numero 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 Garbagnate Milanese.

<sup>11</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.

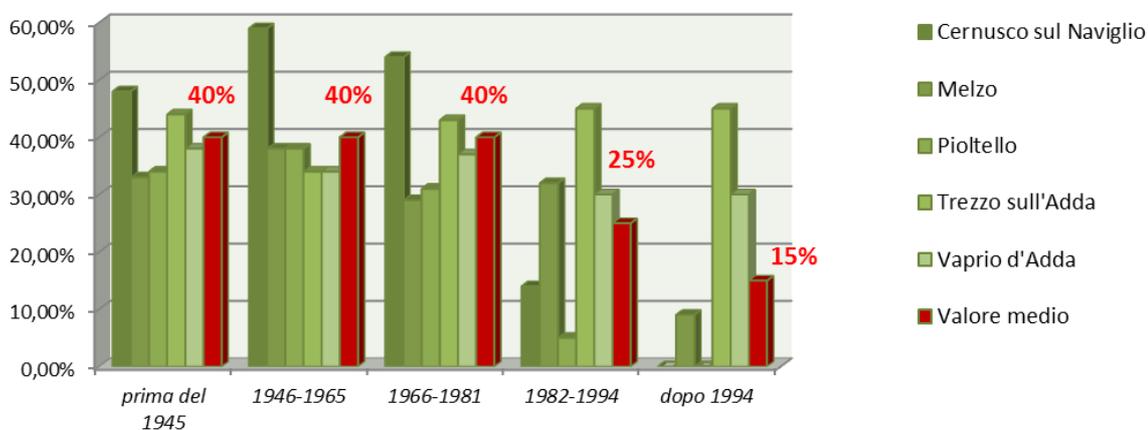
**Superfici verticali cappottabili  
classificate per epoca costruttiva e per Comune**



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



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



**Grafico 6:** 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 (acqua calda sanitaria) non sarà contabilizzato a parte ma rientra nei consumi complessivi.

Il parco caldaie del Comune, come censito dal catasto CURIT<sup>12</sup>, si compone in prevalenza di caldaie sotto i 35 kW di potenza (96%), ovvero a servizio di singoli appartamenti, mentre la quota parte restante (4%) 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>13</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 Garbagnate Milanese si evince che:

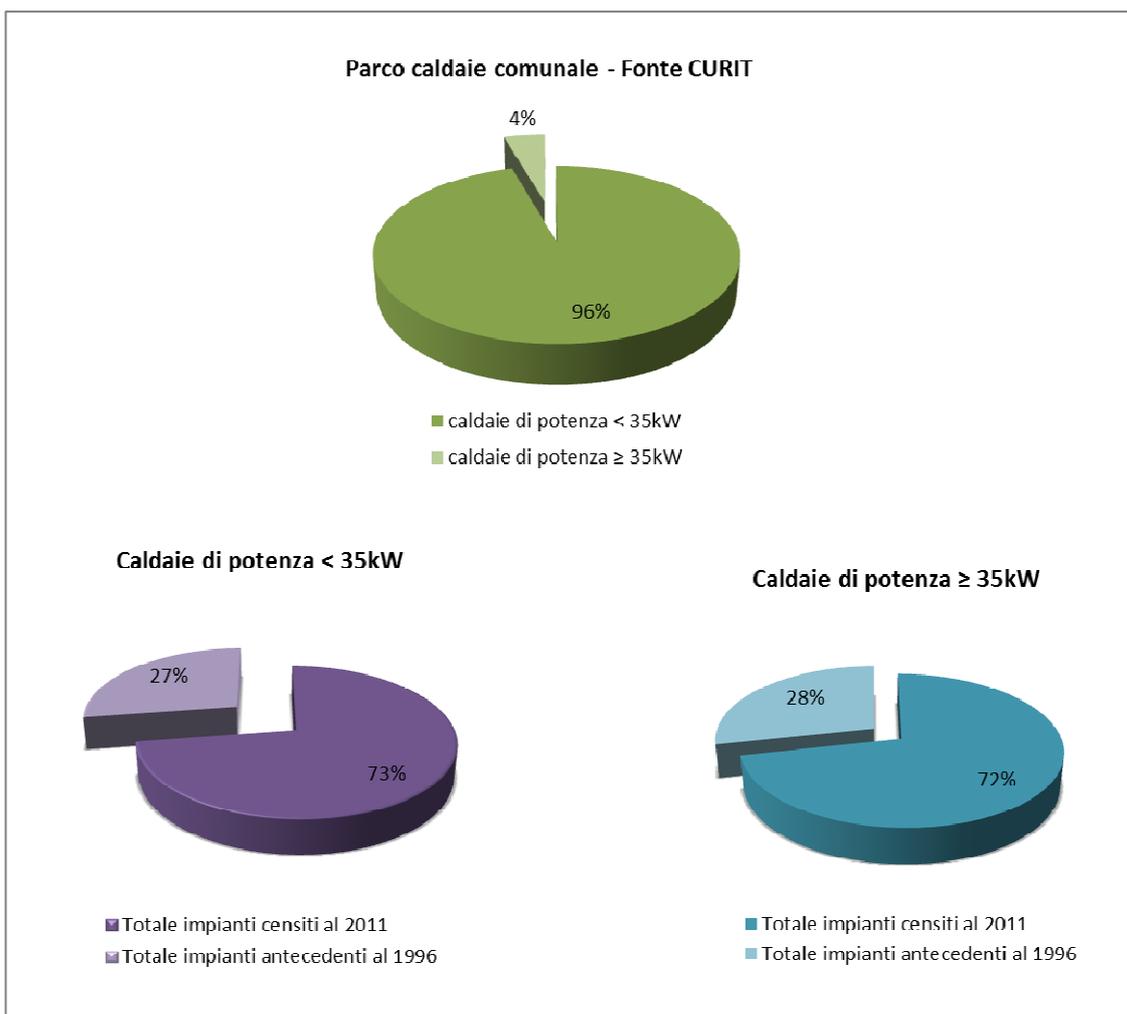
- considerata la totalità degli impianti antecedenti al 1996 (pari a 2.728), i quali andranno con ogni probabilità sostituiti nell'orizzonte temporale di riferimento, la quota parte di impianti di piccola taglia (pari a 2.601 unità) incide per il 95% rispetto al valore complessivo, mentre quelli di taglia maggiore, rappresenta appena il 5% sul totale degli impianti da rimpiazzare;
- Il parco caldaie di impianti di piccola taglia si compone di 6.896 unità, di queste il 38% deve essere sostituito perché obsoleto, a dimostrazione di un parco caldaie di piccola taglia da rinnovare;
- Il parco caldaie di impianti di taglia superiore ai 35 kW si presenta ancora più vetusto: si compone di 320 unità, di cui 127 sono da sostituire (40% del totale).

Parco caldaie comunale - Fonte CURIT		
Taglia impianto	Totale impianti censiti al 2011	Totale impianti antecedenti al 1996
caldaie di potenza < 35kW	6.896	2.601
caldaie di potenza ≥ 35kW	320	127
<b>Totale</b>	<b>7.216</b>	<b>2.728</b>

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

<sup>12</sup> Fonte *Catasto Unico Regionale Impianti Termici CURIT*- Estrapolazione aggiornata al 2012-09-19 riguardante le Dichiarazioni di Avvenuta Manutenzione presenti su CURIT: il totale dei record si riferisce al totale delle dichiarazioni informatizzate riferite ai singoli generatori (è possibile associare i generatori agli impianti tramite il codice impianto)

<sup>13</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 7:** Parco caldaie del Comune (fonte: CURIT)

E' evidente che la sostituzione dei generatori, accompagnata alla centralizzazione dell'impianto e la termoregolazione imposte dalle normativa vigente<sup>14</sup>, sia un intervento assolutamente prioritario.

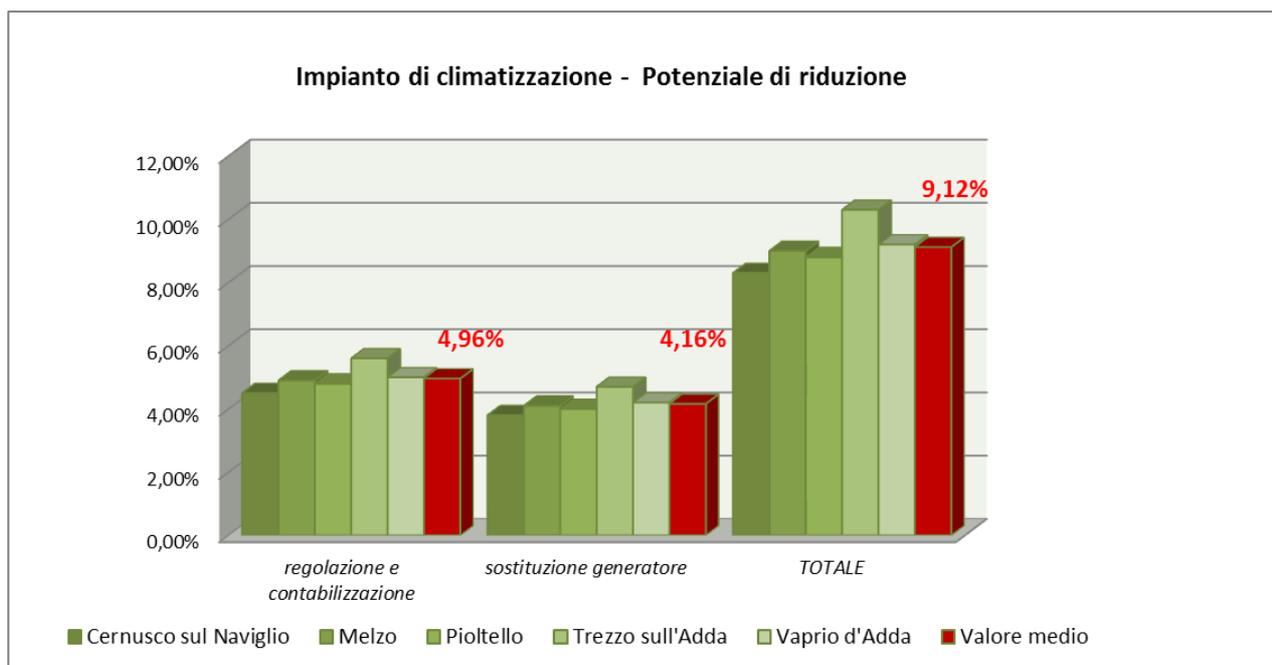
Gli interventi principali individuati per l'efficientamento dell'impianto nelle abitazioni sono:

- 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.

