

SEZIONE 6 – ANALISI POTENZIALITÀ RISPARMIO ENERGETICO

6.1 Settore Civile Residenziale: impianti termici ed elettrici	3
6.1.1 Introduzione	3
6.1.2 La spesa energetica nel settore residenziale in Provincia	6
6.1.3 Tecnologie e strategie per la riduzione della spesa energetica.....	7
6.1.4 Valutazione delle risorse.....	9
6.1.5 Stima di risparmio.....	9
6.1.6 Costi di installazione.....	13
6.1.7 Riduzione emissioni	14
6.1.8 Scheda riassuntiva di intervento	15
6.1.9 Linee guida di intervento	17
6.2 Settore civile residenziale: strutture e isolamento termico	19
6.2.1 Introduzione.....	19
6.2.2 Legislazione e normativa tecnica di riferimento	19
6.2.3 Tecnologie.....	21
6.2.4 Valutazione delle risorse e delle potenzialità.....	23
6.2.5 Stima di risparmio	23
6.2.6 Riduzione emissioni.....	24
6.2.7 Scheda riassuntiva di intervento	25
6.2.8 Linee guida di intervento.....	26
6.3 Settore industriale.....	27
6.4 Settore terziario: impianti termici ed elettrici.....	29
6.4.1 Introduzione.....	29
6.4.2 La spesa energetica nel settore terziario in Provincia.....	32
6.4.3 Tecnologie e strategie per la riduzione della spesa energetica	34
6.4.4 Stima di risparmio	39
6.4.5 Riduzione emissioni.....	44
6.4.6 Scheda riassuntiva di intervento	45
6.4.7 Linee guida di intervento.....	46
6.5 Settore Pubblica Amministrazione.....	48
6.5.1 Introduzione.....	48
6.5.2 Individuazione dei settori di intervento per il risparmio energetico.....	48
6.5.3 Tecnologie e strategie di intervento	49
6.5.4 Valutazione delle risorse	57
6.5.5 Stima di risparmio	60
6.5.7 Riduzione emissioni.....	61
6.5.8 Scheda riassuntiva di intervento	62
6.5.9 Linee guida di intervento.....	63
6.6 Illuminazione Pubblica.....	64
6.6.1 Caratteristiche del settore dell'illuminazione pubblica.....	64
6.6.2 Tecnologie.....	65
6.6.3 Consumo attuale in Provincia di Vercelli.....	66
6.6.4 Stima di risparmio	67
6.6.5 Costi di installazione	68
6.6.6 Riduzione emissioni.....	68
6.6.7 Scheda riassuntiva di intervento	68
6.6.8 Linee guida di intervento.....	68
6.7 Settore Trasporti	69
6.7.1 Introduzione.....	69
6.7.2 Tecnologie.....	70
6.7.3 Valutazione delle risorse	74
6.7.4 Stima di risparmio e riduzione delle emissioni.....	77
6.7.5 Scheda riassuntiva di intervento	78
6.7.6 Linee guida di intervento.....	78
6.8 Teleriscaldamento	80
6.8.1 Introduzione.....	80

6.8.2 Centrale di produzione del calore.....	83
6.8.2.1 Teleriscaldamento e cogenerazione	84
6.8.3 Rete di distribuzione	84
6.8.4 Sottocentrali e utenze	85
6.8.5 Promozione del teleriscaldamento	86

6.1 Settore Civile Residenziale: impianti termici ed elettrici

6.1.1 Introduzione

Le Figure 6.1.1 e 6.1.2 riportano la ripartizione media dei consumi nel settore civile residenziale italiano e il dettaglio dei consumi elettrici.

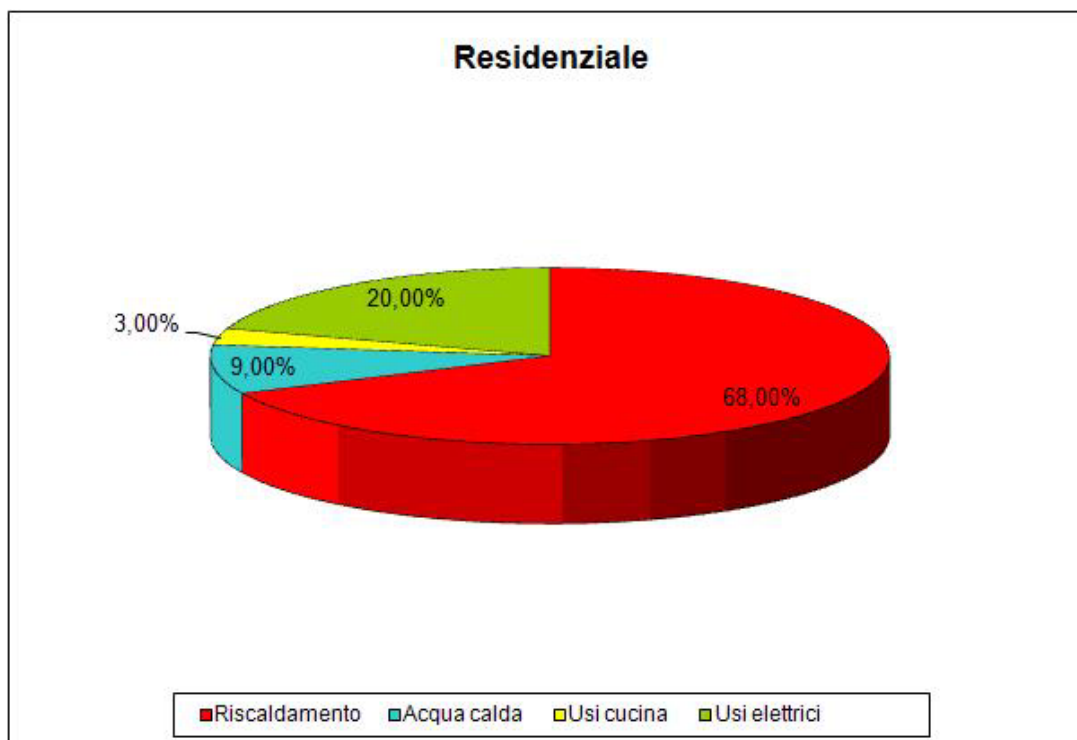


Figura 6.1.1 – Ripartizione dei consumi per il settore civile residenziale (Fonte: REA 2006)

Il riscaldamento rappresenta ancora il maggiore consumo energetico nel Residenziale. Nel 2005 il consumo è stato di 21,4 Mtep (68,2% del totale dei consumi residenziali). A questo si aggiunga che le esigenze di “comfort” sono nel frattempo aumentate e si ritiene che una sensibile percentuale di sprechi – circa il 30% dei consumi per il riscaldamento nel Residenziale – possa essere recuperata. Studi statistici confermano che, mentre il consumo per metro quadrato delle abitazioni italiane riscaldate è fra i più bassi tra i paesi sviluppati del mondo grazie alla mitezza del clima, il consumo per mq e Grado-Giorno risulta fra i più alti. Ciò deriva senza dubbio da una gestione non ottimale del sistema edificio-impianto e, soprattutto, dalla bassa qualità costruttiva–manutentiva degli involucri edilizi in generale.

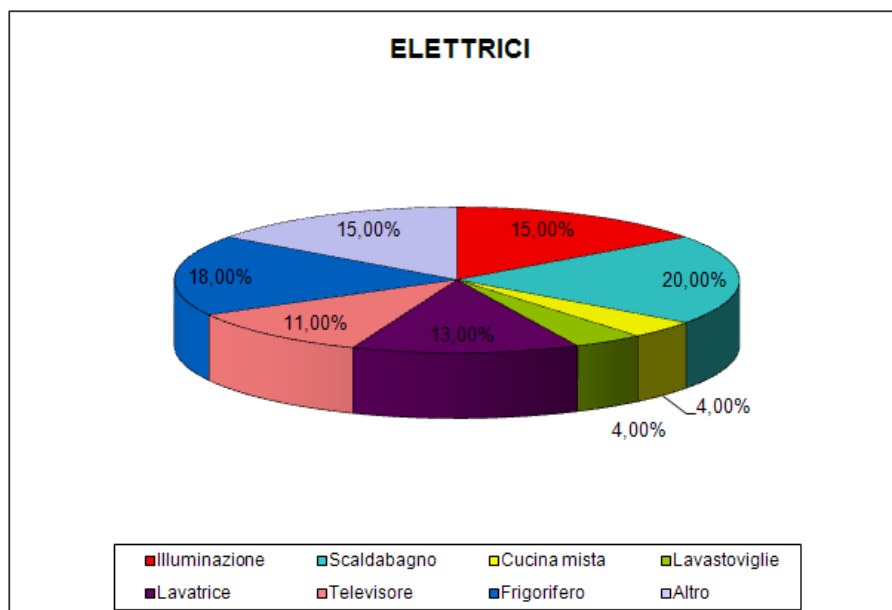


Figura 6.1.2 – Dettaglio dei consumi elettrici (Fonte: REA 2006)

Si consideri che i 2/3 degli edifici in Italia sono stati costruiti prima della legge 373/76, legge che trattava anche l'isolamento e l'impiantistica termica degli edifici. La diffusione di massa degli impianti autonomi con la singola caldaia per ciascuna unità abitativa ha creato una situazione tale per cui l'utente può regolare la temperatura interna e gli orari di accensione a suo gradimento e solo apparentemente questa tipologia di impianti può comportare una riduzione dei consumi. Infatti la soluzione energeticamente più efficiente rimane quella dell'impianto centralizzato/collettivo con contabilizzazione del calore consumato. Attualmente il parco immobiliare italiano risulta equipaggiato con oltre 13 milioni di impianti autonomi (Fonte: ENEA).

I consumi per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) registrano un incremento negli ultimi anni a circa 3 Mtep nel 2005 (circa il 10% dei consumi nel Residenziale). In pratica, quasi tutte le abitazioni italiane sono dotate di acqua calda sanitaria. È molto diffuso lo scaldacqua a gas ma sopravvive un alto numero (dell'ordine di 8 milioni, con un tasso di sostituzione annuale di circa 400mila pezzi) di scaldacqua elettrici, che, pur se di facile gestione e manutenzione, determinano consumi energetici molto alti.

L'energia utilizzata in cucina è rimasta praticamente costante negli ultimi anni, pari a circa 1,4 Mtep.

Altro fattore importante è quello relativo al raffrescamento estivo degli edifici. Il picco di assorbimento di potenza elettrica estiva ormai supera sistematicamente quello invernale. Si valuta che se tutte le macchine per la climatizzazione estiva venissero azionate contemporaneamente, la potenza assorbita dalla rete elettrica aumenterebbe di oltre 4000 MW. Considerando anche le vendite degli anni passati, le sostituzioni e i fuori uso, si può sommariamente valutare che almeno il 15% delle abitazioni italiane siano dotate di un sistema di raffrescamento estivo. Tale valore è ancora lontano dal 50% degli USA e ciò fa pensare a ulteriori progressi su questa strada con gravissimi problemi per il sistema elettrico produttivo e di distribuzione.

È necessario disciplinare con iniziative a livello di Governo Centrale o Regionale questo settore oltre che per migliorare le efficienze di rendimento e di consumo anche per tutelare un bacino di utenza confuso e poco consapevole, introducendo preferibilmente soluzioni di tipo strutturale per una riduzione "passiva" del carico termico estivo degli edifici.

Secondo i dati del 4° trimestre dell'AEEG, una famiglia tipo italiana consuma:

- 2700 kWh di energia elettrica all'anno;
- 1400 metri cubi di gas (con ipotesi di riscaldamento autonomo), pari a circa 13.440 kWh.

Per quel che concerne le famiglie residenti in Provincia di Vercelli, il consumo energetico per riscaldamento risulterà superiore rispetto alla media nazionale come conseguenza del clima più rigido. Si può pertanto assumere che il consumo di gas sia pari a 2000 mc/a, equivalenti a 19.200 kWh/a, con la ripartizione dei consumi riassunta nella seguente tabella:

Gas Naturale	
Riscaldamento	17.200 kWh _{th}
Acqua calda (boiler)	1500 kWh _{th}
Usi cucina	504 kWh _{th}
Energia Elettrica	
Illuminazione	405 kWh _{el}
Scaldabagno elettrico	540 kWh _{el}
Cucina mista	108 kWh _{el}
Lavastoviglie	108 kWh _{el}
Lavatrice	350 kWh _{el}
Televisore	300 kWh _{el}
Frigorifero	485 kWh _{el}
Altro	405 kWh _{el}

Riassumendo, si può assumere che una famiglia media in Provincia di Vercelli consumi:

- 19.200 kWh_{th}, dei quali l'89,6% per il riscaldamento degli ambienti;
- 2700 kWh_{el}.

Il costo dell'energia elettrica per le famiglie è di circa 18 c€/kWh, così ripartito:

- circa 65,8% per i costi di approvvigionamento (costo di energia e spacciamento);
- circa 13,2% per trasporto, distribuzione e misura;
- circa 13,7% per imposte;
- circa 7,3% per oneri generali di sistema.

Il costo del gas è invece pari a circa 80 c€/m³ ed è composto dalle seguenti voci:

- circa 49,9% per la materia prima gas;

- circa 14,7% per i servizi di distribuzione, trasporto, stoccaggio, vendita, misura e commercializzazione;
- circa 35,4% per le imposte.

La Tabella 6.1.1 riporta la spesa totale per famiglia italiana, pari a circa 1600 € per famiglia.

Tabella 6.1.1 – Spesa per energia elettrica e gas di un consumatore domestico tipo (Fonte: AEEG)

	Spesa annua energia elettrica			Spesa annua gas			Spesa annua totale		
	III trim.	IV trim.		III trim.	IV trim.		III trim.	IV trim.	
	euro	euro	variaz. % IV trim su III trim	euro	Euro	variaz. % IV trim su III trim	euro	euro	variaz. % IV trim su III trim
Imposte	66,37	66,71	0,51%	388,33	397,08	2,25%	454,70	463,79	2,00%
Oneri generali di sistema	37,96	35,78	-5,76%	-	-	-	37,96	35,78	-5,76%
Trasporto, distribuzione, misura	64,45	64,45	0,00%	165,59	164,95	-0,38%	230,04	229,41	-0,28%
Approvvigionamento energia (energia elettrica o gas)	315,31	320,87	1,76%	505,92	559,36	10,56%	821,23	880,23	7,18%
Totale	484,09	487,80	0,77%	1059,84	1121,39	5,81%	1543,93	1609,19	4,23%

Per le famiglie della Provincia di Vercelli tale valore deve essere corretto per tener conto della maggior spesa legata al riscaldamento degli ambienti domestici. Si può pertanto stimare che una famiglia tipo della Provincia spenderà:

- circa 1600 €/anno per il gas;
- circa 485 €/anno per l'energia elettrica;

per un totale di 2085 €/anno di bolletta energetica.

6.1.2 La spesa energetica nel settore residenziale in Provincia

Nel bilancio energetico della Provincia di Vercelli (Sezione 3) sono riportati i consumi di energia elettrica del settore domestico dal 2002 al 2007:

2002	2003	2004	2005	2006	2007
202,2 GWh	204,3 GWh	198 GWh	193,7 GWh	195 GWh	189,2 GWh

Si osserva una riduzione nel corso degli anni del consumo elettrico domestico, legato alla riduzione della popolazione residente (180.500 abitanti circa nel 2000 contro i 177.000 circa di oggi).

Per quel che riguarda il consumo di gas, non si ha a disposizione un dettaglio approfondito, in quanto si conosce solo il dato relativo al consumo gas del macro-settore “Reti di Distribuzione” che comprende i quantitativi distribuiti su reti secondarie ai settori residenziale, terziario, industriale e termoelettrico.

Per valutare in via approssimativa i consumi gas riferibili alle utenze civili, si considerano i consumi assunti per la singola famiglia (19.200 kWh_{th}, 2.700 kWh_{el}) e quindi si moltiplicano i consumi elettrici delle utenze civile per il rapporto $19.200/2700 = 7,1$. Si ottengono i seguenti valori:

Anno	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Consumo energia elettrica	202,2 GWh	204,3 GWh	198 GWh	193,7 GWh	195 GWh	189,2 GWh
Consumo gas	1435,6 GWh	1450,5 GWh	1405,8 GWh	1375,3 GWh	1384,5 GWh	1343,3 GWh

6.1.3 Tecnologie e strategie per la riduzione della spesa energetica

Attraverso un uso razionale dell'energia, che si manifesta anche con piccoli accorgimenti o comportamenti da assumere quotidianamente all'interno delle abitazioni civili, è possibile ottenere lo stesso confort consumando meno energia. Eccone elencati alcuni esempi:

1. Uso intelligente degli apparecchi elettrici

E' importante usare gli apparecchi elettrici lontano dalle ore di punta (10:00-11:00 e 17:00-18:00) dove e quando sia possibile. In questo modo non si riduce il consumo effettivo di energia in kWh ma si riduce il sovraccarico della rete in termini di potenza assorbita (kW), in particolare nel periodo estivo. Inoltre c'è la possibilità di usufruire delle tariffe biorarie, che consentono di spostare alcuni consumi nelle ore notturne a tariffe inferiori. Un aiuto in questo senso può essere dato dalla domotica.

2. Non lasciare gli apparecchi in stand-by

Spegnendo completamente gli elettrodomestici, si può risparmiare ogni anno oltre 40 euro, pari all'8% dei consumi di energia elettrica di ogni singolo utente, riducendo i consumi "invisibili" legati all'accensione dei led di segnalazione e dei trasformatori di corrente che restano alimentati e generano calore inutilmente.

3. Usare lampadine a basso consumo

Rispetto ad una comune lampadina a incandescenza, una lampadina a basso consumo (CFL, fluorescente compatta) consuma fino all'80% di energia elettrica in meno. Il maggior costo è giustificato dalla durata notevolmente superiore. Se si sostituiscono anche solo 3 lampadine a incandescenza da 100 W con 3 lampadine a basso consumo da 20 W, si possono ridurre del 7% i consumi annui totali di energia elettrica. E' importante inoltre valutare correttamente il tipo di lampada e portalampada in base alla funzione che deve svolgere, per illuminare in modo efficiente la superficie in cui vi è effettiva necessità di luce.

4. Scegliere elettrodomestici ad alta efficienza energetica

Per l'acquisto di nuovi elettrodomestici è conveniente orientare la scelta verso quelli ad alta efficienza energetica. Una maggior spesa di acquisto iniziale può essere compensata nel tempo grazie al minor fabbisogno di energia elettrica richiesto. Ad esempio ad un nuovo frigorifero di classe A+ serve circa la metà dell'energia elettrica di un vecchio frigorifero e consente un risparmio economico di oltre 70 euro all'anno. Gli elettrodomestici infatti coprono almeno l'80% della bolletta elettrica. Un valido motivo per sceglierli bene e per imparare ad utilizzarli al meglio. In base alla tipologia di elettrodomestico è importante definire alcuni criteri per ottimizzarne l'efficienza. Ad esempio:

- il frigorifero va collocato lontano da sorgenti dirette o indirette di calore
- possono essere acquistate lavatrici e lavastoviglie predisposte per essere alimentate con acqua calda prodotta da sistemi a gas o rinnovabili riducendo l'utilizzo di energia elettrica

5. Sostituire lo scaldabagno elettrico con uno a gas

Il costo energetico di uno scaldabagno elettrico rispetto ad uno a gas, a parità di acqua calda prodotta, è pari al 250%. Esso, infatti, oltre ad avere una discreta potenza elettrica installata, rimane costantemente inserito nell'arco della giornata.

6. Installare valvole termostatiche sui radiatori

L'utilizzo delle valvole termostatiche costituisce un valido sistema di regolazione che garantisce il mantenimento della temperatura di ogni singolo ambiente in relazione all'energia termica gratuita dovuta, ad esempio, alla presenza di persone, all'irraggiamento solare, agli elettrodomestici in funzione. La valvola si chiude automaticamente a mano a mano e la temperatura ambiente, misurata da un sensore, si avvicina a quella desiderata, consentendo di deviare il restante flusso d'acqua calda verso gli altri radiatori ancora aperti. Quando le zone più calde arrivano alla temperatura fissata le valvole chiudono il flusso di acqua calda ai radiatori, favorendo un maggiore afflusso di acqua calda alle zone più fredde. L'installazione di valvole termostatiche sui radiatori consente con una interessante riduzione del fabbisogno di energia termica del 10-20%.

7. Regolare la temperatura

D'inverno regolare la temperatura, riducendola anche solo di due gradi (per esempio 20°C anziché 22°C), permette di ridurre dal 10% al 20% il fabbisogno di energia necessaria per riscaldare la casa. In estate, utilizzare il condizionatore anche solo un'ora in meno fa risparmiare 60 euro all'anno, cioè circa il 4% della spesa in energia elettrica. Infine è importante l'uso del timer per programmare il periodo di riscaldamento e limitarlo alle ore effettive di occupazione dell'abitazione.

Spesso è sufficiente porre maggiore attenzione ai problemi energetici già in fase di realizzazione o di ristrutturazione dell'edificio, tenendo in maggiore considerazione aspetti che talvolta vengono posti in secondo piano. Ecco alcuni accorgimenti da adottare:

8. Migliorare l'efficienza di riscaldamento con caldaie a condensazione

Sostituire quando possibile le normali caldaie con caldaie a condensazione. Esse lavorano ad un valore più basso di temperatura dell'acqua, e se ne aumenta il rendimento. Utilizzare quindi corpi scaldanti ben dimensionati. Oppure optare per il riscaldamento a pavimento radiante (funziona a temperature molto basse) magari abbinato a pannelli solari.

9. Contabilizzazione di calore

La contabilizzazione del calore è un sistema che consente ai complessi condominiali, dotati di impianto di riscaldamento centralizzato, di ripartire le spese relative al riscaldamento centralizzato in funzione dei consumi individuali di ciascun utente. Studi indipendenti hanno dimostrato che ripartire i costi in relazione ai consumi individuali porta ad un risparmio energetico complessivo dal 10% fino al 30% e oltre rispetto ad una gestione con ripartizione delle spese tradizionale (con criteri fissi, come ad esempio su base millesimale). Alla contabilizzazione del calore è possibile associare anche la ripartizione delle spese per il consumo dell'acqua, calda e/o fredda. Il servizio di contabilizzazione consiste nella lettura periodica dei valori di consumo a fine esercizio e nella rielaborazione di tali valori, in base alle caratteristiche tecniche dei singoli radiatori, per ripartire le spese sostenute secondo i consumi individuali.

10. Migliorare l'isolamento delle abitazioni

Ridurre le dispersioni verso le pareti, il tetto della casa o il pavimento è un investimento che si tramuta in un risparmio immediato sulle spese di riscaldamento, in un maggior comfort di vita e, in futuro, in una valorizzazione dell'immobile. Anche interventi economicamente meno impegnativi, come la sostituzione dei serramenti (intervento che però non sempre è vantaggioso per quel che concerne il

rapporto costi/benefici) o l'isolamento del cassonetto dell'avvolgibile, concorrono ad evitare inutili sprechi di energia.

11. Uso di fonti rinnovabili per produrre energia termica

Un impianto solare termico di 5 mq soddisfa in un anno gran parte del fabbisogno di acqua calda sanitaria di una famiglia di quattro persone. La spesa di circa 5.000 euro (detraibile al 36% o al 55% dall'IRPEF) si ammortizza in 4 o 5 anni se sostituisce una caldaia elettrica (boiler), il doppio se ne sostituisce una a gas.

12. Uso di fonti rinnovabili per produrre energia elettrica

Per soddisfare gran parte del fabbisogno elettrico di una famiglia occorrono 20 mq di pannelli solari fotovoltaici, pari ad una potenza di 3 kW. L'impianto costa circa 20 mila euro ma, grazie agli incentivi previsti dal Conto Energia, il recupero dell'investimento iniziale può in circa 11 anni.

Gli interventi che la singola famiglia può realizzare al fine di ridurre la spesa energetica annuale possono dividersi nelle seguenti categorie:

- Riscaldamento
- Energia Elettrica (Elettrodomestici, illuminazione)
- Aspetti comportamentali

Gli interventi più direttamente legati alla riqualificazione del patrimonio edilizio (isolamento pareti, sostituzione infissi) sono riportati nel paragrafo 6.2.

6.1.4 Valutazione delle risorse

Come riportato nella Sezione 2 del presente documento, la popolazione residente nella Provincia di Vercelli, secondo i dati ISTAT del 2004, è pari a 177.280 abitanti con una densità media abitativa di 84,91 ab./km².

La stima delle potenzialità di risparmio nel consumo di energia per usi domestici nella Provincia di Vercelli si ricava considerando il risparmio di una famiglia tipo e moltiplicando il valore ricavato per il numero di famiglie della Provincia.

Considerando una media di 2,5 persone per ogni famiglia, a partire dai dati ISTAT 2004 si ricava per le Provincia di Vercelli un numero complessivo di famiglie pari a circa 70.900. Il consumo specifico medio di energia elettrica per famiglia risulta pari a 2.670 kWh/a, in linea con quanto pubblicato dall'AEEG per una famiglia tipo.

6.1.5 Stima di risparmio

Nelle seguenti tabelle si riporta il tipo di intervento di risparmio energetico effettuabile dalla famiglia, il risparmio conseguibile sui consumi e il risparmio economico in bolletta.

Riscaldamento

Apparecchio: GENERATORE
Ipotesi di intervento: Sostituzione caldaia

Dettagli: Sostituzione caldaia a gas tradizionale con caldaie a condensazione per la produzione di acqua calda e riscaldamento, rendimento medio stagionale 0,83 contro 0,69; costo comprensivo di installazione 4.000 € per abitazione - 16.000 € per condominio			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
17.200	17%	2.907	291

Apparecchio: DISTRIBUZIONE			
Ipotesi di intervento: Sistema di controllo, valvole termostatiche e cronotermostato			
Dettagli: stima 10% di risparmio; consumo di partenza: consumo con caldaia a condensazione; costo 50 € radiatore			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
14.293 (dopo la sostituzione caldaia)	10%	1.429	143

TOTALE RISPARMIO RISCALDAMENTO			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
17.200	25%	4.336	434

I due interventi per la riduzione dei consumi legati al riscaldamento delle abitazioni, che è la parte più onerosa dei consumi civili domestici, sono la sostituzione delle caldaie tradizionali con caldaie a condensazione e l'applicazione di valvole termostatiche. Ovviamente sono due interventi che possono avvenire in serie e quindi i vantaggi sono cumulabili.

Complessivamente si può avere una riduzione dei consumi del 25%, pari a 4.336 kWh_{th}/anno per famiglia.

Energia Elettrica

Apparecchio: LAVATRICE			
Ipotesi di intervento: Sostituzione di un modello tradizionale (classe B-C) con uno a basso consumo (Classe A)			
Dettagli: Il consumo medio di modelli tradizionali pari a 2,55 kWh a ciclo; modelli a basso consumo 1,9 kWhW a ciclo; consumi calcolati per il lavaggio a 90°			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
350	26%	89	16

Apparecchio: LAVASTOVIGLIE			
Ipotesi di intervento: Sostituzione di un modello tradizionale (classe A) con uno a basso consumo (Classe AAA)			
Dettagli: Il consumo medio di modelli tradizionali pari a 2,75 kWh a ciclo; modelli a basso consumo 1,6 kWhW a ciclo; consumi calcolati per il lavaggio più lungo			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
108	42%	45	8

Apparecchio: TELEVISORE			
Ipotesi di intervento: Acquisto televisore a basso consumo e risparmio rispetto a uno tradizionale			
Dettagli: Il consumo medio di un modello tradizionale LCD 32" standard è considerato pari a 150W. Il consumo di un modello LCD 32" a basso consumo è considerato pari a 105W.			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
300	30%	90	16

Apparecchio: FRIGORIFERO			
Ipotesi di intervento: Sostituzione di un modello tradizionale (classe B) con uno a basso consumo (Classe A+).			
Dettagli: i consumi sono considerati valutando i dati di targa di apparecchi di capacità pari a 200-250 l			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
485	35%	170	31

Apparecchio: SCALDABAGNO			
Ipotesi di intervento: Sostituzione di uno elettrico con una caldaia a gas			
Dettagli: consumo scaldabagno elettrico è pari al 250% della caldaia a gas			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
540	60%	324	58

Apparecchio: ILLUMINAZIONE			
Ipotesi di intervento: sostituzione lampadine ad incandescenza con fluorescenti compatte			
Dettagli: vedi tabella illuminazione per dettagli			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
405	75%	304	55

TOTALE RISPARMIO ENERGIA ELETTRICA			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
2.700	38%	1.022	184

Si osserva che con gli interventi proposti la singola famiglia può risparmiare fino al 38% della bolletta elettrica, pari a 1.022 kWh/anno.

Per quel che riguarda gli interventi legati al sistema illuminante, i possibili interventi sono riportati nelle seguenti tabelle.

Ipotesi di intervento: ALOGENE			
Dettagli: 3 lampade ad incandescenza da 100 W sostituite da 2 lampade ad alogene da 100 W			
Note: i consumi sono riferiti ad un utilizzo di 2000 ore/anno; durata lampada alogena 2000 ore; durata lampada ad incandescenza 1000; costo lampada ad incandescenza 1€, costo lampade alogene: 5 €			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
405	33%	134	24

Ipotesi di intervento: FLUORESCENTI COMPATTE TRADIZIONALI			
Dettagli: 3 lampade ad incandescenza da 100 W sostituite da 2 lampade fluorescenti da 25W			
Note: i consumi sono riferiti ad un utilizzo di 2000 ore/anno; durata lampada fluorescente compatta 10.000 ore; durata lampada ad incandescenza 1000; costo lampada ad incandescenza 1€, costo lampade fluorescenti compatte: 10 €			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
405	75%	304	55

Ipotesi di intervento: FLUORESCENTI COMPATTE ELETTRONICHE			
Dettagli: 3 lampade ad incandescenza da 100 W sostituite da 2 lampade fluorescenti da 20W			
Note: i consumi sono riferiti ad un utilizzo di 2000 ore/anno; durata lampada fluorescente compatta 10.000 ore; durata lampada ad incandescenza 1000; costo lampada ad incandescenza 1€, costo lampade fluorescenti compatte: 18 €			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
405	80%	324	58

Aspetti comportamentali

Apparecchio: LAVATRICE E LAVASTOVIGLIE			
Ipotesi di intervento: Usare gli elettrodomestici con cicli a basse temperature e a pieno carico			
Dettagli: cicli a pieno carico a 40° invece che a 90° ; utilizzo cicli rapidi			

Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
458	50%	229	41

Apparecchio: TELEVISORE			
Ipotesi di intervento: Spegnere la funzione stand-by			
Dettagli: consumo stand-by 4 W x 7500 ore/anno			
Consumo attuale medio (kWh/a)	Risparmio (%)	Risparmio energetico (kWh/a)	Risparmio economico (€/a)
300	10%	30	5

Ipotizzando di sommare gli aspetti comportamentali virtuosi all'installazione di apparecchi ad alta efficienza si avrà una riduzione dei consumi elettrici pari al 42% circa (1.140 kWh_{el}/a per famiglia).

Complessivamente, si possono ottenere risparmi per la singola famiglia pari a:

- 25% dei consumi per riscaldamento (4.336 kW_{th}/a);
- 42% dei consumi elettrici (1.140 kW_{el}/anno).

La bolletta energetica a carico della singola famiglia si ridurrebbe dai 2.085 €/anno attuali a 1.481 €/anno, con un risparmio di circa 604 € per famiglia.

A livello provinciale, ciò equivarrebbe ad:

- una riduzione dei consumi termici pari a 307,4 GW_{th} (26,4 ktep), pari al 14,5% dei consumi di metano distribuito nelle reti di distribuzione.
- una riduzione dei consumi elettrici pari a 80,8 GWh_{el} (6,95 ktep), pari al 7,3% dei consumi elettrici totali in Provincia.

6.1.6 Costi di installazione

Di seguito si riportano i costi di installazione per alcuni dei principali interventi di risparmio energetico nel settore civile domestico.

Ipotesi intervento	Costo intervento	Differenza media di sostituzione
Sostituzione caldaia	L'investimento iniziale per una singola abitazione può arrivare a circa 4.000 Euro comprensivo di installazione, con un extracosto, rispetto ad una caldaia tradizionale di almeno 1.000 Euro (mentre nel caso di una caldaia condominiale la spesa si aggira attorno ai 16.000 Euro, extra-costi 4.000 Euro).	1000 €
Sistema di controllo: valvole termostatiche e cronotermostato	investimento iniziale pari a circa 50 €/radiatore	50 €/radiatore

LAVATRICE: Sostituzione di un modello tradizionale (classe B-C) con uno a basso consumo (Classe A)	Costo medio: 500 €	195 €
LAVASTOVIGLIE: Sostituzione di un modello tradizionale (classe A) con uno a basso consumo (Classe AAA)	Costo medio: 1000 €	275 €
TELEVISORE: Acquisto televisore a basso consumo e risparmio rispetto a uno tradizionale	Costo medio: 730 €	200 €
FRIGORIFERO: Sostituzione di un modello tradizionale (classe B) con uno a basso consumo (Classe A+).	Costo medio: 350 €	160 €
SCALDABAGNO: Sostituzione di uno elettrico con una caldaia a gas	Costo medio: 4000 €	3800 €
ILLUMINAZIONE: sostituzione lampadine ad incandescenza con fluorescenti compatte	Costo medio: 100 €	4,8 €/anno

Ovviamente, gli aspetti comportamentali virtuosi non hanno un costo e portano ad un beneficio in termini di riduzione dei consumi immediato.

6.1.7 Riduzione emissioni

Per la stima della riduzione delle emissioni si è ipotizzato, per semplicità, che tutte le caldaie per il riscaldamento domestico siano alimentate a metano. In realtà, come riportato in Sezione 2, il metano alimenta il 90% circa degli impianti termici. La restante parte è alimentata a Gasolio (5% circa) e G.P.L. (2,6%), il resto è non indicato e piccole percentuali sono alimentate ad olio combustibile, legna e combustibili solidi.

La riduzione complessiva di emissioni di gas climalteranti per famiglia in Provincia di Vercelli è pari a:

Ipotesi intervento	Riduzione emissioni
RISCALDAMENTO	
Sostituzione caldaia	872 kgCO _{2,eq} /anno
Sistema di controllo: valvole termostatiche e cronotermostato	429 kgCO _{2,eq} /anno
ENERGIA ELETTRICA	
LAVATRICE: Sostituzione di un modello tradizionale (classe B-C) con uno a basso consumo (Classe A)	51 kgCO _{2,eq} /anno
LAVASTOVIGLIE: Sostituzione di un modello tradizionale (classe A) con uno a basso consumo (Classe AAA)	26 kgCO _{2,eq} /anno
TELEVISORE: Acquisto televisore a basso consumo e risparmio rispetto a uno tradizionale	52 kgCO _{2,eq} /anno
FRIGORIFERO: Sostituzione di un modello tradizionale (classe B) con uno a basso consumo (Classe A+).	98 kgCO _{2,eq} /anno
SCALDABAGNO: Sostituzione di uno elettrico con una	186 kgCO _{2,eq} /anno

caldaia a gas	
ILLUMINAZIONE: sostituzione lampadine ad incandescenza con fluorescenti compatte	175 kg _{CO2,eq} /anno
ASPETTI COMPORTAMENTALI	
LAVATRICE: usare la lavatrice con cicli di lavaggio a basse temperature: 40° invece che 90°	45 kg _{CO2,eq} /anno
LAVASTOVIGLIE: utilizzare l'apparecchio a pieno carico	10.9 kg _{CO2,eq} /anno
TELEVISORE: Spegnerne la funzione stand-by	12.1 kg _{CO2,eq} /anno
TOTALE	1957 kg_{CO2,eq}/anno

Complessivamente, si avrebbe una riduzione di emissione di CO_{2,eq} in Provincia di Vercelli pari a 138,75 kton /anno (8,5% circa delle emissioni totali in Provincia).

6.1.8 Scheda riassuntiva di intervento

La potenzialità totale di risparmio di energia e riduzione delle emissioni degli interventi di risparmio energetico in Provincia di Vercelli è riportata nella seguente tabella:

Intervento	Consumo attuale (GWh/anno)	Risparmio energetico (GWh/anno)	Riduzione emissioni (kton/anno)
RISCALDAMENTO			
Sostituzione caldaia	1219,5	206,1	61,8
Sistema di controllo: valvole termostatiche e cronotermostato	1013,4	101,3	30,4
ENERGIA ELETTRICA			
LAVATRICE: Sostituzione di un modello tradizionale (classe B-C) con uno a basso consumo (Classe A)	24,6	6,3	3,6
LAVASTOVIGLIE: Sostituzione di un modello tradizionale (classe A) con uno a basso consumo (Classe AAA)	7,6	3,2	1,8
TELEVISORE: Acquisto televisore a basso consumo e risparmio rispetto a uno tradizionale	21,1	6,3	3,6
FRIGORIFERO: Sostituzione di un	34,1	11,9	6,9

modello tradizionale (classe B) con uno a basso consumo (Classe A+).			
SCALDABAGNO: Sostituzione di uno elettrico con una caldaia a gas	38,0	22,8	13,1
ILLUMINAZIONE: sostituzione lampadine ad incandescenza con fluorescenti compatte	28,5	21,4	12,3
ASPETTI COMPORTAMENTALI			
LAVATRICE: usare la lavatrice con cicli di lavaggio a basse temperature: 40° invece che 90°	18,4	5,5	3,2
LAVASTOVIGLIE: utilizzare l'apparecchio a pieno carico	4,4	1,3	0,8
TELEVISORE: Spegnerne la funzione stand-by	14,8	1,5	0,8
TOTALE			138,75

D'altra parte è difficile immaginare il conseguimento di un risparmio totale per tutte le famiglie in Provincia. Si considerano pertanto alcuni scenari più verosimili:

- Scenario 1: il 20% delle famiglie attua interventi o accorgimenti di risparmio energetico;
- Scenario 2: il 40% delle famiglie attua interventi o accorgimenti di risparmio energetico;
- Scenario 3: il 60% delle famiglie attua interventi o accorgimenti di risparmio energetico.

Intervento	Consumo attuale (GWh/a)	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3	
		Risparmio energetico (GWh/a)	Riduzione emissioni (kton/a)	Risparmio energetico (GWh/a)	Riduzione emissioni (kton/a)	Risparmio energetico (GWh/a)	Riduzione emissioni (kton/a)
RISCALDAMENTO							
Sostituzione caldaia	1219,5	41,2	12,36	82,4	24,7	123,6,1	37,1
Sistema di controllo: valvole termostatiche e cronotermostato	1013,4	20,3	6,1	40,6	12,2	60,9	18,3
ENERGIA ELETTRICA							
LAVATRICE: Sostituzione di un modello tradizionale	24.6	1,26	0,72	2,52	1,44	3,78	2,16

(classe B-C) con uno a basso consumo (Classe A)							
LAVASTOVIGLIE: Sostituzione di un modello tradizionale (classe A) con uno a basso consumo (Classe AAA)	7.6	0,64	0,36	1,28	0,72	1,92	1,08
TELEVISORE: Acquisto televisore a basso consumo e risparmio rispetto a uno tradizionale	21.1	1,26	0,72	2,52	1,44	3,78	2,16
FRIGORIFERO: Sostituzione di un modello tradizionale (classe B) con uno a basso consumo (Classe A+).	34.1	2,38	1,38	4,76	2,76	7,14	4,14
SCALDABAGNO: Sostituzione di uno elettrico con una caldaia a gas	38.0	4,56	2,62	9,12	5,24	13,68	7,86
ILLUMINAZIONE: sostituzione lampadine ad incandescenza con fluorescenti compatte	28.5	4,28	2,46	8,56	4,92	12,84	7,38
ASPETTI COMPORTAMENTALI							
LAVATRICE: usare la lavatrice con cicli di lavaggio a basse temperature: 40° invece che 90°	18,4	1,1	0,64	2,2	1,28	3,3	1,92
LAVASTOVIGLIE: utilizzare l'apparecchio a pieno carico	4,4	0,26	0,16	0,52	0,32	0,78	0,48
TELEVISORE: Spegnere la funzione stand-by	14,8	0,3	0,16	0,6	0,32	0,9	0,48

6.1.9 Linee guida di intervento

Al fine di promuovere l'uso razionale di energia nel settore civile domestico la Provincia potrebbe:

- diffondere, attraverso campagne pubblicitarie rivolte ai cittadini, i dati sui vantaggi ottenibili da interventi di efficienza energetica, le tecnologie potenzialmente applicabili e gli incentivi a disposizione per effettuare tali interventi;

- organizzare corsi di aggiornamento per gli installatori di impianti, successivamente creare un database di coloro che hanno aderito e pubblicarlo sul sito della Provincia;

6.2 Settore civile residenziale: strutture e isolamento termico

6.2.1 Introduzione

Nel paragrafo 6.1 si sono analizzati i vari interventi impiantistici attuabili nel settore civile domestico per la riduzione della spesa energetica. Nel presente paragrafo invece ci si concentra sulla situazione del patrimonio edilizio della Provincia e si propongono interventi che interessano direttamente l'involucro edilizio, sia per nuove costruzioni che per riqualificazione dell'esistente.

La maggior parte degli edifici italiani è stata progettata senza rispettare nessun criterio di efficienza dal punto di vista energetico (circa i due terzi delle abitazioni sono di costruzione anteriore alla legge 373/1977 recante le prime indicazioni per la costruzione di edifici efficienti dal punto di vista energetico e una percentuale analoga non subisce interventi di manutenzione straordinaria da almeno venti anni). Il risultato è che gli edifici italiani hanno percentuali di perdita di energia fra le più alte in Europa: i consumi medi per m² degli edifici italiani sono tra i più bassi al mondo grazie alla mitezza del clima, ma la situazione si ribalta considerando il fabbisogno per m² e grado giorno, segno di cattiva coibentazione e basso rendimento degli impianti di riscaldamento e regolazione degli stessi non ottimale.

Esistono diverse soluzioni che se applicate potrebbero ridurre sensibilmente i fabbisogni energetici degli edifici, senza ridurre, anzi in certi casi migliorando ulteriormente, il confort abitativo e la qualità di vita.

Affinché si possano conseguire dei buoni risultati nella riqualificazione del patrimonio edilizio, sulla scia di importanti esperienze italiane ed estere, i principali attori da coinvolgere sono:

- le Regioni e gli Enti Locali,
- i costruttori,
- i progettisti,
- le aziende che producono materiali da costruzione e prodotti per l'edilizia,
- le società di servizi e gestione,
- gli utenti finali.

Il ruolo dei decisori locali è essenziale, e gli strumenti a disposizione vanno dal regolamento edilizio, ai PRUSST, ai contratti di servizio con le municipalizzate, oltre alle attività di informazione e diffusione che possono essere svolte dalle Agenzie per l'Energia, ad esempio, o da altri soggetti idonei operanti nel territorio.

Una formazione adeguata dei progettisti e la diffusione dei casi di successo è essenziale per evidenziare come edifici efficienti dal punto di vista energetico presentino extracosti in genere compresi fra l'1% ed il 3% e per superare l'inerzia dei costruttori, che tendono altrimenti a riproporre le soluzioni provate e note. La direttiva sulla certificazione degli edifici potrà introdurre importanti strumenti da questo punto di vista.

6.2.2 Legislazione e normativa tecnica di riferimento

La necessità di regolare i flussi di energia attraverso l'involucro ha influenzato la stesura delle recenti normative in materia di risparmio energetico, sia di matrice internazionale che di matrice nazionale.

Isolamento termico e inerzia termica delle componenti costituenti il “limite” fisico tra ambiente interno ed esterno sono i parametri fondamentali su cui si basano tali riferimenti normativi. Alla luce della necessità di ridurre i carichi energetici dell’edificio è stato indispensabile individuare buone pratiche del costruire finalizzate all’implementazione delle caratteristiche tecnologiche dell’involucro edilizio, ridefinito come componente dinamica dal punto di vista energetico capace di regolare “positivamente” i flussi di energia entranti ed uscenti dall’ambiente edilizio.

La direttiva europea 2002/91/CE (Energy Performance of Buildings) sul rendimento energetico nell’edilizia, ha dato impulso a un rinnovamento legislativo, che in Italia ha prodotto, a livello nazionale, il Decreto 19 agosto 2005 n.192 (ora corretto e integrato dal Decreto 29 dicembre 2006, n.311) e, a livello locale, una nuova serie di regolamenti improntati alla riduzione dei consumi ed alla certificazione energetica. In particolare si cita la Delibera del Consiglio Regionale n° 98-1247 dell’11 gennaio 2007 e la Legge del 28 maggio 2007 n° 13 della Regione Piemonte.

Le tematiche centrali su cui si articolano le politiche normative di riqualificazione del pacchetto edilizio esistente si identificano in relazione alle caratteristiche intrinseche dell’involucro edilizio e degli impianti a servizio dell’edificio, e volgono alla riduzione dell’impatto energetico del sistema architettonico attraverso il controllo e la regolazione dei seguenti fattori:

- illuminazione;
- raffrescamento naturale per ventilazione passiva;
- riscaldamento naturale per accumulo termico e restituzione passiva;
- approvvigionamento attivo di energia rinnovabile e la sua integrazione con il sistema morfologico costruttivo dell’architettura;
- uso di materiali eco-compatibili.