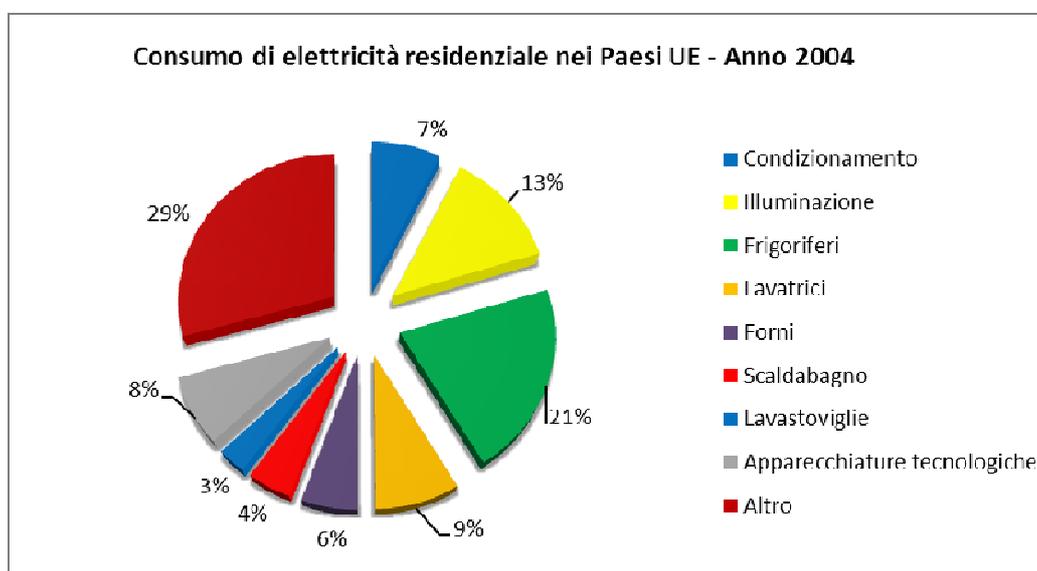
<sup>14</sup> **Deliberazione di Giunta Regionale N° IX/ 3522 del 23/05/2012** – Oggetto: Termoregolazione e contabilizzazione autonoma del calore: modifiche ed integrazioni alle disposizioni approvate con DGR 2601/2011  
**Deliberazione di Giunta Regionale N° IX/ 2601 del 30/11/2011** - Oggetto: Disposizioni per l'esercizio, il controllo, la manutenzione e l'ispezione degli impianti termici nel territorio regionale



**Grafico 8:** Potenziale di riduzione degli impianti di climatizzazione (fonte: Dipartimento BEST)

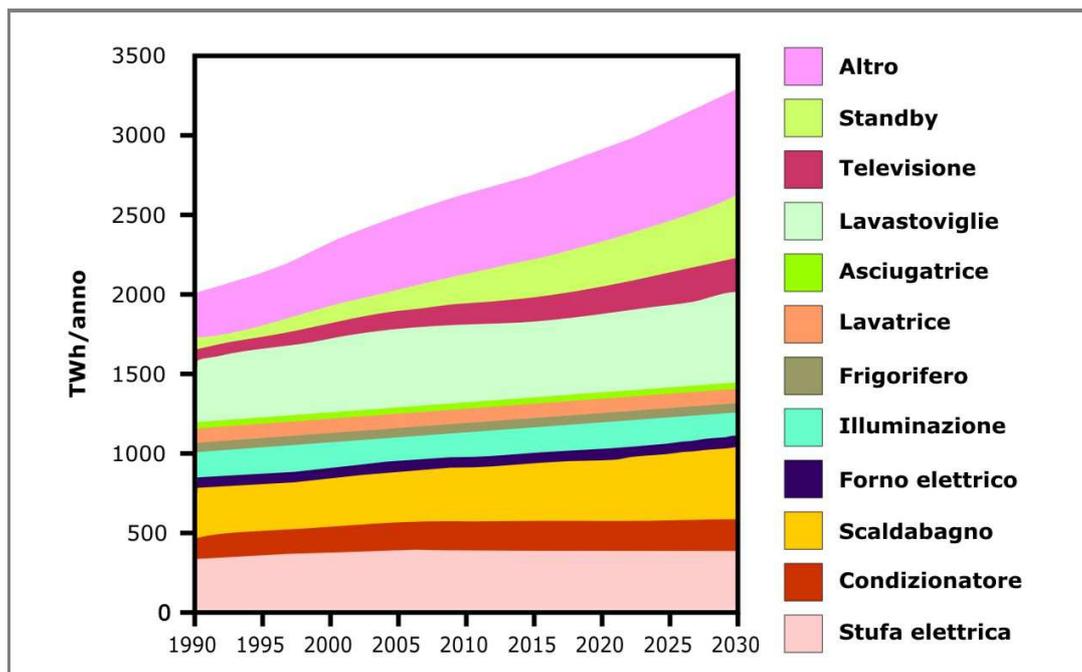
### 4.3. Sostituzione di apparecchiature elettriche

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>15</sup>, agli apparecchi per la refrigerazione, seguiti dai consumi per l'illuminazione, quindi lavatrici e apparecchiature tecnologiche (televisioni, lettori DVD, PC,...).



**Grafico 9:** Consumo di elettricità residenziale in Europa (fonte: Dipartimento Ricerca Sistema Elettrico)

<sup>15</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 10:** 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>16</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>17</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>18</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.

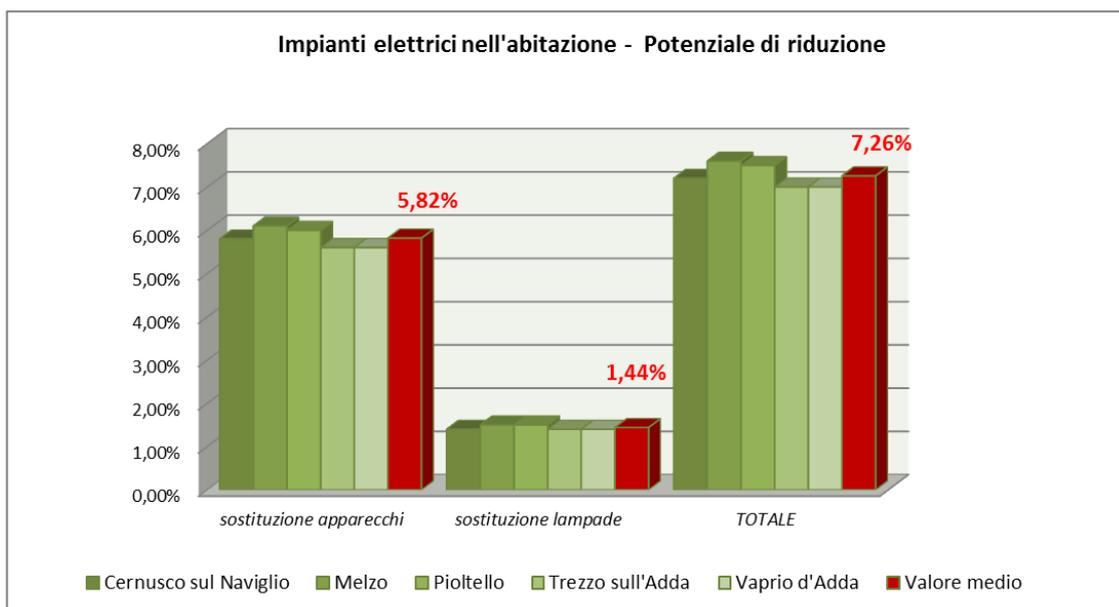
Il vantaggio energetico-ambientale derivante dall'attuazione dei progetti suddetti, basato sul valore medio dei GER (vedi Grafico 12), prevede un alto potenziale di riduzione in seguito alla sostituzione degli apparecchi di illuminazione domestici (5,82%), ed uno molto più contenuto ma

<sup>16</sup> International Energy Agency (IEA) – elaborazione anno 2003

<sup>17</sup> Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) o Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE)

<sup>18</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 20xx*, 28 luglio 20xx

significativo per la sostituzione delle lampade (1,44%). Si ricorda che tali percentuali sono contabilizzate rispetto ai consumi totali del settore residenziale.



**Grafico 11:** Potenziale di riduzione degli apparecchiature elettriche (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.

Le politiche di incentivazione e di sostegno economico agli interventi di recupero energetico e di applicazione delle fonti rinnovabili, costituiscono 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.

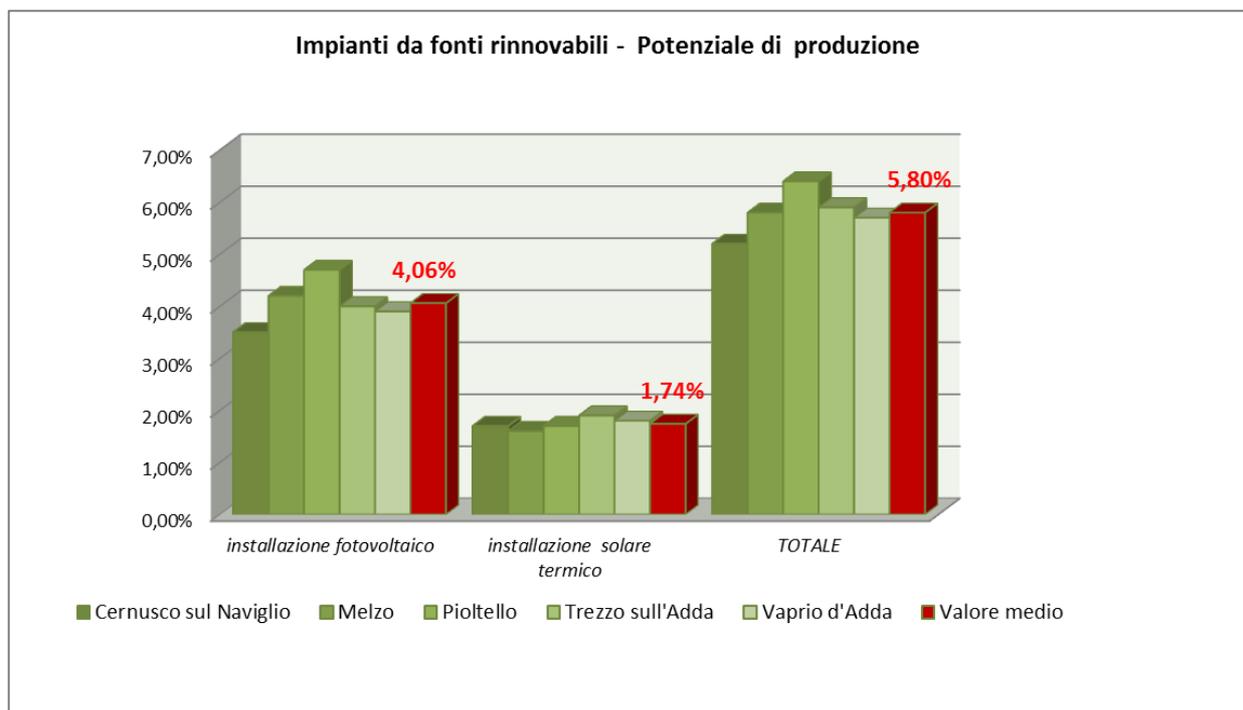
Nella produzione di energia da fonti rinnovabili, gli impianti solari termici stanno conquistando un peso sempre maggiore (vedere paragrafo 4.1): l'impianto permette di produrre energia termica pulita, è così possibile disporre di acqua calda per tutti gli usi domestici e integrare l'impianto di riscaldamento 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 12:** 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 2011.

### 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:

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

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

$\eta$  rendimento medio stagionale, assunto pari a 0,85

Interventi sull'involucro edilizio					
	Superficie complessiva [m <sup>2</sup> ]	Risparmio [kWh]	Risparmio [MWh]	Risparmio [tCO <sub>2</sub> ]	Incidenza sul totale [%]
Superfici coperte complessive	349.174	5.110.630,82	5.110,63	1.089,14	2,53%
Superfici trasparenti complessive	116.500	6.559.327,79	6.559,33	1.397,88	3,25%
Superfici opache complessive	568.796	5.937.191,63	5.937,19	1.265,29	2,94%
<b>totale</b>		<b>17.607.150,23</b>	<b>17.607,15</b>	<b>3.752,32</b>	<b>8,72%</b>

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

Ciascun intervento individuato per la riqualificazione dell'involucro ha un'incidenza sul totale variabile tra il 2,5 e il 3,2%, a fronte di superfici iniziali disperdenti molto diverse tra loro (349.174 m<sup>2</sup> di coperture e 568.796 m<sup>2</sup> di superfici opache, 116.500 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 2011 i valori complessivi inventariati per il residenziale sono pari a:

- **consumo energia primaria: 202.020,22 MWh;**
- **emissioni di CO<sub>2</sub>: 43.053,17 tCO<sub>2</sub>.**

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

<b>Interventi sull'impianto di climatizzazione</b>			
<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%	10.020,20	2.135,44
<i>sostituzione generatore</i>	4,16%	8.404,04	1.791,01
<b>TOTALE</b>	<b>9,12%</b>	<b>18.424,24</b>	<b>3.926,45</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.

<b>Sostituzione di impianti elettrici</b>			
<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%	11.757,58	2.505,69
<i>sostituzione lampade</i>	1,44%	2.909,09	619,97
<b>TOTALE</b>	<b>7,26%</b>	<b>14.666,67</b>	<b>3.125,66</b>

**Tabella 12:** Risparmio energetico in seguito ad interventi su apparecchiature elettriche

### **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.

<b>Installazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili</b>			
<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%	8.202,02	1.747,96
<i>energia termica - solare termico</i>	1,74%	3.515,15	749,13
<b>TOTALE</b>	<b>5,80%</b>	<b>11.717,17</b>	<b>2.497,08</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 **30,90%**, calcolato rispetto all'inventario del settore residenziale al 2011.

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 2011, ottenendo lo scenario dello stato emissivo del Comune per l'anno 2020.

Risparmio energetico	MWh primaria risp	MWh <sub>el</sub> risp	contributo
<b>Impianti per la climatizzazione invernale</b>	<b>18.424,24</b>		<b>9,12%</b>
Regolazione impianti	10.020,20		4,96%
Sostituzione impianti	8.404,04		4,16%
<b>Involucro</b>	<b>17.607,15</b>		<b>8,72%</b>
Cappotto pareti	5.110,63		2,53%
Sostituzione serramenti	6.559,33		3,25%
Isolamento coperture	5.937,19		2,94%
<b>Efficientamento elettrico</b>	<b>14.666,67</b>	<b>6.732,00</b>	<b>7,26%</b>
Sostituzione apparecchi	11.757,58	5.396,73	5,82%
Sostituzione lampade	2.909,09	1.335,27	1,44%
<b>Fonti rinnovabili</b>	<b>11.717,17</b>	<b>3.764,73</b>	<b>5,80%</b>
Installazione PV	8.202,02	3.764,73	4,06%
Installazione solare termico	3.515,15		1,74%
<b>totale</b>	<b>62.415,24</b>		<b>30,90%</b>

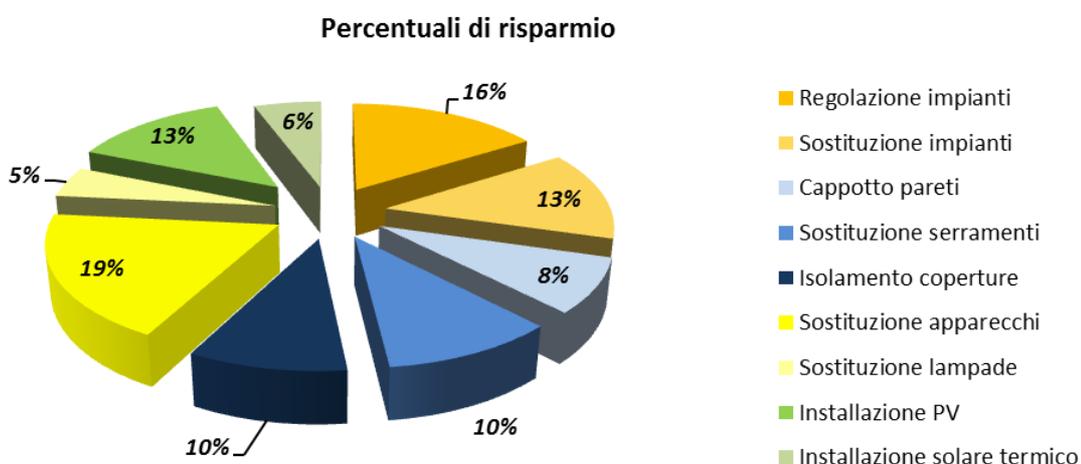
Tabella 14: Risparmio energetico classificato per intervento al 2020

Risparmio CO <sub>2</sub>	t CO <sub>2</sub> equiv	contributo
<b>Impianti per la climatizzazione invernale</b>	<b>3.926,45</b>	<b>9,12%</b>
Regolazione impianti	2.135,44	4,96%
Sostituzione impianti	1.791,01	4,16%
<b>Involucro</b>	<b>3.752,32</b>	<b>8,72%</b>
Cappotto pareti	1.089,14	2,53%
Sostituzione serramenti	1.397,88	3,25%
Isolamento coperture	1.265,29	2,94%
<b>Efficientamento elettrico</b>	<b>3.125,66</b>	<b>7,26%</b>
Sostituzione apparecchi	2.505,69	5,82%
Sostituzione lampade	619,97	1,44%
<b>Fonti rinnovabili</b>	<b>2.497,08</b>	<b>5,80%</b>
Installazione PV	1.747,96	4,06%
Installazione solare termico	749,13	1,74%
<b>totale</b>	<b>13.301,51</b>	<b>30,90%</b>

Tabella 15: Riduzione delle emissioni classificate per intervento al 2020

Rispetto al **valore complessivo di riduzione pari a 62.415,24 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 pannelli fotovoltaici (13%);
- le iniziative di minore incidenza, installazione di impianti di tipo solare termico e sostituzione lampade, occupano comunque una quota parte importante pari al 6-5%.