Legislazione

- Legge 373/1976
- Legge 10/1991
- Direttiva Europea 2002/91/CE
- Raccomandazioni CTI
- CEN Comitato Europeo di Normazione
- D.Lgs. 192/2005
- D.Lgs. 311/2006
- Legge Regionale 13/2007
- Delibera Regionale 98-1247 (2007)

Normativa tecnica

- UNI 8290-1:1981 + A122:1983, Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia, 01/09/1981
- UNI 8290-2:1983, Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti, 30/06/1983

- UNI 7357:1974+A101:1983+A83:1979+A3:1989, Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici, 01/12/1974 (sostituita da UNI EN 12831:2006)
- UNI EN 832:2001, Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali, 30/06/2001
- UNI EN 12831:2006, Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto, 14/12/2006
- UNI EN ISO 6946:2007, Componenti e elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo, 17/05/2007
- UNI EN ISO 7345:1999, Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni, 31/07/1999
- UNI EN ISO 9288:2000, Isolamento termico - Scambio termico per radiazione - Grandezze fisiche e definizioni, 2000
- UNI EN ISO 10211-1:1998, Ponti termici in edilizia – Flussi termici e temperature superficiali – Metodi generali di calcolo, 31/12/1998
- UNI 10351:1994, Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore, 31/03/1994
- UNI EN ISO 9251:1998, Isolamento termico - Condizioni di scambio termico e proprietà dei materiali -Vocabolario, 31/12/1998
- UNI 10375:1995, Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti, 30/06/1995
- UNI EN ISO 13788:2003, Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia – Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo, 01/06/2003
- UNI EN ISO 13789:2001, Prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione - Metodo di calcolo, 31/03/2001
- UNI EN ISO 13790:2005, Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento, 01/04/05

6.2.3 Tecnologie

Nel settore civile è possibile ridurre sensibilmente i consumi di energia e le emissioni in atmosfera mediante il risanamento energetico del patrimonio edilizio esistente e la progettazione di edifici nuovi con prestazioni elevate di isolamento termico, fino a raggiungere il livello degli edifici passivi e a bassissimo consumo di energia.

Gli edifici passivi (*passivhaus*) rappresentano attualmente la tipologia costruttiva energeticamente più efficiente, dato che il loro fabbisogno energetico invernale per il riscaldamento e il fabbisogno totale risultano rispettivamente inferiori ai 15 kWh/m²/anno e ai 42 kWh/m²/anno. Queste prestazioni si ottengono con una progettazione molto attenta, specie nell'utilizzo dell'energia solare, nell'adozione dell'isolamento termico ad altissime prestazioni su murature perimetrali, tetto e superfici vetrate e mediante l'utilizzo di sistemi di ventilazione controllata a recupero energetico.

Di seguito si riportano alcuni accorgimenti e le principali tecnologie applicabili per la riqualificazione del patrimonio edilizio e per la riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio:

- **Isolamento termico dell'involucro**, al fine di ridurre, mediante l'uso di materiali isolanti, le dispersioni termiche in modo da immagazzinare il calore nei periodi freddi e il freddo nei periodi caldi. Gli isolanti possono essere:
 - Di origine vegetale (sughero, fibra di cellulosa, fibra di legno)
 - Di origine minerale (fibra di roccia, di vetro, di argilla espansa, calce-cemento)
 - Di origine sintetica (fibra di poliestere, polistirene, poliuretano)
 - Misti (vegetali-minerali, vegetali-sintetici, minerali-sintetici)

Il grado di isolamento termico si misura mediante il coefficiente di trasmittanza termica, che rappresenta il flusso di calore che passa attraverso 1 m² di superficie per ogni grado di differenza tra la superficie interna e la superficie esterna, o mediante la resistenza termica che altro non è che l'inverso della trasmittanza. Gli isolanti sono in grado di ridurre notevolmente il valore della trasmittanza termica delle pareti. A titolo di esempio si riporta nella tabella seguente un esempio di parete multistrato.

Strati della parete	Resistenza termica (m ² K/W)
Strato liminare interno	0,122
Intonaco di calce	0,019
Rifodera interna tramezze	0,294
Barriera vapore	0,012
Isolante in lana di roccia	3,077
Guaina	0,046
Intonaco in calce-cemento	0,017
Strato liminare esterno	0,043
TOTALE	3,629

- **Miglioramento delle prestazioni dei serramenti**, che dipende dal materiale dell'infisso, dal vetro (doppi e tripli vetri) e dalla tenuta delle guarnizioni perimetrali. Un buon isolamento dei serramenti consente di risparmiare circa il 20-30% di energia che andrebbe inutilmente dissipata.
- **Applicazione di schermature solari**, per le parti vetrate dell'involucro, mediante schermi di copertura.

Inoltre, si riportano una serie di accorgimenti da considerare in fase di progettazione di nuovi edifici:

- **Orientamento dell'edificio**. Una buona soluzione è rappresentata da una forma rettangolare allungata lungo l'asse est-ovest, con la zona giorno dell'edificio rivolta verso sud, in modo tale da avere una buona illuminazione naturale per tutto il giorno, un miglior guadagno termico e una buona ventilazione.

- **I sistemi solari passivi**, che sfruttano la costruzione stessa come collettore e accumulatore di energia per il riscaldamento senza impiegare dispositivi meccanici per la movimentazione dei fluidi.

6.2.4 Valutazione delle risorse e delle potenzialità

Il numero di edifici presenti sul territorio provinciale è 74.998, la maggior parte dei quali (circa l'88%) sono stati costruiti prima del 1977 (dati ISTAT, vedi Sezione 2). Riguardo il consumo energetico per riscaldamento negli edifici, si può ipotizzare un consumo di 200-250 kWh/m²anno per gli edifici costruiti prima del 1977 e un consumo di 100-150 kWh/m²anno per quelli costruiti dopo il 1991 (Fonte: ENEA). Di contro, il dlgs. 311/2006 riporta i seguenti obiettivi per la Provincia di Vercelli (zona climatica E) riguardo i nuovi edifici:

- 48-120 kWh/m²anno nel 2006-2008
- 44-117 kWh/m²anno nel 2008-2010
- 40-102 kWh/m²anno dopo il 2010

Pertanto, da una parte si dovranno seguire precise indicazioni nella costruzione di nuovi edifici, dall'altra molto potrà essere fatto per la riqualificazione energetica degli edifici esistenti.

6.2.5 Stima di risparmio

Si riporta di seguito una stima del risparmio ottenibile nella voce "riscaldamento" per gli usi civili domestici mediante due interventi sull'involucro edilizio:

- Isolamento delle pareti esterne;
- Sostituzione infissi.

Si assume come punto di partenza il consumo dovuto al riscaldamento degli ambienti di 17.200 kWh_{th}/anno per famiglia, come riportato nel paragrafo 6.1.

Si ipotizza inoltre:

- Consumo attuale per riscaldamento edifici = 200 kWh/m²anno
- Target raggiungibile con gli interventi proposti = 80 kWh/m²anno
- Numero di famiglie in Provincia = 70.900

Pertanto, la singola famiglia risparmierebbe il 60% del consumo legato al riscaldamento, pari a 10.320 kWh/anno e a 860 €/anno circa in bolletta.

Complessivamente, in Provincia si ridurrebbe il consumo di gas legato al riscaldamento di 731,7 GWh/anno (62,9 ktep/anno).

D'altra parte bisogna considerare che non tutte le famiglie sono in grado di sostenere le spese per gli interventi di cui sopra. Pertanto si possono definire alcuni scenari più realistici:

Scenario 1: risparmio del 60% per famiglia sul 20% delle famiglie (interventi più onerosi)

Scenario 2: risparmio del 60% per famiglia sul 40% delle famiglie (interventi più onerosi)

Scenario 3: risparmio del 20% per famiglia sul 30% delle famiglie (interventi meno onerosi)

Scenario 4: risparmio del 20% per famiglia sul 60% delle famiglie (interventi meno onerosi)

La seguente tabella riporta il risparmio energetico globale in Provincia che si otterrebbe nei quattro scenari ipotizzati:

Scenario	Risparmio energetico totale (GWh/a)	Risparmio energetico totale (ktep/a)
1	146,34	12,6
2	292,68	25,2
3	73,17	6,3
4	146,34	12,6

6.2.6 Riduzione emissioni

L'applicazione dell'isolamento delle pareti esterne di tutti gli edifici in Provincia per uso civile domestico e la sostituzione degli infissi in tutte le abitazioni permetterebbe una riduzione delle emissioni di gas climalteranti in Provincia pari a 219,5 kton di CO_{2,eq}.

Ripetendo i calcoli per i quattro scenari proposti si ha:

Scenario	Riduzione emissioni (ktep/a)
1	43,9
2	87,8
3	22
4	43,9

6.2.7 Scheda riassuntiva di intervento

Intervento	Consumo attuale (GWh/a)	TOTALE		Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3		Scenario 4	
		Risparmio energetico (GWh/a)	Riduzione emissioni (kton/a)	Risparmio energetico (GWh/a)	Riduzione emissioni (kton/a)	Risparmio energetico (GWh/a)	Riduzione emissioni (kton/a)	Risparmio energetico (GWh/a)	Riduzione emissioni (kton/a)	Risparmio energetico (GWh/a)	Riduzione emissioni (kton/a)
RIQUALIFICAZIONE EDIFICI AD USO CIVILE DOMESTICO											
Isolamento pareti esterne, sostituzione infissi	1219,5	731,7	219,5	146,34	43,9	292,68	87,8	73,17	22	146,34	43,9

6.2.8 Linee guida di intervento

Al fine di promuovere la riqualificazione degli edifici in Provincia e di regolare la costruzione di nuovi edifici, si propone di:

- incentivare la riqualificazione degli edifici esistenti mediante bandi di finanziamento pubblico;
- promuovere e diffondere la conoscenza delle tecnologie di eco-building mediante seminari e fiere.
- predisporre un allegato tipo ai regolamenti edilizi per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili, per il risparmio energetico e per il rispetto delle normative contenute nel D.Lgs. 311/2006;

6.3 Settore industriale

Sulla base dei dati disponibili per la redazione del Piano Energetico della Provincia di Vercelli non è stato possibile raccogliere una serie di informazioni sufficienti a definire in maniera precisa le caratteristiche e le tipologie specifiche delle aziende industriali sul territorio.

Considerata quindi la disomogeneità degli edifici, degli impianti e delle destinazioni d'uso degli stessi in campo industriale non è possibile in questa sede fornire indicazioni specifiche relative ad interventi di razionalizzazione energetica, di risparmio e per l'introduzione di impianti a fonti rinnovabili.

Tuttavia si segnala che sono applicabili in linea generale le direttive previste nelle schede dei decreti ministeriali del 20 luglio 2004. In particolare si citano i seguenti:

- **Installazione di sistemi elettronici di regolazione di frequenza (inverter) in motori elettrici operanti su sistemi di pompaggio con potenza superiore o uguale a 22 kW**

Tipologia di intervento:	Motori elettrici e loro applicazioni
Decreto ministeriale elettrico 20 luglio 2004:	Tabella A, tipologia di intervento n. 2
Decreto ministeriale gas 20 luglio 2004:	Tabella B, tipologia di intervento n. 7
Sotto-tipologia di intervento:	Installazione di sistemi elettronici di regolazione di frequenza Ottimizzazione di impianto e gestionale di sistemi di pompaggio azionati da motori elettrici
Settore di intervento:	Industriale, Terziario
Tipo di utilizzo:	Sistemi di pompaggio azionati da motori elettrici

- **Installazione di regolatori di flusso luminoso per lampade a vapori di mercurio e lampade a vapori di sodio ad alta pressione negli impianti adibiti ad illuminazione esterna**

Tipologia di intervento:	Sistemi per illuminazione
Decreto ministeriale elettrico 20 luglio 2004:	Tabella A, tipologia di intervento n. 3
Decreto ministeriale gas 20 luglio 2004:	Tabella B, tipologia di intervento n. 8
Sotto-tipologia di intervento:	Installazione di sistemi automatici di accensione, spegnimento e regolazione dell'intensità
Settore di intervento:	Terziario
Tipo di utilizzo:	Illuminazione Pubblica

- **Installazione di condizionatori ad aria esterna ad alta efficienza con potenza frigorifera inferiore a 12 kWf**

Tipologia di intervento:	Elettrodomestici ed apparecchiature per ufficio ad elevata efficienza
Decreto ministeriale elettrico 20 luglio 2004:	Tabella A, tipologia di intervento n. 8
Decreto ministeriale gas 20 luglio 2004:	Tabella B, tipologia di intervento n. 12
Sotto-tipologia di intervento:	Installazione di condizionatori ad aria esterna ad alta efficienza per il raffreddamento dei locali
Settore di intervento:	Domestico, Terziario commerciale, Terziario uffici
Tipo di utilizzo:	Raffrescamento dei locali

Alla luce delle indicazioni generali sopra esposte, nell'interesse di approfondire le problematiche energetiche e ambientali connesse al settore dell'industria sul territorio vercellese, è auspicabile l'attivazione di un tavolo di studio da parte della Provincia per un'indagine approfondita ed accurata, tenendo conto in particolare dei seguenti aspetti:

- collaborazione ed interazione con Unione Industriale, Camera di Commercio ed altri enti eventualmente interessati al settore, per la raccolta e l'elaborazione di dati nel modo più completo possibile rispetto alla situazione territoriale.
- Effettuare un'indagine in correlazione con gli aspetti demografici, sociali per evidenziare ed affrontare in modo specifico i problemi che derivano dalla progressiva involuzione dell'attività produttiva in generale
- Interagire con tutti i referenti locali del settore dei trasporti, coinvolti sia per quanto riguarda la movimentazione delle merci e dei prodotti lavorati, sia per lo spostamento delle persone impiegate nel settore.

6.4 Settore terziario: impianti termici ed elettrici

6.4.1 Introduzione

Secondo la stima ENEA, il consumo totale del settore terziario nazionale nel 2005 è stato pari a 15.7 Mtep, di cui 6.9 Mtep sotto forma di energia elettrica (44%) e 8.8 Mtep come energia termica (56%). La stima coincide con i dati riportati da TERNA per lo stesso anno, riportata nella figura 6.3.1. Tali valori includono anche i consumi nel settore ospedaliero e pubblica amministrazione.



Figura 6.4.3 – Ripartizione dei consumi per il settore terziario (Fonte: TERNA 2005)

La ripartizione media dei consumi nel settore terziario a livello nazionale per tipologia di combustibile è invece evidenziata in Figura 6.3.2.

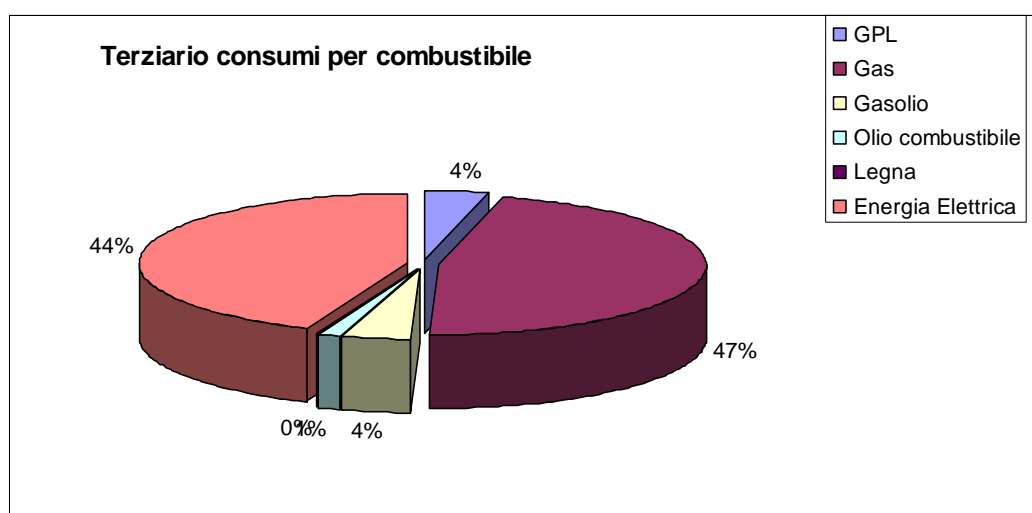


Figura 6.4.4 – Ripartizione dei consumi per combustibile (fonte: ENEA 2005)

Il consumo termico è principalmente dovuto al riscaldamento degli ambienti, che pesa per circa 8 Mtep¹ per il terziario ed il piccolo terziario, pari al 92% del consumo termico totale.

¹ Fonte Relazione COAER-CLIMGAS per il 2005

Il consumo elettrico è invece articolato per tipologia di utilizzo, secondo la stima di CESI Ricerche riferita ai consumi del 2004, nella tabella seguente ed in Figura 6.4.3.

Consumi per tipologia di utilizzo	ktep	%
freddo	479	7%
apparecchiature uffici	1.050	15%
climatizzazione ambiente	857	13%
riscaldamento ambiente	824	12%
cottura	65	1%
acqua calda sanitaria	305	4%
illuminazione + illuminazione pubblica	2.200	32%
processi e altri servizi	1.022	15%
totale	6.802	

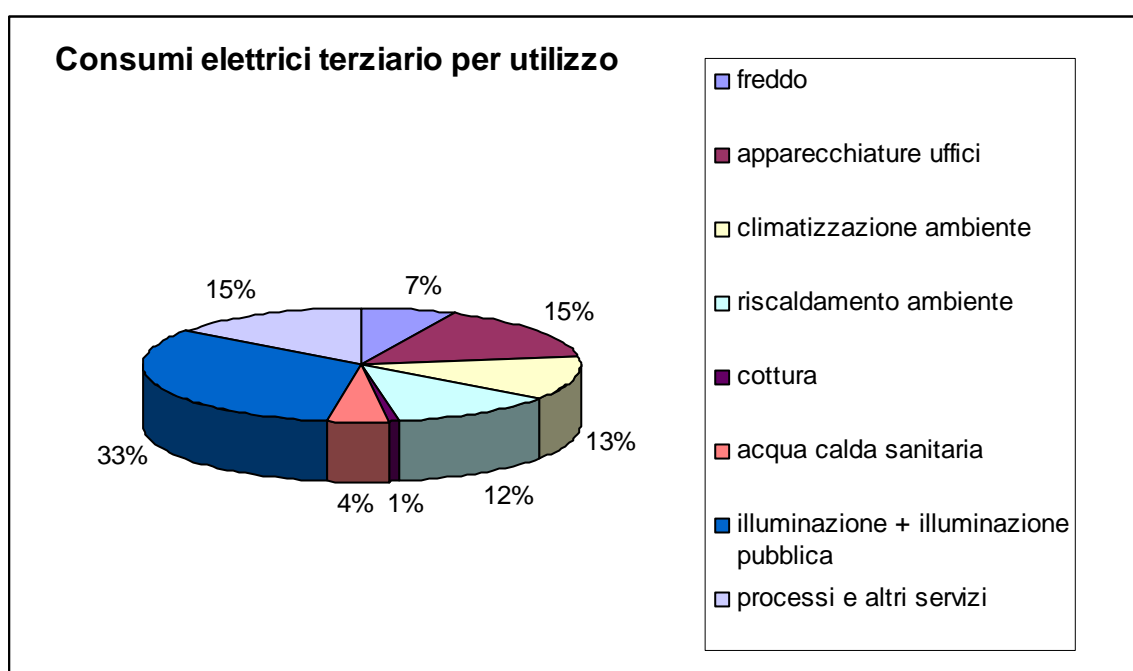


Figura 6.4.5 – Consumi elettrici settore terziario nazionale per tipologia di utilizzo (fonte: CESI RICERCHE 2004)

Per quanto riguarda la suddivisione dei consumi totali per settore di utilizzo, vengono di seguito riportate le stime ENEA riferite al 2003 per i Servizi Vendibili e quelli Non Vendibili.

Distribuzione consumi totali Servizi Vendibili nazionale (dati ENEA per il 2003)		
	ktep	%
Comunicazioni	2.389	24%
Commercio	2.586	26%
Alberghi, Ristoranti, Bar	3.859	38%
Credito ed assicurazioni	600	6%
altri servizi (immobiliari, informatica, ricerca, etc)	605	6%
Totale	10.039	

Distribuzione consumi Servizi Non Vendibili nazionale (ktep) (dati ENEA per il 2003)		
	Consumi totali (ktep)	%
pubblica amministrazione e difesa	923	18%
istruzione	544	11%
sanità e servizi sociali	1.488	29%
altri servizi pubblici	2.142	42%
totale	5.097	

I Servizi Vendibili rappresentano i 2/3 del totale.

I consumi finali elettrici del terziario hanno raggiunto in Italia 90.268 GWh, con un'incidenza superiore al 28% del totale nazionale, così suddivisa per tipo di raggruppamento (posto uguale a 100 il totale del terziario):

- servizi vendibili 78,77% in crescita del 3,0% rispetto al 2006, di cui commercio 25,83% in crescita del 2,9% rispetto al 2006
- servizi non vendibili 21,23% in calo dello 0,5% rispetto al 2006

I consumi elettrici per i Servizi Vendibili relativi al 2003 ed all'ultimo disponibile (2007) dai dati forniti da Terna sono riportati nella seguente tabella (non sono riportati i consumi del settore trasporti):

Distribuzione consumi elettrici Servizi Vendibili nazionale (dati Terna)				
	2003 (GWh)	%	2007 (GWh)	%
Comunicazioni	3583	7%	4050	7%
Commercio	18992	38%	23317	38%
Alberghi, Ristoranti, Bar	10431	21%	11996	20%
Credito ed assicurazioni	2572	5%	2619	4%
altri servizi (immobiliari, informatica, ricerca, etc)	14329	29%	18721	31%
Totale	49907		60703	

La suddivisione dei consumi elettrici totali per settore merceologico non è variata sensibilmente dal 2003 al 2007, sebbene ci sia stato un aumento complessivo del +21%.

Le figure seguenti riportano la suddivisione dei consumi totali e di quelli elettrici per settore merceologico nei Servizi Vendibili (esclusi trasporti).