**Grafico 13:** 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 2011*.
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 2011*, 28 luglio 2011.
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**

**L'intervento consiste nel rivestire con pannelli o con intonaci isolanti l'intera superficie verticale di un edificio di modo da aumentare la resistenza termica delle pareti al passaggio di calore o di freddo.**

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**

Scelta dell'isolante: i fattori da considerare sono termo-igrometrico, acustico, reazione al fuoco, assorbimento dell'acqua, la resistenza alla compressione e LCA l'analisi del ciclo di vita del prodotto ai fini ambientali.

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, con le opportune lavorazioni ed utilizzando vari metodi di fissaggio, 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.

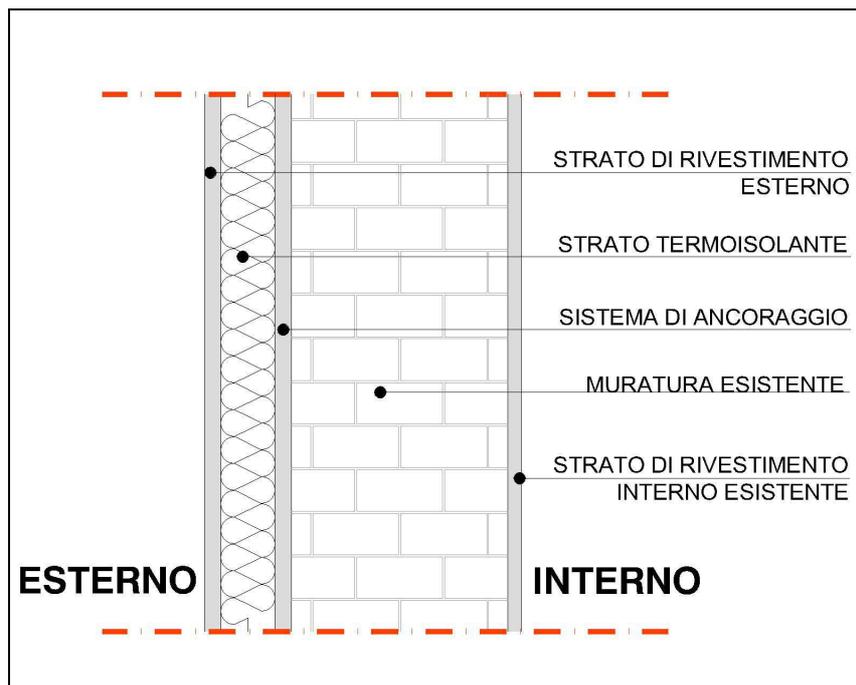
Autorizzazione: è necessario rivolgersi all'Ufficio Tecnico del proprio Comune per capire se occorre presentare una pratica edilizia e di quale tipologia (Es. PERMESSO DI COSTRUIRE-DIA-SCIA-CIA), ed è necessario verificare sempre se l'aumento di "spessore" dell'edificio comporta dei problemi di ingombro su spazi pubblici (es. marciapiedi) o distanze dai confini/edifici.

##### **Vantaggi e svantaggi**

Un rivestimento esterno permette di correggere i ponti termici, di ridurre notevolmente i fenomeni di condensazione del vapore acqueo e di rallentare il processo di degrado dell'involucro esterno dell'edificio. Permette di ridurre notevolmente le dispersioni termiche con notevoli risparmi energetici su climatizzazione invernale e estiva.

Aumenta il comfort acustico, termo-igrometrico dell'abitazione e migliorando l'inerzia termica dell'edificio. In fase di applicazione non richiede l'allontanamento degli inquilini e le superfici interne calpestabili degli alloggi rimangono inalterate.

L'aumento della volumetria esterna causato da questo intervento nella maggior parte dei casi non comporta alcun onere (deroghe ad altezze massime e distanze minime tra edifici).



**Particolare Intervento isolamento a cappotto**

### ***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 conveniente. Il prezzo dell'intervento, comprensivo di materiale isolante e dei lavori necessari alla realizzazione del cappotto, varia mediamente fra i 70 e i 100 €/mq in funzione del materiale isolante e della difficoltà di posa.

L'investimento economico aumenta in modo consistente il valore dell'immobile.

Per calcolare i tempi di ammortamento dei costi devono essere considerati più fattori che vanno dagli incentivi fiscali vigenti alle abitudini dei cittadini. Un periodo di riferimento indicativo varia dai 10 ai 20 anni. L'intervento è soggetto ad una detrazione fiscale sulle spese sostenute in base alle normative vigenti in materia. Generalmente per ottenere gli incentivi fiscali è necessaria un'asseverazione di un tecnico che specifichi i livelli di trasmittanza successivi all'intervento, garantendone la conformità ai valori indicati dalla normativa di riferimento.

## 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, edifici adibiti a terziario) dove è richiesto che il riscaldamento e il raffreddamento degli ambienti avvenga in tempi brevi.

### **Realizzazione**

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 tramite profili metallici. Una barriera al vapore sul lato caldo della parete è indispensabile per locali ad umidità elevata e nei climi freddi, per evitare problemi di condensa. 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: è necessario rivolgersi all'Ufficio Tecnico del proprio Comune prima di iniziare le opere perché si tratta di un intervento che riduce le superfici interne calpestabili degli alloggi, è pertanto vincolante verificare le dimensioni minime previste dal Regolamento Edilizio e Igienico del comune dove è ubicato l'edificio e quindi verificare la fattibilità dell'intervento. L'Ufficio Tecnico del Comune comunicherà quale tipo di pratica edilizia dovrà essere eseguita (Es. PERMESSO DI COSTRUIRE-DIA-SCIA-CIA).

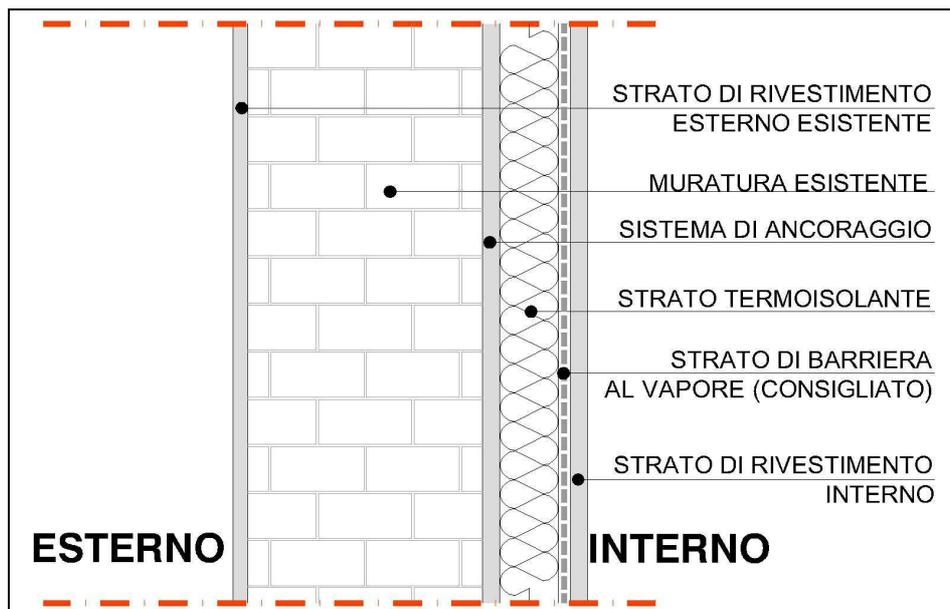
### **Vantaggi e svantaggi**

Lo strato isolante verso l'interno riduce gli effetti dovuti all'inerzia termica della parete: l'ambiente raggiunge le temperature invernali e estive desiderate dall'utente molto velocemente, ma allo stesso tempo la climatizzazione ottenuta si disperde velocemente. Oltre alla riduzione delle dispersioni termiche, a seconda del materiale utilizzato si ottiene un notevole miglioramento anche dell'isolamento acustico.

La messa in opera ha bassi costi di realizzazione: è rapida, indipendente dalle condizioni atmosferiche e non prevede ponteggi.

Tuttavia esistono alcuni elementi sfavorevoli: la fase di esecuzione richiede l'allontanamento degli inquilini e la modifica del passaggio degli impianti interni (es. rimozione cassette elettriche); l'installazione del cappotto interno comporta una riduzione della superficie calpestabile negli ambienti.

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



**Particolare Intervento isolamento con controperete interna**

### **Costi e incentivi**

Il prezzo dell'intervento, comprensivo di materiale isolante e dei lavori necessari alla realizzazione del cappotto interno, varia mediamente fra i 50 e i 70 €/mq in funzione del materiale isolante e della difficoltà di posa.

L'intervento è soggetto ad una detrazione fiscale sulle spese sostenute in base alle normative vigenti in materia. Generalmente per ottenere gli incentivi fiscali è necessaria un'asseverazione di un tecnico che specifichi i livelli di trasmittanza successivi all'intervento, garantendone la conformità ai valori indicati dalla normativa di riferimento.

## 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

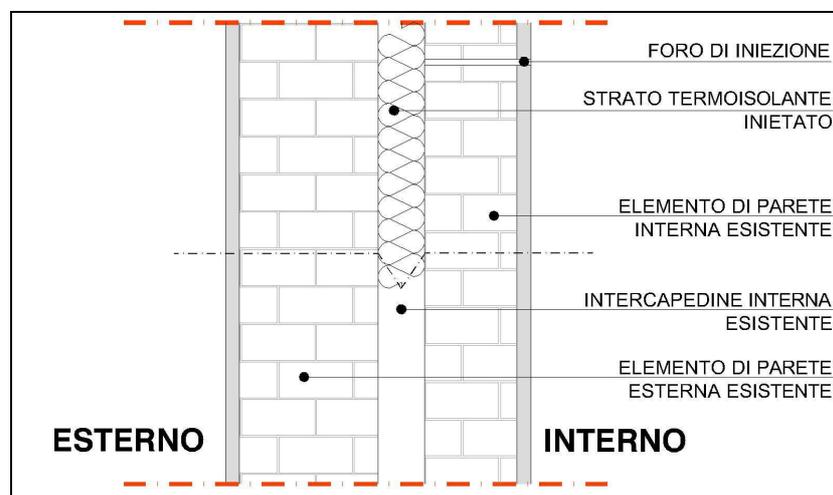
**Installazione:** per gli edifici esistenti può essere realizzato inserendo nell'intercapedine dei materiali isolanti sfusi per insufflaggio. E' necessario valutare che l'intercapedine sia tale da permetterne l'intero riempimento.

**Materiali:** le resine poliuretaniche sono le più adatte, le resine ureiche sono le meno costose; Si può utilizzare anche materiale sfuso ed inerte, quale argilla espansa in granuli, vermiculite e perlite, con risultati più scadenti per la difficoltà di riempimento di tutte le cavità dell'intercapedine.

**Autorizzazione:** è necessario rivolgersi all'Ufficio Tecnico del proprio Comune per capire se è necessario presentare una pratica edilizia e di quale tipologia (Es. PERMESSO DI COSTRUIRE-DIA-SCIA-CIA)

### Vantaggi e svantaggi

L'isolamento dell'intercapedine ha un doppio vantaggio: non aumenta la volumetria dell'edificio 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 dell'insufflaggio.



Particolare Intervento isolamento con insufflaggio nell'intercapedine esistente nella muratura

### Costi e incentivi

Il prezzo medio di un cappotto ad intercapedine realizzato tramite insufflaggio varia a seconda del materiale utilizzato: il prezzo indicativo è fra i 60 e i 70 €/mq, compresi i costi dei lavori necessari.

L'intervento è soggetto ad una detrazione fiscale sulle spese sostenute in base alle normative vigenti in materia. Generalmente per ottenere gli incentivi fiscali è necessaria un'asseverazione di un tecnico che specifichi i livelli di trasmittanza successivi all'intervento, garantendone la conformità ai valori indicati dalla normativa di riferimento.

## 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.

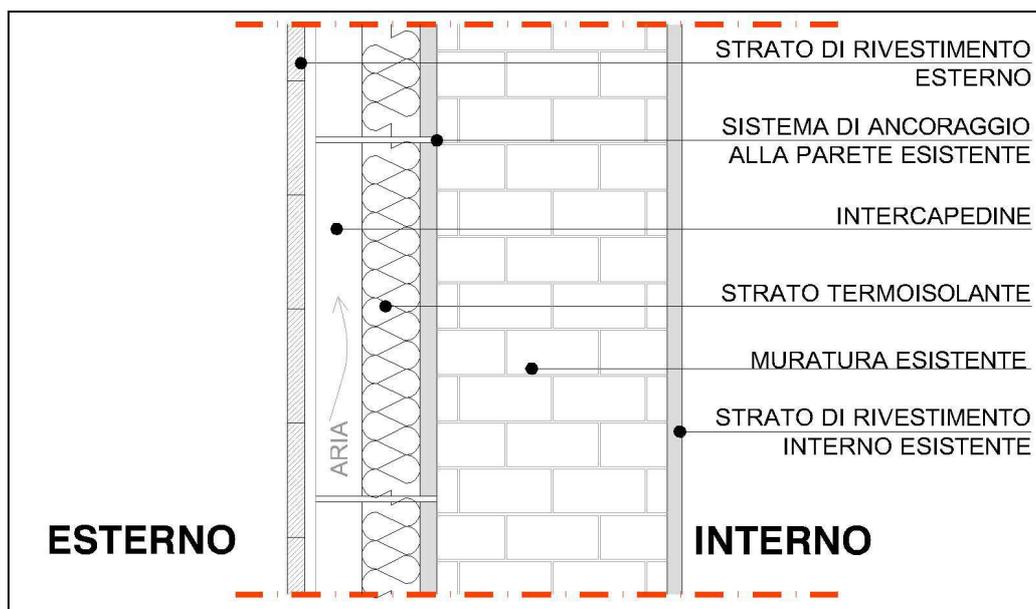
In estate lo schermo esterno deve possibilmente riflettere la quota maggiore dell'energia incidente; quella assorbita viene ceduta all'aria dell'intercapedine per convezione e rimossa attraverso la ventilazione.

### 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:** è necessario rivolgersi all'Ufficio Tecnico del proprio Comune per capire se è necessario presentare una pratica edilizia e di quale tipologia (Es. PERMESSO DI COSTRUIRE-DIA-SCIA-CIA) ed è necessario verificare sempre se l'aumento di "spessore" dell'edificio comporta dei problemi di ingombro su spazi pubblici (es. marciapiedi) o distanze dai confini/edifici.



Particolare Intervento isolamento facciata ventilata

### ***Vantaggi e svantaggi***

L'intervento consente l'eliminazione di ponti termici, condense e muffe; inoltre, comporta un efficace isolamento acustico. L'aumento della volumetria esterna causato da questo intervento nella maggior parte dei casi non comporta alcun onere (deroghe ad altezze massime e distanze minime tra edifici).

### ***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 mediamente fra i 120 e i 140 €/mq in funzione del materiale isolante e della difficoltà di intervento.

L'intervento è soggetto ad una detrazione fiscale sulle spese sostenute in base alle normative vigenti in materia. Generalmente per ottenere gli incentivi fiscali è necessaria un'asseverazione di un tecnico che specifichi i livelli di trasmittanza successivi all'intervento, garantendone la conformità ai valori indicati dalla normativa di riferimento.

## 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.

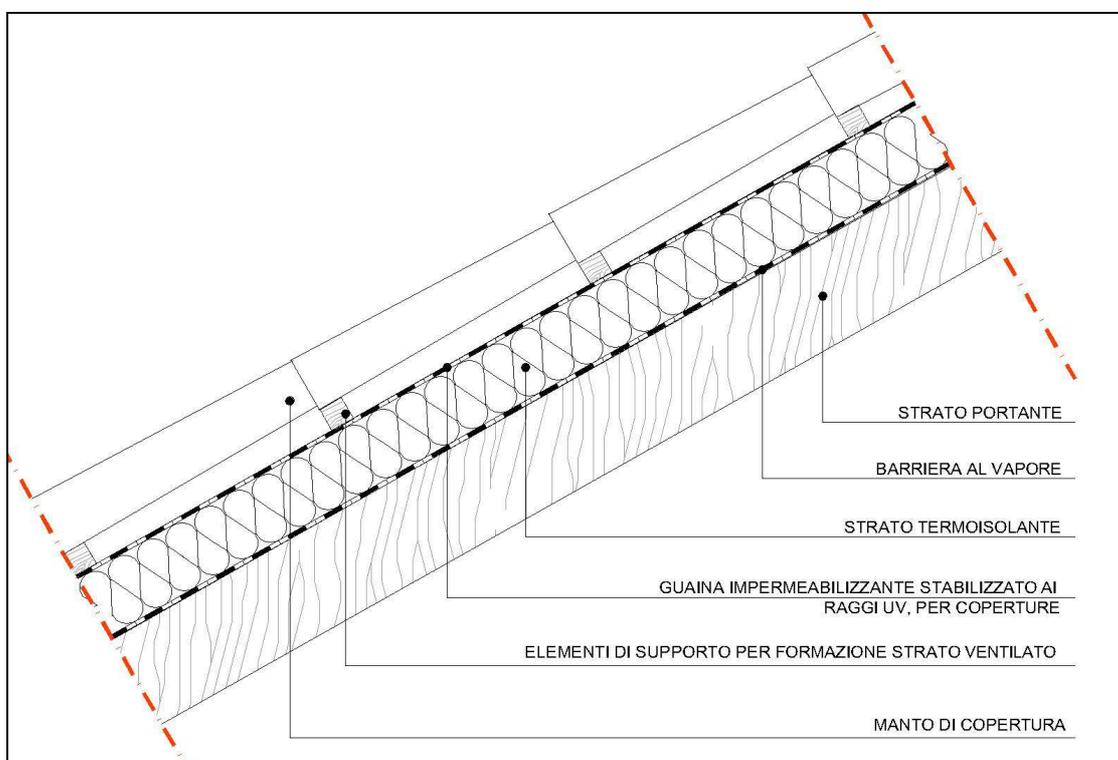
Il beneficio principale offerto dal sistema ventilato è che la camera di ventilazione, nel caso di forte irraggiamento solare, consente di smaltire rapidamente il calore accumulato dagli strati superficiali del tetto, impedendone la trasmissione verso l’interno dell’edificio.