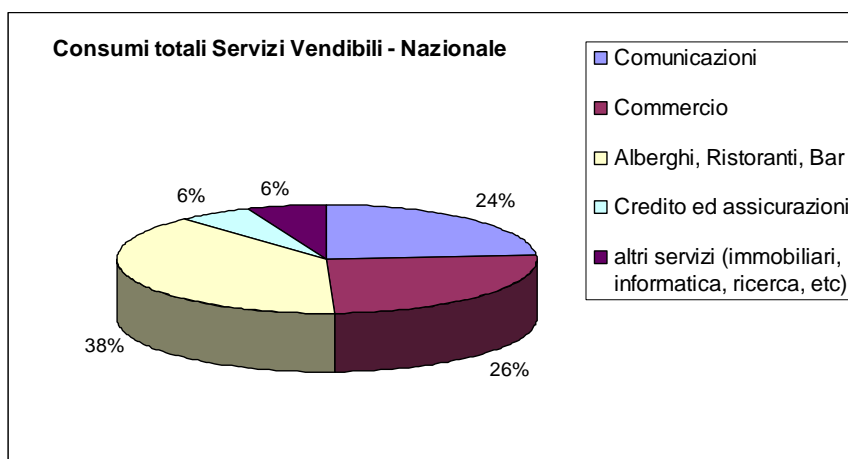


Figura 6.4.6 – Distribuzione dei consumi energetici totali del settore terziario (Servizi Vendibili) nazionale (fonte ENEA per il 2003)

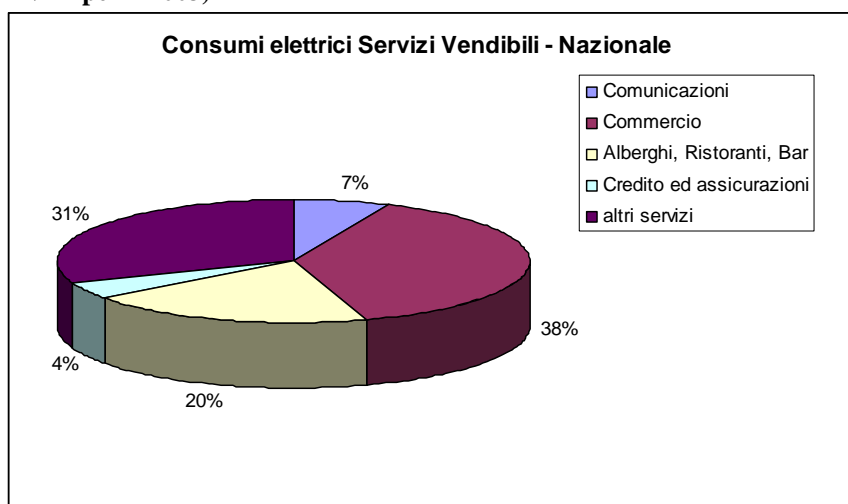


Figura 6.4.7 – Distribuzione dei consumi elettrici del settore terziario (Servizi Vendibili) nazionale (fonte TERN 2003)

Dai dati precedentemente esposti, sono state valutate le percentuali di consumo elettrico e termico, a livello nazionale, rispetto al totale del consumo, per i 3 macro settori nel settore terziario (Servizi Vendibili):

1. commercio
2. ristoranti/alberghi/bar
3. altri servizi.

I risultati sono esposti nella tabella seguente.

Distribuzione consumi totali Servizi Vendibili media nazionale (dati ENEA 2005 per il 2003)					
	totali (ktep/a)	elettrici (ktep/a)	termici (ktep/a)	% elettrici	% termici
Commercio	2.586	1.633	953	63%	37%
Alberghi, Ristoranti, Bar	3.859	897	2.962	23%	77%
altri servizi	3.594	1.762	1.832	49%	51%
Totale settore servizi vendibili	10.039	4.292	5.747	43%	57%

6.4.2 La spesa energetica nel settore terziario in Provincia

Per quel che concerne il settore terziario dei Servizi Vendibili nella Provincia di Vercelli, i dati a disposizione suddivisi per settore riguardano i soli consumi elettrici.

Consumi Elettrici Servizi Vendibili per la Provincia di Vercelli (fonte TERNA 2007)		
	GWh/a	%
Comunicazioni	6,8	4%
Commercio	47,5	25%
Alberghi, Ristoranti, Bar	25,4	13%
Credito ed assicurazioni	3,1	2%
altri servizi	108,7	57%
totale	191,5	

Per la stima dei consumi termici è stata presa come riferimento la suddivisione tra consumi elettrici e termici nazionale, riportata nel precedente paragrafo per i 3 macrosettori. Il consumo termico è stato incrementato di un fattore 1,45 rispetto al valore medio nazionale, per tener conto dei diversi consumi termici per riscaldamento, considerando la differenza tra i gradi giorno della Provincia e la media nazionale.

La suddivisione risultante tra consumi termici ed elettrici per i 3 macrosettori è riportata nella tabella seguente.

Estrapolazione consumi termici per la Provincia di Vercelli					
	totale (GWh/a)	elettrici (GWh/a)	termici (GWh/a)	% elettrici	% termici
Commercio	87,7	47,5	40,2	54%	46%
Alberghi, Ristoranti, Bar	147,0	25,4	121,6	17%	83%
altri servizi	297,4	118,6	178,8	40%	60%
totale settore servizi vendibili	532,1	191,5	340,6	36%	64%

La ripartizione dei consumi elettrici per tipologia di uso è stata considerata equivalente alla media nazionale.

I dati di consumo elettrico relativi agli ultimi 6 anni per i diversi servizi vendibili (esclusi i trasporti) nel terziario sono riportati nella tabella e figura seguenti:

Consumi elettrici provincia di Vercelli (GWh)	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Comunicazioni	8,7	8,1	8,1	6,4	6,5	6,8
Commercio	49,2	56,4	64,2	51,6	50,7	47,5
Alberghi, Ristoranti e Bar	21,5	25,1	26,3	26,8	26,5	25,4
Credito ed assicurazioni	6,7	5	4,7	3,9	3,5	3,1
Altri Servizi Vendibili	23,3	25,9	37,6	104,6	114,7	108,7
Totale Servizi vendibili (esclusi trasporti)	109,4	120,5	140,9	193,2	201,9	191,4

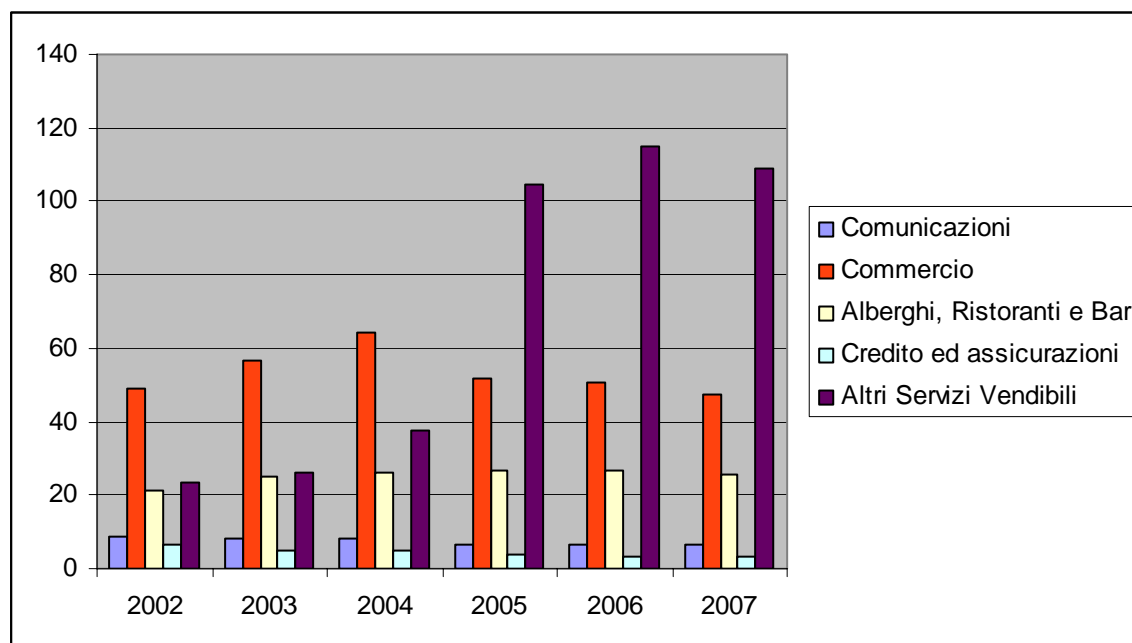


Figura 6.4.8 – Andamento dei consumi elettrici per i servizi vendibili nella Provincia di Vercelli (fonte Terna)

L'andamento dei consumi evidenzia una leggera diminuzione dei consumi a partire dal 2005 per tutti i settori a parte un forte aumento negli altri servizi vendibili.

Per quel che riguarda il consumo di gas, non si ha a disposizione un dettaglio approfondito, in quanto si conosce solo il dato relativo al consumo gas del macro-settore "Reti di Distribuzione" che comprende i quantitativi distribuiti su reti secondarie ai settori residenziale, terziario, industriale e termoelettrico.

6.4.3 Tecnologie e strategie per la riduzione della spesa energetica

Gli interventi ipotizzati nel settore terziario dei Servizi Vendibili, per ottenere un risparmio energetico, sono elencati di seguito. Alcuni interventi riguardano solo il macrosettore dell'ospitalità professionale (alberghi, ristoranti e bar), altri sono interventi generici applicabili a tutto il settore. Alcuni interventi riguardano il consumo elettrico, altri il consumo termico. Viene indicato per ogni intervento ipotizzato: il consumo di riferimento ed il risparmio massimo conseguibile con 2 scenari di intervento:

- i. massimo risparmio, ottenuto applicando gli interventi proposti a tutti gli utenti; corrisponde alle potenzialità di risparmio complessiva del settore
- ii. risparmio conseguibile, ottenibile applicando gli interventi proposti in caso di normale sostituzione dovuta al ricambio di mercato o politiche mediamente incentivanti.

Gli interventi sono sintetizzati nei paragrafi successivi, quantificando il risparmio energetico e di emissioni conseguibili, per energia elettrica e termica.

1. Sostituzione elettrodomestici nel settore dell'ospitalità professionale

Nel settore dell'ospitalità professionale il consumo elettrico prevalente è dovuto agli elettrodomestici. E' stato stimato che il consumo elettrico per questa categoria sia pari al totale meno il consumo per illuminazione, che secondo "Light's Labour's Lost -- Policies for Energy-efficient Lighting"² è pari al 28.3% del consumo elettrico totale per il terziario.

² The International Energy Agency (IEA) 2006

All'interno del consumo per elettrodomestici, la stima di ripartizione dei consumi per gli elettrodomestici (produzione di freddo, cottura e lavaggio) sono stimate a partire dai consumi stimati da CECED Italia per il territorio nazionale relativamente al 2004 per le 3 categorie di riferimento. La lista degli elettrodomestici considerati per le 3 categorie è riportata in tabella.

Freddo	Frigoriferi verticali e orizzontali
	abbattitori
	Vetrine, espositori
	Celle frigo / freezers (grandi dimensioni)
	Fabbricatori di ghiaccio uso commerciale
Cottura	Forni convezione, convezione vapore
	Forni pizza, pasticceria (escluso muratura)
	Forni a microonde
	Cappe (impianti di aspirazione e ventilazione)
	Fuochi
	Friggitrici
	Griglie
	Fry top
	Brasiere, pentole
	Salamandra
Lavaggio	Lavastoviglie / lavabicchieri
	Sottotavolo
	Capottine
	Grande lavaggio
	Lavapentole / lavaoggetti
	Lavabiancheria professionali
	Asciugatori biancheria
	Sistemi stiranti e mangani

Pertanto il consumo di riferimento per le 3 tipologie di elettrodomestici nella Provincia di Vercelli sono calcolati come:

$$- A \cdot (1-B) \cdot C_x$$

Dove:

- A=consumo elettrico macrosettore ospitalità
- B= percentuale per illuminazione (28.3%)
- C_x =percentuale ripartizione dei consumi per ogni tipologia di elettrodomestico sul totale consumo degli elettrodomestici nel settore

Ripartizione consumi elettrodomestici x ospitalità professionale		
	Ripartizione consumi per elettrodomestici (CECED Italia)	Consumo di riferimento Provincia di Vercelli (GWh/a)
freddo	45%	8,2
cottura	39%	7,1
lavaggio	16%	2,9

Per quanto riguarda la cottura a gas, che rappresenta l'80% del consumo per cottura nel settore dell'ospitalità professionale, il valore stimato da CEDED Italia rappresenta circa il 32% dei consumi termici del macrosettore.

consumi termici nel settore dell'ospitalità professionale		
	% di consumo su totale consumo termico	Consumo di riferimento Provincia di Vercelli (GWh/a)

consumo per cottura	32%	38,7
---------------------	-----	------

Gli interventi ipotizzati in questo settore sono:

- Sostituzione macchine per la produzione di freddo: per questo intervento Confindustria³ ipotizza un risparmio possibile pari al 30% sugli attuali consumi energetici, con una politica incentivante, in particolare intervenendo sulle tecnologie della componentistica come ad esempio i compressori.
- Sostituzione macchine per il lavaggio: lo stesso studio ipotizza una riduzione del 35% dei consumi delle macchine, sostituendo le macchine esistenti con quelle a basso consumo.
- Sostituzione macchine per la cottura elettriche ed a gas: lo studio di Confindustria ipotizza sui forni elettrici un risparmio energetico del 20% mentre per la cottura a gas un contenimento dei consumi di circa il 30%.

Si ipotizzano 2 scenari:

- Massimo risparmio: sostituzione di tutte le macchine con quelle a basso consumo, con politiche incentivanti
- Risparmio conseguibile: sostituzione delle macchine normalmente acquistate con quelle a basso consumo, per 5 anni.

La stima della sostituzione è considerata rispetto ai valori di vendita rispetto al parco installato delle 3 categorie di elettrodomestici a livello nazionale, come riportato in tabella (fonte CECED Italia 2004).

Tasso sostituzione elettrodomestici ospitalità professionale			
	venduto 2004	parco installato 2004	tasso sostituzione annuo
freddo	267.194	3.190.000	8%
cottura elettrica	434.664	4.054.000	11%
lavaggio	21.207	535.000	4%
cottura a gas	32.061	379.600	8%

2. Climatizzazione

Per quanto riguarda la climatizzazione, il consumo di riferimento è considerato pari ad una percentuale del totale dei consumi elettrici dei Servizi Vendibili della Provincia. La percentuale di riferimento è quella utilizzata per la climatizzazione nel settore terziario a livello nazionale rispetto al consumo elettrico totale, pari al 13% (cfr 6.3.1).

L'intervento proposto parte dalla stima fatta nel 2005 da COAER-CLIMGAS ripresa nel Piano Nazionale di EFFICIENZA ENERGETICA - *Task Force Efficienza Energetica Commissione Energia di Confindustria*.

L'intervento considera le percentuali di servizio delle diverse tecnologie ed il loro rendimenti medio (al 2005) e stima le percentuali di servizio ed il rendimento medio previsto dallo studio al 2016, nello scenario "Efficiente" per il Terziario. Questi dati sono riportati nella tabella seguente:

Climatizzazione estiva per il terziario (esistente)	fonte Relazione COAER-CLIMGAS per il 2005
--	--

³ Proposte per il Piano Nazionale di EFFICIENZA ENERGETICA - *Task Force Efficienza Energetica Commissione Energia di Confindustria*

tecnologia	% di servizio 2005	rendimento attuale medio	% di servizio 2016	rendimento efficiente
climatizzazione estiva condizionatori autonomi	15%	90%	20%	100%
chillers	68%	110%	38%	110%
climatizzazione estiva pompa di calore reversibile	17%	115%	42%	150%
<u>rendimento medio</u>		108%		125%

Lo scenario ipotizza una sostituzione del 44% dei chillers esistenti con sistemi più evoluti, principalmente sistemi a pompa di calore reversibile.

Da tali ipotesi, si considera il risparmio medio conseguibile come:

1- η_{a1}/η_{a2}

dove:

η_{a1} è il rendimento medio allo stato attuale = 108%

η_{a2} è il rendimento medio previsto in futuro=125%

Con tali ipotesi (scenario massimo risparmio) il risparmio conseguibile è pari al 14%.

Nello scenario risparmio conseguibile si considera la sostituzione della metà dei chillers rispetto allo scenario precedente, con pompe di calore avanzate. Il risparmio conseguibile è pari all'8% (62% del precedente).

Non si considera l'eventuale aumento dell'utenza dovuto a nuove realizzazioni e aumento di penetrazione della climatizzazione.

3. Coibentazione

Un maggiore utilizzo della coibentazione potrebbe ridurre i consumi per riscaldamento nel terziario. Come indicato al 6.3.1, il consumo termico per riscaldamento ammonta a circa il 92% del consumo termico totale del settore. Pertanto come consumo di riferimento è stato preso il 92% dei consumi termici stimati per la Provincia nel settore dei Servizi Vendibili (cfr 6.3.2).

L'ipotesi di risparmio conseguibile è stimata seguendo quanto indicato dalla Commissione Europea nel "Piano di azione per l'efficienza energetica" del 2006. Secondo questo studio il maggior potenziale di risparmio energetico, con un buon rapporto costi-efficacia, si ha nei settori residenziali (abitativo) e commerciale (terziario), in parte in ragione della notevole quota di consumi ad essi ascrivibili, per i quali le stime sul potenziale massimo di risparmio energetico sono, rispettivamente, del 27% e 30%.

L'intervento considerato per il settore terziario consiste in interventi sull'involucro edilizio, sia sulle superfici trasparenti, sempre più estesi e con la possibilità di ricorrere ad elementi vetrari dalle elevatissime prestazioni, sia con l'isolamento delle pareti opache orizzontali e verticali e dei tetti, tenuto conto che i consumi energetici in edilizia dipendono principalmente dagli scambi termici, dalle dispersioni e dagli apporti solari, che avvengono appunto attraverso gli involucri esterni degli edifici.

Pertanto, nello scenario massimo risparmio per il terziario il risparmio conseguibile è stato ipotizzato pari al 30%.

Nello scenario conseguibile, si ipotizza un intervento pari al 50% dello scenario precedente.

4. Riscaldamento

Per il riscaldamento bisogna considerare che nel terziario si utilizza sia il riscaldamento da combustibile fossile che da energia elettrica. La prima forma di riscaldamento copre circa il 90% delle necessità invernali nel settore terziario, mentre il restante 10% è servito da sistemi a pompa di calore elettrici a ciclo invernale.

Per il consumo termico, è stato preso come riferimento il valore indicato nel punto precedente.

Per quanto riguarda il consumo elettrico per riscaldamento ambiente, si considera valida la ripartizione percentuale dei consumi elettrici per il settore terziario a livello nazionale (cfr 6.3.1), applicata sul totale dei consumi elettrici del settore Servizi Vendibili nella Provincia.

Gli interventi ipotizzati consistono in :

- i. Sostituzione caldaie con modelli più efficienti. Attualmente, secondo lo studio COAER/CLIMGAS, il rendimento medio stagionale dello stock degli impianti termici del settore terziario è pari al 68%.
- ii. Sostituzione delle pompe di calore elettriche a ciclo invernale con sistemi avanzati. Attualmente il rendimento medio in riscaldamento è pari al 115%.

Scenari:

- Per impianti termici:
 - i. Scenario massimo risparmio: con forme di incentivazione di impianti termici più efficienti, secondo lo studio COAER/CLIMGAS, si potrebbe portare il rendimento medio stagionale dello stock degli impianti termici all'85% al 2016. Il risparmio conseguibile sarebbe del 20%.
 - ii. Scenario risparmio conseguibile: senza particolari forme di incentivazione, si stima un aumento del rendimento medio stagionale al 2016 pari al 75%. Il risparmio conseguibile sarebbe del 9%.
- Per gli impianti elettrici:
 - i. Scenario massimo risparmio: con forme di incentivazione, la sostituzione totale con pompe di calore efficienti porterebbe ad un rendimento medio in riscaldamento pari al 160% al 2016. Il risparmio conseguibile sarebbe del 28%.
 - ii. Scenario risparmio conseguibile: senza particolari forme di incentivazione, lo scenario Business As Usual prevede un rendimento medio stagionale al 2016 pari al 121%. Il risparmio conseguibile sarebbe del 5%.

5. Piccola e micro cogenerazione

Con il termine Piccola e micro Cogenerazione si intendono impianti per la produzione combinata di energia elettrica + calore di capacità elettrica inferiore a 1 MVA.

Per tale intervento nel settore terziario, si stima come consumo di riferimento il consumo elettrico e termico totale dei Servizi Vendibili della Provincia.

L'intervento proposto consiste nella realizzazione di impianti di piccola e media cogenerazione a servizio di utenze elettriche e termiche nel settore terziario. Il vincolo per la realizzazione di tali impianti consiste nella possibilità di utilizzo locale del calore generato in cogenerazione.

Lo scenario di massimo risparmio riprende la stima di Confindustria per il settore terziario al 2020, che prevede una penetrazione di mercato che copra il 3,3% dei consumi termici a livello nazionale. Riportando tale ipotesi ai consumi termici stimati per i Servizi Vendibili nella Provincia (cfr 6.3.2) si ipotizza una capacità installata al 2020 in Provincia pari a 3.4 MWe. Le ipotesi considerate sono riportate nella tabella seguente.

cogenerazione (Stime confindustria al 2020)		
stima installazioni per ottenere la produzione di calore del 3,3% nel terziario (MW)		3,4
ipotesi di utilizzo	(ore/anno)	2000
produzione elettrica	(kWh/kW*a)	2000
produzione termica	(kWh/kW*a)	3333
consumo energia primaria	(kWh/kW*a)	6667

Con tali ipotesi:

- la produzione elettrica porterebbe ad un risparmio del 4% dei consumi elettrici del settore
- il consumo termico sarebbe incrementato del combustibile necessario per la produzione elettrica, meno il risparmio conseguito dall'uso dell'energia termica prodotta in cogenerazione, calcolato rispetto ad una caldaia con efficienza del 90%.
- Il bilancio della sola energia termica risulta pertanto negativo, ma nel complesso si avrebbe una riduzione di energia primaria e di emissioni dovuta all'uso efficiente dell'energia.

Lo scenario di risparmio conseguibile considera il 50% dell'ipotesi descritta sopra.

6. Illuminazione

Per quanto riguarda l'illuminazione, il consumo preso come riferimento è il 28% del consumo elettrico del settore Servizi Vendibili in Provincia, secondo la stima fornita da "Light's Labour's Lost - Policies for Energy-efficient Lighting"⁴ per il settore terziario.

Secondo tale studio, nel settore terziario gli apparecchi di illuminazione con lampade fluorescenti sono di gran lunga i più utilizzati, rappresentando circa il 76% degli impianti. Inoltre si evidenzia che il potenziale di risparmio di energia e dei costi di esercizio che si può conseguire con interventi di miglioramento dei sistemi di illuminazione nel settore non residenziale è generalmente compreso tra il 30% ed il 50%.

Lo scenario massimo risparmio, riprendendo la stima effettuato nello studio citato per il 2015, ipotizza, grazie ad un programma di incentivi, di sostituire tutti gli apparecchi convenzionali installati con apparecchi di illuminazione ad elevata efficienza, dotati di ottica ad più elevato rendimento ed alimentatori elettronici a flusso variabile in funzione del contributo della luce naturale e della presenza degli occupanti. Il consumo potrebbe essere ridotto mediamente del 40%.

Lo scenario conseguibile prevede un risparmio pari al 50% dello scenario precedente.

6.4.4 Stima di risparmio

⁴ The International Energy Agency (IEA) 2006

Nelle seguenti tabelle si riporta per i consumi elettrici e termici, un riepilogo degli interventi proposti in 6.1.4 per il settore terziario privato, il risparmio energetico ed economico conseguibile per la Provincia nei 2 scenari identificati.