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:** è necessario rivolgersi all’Ufficio Tecnico del proprio Comune per capire se ci sono dei vincoli da rispettare per le altezze di colmo e di gronda perché l’intervento comporta un aumento delle altezze dell’edificio esistente e capire se è necessario presentare una pratica edilizia e di quale tipologia (Es. PERMESSO DI COSTRUIRE-DIA-SCIA-CIA). **NB** con la variazione delle altezze di un edificio molti comuni potrebbero richiedere una Autorizzazione paesaggistica.



Particolare Intervento copertura ventilata

### ***Vantaggi e svantaggi***

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 alti costi di realizzazione e un aumento delle altezze dell'edificio.

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

Il costo dell'intervento, comprensivo di materiali e lavori necessari, varia mediamente fra i 120 e i 140 €/mq in funzione del materiale isolante e della difficoltà di posa.

L'intervento è soggetto ad una detrazione fiscale sulle spese sostenute in base alle normative vigenti in materia. Generalmente per ottenere gli incentivi fiscali è necessaria un'asseverazione di un tecnico che specifichi i livelli di trasmittanza successivi all'intervento, garantendone la conformità ai valori indicati dalla normativa di riferimento.

## COPERTURA ISOLATA INTERNAMENTE

### Principio di funzionamento

Questo sistema può essere realizzato sia come “cappotto interno” che come sistema a controsoffitto mediante l'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 climatizzazione.

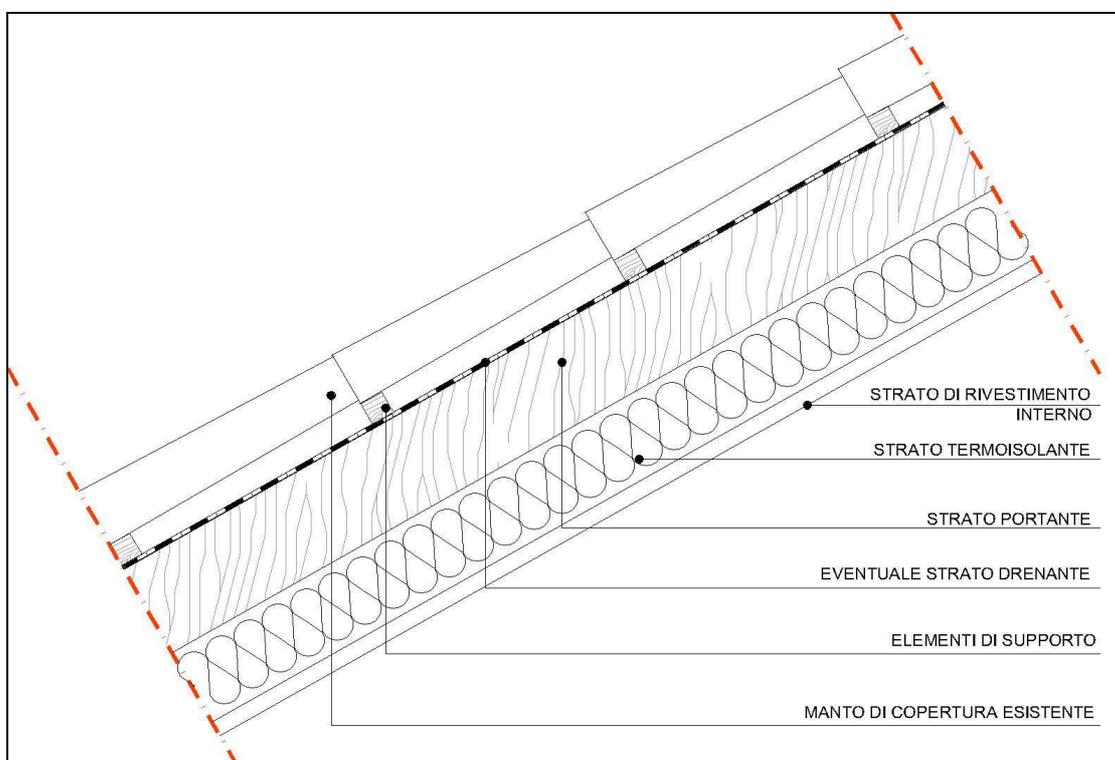
### Realizzazione dell'impianto

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 preassemblate 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, polistirene espanso, lana di vetro, sughero.

Autorizzazione: è necessario rivolgersi all'Ufficio Tecnico del proprio Comune prima di iniziare le opere perché si tratta di un intervento che riduce le altezze interne degli alloggi, è pertanto vincolante verificare le altezze minime previste dal Regolamento Edilizio e Igienico e quindi verificare la fattibilità dell'intervento. L'Ufficio Tecnico del Comune comunicherà quale tipo di pratica edilizia dovrà essere eseguita (Es. PERMESSO DI COSTRUIRE-DIA-SCIA-CIA).



Particolare Intervento isolamento copertura dall'interno

### ***Vantaggi e svantaggi***

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 e igienici.

La posa in opera è rapida e indipendente dalle condizioni atmosferiche. La realizzazione non richiede ponteggi per questi motivi i costi sono contenuti rispetto ad un intervento effettuato esternamente.

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

Il prezzo medio di una copertura isolata internamente con sistema a cappotto interno varia mediamente fra i 50 e i 70 €/mq in funzione del materiale isolante e della difficoltà di posa.

Se l'intervento è effettuato mediante sistema a controsoffitto, realizzato con lastre di cartongesso (ignifughe, REI 120) con struttura di sostegno in profilati di lamiera zincata, i costi sono leggermente superiori.

L'intervento è soggetto ad una detrazione fiscale sulle spese sostenute in base alle normative vigenti in materia. Generalmente per ottenere gli incentivi fiscali è necessaria un'asseverazione di un tecnico che specifichi i livelli di trasmittanza successivi all'intervento, garantendone la conformità ai valori indicati dalla normativa di riferimento.

## COPERTURA ISOLATA ESTERNAMENTE

### Principio di funzionamento

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

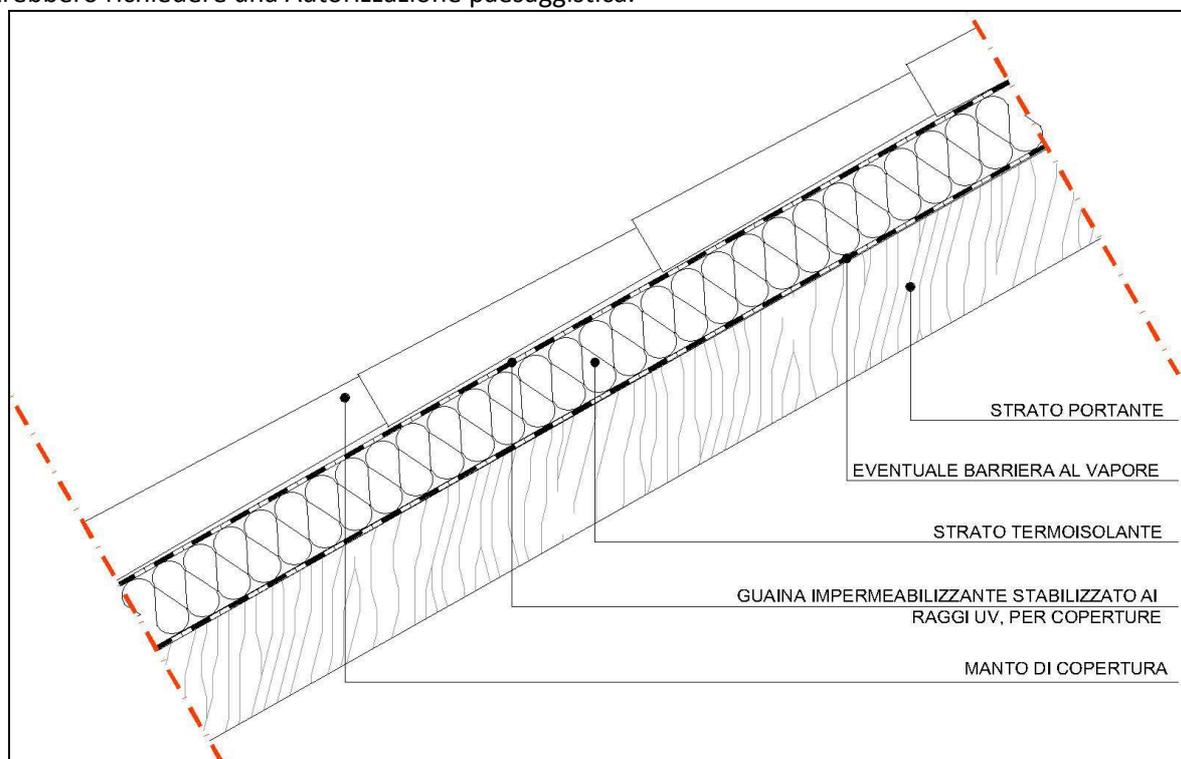
In caso di falda piana troviamo la presenza o di uno strato di pendenza o di spessori variabili dell'isolante in modo da creare una pendenza minima per il deflusso delle acque meteoriche.

### 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:** è necessario rivolgersi all'Ufficio Tecnico del proprio Comune per capire se ci sono dei vincoli da rispettare per le altezze di colmo e di gronda perché l'intervento comporta un aumento delle altezze dell'edificio esistente e capire se è necessario presentare una pratica edilizia e di quale tipologia (Es. PERMESSO DI COSTRUIRE-DIA-SCIA-CIA). NB con la variazione delle altezze di un edificio molti comuni potrebbero richiedere una Autorizzazione paesaggistica.



Particolare Intervento isolamento copertura "tetto caldo"

### ***Vantaggi e svantaggi***

Il costo di realizzazione è più alto rispetto all'isolamento dall'interno perché prevede i ponteggi e maggiori lavorazioni, inoltre non elimina i fenomeni di condensa e aumenta l'altezza dell'edificio.

I vantaggi consistono nel fatto che in fase di ristrutturazione non richiede l'allontanamento degli inquilini e l'altezza utile interna del locale all'ultimo piano rimane inalterata.

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

Il prezzo medio di una copertura isolata esternamente con manto di tenuta in coppi varia mediamente fra i 110 e 130 €/mq in funzione del materiale isolante e della difficoltà di posa.

L'intervento è soggetto ad una detrazione fiscale sulle spese sostenute in base alle normative vigenti in materia.

Generalmente per ottenere gli incentivi fiscali è necessaria un'asseverazione di un tecnico che specifichi i livelli di trasmittanza successivi all'intervento, garantendone la conformità ai valori indicati dalla normativa di riferimento.

## SOSTITUZIONE DEI SERRAMENTI

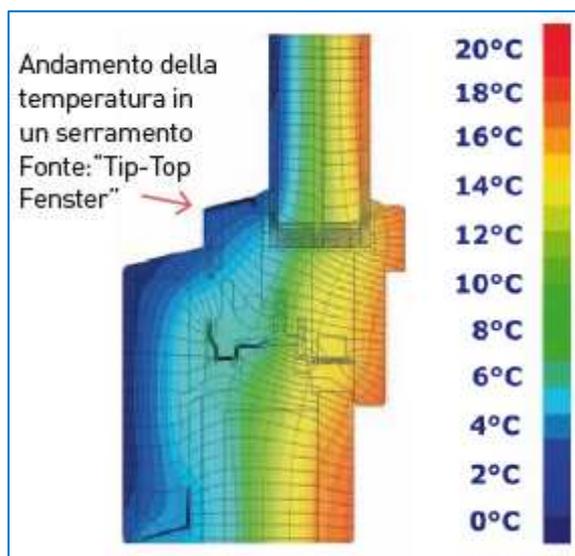
### Principio di funzionamento

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.

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 norme sanitarie prevedono che l'area finestrata di un appartamento abbia una dimensione adeguata alla superficie calpestabile stabilita dai regolamenti vigenti comunali in modo tale che vengano garantiti corretti ricambi d'aria e illuminazione, quindi comfort olfattivo e visivo.



### 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.

Le normative vigenti impongono determinate trasmittanze, per questo motivo i serramenti attuali sono composti da 2 o 3 lastre di vetro tra le quali viene inserito un elemento isolante.

Nell'intercapedine tra i vetri, denominata vetrocamera, si inseriscono 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: è necessario rivolgersi all'Ufficio Tecnico del proprio Comune per capire se è necessario presentare una pratica edilizia e di quale tipologia (Es. PERMESSO DI COSTRUIRE-DIA-SCIA-CIA)

### ***Vantaggi e svantaggi***

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.

Alla loro installazione infatti consegue:

- una diminuzione del consumo energetico;
- un incremento del comfort abitativo.

### ***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€/mq per una finestra in legno, 530€/mq in pvc bianco, 850€/mq in alluminio e 960€/mq in legno-alluminio.

Generalmente per ottenere gli incentivi fiscali è necessaria un'asseverazione di un tecnico che specifichi i livelli di trasmittanza successivi all'intervento, garantendone la conformità ai valori indicati dalla normativa di riferimento.

## 2. Interventi sull'impianto di climatizzazione

### CALDAIA A CONDENSAZIONE

#### Principio di funzionamento

Le caldaie a condensazione sono caldaie in grado di ottenere rendimenti molto elevati grazie al recupero del calore latente di condensazione del vapore acqueo contenuto nei fumi della combustione.

In particolare, nei generatori a condensazione il risparmio proviene essenzialmente da due condizioni:

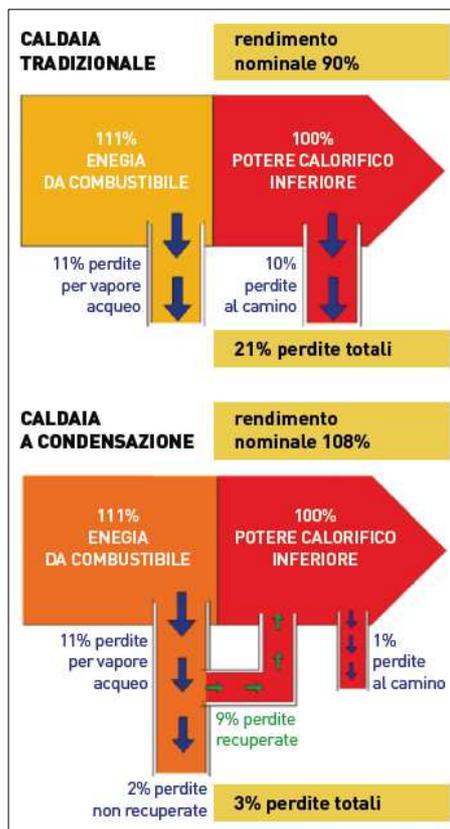
- da una maggiore quantità di calore sensibile recuperato dai prodotti della combustione, in quanto i fumi escono a una temperatura più bassa, pari circa a quella di mandata, ben inferiore ai 140°/160°C dei generatori tradizionali ad alto rendimento;
- dal recupero del calore latente di vaporizzazione, 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 con i 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 fluido termovettore di ritorno all'impianto.

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 e nei consumi di combustibile.

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 (valvole termostatiche, 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 e svantaggi***

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€.

Questo intervento può usufruire della detrazione del 55%.

## 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 rilevare l'effettivo consumo di ogni unità immobiliare: in questo modo sarà possibile suddividere le spese in proporzione a quanto realmente si consuma.

Inoltre, installando delle valvole termostatiche su ogni termosifone sarà possibile regolare autonomamente la temperatura in ogni stanza, ottenendo il massimo comfort e consistenti risparmi sul consumo di combustibile (fino al 10% - 30% annui).

### 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.

La L. 3/2011 della Regione Lombardia impone l'obbligo di contabilizzazione del calore e termoregolazione e la DGR 30 novembre 2011, n. IX/2601 fissa i termini per conformarsi a tale obbligo: i nuovi impianti progettati e realizzati successivamente all'entrata in vigore di tale dispositivo devono obbligatoriamente prevedere sistemi di termoregolazione e contabilizzazione sia del calore che dei consumi di acqua calda sanitaria.

L'obbligo è altresì previsto per le sostituzioni dei generatori di calore, anche nel caso in cui la sostituzione non coinvolga tutti i generatori che costituiscono l'impianto. Eventuali casi di impossibilità tecnica alla installazione dei suddetti sistemi di termoregolazione e contabilizzazione devono essere riportati in apposita relazione tecnica del progettista o del tecnico abilitato, da allegare al libretto di centrale. L'impossibilità tecnica può riguardare solo gli impianti esistenti, anche se in corso di ristrutturazione, o le sole sostituzioni di generatori di calore.

L'obbligo di installazione di detti sistemi per gli impianti termici esistenti si applica secondo quanto indicato nella tabella seguente, facendo riferimento alla data di costruzione dell'impianto, non alla data di eventuale sostituzione del generatore.

Il responsabile dell'impianto deve assicurare il rispetto della scadenza che lo riguarda e assicurare che tutto il sistema sia operativo entro il 15 ottobre successivo all'obbligo della propria scadenza.