Le ipotesi di costo ed emissioni sono le seguenti (fonte ENEA):

- costo metano = 0.08 MEuro/GWh
- costo energia elettrica = 0.18 MEuro/GWh
- emissioni equivalenti per metano = 300 tCO₂/GWh
- emissioni equivalenti per energia elettrica = 575 tCO₂/GWh

Energia termica

INTERVENTO			SCENARIO 1: MASSIMO RISPARMIO			
SOLUZIONE	IPOTESI DI INTERVENTO	CONSUMO DI RIFERIMENTO ATTUALE MEDIO (GWh/a)	RISPARMIO CONSEGUIBILE %	RISPARMIO ENERGETICO (Gwh/anno)	RISPARMIO ECONOMICO (M€/anno)	RIDUZIONE EMISSIONI t CO2/a
1 coibentazione	coibentazione per il terziario	313,4	30%	94	7,52	28.202
2 riscaldamento	miglioramento dell'efficienza del parco caldaie esistente	313,4	20%	63	5,01	18.802
3 cottura	sostituzione forni e macchine per la cottura a gas nel settore dell'ospitalità professionale	38,7	30%	12	0,93	3.482
4 cogenerazione	installazione piccola e media cogenerazione	340,6	-2,9%	-9,99	-0,80	-2.998
TOTALE		340,6	46%	158	13	47.487

INTERVENTO			SCENARIO 2: RIPARMIO CONSEGUIBILE			
SOLUZIONE	IPOTESI DI INTERVENTO	CONSUMO DI RIFERIMENTO ATTUALE MEDIO (GWh/a)	RISPARMIO CONSEGUIBILE %	RISPARMIO ENERGETICO (Gwh/anno)	RISPARMIO ECONOMICO (M€/anno)	RIDUZIONE EMISSIONI t CO2/a
1 coibentazione	coibentazione per il terziario	313,4	15%	47	3,76	14.101
2 riscaldamento	miglioramento dell'efficienza del parco caldaie esistente	313,4	9%	29	2,34	8.774
3 cottura	sostituzione forni e macchine per la cottura a gas nel settore dell'ospitalità professionale	38,7	13%	5	0,39	1.470
4 cogenerazione	installazione piccola e media cogenerazione	340,6	-1,5%	-5	-0,40	-1.499
TOTALE		340,6	22%	76	6	22.846

Complessivamente, il risparmio conseguibile per i consumi termici può raggiungere il 46% nello scenario 1 ed il 22% nello scenario 2, con un risparmio complessivo di 13 e 6 MEuro rispettivamente ed una riduzione di 47 e 23 kton di CO2.

Energia Elettrica

INTERVENTO			SCENARIO 1: MASSIMO RISPARMIO			
APPARECCHIO	IPOTESI DI INTERVENTO	CONSUMO DI RIFERIMENTO ATTUALE MEDIO (GWh/a)	RISPARMIO CONSEGUIBILE %	RISPARMIO ENERGETICO (Gwh/anno)	RISPARMIO ECONOMICO (M€/anno)	RIDUZIONE EMISSIONI t CO ₂ /a
1 MACCHINE PER FREDDO NEL SETTORE DELL'OSPITALITA' PROFESSIONALE	sostituzione macchine per freddo con macchine più efficienti	8,2	30%	2,5	0,44	1417
2 MACCHINE PER COTTURA NEL SETTORE DELL'OSPITALITA' PROFESSIONALE	sostituzione macchine per cottura con modelli a basso consumo	7,1	20%	1,4	0,26	817
3 MACCHINE PER LAVAGGIO NEL SETTORE DELL'OSPITALITA' PROFESSIONALE	sostituzione macchine per lavaggio con modelli a basso consumo	2,9	35%	1,0	0,18	583
4 CLIMATIZZAZIONE	miglioramento dell'efficienza media dello stock degli impianti	24,1	14%	3,3	0,59	1884
5 RISCALDAMENTO	sostituzione delle attuali pdc reversibili con macchine più efficienti	23,2	28%	6,5	1,17	3752
6 COGENERAZIONE	installazione piccola e media cogenerazione	191,5	4%	6,7	1,21	3878
7 ILLUMINAZIONE	sostituzione lampade	54,2	40%	21,7	3,90	12465
TOTALE		191,5	23%	43,1	7,8	24795

INTERVENTO			SCENARIO 2: RISPARMIO CONSEGUIBILE			
APPARECCHIO	IPOTESI DI INTERVENTO	CONSUMO DI RIFERIMENTO ATTUALE MEDIO (GWh/a)	RISPARMIO CONSEGUIBILE %	RISPARMIO ENERGETICO (Gwh/anno)	RISPARMIO ECONOMICO (M€/anno)	RIDUZIONE EMISSIONI t CO2/a
1 SOSTITUZIONE MACCHINE PER FREDDO NEL SETTORE DELL'OSPITALITA' PROFESSIONALE	sostituzione macchine per freddo con macchine più efficienti	8,2	13%	1,0	0,19	594
2 SOSTITUZIONE MACCHINE PER COTTURA NEL SETTORE DELL'OSPITALITA' PROFESSIONALE	sostituzione macchine per cottura con modelli a basso consumo	7,1	11%	0,8	0,14	438
3 SOSTITUZIONE MACCHINE PER LAVAGGIO NEL SETTORE DELL'OSPITALITA' PROFESSIONALE	sostituzione macchine per lavaggio con modelli a basso consumo	2,9	7%	0,2	0,04	115
4 CLIMATIZZAZIONE	miglioramento dell'efficienza media dello stock degli impianti	24,1	8%	2,0	0,37	1172
5 RISCALDAMENTO	sostituzione delle attuali pdc reversibili con macchine più efficienti	23,2	5%	1,2	0,21	661
6 COGENERAZIONE	installazione piccola e media cogenerazione	191,5	2%	3,4	0,61	1939
7 ILLUMINAZIONE	sostituzione lampade	54,2	20%	10,8	1,95	6232
TOTALE		191,5	10%	19,4	3,5	11152

Per i consumi elettrici, nei 2 scenari si può ipotizzare un risparmio complessivo per il settore terziario in Provincia del 24% e del 10%, con risparmi di 7.8 e 3.5 MEuro rispettivamente.

Complessivamente, le potenzialità di risparmio identificate nello scenario 1 sono per il settore terziario privato in Provincia:

- 46% dei consumi termici
- 24% dei consumi elettrici
- risparmio per bolletta energetica provinciale pari a 20.8 MEuro/anno

Nello scenario 2 più conservativo, il risparmio conseguibile per il settore terziario è il seguente:

- 22% dei consumi termici
- 10% dei consumi elettrici
- risparmio per bolletta energetica provinciale pari a 9.5 MEuro/anno

6.4.5 Riduzione emissioni

La riduzione complessiva potenziale di emissioni di gas climalteranti per il settore terziario in Provincia di Vercelli è pari a:

Ipotesi intervento	Riduzione emissioni Scenario 1	Riduzione emissioni Scenario 2
ENERGIA TERMICA		
coibentazione per il terziario	28.202 t _{CO2,eq} /anno	14.101 t _{CO2,eq} /anno
miglioramento dell'efficienza del parco caldaie esistente	18.802 t _{CO2,eq} /anno	8.774 t _{CO2,eq} /anno
sostituzione forni e macchine per la cottura a gas nel settore dell'ospitalità professionale	3.482 t _{CO2,eq} /anno	1.470 t _{CO2,eq} /anno
installazione piccola e media cogenerazione	-2.998 t _{CO2,eq} /anno	-1.499 t _{CO2,eq} /anno
ENERGIA ELETTRICA		
sostituzione macchine per freddo con macchine più efficienti	1417 t _{CO2,eq} /anno	594 t _{CO2,eq} /anno
sostituzione macchine per cottura con modelli a basso consumo	817 t _{CO2,eq} /anno	438 t _{CO2,eq} /anno
sostituzione macchine per lavaggio con modelli a basso consumo	583 t _{CO2,eq} /anno	115 t _{CO2,eq} /anno
miglioramento dell'efficienza media dello stock degli impianti	1.884 t _{CO2,eq} /anno	1172 t _{CO2,eq} /anno
sostituzione delle attuali pdc reversibili con macchine più efficienti	3.752 t _{CO2,eq} /anno	661 t _{CO2,eq} /anno
installazione piccola e media cogenerazione	3.878 t _{CO2,eq} /anno	1.939 t _{CO2,eq} /anno
sostituzione lampade	12.465 t _{CO2,eq} /anno	6.232 t _{CO2,eq} /anno
TOTALE	72.282 t_{CO2,eq}/anno	33.998 t_{CO2,eq}/anno

6.4.6 Scheda riassuntiva di intervento

La potenzialità totale di risparmio di energia e riduzione delle emissioni degli interventi di risparmio energetico in Provincia di Vercelli è riportata nella seguente tabella (scenario 1):

Intervento	Consumo attuale (GWh/anno)	Risparmio energetico (GWh/anno)	Riduzione emissioni (kton/anno)
RISCALDAMENTO			
coibentazione per il terziario	313,4	94	28.2
miglioramento dell'efficienza del parco caldaie esistente	313,4	63	18.8
sostituzione forni e macchine per la cottura a gas nel settore dell'ospitalità professionale	38,7	12	3.4
installazione piccola e media cogenerazione	340,6	-10	-3
ENERGIA ELETTRICA			
sostituzione macchine per freddo con macchine più efficienti	8,2	2,5	1.4
sostituzione macchine per cottura con modelli a basso consumo	7,1	1,4	0.8
sostituzione macchine per lavaggio con modelli a basso consumo	2,9	1,0	0.6
miglioramento dell'efficienza media dello stock degli impianti	24,1	3,3	1.9
sostituzione delle attuali pdc reversibili con macchine più efficienti	23,2	6,5	3.7
installazione piccola e media cogenerazione	191,5	6,7	3.9
sostituzione lampade	54,2	21,7	12.4
TOTALE	532	201	72.3

La potenzialità di riduzione di emissioni in Provincia per interventi nel settore terziario ammonta a circa **200 GWh/anno**, pari a **72 kt_{CO2,eq}/anno**, (4.5% delle emissioni della Provincia).

D'altra parte è difficile immaginare il conseguimento della potenzialità totale per il settore terziario in Provincia. Si riporta pertanto la tabella riassuntiva dello scenario 2 definito "Risparmio conseguibile":

Intervento	Consumo attuale (GWh/anno)	Risparmio energetico (GWh/anno)	Riduzione emissioni (kton/anno)
RISCALDAMENTO			
coibentazione per il terziario	313,4	47	14.1
miglioramento dell'efficienza del parco caldaie esistente	313,4	29	8.7
sostituzione forni e macchine per la cottura a gas nel settore dell'ospitalità professionale	38,7	5	1.4
installazione piccola e media cogenerazione	340,6	-5	-1.5
ENERGIA ELETTRICA			
sostituzione macchine per freddo con macchine più efficienti	8,2	1,0	0.6
sostituzione macchine per cottura con modelli a basso consumo	7,1	0,8	0.4
sostituzione macchine per lavaggio con modelli a basso consumo	2,9	0,2	0.1
miglioramento dell'efficienza media dello stock degli impianti	24,1	2,0	1.2
sostituzione delle attuali pdc reversibili con macchine più efficienti	23,2	1,2	0.7
installazione piccola e media cogenerazione	191,5	3,4	1.9
sostituzione lampade	54,2	10,8	6.2
TOTALE	532	96	34

Con questo scenario il risparmio conseguibile ammonta a **96 GWh/anno**, pari a **34 kt_{CO2,eq}/anno** (circa il 2% delle emissioni della Provincia).

6.4.7 Linee guida di intervento

Al fine di promuovere l'uso razionale di energia nel settore terziario la Provincia potrebbe:

- istituire la pratica dell'audit energetico per il settore terziario, in collaborazione con gli ordini professionali e le associazioni di categoria. Questo consentirebbe di avere una chiara visione dei consumi e capire le priorità di intervento, il risparmio conseguibile ed il tempo di ritorno dell'investimento.
- Promuovere la creazione di Energy Service Companies (ESCOs) a livello provinciale, mediante leve fiscali o collaborazioni pubblico/privato, in modo da promuovere contratti di servizi energetici e EPC (Energy Performance Contracts), ossia contratti che si ripagano, in tutto o in parte, sulla base dei risultati di risparmio ottenuti. Questo consente di minimizzare l'investimento iniziale e favorisce la realizzazione di interventi di efficienza energetica.

- Coinvolgere le banche locali per attivare linee di credito dedicate specifiche per interventi di efficienza energetica rivolti alle imprese.
- Fissare obiettivi di risparmio per i patrimoni immobiliari pubblici e creare forme di “premio” per grandi patrimoni immobiliari che aderiscano a tali obiettivi strategici.
- Promuovere campagne di informazione per mettere a conoscenza degli utenti le buone pratiche per conseguire il risparmio e l'efficienza energetica (quali interventi eseguire, quali servizi energetici offre il mercato e quali comportamenti di consumo adottare).

6.5 Settore Pubblica Amministrazione

6.5.1 Introduzione

Il settore pubblico, secondo quanto indicato dalla Direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici, può e deve svolgere un ruolo esemplare nella promozione di una politica di efficienza energetica. In ogni Stato membro, si legge nella Direttiva, *“il settore pubblico dovrebbe dare il buon esempio per quanto riguarda gli investimenti, la manutenzione e altre spese riguardanti attrezzature che consumano energia, i servizi energetici nonché altre misure di miglioramento dell'efficienza energetica”*.

Pertanto *“gli Stati membri assicurano che il settore pubblico prenda una o più misure di miglioramento dell'efficienza energetica privilegiando quelle efficaci sotto il profilo costi-benefici che generano il maggior risparmio energetico nel minor lasso di tempo”*.

La Direttiva 2006/32/CE è stata recepita in Italia da un apposito decreto legislativo, approvato in via definitiva lo scorso 30 maggio, che agli articoli 12-15 contiene disposizioni proprio in materia di efficienza energetica nel settore pubblico.

In particolare, le pubbliche amministrazioni avranno l'obbligo di utilizzare strumenti finanziari per il risparmio energetico per la realizzazione degli interventi di riqualificazione, compresi i contratti di rendimento energetico, che prevedono una riduzione dei consumi di energia misurabile e predeterminata; saranno tenute a redigere le diagnosi energetiche degli edifici pubblici o ad uso pubblico, in caso di interventi di ristrutturazione degli impianti termici, compresa la sostituzione dei generatori, o di ristrutturazioni edilizie che riguardino almeno il 15 per cento della superficie esterna dell'involucro edilizio che racchiude il volume lordo riscaldato. Inoltre, dovranno redigere la certificazione energetica degli edifici pubblici od ad uso pubblico, nel caso in cui la metratura utile totale superi i 1000 metri quadrati, e affiggere l'attestato di certificazione in un luogo, dello stesso edificio, facilmente accessibile al pubblico, ai sensi dell'articolo 6, comma 7, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.

Il provvedimento prevede anche il monitoraggio e la comunicazione ai cittadini del ruolo e dell'azione della pubblica amministrazione per quanto concerne l'efficienza energetica. I responsabili delle pubbliche amministrazioni sono infatti tenuti a trasmettere all'Agenzia nazionale per l'efficienza energetica, le cui funzioni saranno svolte dall'ENEA, una scheda informativa degli interventi e delle azioni di promozione dell'efficienza energetica intraprese.

6.5.2 Individuazione dei settori di intervento per il risparmio energetico

La Pubblica Amministrazione può promuovere interventi di efficienza energetica nei seguenti settori:

- Illuminazione pubblica;
- Scuole;
- Ospedali;
- Uffici;
- Impianti sportivi;
- Trasporto pubblico;
- Impianti semaforici.

Nel presente paragrafo verranno valutate le potenzialità di intervento nelle scuole, ospedali e per gli impianti semaforici. All'illuminazione pubblica e al trasporto saranno dedicati paragrafi specifici (rispettivamente 6.6 e 6.7), mentre riguardo gli uffici della Pubblica Amministrazione ci si può riferire ai paragrafi 6.2 – Prestazioni energetiche degli edifici e al paragrafo 6.5 – Settore Terziario.

6.5.3 Tecnologie e strategie di intervento

Di seguito si riportano alcune delle principali tecnologie applicabili nel settore della Pubblica Amministrazione.

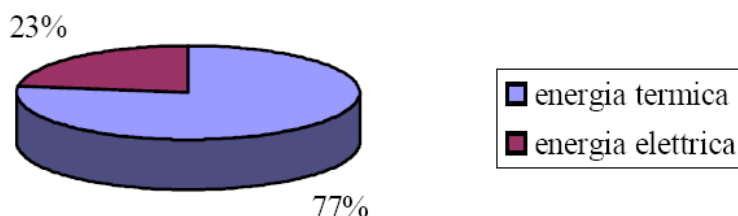
Scuole

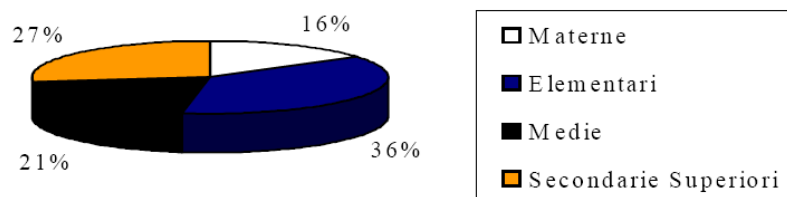
La spesa energetica delle scuole pubbliche costituisce una voce molto importante nel bilancio energetico dei Comuni. Il consumo complessivo di energia per l'insieme di scuole statali e private è stimato in 990.000 tep/anno (Fonte: *"Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole"*, ENEA - FIRE) di cui 762.000 tep/anno di combustibile per riscaldamento e 228.000 di energia elettrica. Il consumo globale annuo di prodotti energetici nelle scuole statali è stimato pari a 848.500 tep/anno, che equivale all'85,7% del totale. Grandi sono le potenzialità di risparmio per il fatto che gli impianti installati sono spesso obsoleti e caratterizzati da bassa efficienza. Inoltre la scuola, in quanto ambiente educativo, dà agli interventi di risparmio energetico una adeguata visibilità.

Il risparmio di energia ed il conseguente risparmio economico possono essere conseguiti:

- con interventi sull'edificio per ridurre le perdite di calore;
- con la sostituzione o il miglioramento dell'efficienza delle apparecchiature di produzione e controllo del calore e di utilizzo dell'energia elettrica;
- con un comportamento più consapevole sulla gestione dell'energia in relazione ai suoi usi, in particolare limitando il riscaldamento e l'illuminazione alle effettive esigenze sia temporali che spaziali;

Nelle figure seguenti si riporta la ripartizione dei consumi del settore scolastico (Fonte: ENEA, FIRE).





Si può osservare che il 77% dei consumi energetici in una scuola italiana è consumo di energia termica, principalmente dovuto al riscaldamento degli ambienti. I consumi di energia elettrica sono invece dovuti principalmente all'illuminazione.

Nelle tabelle che seguono sono riportati i potenziali interventi, insieme ad alcune stime di risparmio energetico (Fonte: ENEA, FIRE). Buona parte di questi interventi sono a costo ridotto e applicabili a tutti gli edifici comunali.

Riscaldamento

AMBITO DI OTTIMIZZAZIONE	OBIETTIVO	TIPO DI INTERVENTO	STIMA DEI BENEFICI
Centrale termica	Migliorare l'efficienza delle caldaie	Controllare l'efficienza delle caldaie: il rendimento istantaneo non deve essere inferiore a determinati limiti (vedi D.P.R. 412/93). Se le caldaie sono obsolete vanno sostituite con altre a basso consumo	Per ogni punto di aumento del rendimento medio stagionale si ha un risparmio di combustibile pari a 1,2% circa. In alcuni casi con una semplice regolazione della caldaia si possono ottenere risparmi del 5 -10% circa
Impianto di distribuzione del calore	1. Ridurre le dispersioni di calore	Coibentare i tubi dell'acqua calda e quelli che trasportano il calore ai termosifoni, soprattutto se sono esterni all'edificio.	Risparmio dell'1-5% sul consumo totale di combustibile, in relazione all'estensione della superficie coibentata e ai coefficienti di trasmissione dei tubi prima e dopo l'intervento
	2. Distribuire il calore in base alle esigenze orarie di riscaldamento delle varie parti dell'edificio	Realizzare la distribuzione del calore "a zone" per adeguare i periodi di riscaldamento alle diverse esigenze (blocchi del fabbricato con diverse caratteristiche termiche e/o con zone funzionanti in orari diversi, come aule,	Risparmio molto variabile, si stima dal 5 al 40%, in relazione all'estensione delle zone con esigenze limitate di riscaldamento e ai tempi di riduzione del servizio

		segreteria, ecc.)	
Edificio	1. Migliorare l'isolamento termico delle superfici vetrate	Sostituire le finestre con altre a doppio vetro oppure sostituire le guarnizioni con altre più efficienti	Risparmio del 10 - 20% sul consumo totale del combustibile per riscaldamento in relazione ai coefficiente di trasmissione del calore delle finestre prima e dopo l'intervento, all'estensione della superficie vetrata e alla quota di fabbisogno di calore attribuito alla dispersione
	2. Migliorare l'isolamento termico delle superfici opache	Stendere nel sottotetto materassini di lana di roccia oppure pannelli di lana di roccia, se il sottotetto è praticabile	Risparmio del 5 - 15% sul consumo totale del combustibile per riscaldamento in relazione ai coefficiente di trasmissione del calore del sottotetto prima e dopo l'intervento, all'estensione della superficie del sottotetto e alla quota di fabbisogno di calore attribuito alla dispersione
		Applicare al soffitto degli ultimi piani e/o alle pareti esposte a Nord dei pannelli isolanti predisposti per questo utilizzo	Risparmio del 5 - 15% sul consumo totale del combustibile per riscaldamento in relazione ai coefficiente di trasmissione del calore degli elementi di frontiera prima e dopo l'intervento, all'estensione della superficie coibentata e alla quota di fabbisogno di calore attribuito alla dispersione
		Riempire l'intercapedine delle pareti (particolarmente quelle esposte a Nord) con materiale isolante	Risparmio del 5 - 15% sul consumo totale del combustibile per riscaldamento in relazione ai coefficiente di trasmissione del calore delle pareti prima e dopo l'intervento, all'estensione della stesse pareti e alla quota di fabbisogno di calore

			attribuito alla dispersione
Utilizzazione del calore	1. Migliorare il comfort e ridurre il sovrariscaldamento	Installare valvole termostatiche sui termosifoni controllate da sonde di temperatura poste negli ambienti	Miglioramento del comfort. In caso di riduzione della temperatura media interna per ogni °C si ha un risparmio energetico del 5 - 10%
	2. Ottimizzare il periodo di funzionamento del riscaldamento	Anticipare l'accensione e lo spegnimento dell'impianto in modo ottimale rispetto l'orario di funzionamento della scuola	Miglioramento del comfort a parità di spesa energetica
	3. Ridurre le dispersioni di calore	Gestire l'apertura e la chiusura delle finestre e delle porte in modo da non eccedere nei ricambi d'aria rispetto alla necessità (da 1 a 3 ricambi d'aria per ora)	Risparmio energetico valutabile in relazione alle normali abitudini degli operatori scolastici. Si stima un risparmio che va da 0 a 15% sul consumo del combustibile

Illuminazione e altri usi elettrici

AMBITO DI OTTIMIZZAZIONE	OBIETTIVO	TIPO DI INTERVENTO	STIMA DEI BENEFICI
Riscaldamento con stufe elettriche	1. Eliminare l'uso improprio dell'energia elettrica	Disincentivare l'uso delle stufette elettriche provvedendo ad installare o a migliorare l'utilizzo dei termosifoni nei locali freddi	Sostituendo il calore prodotto da una stufetta elettrica con quello prodotto da un generatore termico si ottiene un risparmio in termini di energia primaria di circa il 60%. Il risparmio sulla spesa dell'utente è di circa il 40%
Illuminazione	2. Migliorare l'efficienza dell'illuminazione	Effettuare una regolare manutenzione di pulizia delle lampade e dei corpi luminosi	Prevenire la perdita di flusso luminoso per sporcizia, che dopo due anni dalla installazione può raggiungere il 12 - 17% in relazione al tipo d'uso dei locali
		Sostituire le eventuali lampade a filamento con altre più efficienti (lampade SAP)	Risparmio del 50% sul consumo di energia elettrica mediante la sostituzione della lampade a filamento con lampade fluorescenti tubolari o compatte, che inoltre garantiscono una durata 5 -6 volte superiore
	3. Evitare l'illuminazione non necessaria	Installare dispositivi automatici per il controllo dell'illuminazione (interruttori a tempo, dispositivi di controllo sensibili alla presenza di persone o alla luce diurna). In mancanza di dispositivi diventa importante la buona norma di spegnere le luci quando non necessarie	Risparmio del 5 - 15% sul consumo di energia elettrica in relazione alla situazione impiantistica e al tipo di gestione

Altri interventi

TIPO DI INTERVENTO	CONDIZIONI FAVOREVOLI
Solare termico e fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> -) Grande utilizzo di acqua calda sanitaria -) Disponibilità di spazio con buona esposizione solare -) Possibilità di accedere a contributi, maggiorati nel caso di installazioni in scuole.
Gruppi di cogenerazione di energia elettrica e calore	<ul style="list-style-type: none"> -) Utilizzo prolungato degli edifici (attività parascolastiche, sociali, ecc.) -) Grandi dimensioni degli edifici -) Clima invernale rigido
Allacciamento a rete di teleriscaldamento	<ul style="list-style-type: none"> -) Convenienza economica rispetto alla soluzione convenzionale

Il consumo per singola scuola statale è stimato di:

- 15,2 tep/anno per riscaldamento;
- 4,55 tep/anno per consumi elettrici.

Analogamente con quanto fatto nel paragrafo 6.1, si deve considerare che a causa del clima invernale rigido, in Provincia di Vercelli ci saranno consumi per riscaldamento maggiori rispetto alla media nazionale. Mantenendo gli stessi coefficienti di conversione proposti nel paragrafo 6.1, si può stimare che la singola scuola statale consumi in Provincia di Vercelli:

- 21,7 tep anno per riscaldamento;
- 4,55 tep/anno per consumi elettrici.

Qualora si realizzassero gli interventi sull'impianto di riscaldamento, sull'edificio e sull'illuminazione, si può stimare, complessivamente e in modo conservativo, una riduzione del 40-50% della spesa per riscaldamento e del 20-30% della spesa elettrica.

Ospedali

Le strutture sanitarie devono assicurare le prestazioni mediche agli utenti, offrire un alto livello di comfort e garantire la salubrità degli ambienti. Le attenzioni necessarie in tal senso, rivolte anche verso l'esterno, impongono accurati controlli sul livello delle emissioni, sui rifiuti ed una particolare attenzione per evitare sprechi energetici.

Queste strutture sono molto energivore, ma il costo dell'energia incide per pochi punti percentuali sul bilancio totale. Questa è una delle ragioni che spiega la considerazione in cui è tenuta la gestione dell'energia in questo settore, non sempre adeguata alle possibilità di intervento.

L'energia termica rappresenta circa i 3/4 del consumo totale di un ospedale (Fonte: FIRE) e non ha quella criticità della energia elettrica, la quale è utilizzata non solo per la semplice illuminazione, ma anche per funzioni di primaria importanza, quali l'alimentazione di apparecchiature medico-

diagnostiche che non possono tollerare nessuna interruzione di servizio. L'energia termica è utilizzata per (Fonte: FIRE):

- riscaldamento (1,4 tep /posto letto);
- usi tecnologici (0,8 tep /posto letto);
- acqua calda sanitaria (0,15 tep /posto letto);
- lavanderia (0,2 tep /posto letto);
- preparazione alimenti (0,03 tep/posto letto);
- altri usi (0,02 tep/posto letto).

La ripartizione percentuale è riportata nella figura seguente.

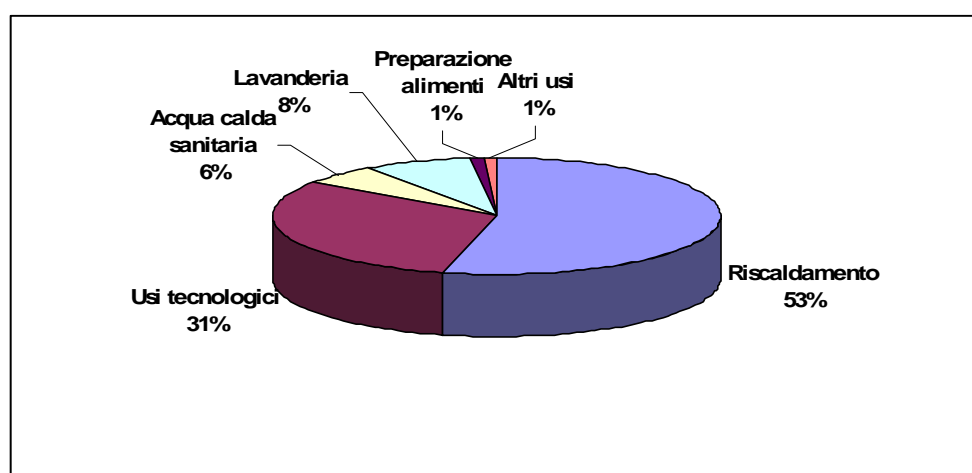


Figura 6.4.1 - Ripartizione percentuale del consumo termico in una struttura ospedaliera

Si deve notare l'elevato consumo per riscaldamento, pari a 16.300 kWh/anno per posto letto. In Provincia di Vercelli tale valore può essere assunto pari a 23.300 kWh/anno per posto letto.

Valori così elevati sono da attribuire alle particolari esigenze delle strutture ospedaliere ma anche, e per una buona parte, ad una cattiva gestione dell'energia.

E' quindi chiaro che l'attenzione deve essere rivolta prevalentemente verso interventi di risparmio energetico per la riduzione del consumo di energia termica.

Gli interventi applicabili nelle strutture ospedaliere sono gli stessi proposti per le strutture scolastiche (sostituzione caldaie, coibentazioni tubature, installazione di valvole termostatiche, isolamento termico dell'edificio, gestione dei flussi di calore in funzione delle reali esigenze) e possono garantire un risparmio nei consumi pari al 30-50%, ossia circa 7.000 - 11.650 kWh/posto letto/anno.

Impianti semaforici

In una città media il consumo dei semafori incide per circa il 10% sul totale della pubblica illuminazione (dai dati del 2000 di Modena). La Città di Torino spende annualmente più di 750.000 € per l'energia elettrica dei semafori (circa 56.000 lampade), a cui vanno aggiunti i costi di manutenzione (pulizia,

sostituzione periodica lampade, etc). Le possibilità di risparmio energetico ed economico in questo campo possono quindi essere molto interessanti.

L'innovazione tecnologica ha messo a disposizione nuove lampade semaforiche formate da gruppi di LED. La diffusione di queste lampade con attacco standard, che possono essere montate in pochi minuti sugli impianti esistenti è già iniziata da tempo in Stati Uniti e Canada, mentre in Italia si stanno compiendo i primi passi.

I principali vantaggi dei LED rispetto alle lampade a filamento sono:

- minor consumo (fino a 80% in meno);
- maggiore durata (oltre 10 volte);
- forte riduzione della manutenzione (maggior durata, assenza di parabola);
- maggiore sicurezza (migliore visibilità in condizioni critiche ed elevata affidabilità della lampada).

Il LED ha una vita di circa 100.000 ore contro le 5.000 di una lampada ad incandescenza. Non solo consuma meno a parità di luminosità, ma non ha bisogno del filtro (nel caso del rosso, per esempio, il vetro colorato fa passare solo il 20% della luce emessa), in quanto la luce emessa è già colorata. Tale luce essendo monocromatica risulta particolarmente brillante.

Una lampada a LED per una lanterna da 200 mm ha una potenza di circa 10 W; per gli attraversamenti pedonali o le frecce direzionali si scende a circa 5 W se si utilizzano lampade in cui sono i LED a formare la figura senza bisogno di filtri.

Rispetto alle lampade a filamento inoltre i LED hanno una minor perdita di luminosità nel tempo e sono meno sensibili alle vibrazioni; hanno quindi vita più lunga in impegni particolarmente gravosi.

Le lampade a LED sono composte da decine di LED fissati a un supporto circolare piano (vedere figura), non c'è quindi più bisogno di parabola. Si eliminano così gli effetti di falso illuminamento dovuti al riflesso del sole sulla parabola. Inoltre non è più necessario pulire la parabola (operazione che richiede l'apertura della lanterna).



Figura 6.4.2 – Supporto per lampade semaforiche a LED

L'elevato numero di LED di ogni lampada è anche garanzia di affidabilità, perché in caso di fuori servizio di una o più LED la lampada continua a funzionare.

Vi sono ulteriori sviluppi tecnologici nell'impiantistica semaforica: in futuro non ci sarà più una centralina che distribuisce l'elettricità con due fili per ogni lampada, ma una vera e propria rete locale (LAN) a cui saranno collegati i circuiti di controllo posizionati sulle lampade. Dalla centralina uscirà un solo cavo di rete che permetterà di dialogare con i circuiti di controllo di ogni lampada. Un secondo

cavo distribuirà la corrente elettrica a tutte le lampade. Si avrà così una forte semplificazione dei cablaggi e una standardizzazione dei componenti.

6.5.4 Valutazione delle risorse

Nel presente paragrafo, la valutazione delle potenzialità di risparmio energetico ottenibili nella Pubblica Amministrazione riguarderà gli ospedali, le scuole e gli uffici comunali, considerando che:

- All'illuminazione pubblica è dedicato un paragrafo *ad hoc* (6.6);
- il trasporto pubblico è affrontato nel paragrafo 6.7;
- riguardo gli impianti sportivi mancano dati precisi di consumo, il che impedisce una valutazione realistica delle potenzialità di risparmio;
- i vantaggi degli interventi sugli impianti semaforici possono essere considerati marginali.

Scuole

Si riportano i dati relativi al numero e alla tipologia di scuole presenti in Provincia di Vercelli:

Fascia altimetrica	N° Comuni	N° Scuole dell'obbligo	N° Scuole Superiori	Totale Scuole
Fino a 600 m slm	55	70	27	97
Da 600 a 1200 m slm	4	5	0	5
Oltre 1200 m slm	27	16	8	24
TOTALE	86	91	35	126

I consumi totali associati alle scuole possono essere stimati pari a:

- 2734,2 tep/anno (31,8 GWh_{th}/anno) per riscaldamento;
- 573,3 tep/anno (6,7 GWh_{el}/anno) per consumi elettrici.

Ospedali

Nella tabella seguente si riporta il numero di posti letto ospedalieri in Provincia di Vercelli.

Nominativo	Località	Posti letto
Sant'Andrea	Vercelli	301
Clinica Santa Rita	Vercelli	276
Santi Pietro e Paolo	Borgosesia	105
Casa di cura del Trompone	Moncrivello	90
Presidio San Salvatore	Santhià	54
San Giovanni Battista	Gattinara	22
TOTALE		848

Si riporta inoltre il numero totale di posti letto in case di cura.

Nome della struttura	Comune	Posti Letto
C. R. FOND. OTTAVIO TRINCHIERI	ROMAGNANO SESIA	46
C. RIPOSO BEATO AMEDEO SAVOIA	MONCRIVELLO	34
C. RIPOSO FAGNOLA ANDREA	ASIGLIANO VERCELLESE	42
C. RIPOSO MONS. D. BOGNETTI	ALBANO VERCELLESE	45
CASA ALBERT	VIVERONE	40
CASA ALBERT	VIVERONE	40
CASA ALBERT	VIVERONE	40
CASA DEL VECCHIO " P. PERAZZO "	SAN GERMANO V.SE	60
CASA DI RIPOSO	CARISIO	18
CASA DI RIPOSO	SERRAVALLE SESIA	32
CASA DI RIPOSO	RONSECCO	28
CASA DI RIPOSO 82 BRIGATA OSELLA (RAA)	GRIGNASCO	3
CASA DI RIPOSO CAV. TERZAGO	BIANZE'	23
CASA DI RIPOSO CAV. TERZAGO	BIANZE'	20
CASA DI RIPOSO F. PATRIARCA	GATTINARA	37
CASA DI RIPOSO F. PATRIARCA (RAF)	GATTINARA	20
CASA DI RIPOSO F.PATRIARCA (RA)	GATTINARA	17
CASA DI RIPOSO GREPPI	CARESANA	40
CASA DI RIPOSO LA CONSOLATA	BORGO D'ALE	90
CASA DI RIPOSO LA CONSOLATA	BORGO D'ALE	60
CASA DI RIPOSO P. BERAUD	ROVASENDA	27
CASA DI RIPOSO S. ANNA	BORGOSIESA	40
CASA DI RIPOSO S. ANNA	BORGOSIESA	33
CASA DI RIPOSO S. ANNA	BORGOSIESA	73
CASA PER ANZIANI	CROVA	13
CASA PROTETTA	CIGLIANO	24
CASA RIP. 82 BRIGATA OSELLA	GRIGNASCO	30
CASA RIP. 82 BRIGATA OSELLA (RAF)	GRIGNASCO	27
CASA RIP. S. FILIPPO E GIORGIO	VALDUGGIA	
CASA RIPOSO CASA ALBERT	VIVERONE	120
CASA RIPOSO CAV. A. TERZAGO	BIANZE'	43
CASA RIPOSO DI VERCELLI	VERCELLI	335
CASA RIPOSO ING. TAVALLINI	BORGO VERCELLI	61
CASA RIPOSO LA CONSOLATA	BORGO D'ALE	150
CASA SERENA	VARALLO	140
CASA SERENA	VARALLO	60
CASA SERENA	VARALLO	80
CASA SOGGIORNO ANZIANI	COGGIOLA	25
CASA SOGGIORNO ANZIANI (RAF)	SANTHIA'	31
CASA SOGGIORNO ANZIANI (RSA)	SANTHIA'	23
CASA SOGGIORNO PER ANZIANI	COGGIOLA	22
CENTRO ANZIANI DON G.OPEZZO	COSTANZANA	30
COMUNITA' ALLOGGIO 1	GRIGNASCO	16
COMUNITA' ALLOGGIO PER ANZIANI	SERRAVALLE SESIA	16
COMUNITA' ALLOGGIO RESIDENZIALE	VILLATA	19
COMUNITA' ARAVECCHIA	VERCELLI	30
ISTITUTO CANONICO BACCHI	VERCELLI	25
ISTR. S. VINCENZO C. RIP. FEMM.	GRIGNASCO	28
ISTR. SUORE FIGLIE S. EUSEBIO	VERCELLI	
PICCOLA OPERA CHARITAS	VERCELLI	20
RES. ASS. ROSSO MARINELLI	BURONZO	12
RES. ASS. ROSSO MARINELLI	BURONZO	18
RES. ASS. ROSSO MARINELLI	BURONZO	6
RESIDENZA ASSISTENZIALE	OLCENENGO	10
RESIDENZA SAN LORENZO	GATTINARA	92
RESIDENZA SAN LORENZO (RAA)	GATTINARA	52
RESIDENZA SAN LORENZO (RAF - 1)	GATTINARA	40
RESIDENZA SERENA	ALICE CASTELLO	100
SOGGIORNO ANZIANI	TRONZANO VERCELLESE	40
SOGGIORNO PER ANZIANI	CREVACUORE	40
VILLA SERENA	ALICE CASTELLO	56
TOTALE		2742

Per gli interventi di efficienza energetica si considerano quindi 3.590 posti letto, ai quali sono associati 83,6 GWh/anno (7.190 tep/anno) di spesa energetica per il riscaldamento.

Uffici comunali

E' assai difficile fare una analisi delle potenzialità dei risparmio per le strutture pubbliche dedicate agli uffici, in quanto manca un monitoraggio delle spese energetiche. Al fine di evitare di fornire delle valutazioni fuorvianti, in questa sede non si condurrà l'analisi di risparmio energetico, rimandando al paragrafo 6.3 per una valutazione qualitativa del risparmio ottenibile mediante interventi di efficientamento nel settore terziario. Si suggerisce inoltre di sviluppare e applicare dei sistemi di monitoraggio delle bollette energetiche delle pubbliche amministrazioni (a livello sia comunale che provinciale), al fine di comprendere con precisione lo stato attuale dei consumi, individuare eventuali sprechi e pianificare interventi di risparmio energetico in analogia con quelli proposti per il settore terziario.

6.5.5 Stima di risparmio

Scuole

Si ipotizza che gli interventi di efficienza energetica vengano realizzati in tutte le strutture scolastiche della provincia e che si possa ottenere un risparmio pari al:

- 40% dei consumi termici;
- 20% dei consumi di energia elettrica

Il risparmio totale stimato con questa assunzioni è pari a:

- 1093,7 tep/anno (12,7 GWh_{th}/anno) per il riscaldamento;
- 114,7 tep/anno (1,33 GWh_{el}/anno) per consumi elettrici

Si ipotizzano tre scenari:

SCENARIO 1: interventi nel 20% delle strutture scolastiche;

SCENARIO 2: interventi nel 40% delle strutture scolastiche;

SCENARIO 3: interventi nel 60% delle strutture scolastiche.

La seguente tabella riporta il risparmio energetico per i tre scenari:

	Risparmio consumi termici	Risparmio consumi elettrici
SCENARIO 1	218,7 tep/anno	22,9 tep/anno
SCENARIO 2	437,5 tep/anno	45,9 tep/anno

SCENARIO 3	656,2 tep/anno	68,8 tep/anno
------------	----------------	---------------

Va inoltre ricordato il beneficio in termini di visibilità degli interventi.

Ospedali

Ipotizzando che vengano realizzati interventi di risparmio per la riduzione della spesa energetica dovuta al riscaldamento degli ambienti ospedalieri in tutte le strutture presenti in Provincia, con un risparmio medio del 30% (6.990 kWh_{th}/posto letto), si può stimare un risparmio totale di consumo di energia pari a 2157 tep/anno (25,1 GWh/anno).

Si ipotizzano i seguenti scenari:

	Ipotesi	Risparmio consumi termici
SCENARIO 1	Interventi nel 20% delle strutture	431,4 tep/anno
SCENARIO 2	Interventi nel 40% delle strutture	862,8 tep/anno
SCENARIO 3	Interventi nel 60% delle strutture	1294,2 tep/anno

6.5.7 Riduzione emissioni

Scuole

In base agli scenari ipotizzati si otterrebbero le seguenti riduzione di emissioni:

	Ipotesi	Riduzione emissioni
SCENARIO 1	Interventi nel 20% delle scuole	788,9 t _{CO2,eq} /anno
SCENARIO 2	Interventi nel 40% delle scuole	1.577,7 t _{CO2,eq} /anno
SCENARIO 3	Interventi nel 60% delle scuole	2.366,6 t _{CO2,eq} /anno

Ospedali

In base agli scenari ipotizzati si otterrebbero le seguenti riduzione di emissioni:

	Ipotesi	Riduzione emissioni
SCENARIO 1	Interventi nel 20% delle strutture	1.254,1 t _{CO2,eq} /anno
SCENARIO 2	Interventi nel 40% delle strutture	2.508,1 t _{CO2,eq} /anno
SCENARIO 3	Interventi nel 60% delle strutture	3.762,2 t _{CO2,eq} /anno

6.5.8 Scheda riassuntiva di intervento

Intervento	Consumo attuale (GWh/a)	TOTALE			Scenario 1			Scenario 2			Scenario 1		
		Risparmio termico (GWh _{th} /a)	Risparmio elettrico (GWh _{th} /a)	Riduzione emissioni (ton/a)	Risparmio termico (GWh _{th} /a)	Risparmio elettrico (GWh _{th} /a)	Riduzione emissioni (ton/a)	Risparmio termico (GWh _{th} /a)	Risparmio elettrico (GWh _{th} /a)	Riduzione emissioni (ton/a)	Risparmio termico (GWh _{th} /a)	Risparmio elettrico (GWh _{th} /a)	Riduzione emissioni (ton/a)
STRUTTURE SCOLASTICHE													
Interventi di risparmio energetico	31,8 GWh _{th} /a 6,7 GWh _{el} /a	12,7	1,33	3.944,5	2,54	0,27	788,9	5,08	0,54	1.577,7	7,62	0,8	2.366,6
STRUTTURE OSPEDALIERE													
Interventi di risparmio energetico	83,6 GWh _{th} /a	25,1	-	6.270,5	5,02	-	1.254,1	10,04	-	2.508,1	15,06	-	3.762,2

6.5.9 Linee guida di intervento

Si propongono le seguenti azioni al fine di razionalizzare l'uso di energia nel settore pubblico e ridurre il consumo energetico:

- promozione della figura dell'**Energy manager** nei Comuni della Provincia di Vercelli, secondo quanto imposto dalla legge 10/91;
- censimento dei consumi effettivi degli edifici comunali;
- stesura di regolamenti per l'uso razionale dell'energia nelle scuole e negli ospedali;
- allocazione di finanziamenti provinciali e comunali per la pubblicazione di bandi di gara per interventi di risparmio energetico in scuole, ospedali e impianti sportivi.
- Sviluppo di uno strumento per il monitoraggio delle bollette di energia elettrica e gas delle amministrazioni pubbliche. Tale strumento sarà utile sia ad individuare eventuali sprechi che a pianificare e monitorare i benefici degli interventi di razionalizzazione del consumo energetico.