Tipologia Impianto	Data entro cui adottare le misure necessarie per termoregolazione e contabilizzazione
Superiore 350 kW E installazione ante 1/8/97	1/8/2012
Maggiore o uguale a 116,4 kW E installazione ante 1/8/98	1/8/2013
I restanti impianti	1/8/2014

Regione Lombardia, con le DGR IX/3855 e IX/3522, ha introdotto modifiche e integrazioni alle disposizioni relative agli impianti termici, approvate con DGR 2601.

In particolare, la **DGR IX/3855 posticipa al 01/08/2013 l'obbligo di dotazione di sistema di contabilizzazione per tutti gli impianti di riscaldamento centralizzato alimentati a gas naturale con potenza termica superiore ai 350kW e installazione ante 01/08/1997**; inoltre, la DGR 3522 posticipa l'obbligo al 1° agosto 2014 nei seguenti casi:

- impianti termici per i quali il cambio di combustibile sia avvenuto dopo il 1° agosto 1997;
- impianti termici che sono stati collegati a reti di teleriscaldamento dopo il 1° agosto 1997;
- impianti per i quali viene approvato un progetto di ristrutturazione complessiva che consenta un

miglioramento dell'efficienza energetica non inferiore al 40% rispetto al rendimento dell'impianto originario.

Per tutti gli altri impianti termici, nuovi o esistenti, che non rientrano in questi tre casi, si applicano gli obblighi e le relative tempistiche previste dalla DGR 2601/2011.

Inoltre, l'art. 3 della DGR 3522 demanda agli Enti Locali competenti per le ispezioni sugli impianti termici (vale a dire la Provincia per Comuni con una popolazione inferiore ai 40.000 abitanti ed il Comune stesso negli altri casi) la facoltà di definire:

- le caratteristiche di potenza e di vetustà degli impianti termici, anche in deroga alle previsioni della DGR 2601/2011, sulla base delle quali applicare le scadenze previste;
- la valutazione di ulteriori condizioni (in relazione alla concentrazione media annuale degli inquinanti in atmosfera, al tipo di combustibile utilizzato, all'effettiva disponibilità di fornitura dei sistemi di termoregolazione in condizioni di effettiva competitività) che possono giustificare l'allineamento di tutte le scadenze al 01/08/2014.

### ***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.

Per la corretta suddivisione delle spese inerenti alla climatizzazione invernale e all'uso di acqua calda sanitaria, se prodotta in modo centralizzato, l'importo complessivo deve essere suddiviso in relazione agli effettivi prelievi volontari di energia termica utile e ai costi generali per la manutenzione dell'impianto, secondo percentuali concordate. La quota da suddividere in base ai millesimi di proprietà non potrà superare comunque il limite massimo del 50%.

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 in bolletta (7-20%).

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

Il costo di installazione per radiatore (valvola termostatica, testina, ripartitore di calore e manodopera è di circa 120/140€; i costi di gestione sono minimi, circa 3€ radiatore/anno.

Per un edificio mediamente coibentato e riscaldato con caldaia alimentata a gas naturale il risparmio annuo in bolletta è compreso fra il 7 e il 30% (tempi di ritorno di circa 4 anni in base all'investimento iniziale).

Dipendendo dall'intervento effettuato, la spesa per l'installazione di valvole e contabilizzatore è agevolata della detrazione fiscale del 50% (ex 36%); se l'intervento è effettuato contestualmente alla sostituzione del generatore di calore con caldaia a condensazione è agevolato dalla detrazione fiscale del 55%.

### 3. Sostituzione di apparecchiature elettriche

#### 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 "*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° 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.



### **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 ad alta pressione.

### **Costi**

Lampade a incandescenza 100W (1.000 ore): 1 €; alogene 100W (2.000 ore): 3 €; fluorescenti compatte elettroniche (20W): 7 – 15 €; led (10-15W): 30 – 50 €.

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

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.

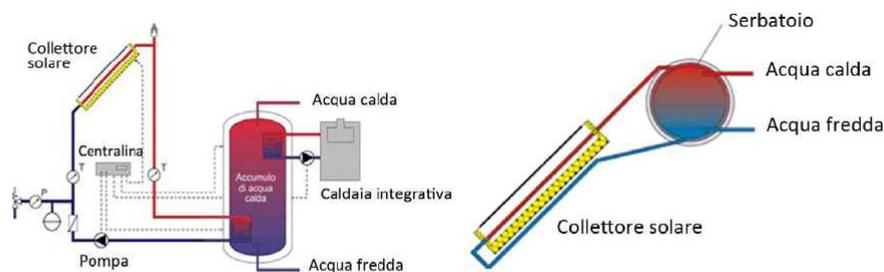


Fig. 1 Schema impiantistico per sistemi a circolazione forzata (sinistra) e naturale (destra).

#### 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 d.lgs. 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:** solitamente è sufficiente una comunicazione preventiva al Comune, purché i pannelli siano integrati e non eccedenti la superficie del tetto. In ogni caso è sempre raccomandata la consultazione dell'Ufficio tecnico comunale competente.

#### Vantaggi

In edifici residenziali i risparmi di energia sono compresi tra il 50 – 70 % per la produzione di acqua calda sanitaria.

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 4.500 - 5.500 €.

Mediamente 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.

## IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO

### Principio di funzionamento

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, tipicamente il silicio.

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.

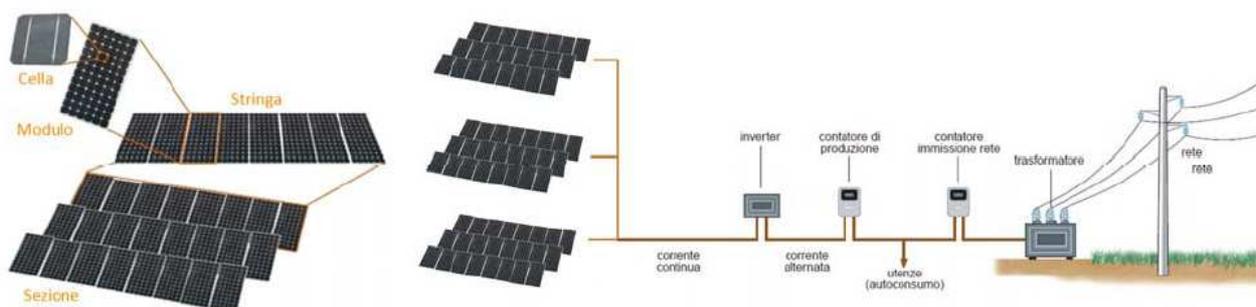


Fig. 1 Schema di impianto fotovoltaico grid-connected.

### 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.

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 dell'Ufficio tecnico comunale competente.

### Vantaggi

Il principale vantaggio di questa tecnologia consiste in una conversione di energia in assenza di movimento dei componenti di impianto, 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 3.500 - 4.000€.

Lo Stato, attraverso il GSE (Gestore Servizi Energetici), eroga un incentivo che varia in funzione della tipologia e delle dimensioni dell'impianto: le tariffe maggiori sono riconosciute agli impianti fino a 3 kWp su edificio.

La tariffa incentivante sarà erogata per 20 anni.

Per gli impianti fino ad 1 MW, il GSE eroga una tariffa onnicomprensiva per l'energia netta ceduta alla rete; per gli impianti superiori ad 1 MW, il GSE eroga la differenza fra la tariffa onnicomprensiva e il prezzo zonale orario. Per tutti gli impianti, sulla quota di produzione netta consumata in sito è attribuita una tariffa premio.

Le tariffe sono incrementate in caso di:

- impianti con componenti principali realizzati unicamente all'interno di un paese dell'UE: 20€/MWh (a partire dal 31 dicembre tale premio verrà ridotto del 50% ogni anno);
- impianti installati in sostituzione di coperture su cui è operata la completa rimozione dell'eternit o amianto: 30€/MWh per impianti non superiori ai 20kW e 20€/MWh per impianti superiori ai 20kW (a partire dal 31 dicembre tali premi verranno ridotti di circa il 50% ogni anno).

Intervallo di potenza [kW]	Impianti sugli edifici		Altri impianti fotovoltaici	
	Tariffa onnicomprensiva [€/MWh]	Tariffa premio sull'energia consumata in sito [€/MWh]	Tariffa onnicomprensiva [€/MWh]	Tariffa premio sull'energia consumata in sito [€/MWh]
1 ≤ P ≤ 3	208	126	201	119
3 < P ≤ 20	196	114	189	107
20 < P ≤ 200	175	93	168	86
200 < P < 1000	142	60	135	53
1000 < P ≤ 5000	126	44	120	38
P > 5000	119	37	113	31

Gli impianti che accedono direttamente alle tariffe incentivanti sono:

- impianti con potenza non superiore ai 12 kW,
- impianti fino a 50 kW realizzati con contestuale rimozione di eternit o amianto,
- impianti integrati con caratteristiche innovative o a concentrazione,
- impianti realizzati da PPAA mediante procedure di pubblica evidenza,
- impianti di potenza compresa fra i 12 e i 20 kW che richiedono una tariffa ridotta del 20%.

Per gli altri impianti il soggetto titolare sarà tenuto ad effettuare richiesta di iscrizione al registro del GSE tramite presentazione di una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà.

*Tutti i prezzi riportati rispecchiano i valori medi di mercato aggiornati a giugno 2012*