6.6 Illuminazione Pubblica

6.6.1 Caratteristiche del settore dell'illuminazione pubblica

Il settore dell'illuminazione pubblica presenta alcune caratteristiche che lo rendono ideale per fornire un contributo concreto alla promozione delle tecnologie di efficienza energetica e al raggiungimento degli obiettivi ambientali nazionali:

Visibilità. Il sistema di illuminazione pubblica è un'infrastruttura di grande visibilità e caratterizzato da una forte presenza nella nostra vita quotidiana.

Facilità. L'illuminazione pubblica è un settore in cui gli interventi di risparmio sono facili da valutare: sono infatti assimilabili agli interventi proposti per il risparmio in ambito domestico, con il vantaggio di essere favoriti dalla gestione unitaria degli impianti.

Rilevanza. I consumi per illuminazione pubblica rappresentano l'1,9% dei consumi elettrici italiani (5.917,7 GWh consumati nel 2004) e contribuiscono complessivamente per una quantità di energia primaria pari a 1,3 mln di tep, pari a circa 3,55 mln di tonnellate di CO₂ emesse in atmosfera ogni anno.

Monofunzionalità del consumo. Dal punto di vista impiantistico, la rete di illuminazione pubblica è composta solo dai cavi, dai sostegni (pali, mensole o tesate) e dalle armature comprendenti lampade e ausiliari. Il funzionamento e i consumi sono quindi facilmente prevedibili in base alla tipologia e alle quantità di apparecchi che sono complessivamente limitati nel tipo e nel numero, e destinati a svolgere un solo tipo di funzione, pianificata e controllata. Gli interventi sono quindi attuabili su grande scala, perché gli impianti sono costituiti da lampade di cui si conoscono le ubicazioni, le quantità, le potenze e la durata di utilizzo.

Difficoltà finanziarie dei Comuni. Le progressive e croniche difficoltà economiche degli enti locali stanno creando i presupposti per il contenimento delle spese correnti attraverso la riduzione dei costi energetici, dando anche un segnale di efficienza amministrativa ai propri cittadini.

Nel 2006 la spesa totale dei Comuni (7.536 su 8.101) per il servizio di illuminazione pubblica è stata di oltre 1 miliardo e 300.000 Euro, pari, in media, a circa 152.400 Euro per ciascun Comune e a 21 Euro per abitante (tabella 6.6.1).

La composizione della spesa si caratterizza per una netta prevalenza degli impegni correnti rispetto a quelli per investimenti: la spesa corrente è stata infatti complessivamente pari a quasi 979 milioni di Euro, mentre gli impegni di spesa per investimenti (conto capitale) sono assommati ad oltre 339 milioni di Euro, con un rapporto del 34,7%; ciò vale a dire che per ogni Euro speso per l'erogazione del servizio di illuminazione pubblica i Comuni italiani avevano mediamente investito meno di 35 centesimi.

Tabella 6.6.2 – Spese correnti in conto capitale (2006); valore assoluto, media per comune e media pro-capite

	V.A.	spesa media per comune	spesa procapite
Spese correnti	978.799.317	129.883	17,96
Spese in conto capitale	339.483.939	45.048	6,23
TOTALI	1.318.283.256	152.407	21,08

6.6.2 Tecnologie

Partendo dall'analisi della situazione presente degli impianti dei Comuni in Provincia, occorre:

- implementare in maniera programmata e graduale sistemi innovativi per il controllo del flusso luminoso;
- adeguare gli apparecchi per la prevenzione dell'inquinamento luminoso;
- eliminare le lampade potenzialmente inquinanti (Hg vapori di mercurio) e sostituirle con altrettante **lampade SAP a vapori di sodio ad alta pressione**. Questo porta tre vantaggi:
 - vita utile maggiore delle lampade
 - riduzione del consumo energetico e delle spese di sostituzione
 - facile ed economico smaltimento delle lampade esauste;
- installare controllori di potenza (strumenti che forniscono energia stabilizzata) e regolatori di tensione per parzializzare la tensione sulle lampade; testare e installare alimentatori elettronici sugli impianti di pubblica amministrazione;
- equipaggiare i lampioni con plafoniere ad elevata resa luminosa con un angolo di rifrazione della luce che la direzioni verso terra evitando dispersioni laterali.

Negli impianti di medio-grande dimensione, l'installazione dei soli **controllori di potenza** offre i vantaggi di ridurre il consumo giornaliero di energia, valutabile sull'ordine del 30%, grazie alla stabilizzazione e regolazione opportuna della tensione di alimentazione, di programmare il flusso luminoso di cui si ha effettivamente bisogno (ad esempio minore durante la notte fonda rispetto alla sera, quando il traffico veicolare si riduce), di garantire inoltre una maggiore durata delle lampade e una riduzione dei guasti provocati da sbalzi di tensione. Tali impianti possono essere gestiti in telecontrollo consentendo quindi un monitoraggio pianificato e automatico dello stato di funzionamento degli stessi, la programmazione del funzionamento, le eventuali anomalie, i consumi.

I vantaggi nell'uso di **alimentatori elettronici** rispetto a quelli tradizionali di tipo ferro-rame sono:

- minori perdite di potenza da dissipazione di calore e aumento del rendimento delle lampade per l'alimentazione in alta frequenza;
- aumento della vita media delle lampade e quindi riduzione del costo di acquisto delle stesse e diminuzione dei costi di manutenzione ;
- miglioramento della qualità della luce per assenza di striature e sfarfalli ;

- riduzione della temperatura di funzionamento;
- assenza di rumori e ronzii;
- diminuzione del peso e assenza di componenti quali reattori, accenditori e condensatori di rifasamento;
- accensione immediata ;
- come per controllori di potenza centralizzati, gli alimentatori elettronici di tipo dimmerabile con cavo pilota permettono una riduzione programmata della potenza. Queste tipologie di alimentatori vengono installati in impianti di piccole-medie dimensioni.

Illuminazione a LED.

Particolare attenzione va rivolta ad una tecnologia applicabile al settore della pubblica illuminazione e che sembra avere grandi potenzialità per il futuro: i sistemi di illuminazione a LED.

I principali vantaggi di un sistema di illuminazione a LED sono:

Qualità della luce. La luce emessa dalle lampade al sodio è gialla, non corrispondente al picco della sensibilità dell'occhio umano: i colori non sono riprodotti fedelmente ed è quindi necessaria più luce per garantire una visione sicura. I LED invece, emettono luce bianca fredda, che permette di raggiungere un'illuminazione sicura per gli utenti della strada (abbassa i tempi di reazione all'imprevisto), con minor consumo di energia. La luce bianca attraversa molto meglio la nebbia, rendendo i veicoli più visibili. Inoltre i LED aumentano anche la qualità delle immagini catturate dalle telecamere di sicurezza. L'indice di resa colorimetrica (CRI) indica la fedeltà di riproduzione dei colori: vale 20 per le lampade al sodio e 80 per le lampade LED.

Inquinamento luminoso. Le lampade al sodio, essendo omnidirezionali, diffondono la luce in tutte le direzioni ed è necessario dotare il lampione di parabola: l'efficienza luminosa finale è il 50-70% di quella effettivamente emessa. Di contro, il LED è direzionale per costruzione ed emette un fascio luminoso definito, a 90°, da 90 lumen/watt (alimentazione a 350mA) e quindi riduce al minimo l'inquinamento luminoso.

Durata. La vita utile dei sistemi a LED è stimata in 50.000-100.000 ore (10-20 anni, 12 ore al giorno) contro le 4000-5000 ore (11-14 mesi) delle lampade al sodio ad alta pressione. Secondo stime, dopo 50.000-100.000 ore la luminosità dei sistemi a LED scende al 70% rispetto al valore iniziale e questo può essere considerato il termine della vita utile del LED.

Manutenzione. I costi di manutenzione degli apparati di illuminazione a LED sono stimati nell'ordine di un decimo rispetto agli impianti al sodio attualmente in uso.

I sistemi a LED hanno un costo iniziale maggiore, dal doppio al triplo, rispetto alle soluzioni tradizionali. Considerando però la maggiore durata, il risparmio energetico e la manutenzione quasi assente, si ha un risparmio netto dal 50% al 80%.

6.6.3 Consumo attuale in Provincia di Vercelli

Secondo i dati riportati nella Sezione 3, i consumi di energia elettrica in Provincia riconducibili al settore della Illuminazione pubblica dal 2002 al 2007 sono:

2002	2003	2004	2005	2006	2007
18,8 GWh	19,8 GWh	15,8 GWh	16,2 GWh	17,2 GWh	18,9 GWh

Nel 2007, i consumi per Illuminazione pubblica hanno pesato per l'1,7% sul totale dei consumi elettrici, una percentuale molto simile a quella relativa allo scenario energetico globale italiano pari al 1,9%.

6.6.4 Stima di risparmio

Si mettono a confronto due tipologie di punti luce: il primo con lampade a vapori di mercurio a 125 W, con plafoniera di tipo tradizionale e alimentatore ferro-rame; il secondo con lampade a Sodio Alta Pressione (SAP) a 70 W, plafoniera con ottica ad alta efficienza e alimentatore elettronico dimmerabile con cavo pilota.

I consumi sono calcolati nelle migliori condizioni di funzionamento. Il costo in euro è stimato considerando un valore di 0,15 €/kWh.

Si è ipotizzato un funzionamento di 11 h/g per il primo punto luce; per il secondo punto luce invece si considerano 5 h/g a potenza massima e 6 h/g in riduzione di potenza.

Si osserva una riduzione dei consumi pari al 53% (da 542 kWh_{el}/a a 254 kWh_{el}/a) con un risparmio di 43 €/a circa per ogni punto luce.

Mediante una vasta applicazione sul territorio provinciale delle tecnologie di illuminazione efficiente si avrebbe un risparmio di energia elettrica pari a 10 GWh circa (860 tep), con un risparmio di 1,5 milioni

Tecnologie a confronto



VM 125 W	tipo lampada	SAP 70 W
'tradizionale'	tipo plafoniera	'alta efficienza'
ferro - rame	tipo reattore	elett. step dim cavo pilota
n. c.	controllore di potenza	n. c.
6200 lumen	efficienza luminosa lampada	6600 lumen
49	rapporto lumen/watt	113
6.000 h	Durata lampada	40.000 h
230	tensione (V)	230
0,65	consumo (a)	0,34
135	consumo (W)	77
542	consumi (kWh/anno)	254
81,3	consumi €/anno	38,16
26 m	distanza utile tra pali	31 m
7	illuminazione a terra (lux)	10



di euro per le casse dei Comuni in Provincia di Vercelli.

Si pone l'accento sulla possibilità di affidare, mediante gare pubbliche, la gestione del servizio di illuminazione a società esterne in grado di installare lampade efficienti (SAP, LED) e sistemi di regolazione e riduzione di tensione mediante vantaggiose metodologie di finanziamento (project financing, finanziamento tramite terzi), garantendo una riduzione dei costi sostenuti dall'amministrazione. Ciò consentirebbe un controllo della spesa molto più preciso rispetto a ciò che accade oggi con il sistema di gestione ENEL Sole, che lavora a forfait e senza contatori.

6.6.5 Costi di installazione

I tempi di ritorno di questo tipo di interventi sono estremamente rapidi:

- circa 2-3 anni quando si installano alimentatori elettronici o regolatori centralizzati
- circa 3 anni quando si passa da lampade Hg a lampade SAP.

Se gli interventi si sviluppano congiuntamente, il tempo di ritorno si riduce ulteriormente.

6.6.6 Riduzione emissioni

L'applicazione estensiva di tecnologie efficienti permetterebbe una riduzione delle emissioni di CO_{2,eq} pari a circa 5,75 kton/a.

6.6.7 Scheda riassuntiva di intervento

Intervento	Consumo attuale (GWh/anno)	Risparmio energetico (GWh/anno)	Riduzione emissioni (kton/anno)
ILLUMINAZIONE PUBBLICA			
Sostituzione punti luce tradizionali con illuminazione ad alta efficienza	18,9	10	5,75

6.6.8 Linee guida di intervento

Per il miglioramento dell'efficienza del sistema illuminante pubblica e per la riduzione dei consumi energetici associati ad esso, si suggerisce di:

- promuovere bandi di gara a livello comunale per l'affidamento a privati della gestione e manutenzione dei sistemi illuminanti pubblici secondo lo schema Finanziamento Tramite Terzi (ESCO).

6.7 Settore Trasporti

6.7.1 Introduzione

Il settore dei trasporti per la Provincia di Vercelli è responsabile del 25,3% del totale delle emissioni di CO_{2,eq} derivanti dall'uso di gas naturale e dei prodotti petroliferi; nell'ultimo anno (2007) la combustione di vettori energetici per l'autotrazione ha, infatti, prodotto 250 kton circa di CO_{2,eq} (180 kton da gasolio, 65 kton da benzina e 5 kton da GPL).

Il parco auto nazionale, di cui la Provincia di Vercelli rappresenta una perfetta riproposizione in scala ridotta, è caratterizzato da veicoli mediamente più vecchi dei corrispettivi presenti in unione europea; l'età del parco veicolare è indice della potenzialità di emissione di gas climalteranti e di altre tipologie di inquinanti, oltre ad essere garanzia di efficienza del veicolo stesso.

Le proposte di abbattimento delle emissioni di gas ad effetto serra, dovute alla presenza di veicoli stradali, possono essere suddivise in due tipologie:

1. interventi riguardanti le potenzialità di riduzione da sostituzione dei veicoli con altri maggiormente efficienti o operanti con vettori energetici innovativi,
2. proposte di efficientamento nell'utilizzo dei veicoli stessi, attraverso procedure e campagne di promozione, oltre che di incentivazione, alla "fruizione intelligente".

La possibilità di rendere il parco veicolare maggiormente efficiente è stata valutata considerando la sostituzione di veicoli Euro 0, Euro 1 ed Euro 2 con veicoli Euro 4 e con veicoli a metano, GPL o ibridi, molto più efficienti in termini di consumi, di emissioni di inquinanti e di emissioni di CO₂.

Altre ipotesi possibili sono quelle riguardanti le politiche ed azioni di utilizzo intelligente del veicolo stradale. Le iniziative che, anche in altri casi, hanno portato sensibili risultati con piccoli investimenti sono il **car-sharing** ed il **car-pooling**. Tali iniziative se opportunamente supportate comportano un notevole abbattimento delle emissioni di gas oltre al miglioramento della circolazione stradale.

Il car-sharing o auto condivisa è un servizio che permette di utilizzare un'automobile su prenotazione, prelevandola e riportandola in un parcheggio vicino al proprio domicilio, e pagando in ragione dell'utilizzo fatto. Questo servizio viene utilizzato all'interno di politiche di mobilità sostenibile, per favorire il passaggio dal possesso del mezzo all'uso dello stesso (cioè all'accesso al servizio di mobilità), in modo da consentire di rinunciare all'automobile privata ma non alla flessibilità delle proprie esigenze di mobilità. L'auto, in questo modo, passa dall'ambito dei beni di consumo a quello dei servizi. Tipicamente si tratta di un servizio commerciale erogato da apposite aziende, spesso con l'appoggio di associazioni ambientaliste ed enti locali.

Il car-pooling o auto di gruppo è una modalità di trasporto che consiste nella condivisione di automobili private tra un gruppo di persone, con il fine principale di ridurre i costi del trasporto. Uno o più dei soggetti coinvolti mettono a disposizione il proprio veicolo, eventualmente alternandosi nell'utilizzo, mentre gli altri contribuiscono con adeguate somme di denaro a coprire una parte delle spese sostenute dagli autisti. Tale modalità di trasporto è diffusa in ambienti lavorativi o universitari, dove diversi soggetti, che percorrono la medesima tratta nella stessa fascia oraria, spontaneamente si accordano per viaggiare insieme. La pratica del condividere l'auto è maggiormente diffusa nei paesi del nord Europa e negli Stati Uniti dove esistono associazioni specifiche e dove la pratica è prevista anche nella segnaletica stradale, mentre trova tuttora bassissima applicazione in Italia. Uno delle possibilità di diffusione del sistema è, dunque, quello dell'esistenza di corsie preferenziali, vedi modello statunitense, in cui possono transitare solo veicoli occupati da 3 o più persone.

I benefici della diffusione della filosofia del car-sharing e del car-pooling non sono stati valutati nel presente paragrafo. Si suggerisce tuttavia di promuovere tali iniziative nel contesto provinciale e comunale.

6.7.2 Tecnologie

Nelle offerte commerciali e nella terminologia comune si distinguono, per le autovetture, diverse situazioni:

- "pre-Euro 1" indica i veicoli "non catalizzati" a benzina e i veicoli "non ecodiesel": questi veicoli sono stati i primi ad essere colpiti da eventuali provvedimenti di limitazione;
- "Euro 1" indica le autovetture conformi alla direttiva 91/441 o i "veicoli commerciali leggeri" conformi alla direttiva 93/59. Il rispetto dei limiti di emissione impose l'adozione della "marmitta catalitica" sulle vetture a benzina nuove;
- "Euro 2" indica le autovetture conformi alla direttiva 94/12 o i "veicoli commerciali leggeri" conformi alla direttiva 96/69;
- "Euro 3" indica i veicoli conformi alla direttiva 98/69.
- "Euro 4" indica i veicoli conformi alla seconda parte della tabella dei limiti d'emissione compresa nella medesima direttiva 98/69. A partire dall'1/1/2006 possono essere immatricolate come nuove solo autovetture omologate secondo questa parte della tabella, con l'eccezione del caso dei "veicoli di fine serie".

La Commissione Europea ha presentato il 21 dicembre 2005 una proposta di regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio che porterà tra l'altro all'introduzione di una norma "Euro 5".

La Tabella 6.7.1 riporta l'evoluzione dei limiti di emissioni imposti per le autovetture a benzina, le autovetture diesel e i veicoli pesanti diesel.

Tabella 6.7.3 – evoluzione dei limiti di emissione dei principali inquinanti.

VETTURE BENZINA (g/km)							
Inquinante	1983	1988	1991	1993 (Euro 1)	1997 (Euro 2)	2000 (Euro 3)	2005 (Euro 4)
CO	27,1	21,2	11,1	2,7	2,4	2,3	1
HC	2,5	2	1,7	0,5	0,3	0,2	0,1
NOx	3,3	3	1,8	0,47	0,2	0,15	0,08
VETTURE DIESEL (g/km)							
Inquinante	1980	1988	1993 (Euro 1)	1997 (Euro 2)	2000 (Euro 3)	2005 (Euro 4)	
CO	27,1	7,4	2,7	1	0,64	0,5	
NOx	5,8	3,7	0,97	0,7	0,5	0,25	
PM	0,5	0,3	0,14	0,08	0,05	0,025	
VEICOLI PESANTI DIESEL (g/kWh)							
Inquinante	1991 (Euro 1)	1996 (Euro 2)	2000 (Euro 3)	2005 (Euro 4)	2008 (Euro 5)		

CO	3,4	3	2,1	1,5	1,5
NO _x	8,2	7,2	5	3,5	2
PM	0,33	0,14	0,1	0,02	0,02

Riguardo le emissioni di CO₂, gli obiettivi europei al 2012 (120 g_{CO2}/km), i risultati raggiunti dall'industria automobilistica e i trend sono riportati in figura 6.7.1.

Si possono considerare i seguenti valori medi:

- 300 g_{CO2}/km per i veicoli Euro 0 (immatricolati prima delle normative)
- 200 g_{CO2}/km per i veicoli immatricolati nel 1993 (Euro 1);
- 190 g_{CO2}/km per i veicoli immatricolati nel 1997 (Euro 2);
- 180 g_{CO2}/km per i veicoli immatricolati nel 2000 (Euro 3);
- 165 g_{CO2}/km per i veicoli immatricolati nel 2005 (Euro 4).

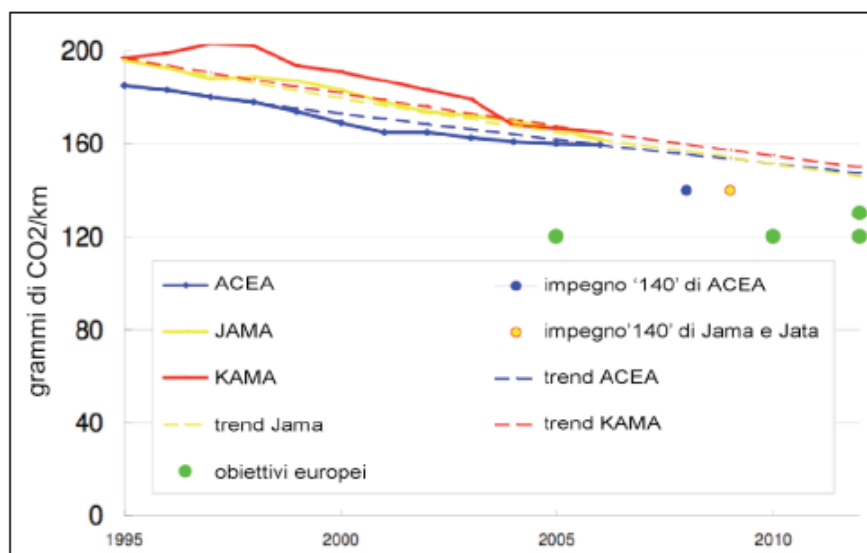


Figura 6.7.9 – obiettivi europei, risultati raggiunti e trend sulle emissioni di CO₂ per km percorso (Fonte: European Federation for Transport and Environment)

Dalle emissioni di CO₂ si possono ricavare i seguenti consumi di carburante medi:

- 12,5 l/100km per benzina Euro 0 - 11,25 l/100 km per diesel Euro 0;
- 8,5 l/100km per benzina Euro 1 - 7,5 l/100 km per diesel Euro 1;
- 7,9 l/100km per benzina Euro 2 - 7,1 l/100 km per diesel Euro 2;
- 7,5 l/100km per benzina Euro 3 - 6,75 l/100 km per diesel Euro 3;
- 6,87 l/100km per benzina Euro 3 - 6,2 l/100 km per diesel Euro 3;

Motori a metano e GPL

In un'ottica di risparmio energetico, riduzione delle emissioni inquinanti, sostenibilità economica i motori a metano e a GPL offrono buone prestazioni rispetto a benzina e gasolio.

Metano e GPL costano meno all'utente, nel senso che il costo del carburante per chilometro percorso è inferiore: da recenti studi si ha che il costo per chilometro del metano è inferiore del 41% rispetto a quello della benzina, mentre quello del GPL è inferiore del 13% rispetto a quello della benzina.

Veicoli alimentati a metano/GPL emettono meno CO₂, meno ossidi di azoto, polveri sottili e idrocarburi incombusti, e quindi contribuiscono meno a inquinare l'aria. La seguente tabella riporta i valori di emissione dei motori a metano e GPL rispetto ai motori a benzina Euro 4. Bisogna notare che, essendo la molecola di metano molto stabile, il catalizzatore fatica a depurare i fumi dagli idrocarburi incombusti (HC) e pertanto le auto a metano hanno un catalizzatore più costoso in quanto più ricco di metalli nobili. Per tener conto di questa difficoltà e, soprattutto, del fatto che gli idrocarburi del metano sono meno dannosi, a partire dalle norme Euro 5 ci saranno limiti differenti per le emissioni di HC generici e di HC del metano.

Tabella 6.7.4 – Confronto delle emissioni tra benzina, metano e GPL.

	Benzina	GPL	Metano
CO ₂	100	80/90	75
Benzene	100	0	0
HC	100	100	100
NO _x	100	47	42
CO	100	93	60
PM ₁₀	100	0	0

Un'auto a GPL consuma circa il 20% in più di una a benzina, mentre un'auto a metano consuma in kg/100 km quanto una vettura diesel in l/100 km.

Motori elettrici e ibridi

I vantaggi nell'uso di veicoli elettrici sono sostanzialmente:

- annullamento dell'inquinamento locale, in quanto i veicoli elettrici non emettono inquinanti e gas climalteranti. Globalmente però i veicoli elettrici partecipano alle emissioni per la parte di elettricità prodotta dalle centrali termoelettriche dedicata alla ricarica delle batterie (0,585 kg_{CO₂,eq} /kWh). Bisogna aggiungere che potenzialmente le batterie possono essere ricaricate anche utilizzando elettricità prodotta da fonti rinnovabili (solare fotovoltaico, eolico, idroelettrico) annullando in tal modo le emissioni.
- Silenziosità del veicolo.
- Maggiore efficienza di conversione dell'energia stoccata in energia meccanica. Un motore a benzina ha una efficienza energetica del 25%, un diesel si avvicina al 40%, mentre un motore elettrico a induzione in corrente alternata ha un'efficienza del 95%. Inoltre i motori elettrici hanno la possibilità di recupero di energia dalla frenata (*regenerative braking*).

Di contro i principali svantaggi che rallentano la diffusione dei veicoli elettrici sono:

- limitata autonomia tra le ricariche, perdita di performance del pacco batterie e tempo di ricarica lungo, anche se nuovi tipi di batteria ricaricabile e nuove tecnologie di carica (e di scarica) ne hanno incrementato l'autonomia e la vita utile, riducendone contemporaneamente il tempo di carica.

- Alto costo.

Ad oggi, i veicoli elettrici più diffusi sono city-car, piccoli autocarri, biciclette motorizzate, scooter elettrici, veicoli per campi da golf, carrelli elevatori e veicoli simili, perché, come detto, gli accumulatori sono poco adatti per applicazioni che necessitano di un più vasto raggio d'azione oppure di una grande potenza e capacità di carico.

In questi anni stanno avendo un maggior successo i veicoli ibridi, i quali possono essere di diverso tipo:

- Diesel-elettrico
- Benzina-elettrico
- Metano-elettrico

Certamente, il motore ibrido più diffuso ad oggi è il motore benzina-elettrico, il quale emette mediamente 120 g_{CO2}/km con un consumo medio di circa 4,5 l/100 km.

Motori ad idrogeno

Negli ultimi anni, un grande interesse del mondo della ricerca e sviluppo e dello sviluppo pre-commerciale si è rivolto ai motori a celle a combustibile (fuel cell). Le fuel cell sono in grado di convertire un combustibile totalmente privo di carbonio, l'idrogeno, in energia elettrica, senza alcuna emissione locale di inquinanti. Come per i motori elettrici, per comprendere il vero impatto ambientale dell'uso delle fuel cell bisogna comprendere come l'idrogeno è stato prodotto:

- se prodotto da combustibili fossili (steam reforming del gas naturale, gassificazione del carbone), allora all'uso dell'idrogeno è associata l'emissione di una quota di CO₂, tipicamente 8-10 kg_{CO2} per kg_{H2} prodotto.
- Se invece l'idrogeno è prodotto da celle elettrolitiche alimentate da energia elettrica pulita (da fonte solare fotovoltaico e da eolico) oppure è prodotto con cicli termochimici solari (ciclo Bunsen), allora all'utilizzo dell'idrogeno non è associata alcuna emissione.

Ad oggi, tutte le maggiori case automobilistiche hanno presentato il loro modello a fuel cell, anche se questa tecnologia è ancora lontana da una ampia penetrazione commerciale principalmente per le seguenti ragioni:

- Alto costo delle celle a combustibile (3-4.000 €/kW);
- Mancanza di infrastrutture di distribuzione dell'idrogeno;
- Limitata vita utile dei generatori.

Di contro, applicazioni dimostrative di veicoli ad idrogeno sono state realizzate, soprattutto in Germania, al fine di diffondere e pubblicizzare la tecnologia e di sviluppare le infrastrutture di supporto. Tali iniziative sono da associare a campagne di promozione all'utilizzo della mobilità pubblica.

Biocombustibili

I biocombustibili sono combustibili che possono essere utilizzati nei tipici motori a scoppio ma che derivano da processi di conversione della biomassa. Pertanto, si considera che non emettono gas climalteranti in quanto le emissioni locali sono equivalenti alla quota di CO₂ stoccata dalla pianta durante la sua crescita.

Anche l'etanolo, prodotto da fermentazione di biomassa, può essere utilizzato come combustibile per l'autotrazione. In Brasile, dove si ha una enorme disponibilità di biomassa, e negli Stati Uniti sta avendo una grande diffusione l'E85, ossia una miscela che contiene fino all'85% di etanolo e 15% di combustibili di derivazione fossile.

Nella seguente tabella si riportano le emissioni di CO₂, di inquinanti (per i quali si riporta un valore medio preso 100 il valore delle emissioni di un motore a benzina Euro 1) e il consumo medio delle varie tipologie di motori.

Tabella 6.7.5 – Emissioni locali di CO₂, emissione di inquinanti e consumo medio per vari tipologie di motore

	Emissioni locali CO ₂ (gCO ₂ /km)	Emissioni Inquinanti (CO, NOx, PM, HC)	Consumo medio (l/100 km)
Autovettura benzina (Euro 0)	300	450	12,5
Autovettura benzina (Euro 1)	200	100	8,5
Autovettura benzina (Euro 2)	190	79	7,9
Autovettura benzina (Euro 3)	180	72,2	7,5
Autovettura benzina (Euro 4)	165	32,2	6,87
Autovettura diesel (Euro 0)	300	350	11,25
Autovettura diesel (Euro 1)	200	114	7,5
Autovettura diesel (Euro 2)	190	54	7,1
Autovettura diesel (Euro 3)	180	35,6	6,75
Autovettura diesel (Euro 4)	165	23,5	6,2
Motore a GPL	140	15,5	8,2
Motore a metano	124	13	6,2 kgCH ₄ /100 km
Benzina elettrico	120	20	4,5
Elettrico	0	0	-
Idrogeno	0	0	-

Riguardo le emissioni di CO_{2,eq} per i motori benzina e diesel, si hanno i seguenti valori:

Benzina	Euro 0	1086 gCO _{2,eq} /km
	Euro 1	350.62 gCO _{2,eq} /km
	Euro 2	256.1 gCO _{2,eq} /km
	Euro 3	229 gCO _{2,eq} /km
	Euro 4	190.98 gCO _{2,eq} /km
Diesel	Euro 0	1382 gCO _{2,eq} /km
	Euro 1	498.62 gCO _{2,eq} /km
	Euro 2	404.1 gCO _{2,eq} /km
	Euro 3	332.6 gCO _{2,eq} /km
	Euro 4	241.3 gCO _{2,eq} /km

6.7.3 Valutazione delle risorse

Nelle seguenti tabelle si riporta il parco automezzi della Provincia di Vercelli, aggiornato al 2006.

Autovetture

Alimentazione	Fascia	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Non contemplato	Non identificato	Totale
BENZINA	Fino a 1400	12,591	7,028	19,666	11,010	8,275		13	58,583
	1401 - 2000	3,366	3,123	6,738	2,520	2,183		2	17,932
	Oltre 2000	352	133	304	265	291			1,345
BENZINA Totale		16,309	10,284	26,708	13,795	10,749		15	77,860
BENZINA O GAS LIQUIDO	Fino a 1400	260	81	194	73	76			684
	1401 - 2000	391	257	473	110	63			1,294
	Oltre 2000	32	14	27	13	10			96
BENZINA O GAS LIQUIDO Totale		683	352	694	196	149			2,074
BENZINA O METANO	Fino a 1400	12	5	11	8	10			46
	1401 - 2000	14	5	21	21	14			75
	Oltre 2000			1	2				3
BENZINA O METANO Totale		26	10	33	31	24			124
GASOLIO	Fino a 1400	154	31	20	1,767	2,659			4,631
	1401 - 2000	1,180	889	5,372	11,770	4,529			23,740
	Oltre 2000	808	355	1,712	2,717	804			6,396
	Non identificato			1					1
GASOLIO Totale		2,142	1,275	7,105	16,254	7,992			34,768
ALTRE	Non contemplato	3					1		4
ALTRE Totale		3					1		4
DATO NON IDENTIFICATO	Fino a 1400	1			1				2
	Oltre 2000				1				1
	Non identificato	1						1	2
TOTALE		19,165	11,921	34,540	30,278	18,914	1	16	114,835

Autocarri merci

Alimentazione	Fascia	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Non contemplato	Non identificato	Totale
BENZINA	Fino a 3,5	266	200	278	189	42			4	979
	Oltre 3,5	13								13
	Non contemplato				1					1
	Non identificato	10							2	12
BENZINA Totale		289	200	278	190	42			6	1,005
BENZINA O GAS LIQUIDO	Non contemplato	32	15	12	9	2		5		75
BENZINA O GAS LIQUIDO Totale		32	15	12	9	2		5		75
BENZINA O METANO	Non contemplato		2	2						4
BENZINA O METANO Totale			2	2						4
GASOLIO	Fino a 3,5	2,127	1,615	3,018	3,547	339	1			10,647
	3,6 - 7,5	303	29	108	91				1	532
	7,6 - 12	257	42	61	52		1			413
	12,1 - 14	56	8	2	6					72
	14,1 - 20	109	30	44	34					217
	20,1 - 26	199	48	85	98					430
	26,1 - 28	2								2

PROVINCIA DI VERCELLI
Linee guida per la pianificazione energetica provinciale

	28,1 - 32	5	6	26	102					139
	Oltre 32	5								5
	Non identificato	45	2							47
GASOLIO Totale		3,108	1,780	3,344	3,930	339	2		1	12,504
ALTRE	Non contemplato	4								4
ALTRE Totale		4								4
DATO NON IDENTIFICATO	Non identificato	3								3
DATO NON IDENTIFICATO Totale		3								3
TOTALE		3,436	1,997	3,636	4,129	383	2	5	7	13,595

Motocicli

Fascia	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Non identificato	Totale
Fino a 125	2,896	431	204	19	3	3,553
126 - 250	1,447	600	372	43	2	2,464
251 - 750	3,176	861	996	134	3	5,170
Oltre 750	861	606	423	88		1,978
Non identificato	1					1
TOTALE	8,381	2,498	1,995	284	8	13,166

Autobus

Uso	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Non identificato	Totale
Extraurbani	15	1	12	4				32
Privato Trasporto Persone	18	13	14	22				67
Urbani				1				1
Altri usi	1							1
TOTALE	34	14	26	27				101

Il parco automezzi della Provincia di Vercelli è piuttosto vecchio. Si deve notare che in Provincia circolano molti veicoli Euro 0, che non rispettano alcuna normativa sulle emissioni (il 17% degli autoveicoli, il 25% degli autocarri merci, il 64% dei motocicli e il 33% degli autobus).

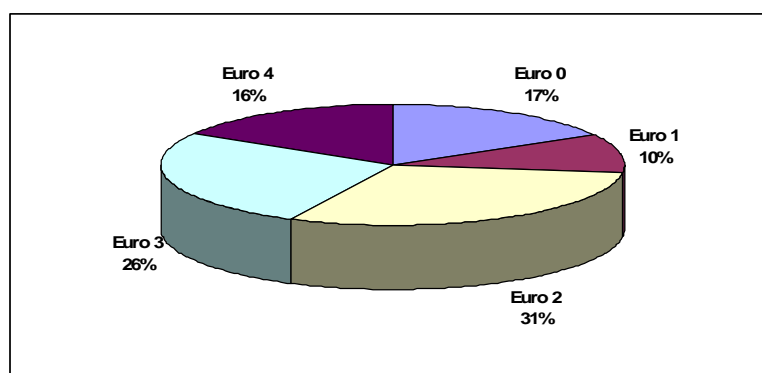


Figura 6.7.10 – Distribuzione percentuale per gli autoveicoli

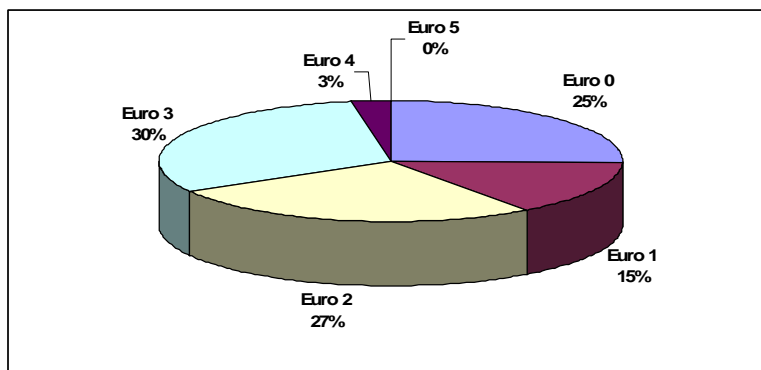


Figura 6.7.11 - – Distribuzione percentuale per gli autocarri merci

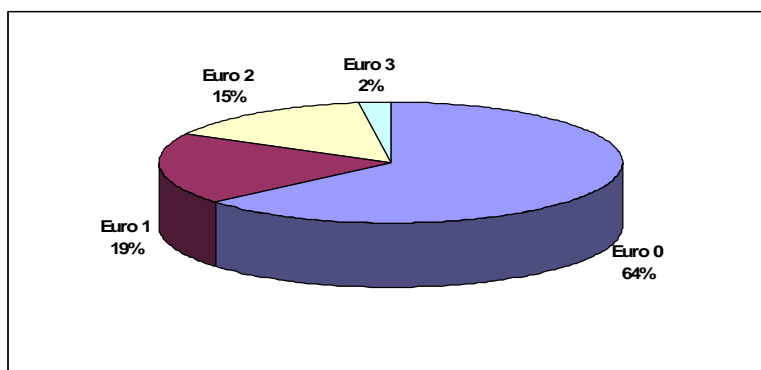


Figura 6.7.12 - – Distribuzione percentuale per i motocicli

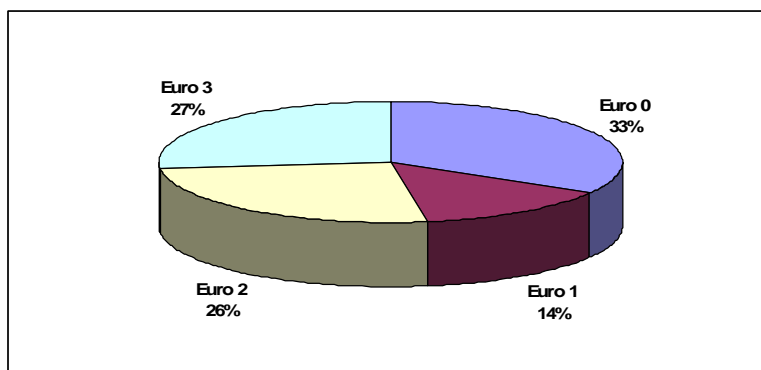


Figura 6.7.13 - – Distribuzione percentuale per gli autobus

6.7.4 Stima di risparmio e riduzione delle emissioni

Scenario 1

La valutazione dei benefici ottenibili da un ammodernamento del parco veicoli della Provincia di Vercelli è stata fatta ipotizzando che tutti i veicoli Euro 0, Euro 1 e Euro 2 vengano sostituiti, mediante politiche di incentivazione, con veicoli Euro 4.

Con questo intervento si otterrebbe il seguente risultato:

- Un risparmio di combustibile (benzina e gasolio) del 19% circa.

- Una riduzione di emissione di CO_{2,eq} del 45% circa.

Scenario 2

Si promuovono non solo i veicoli Euro 4, ma anche i veicoli a metano, GPL e ibridi. Se si ipotizza una penetrazione di queste tecnologie pari al 20-50% del totale dei veicoli Euro 0, Euro 1 e Euro 2, i benefici in termini di consumo ed emissioni rispetto alla situazione attuale sarebbero:

Percentuale di penetrazione	Riduzione consumi	Riduzione emissioni
20%	22%	47%
30%	23%	48%
40%	25%	49%
50%	26%	50%

A questi interventi se ne può aggiungere anche un altro:

- **Sostituzione del parco autobus pubblici in autobus a metano e a idrogeno**, il quale non darebbe grandi benefici in termini assoluti, in quanto gli autobus partecipano in piccola parte al quadro complessivo dei consumi e delle emissioni legate al settore trasportistico, ma avrebbe un grande impatto sulla diffusione e promozione di tecnologie pulite ed efficienti.

Tutti questi interventi consentirebbero inoltre un miglioramento della qualità dell'aria nella Provincia di Vercelli, riducendo drasticamente il numero di superamenti della soglia limite di PM10.

6.7.5 Scheda riassuntiva di intervento

Intervento	Consumo attuale benzina + gasolio per trasporti (GWh/anno)	Risparmio energetico (GWh/anno)	Riduzione emissioni (kton/anno)
TRASPORTO			
Scenario 1: sostituzione dei veicoli Euro 0, Euro 1 e Euro 2 con veicoli Euro 4	1418,4	269,5	110,51
Scenario 2: sostituzione dei veicoli Euro 0, Euro 1 e Euro 2 con veicoli Euro 4 + veicoli a metano – GPL – ibridi	1418,4	Penetrazione veicoli efficienti = 20% 312,1	Penetrazione veicoli efficienti = 20% 115,4
		Penetrazione veicoli efficienti = 30% 326,2	Penetrazione veicoli efficienti = 30% 117,9
		Penetrazione veicoli efficienti = 40% 354,6	Penetrazione veicoli efficienti = 40% 120,3
		Penetrazione veicoli efficienti = 50% 368,8	Penetrazione veicoli efficienti = 50% 122,8

6.7.6 Linee guida di intervento

Si propone di:

- incentivare la rottamazione di veicoli Euro 0, Euro 1 e Euro 2 e l'acquisto di veicoli Euro 4;

- diffondere i concetti di car-sharing e car-pooling mediante campagne pubblicitarie;
- sostituire l'intero parco veicoli pubblici con automezzi più puliti (metano, GPL, elettrici);
- promuovere e finanziare progetti di ricerca e sviluppo per la realizzazione di veicoli pubblici ad idrogeno.

6.8 Teleriscaldamento

6.8.1 Introduzione

Il teleriscaldamento rappresenta una valida opportunità per la razionalizzazione dell'uso dell'energia, perché consente di ottimizzare il funzionamento dei generatori di calore garantendo livelli di efficienza superiori rispetto alle tecnologie tradizionali. I vantaggi che il teleriscaldamento può offrire, rispetto alle forme tradizionali di produzione di energia termica, essenzialmente possono essere ricondotti a:

- Benefici collettivi: risparmio energetico e benefici ambientali
- Benefici individuali: vantaggi economici e semplicità d'uso per gli utenti

Benefici collettivi

A livello nazionale i consumi complessivi di energia nei settori residenziale e terziario costituiscono circa il 28% del totale e la loro razionalizzazione, anche tramite maggior utilizzo del teleriscaldamento, costituisce un passo fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi energetici che il nostro paese si è fissato in termine di riduzione del consumo di fonti fossili.

Il teleriscaldamento urbano consente di utilizzare tutte le fonti energetiche disponibili, integrandole efficacemente; infatti nella centrale è possibile bruciare combustibili diversi a seconda della maggiore convenienza economica del momento e della disponibilità sul mercato. E' anche possibile utilizzare il calore di recupero da vari processi industriali, da forni inceneritori di rifiuti, o da altre fonti energetiche rinnovabili, come le biomasse (sottoprodotti agricoli, scarti dell'industria, ecc.) o le falde geotermiche.

Anche nel caso in cui l'input energetico sia una fonte fossile, il teleriscaldamento utilizzando centrali a cogenerazione produce energia elettrica e calore, consentendo di utilizzare una frazione cospicua dell'energia primaria contenuta nel combustibile, ben superiore a quella consentita dalle produzioni separate.

Il teleriscaldamento, quindi, permette di ridurre i consumi e utilizzare al meglio il combustibile: un solo impianto, ad elevato rendimento, sostituisce migliaia di caldaie relativamente poco efficienti dal punto di vista energetico e altamente impattanti sull'ambiente.

Una sola fonte di emissioni è meglio monitorabile dal personale interno e dalle agenzie preposte (Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente, ARPA) e può essere facilmente sottoposta agli interventi migliorativi resi disponibili dal progredire delle tecnologie di abbattimento degli inquinanti.

Il teleriscaldamento, perciò:

- Attua una razionale politica nell'uso delle fonti energetiche con ampia possibilità di adattamento alle mutevoli situazioni del mercato energetico nazionale ed internazionale.
- Raggiunge ottimi risultati di efficienza e di risparmio.
- Contribuisce validamente al miglioramento della qualità dell'aria anche negli ambiti più compromessi come i centri urbani. Il camino della centrale sostituisce i camini delle singole case nella città e l'elevata efficienza dei generatori impiegati nella centrale e la costante sorveglianza degli stessi da parte di personale specializzato, contribuiscono, unitamente alla presenza di efficaci depuratori dei fumi di scarico, ad un determinante beneficio ambientale.

Nel caso di centrali di teleriscaldamento, infatti, il D.P.R. 1391/1970 richiede l'adozione obbligatoria di apparecchiature di controllo e monitoraggio continuo della composizione dei fumi, ed il D.P.R.

412/1993 impone ogni 6 mesi l'analisi dei fumi e del rendimento. Il recente D.Lgs. 192/2005 prevede invece che gli impianti condominiali centralizzati siano soggetti a verifica mediamente ogni anno e quelli autonomi ogni due anni o addirittura ogni 4 anni.

Il risparmio energetico conseguibile in Italia, con la cogenerazione al servizio del teleriscaldamento è pari a quasi il 25% della domanda complessiva di energia per riscaldamento. A questo va aggiunto anche l'ulteriore risparmio energetico ottenibile nella produzione di acqua calda sanitaria, soprattutto là dove questa è ancora prodotta con scaldabagni elettrici o da una caldaia condominiale tradizionale, che lavora in estate a molto minore rendimento.

E' evidente come il risparmio in questo settore possa svolgere un ruolo importante nel conseguimento degli obiettivi della politica energetica nazionale, tesa a ridurre l'attuale dipendenza energetica in generale, e dai combustibili fossili in particolare.

Risparmio energetico e riduzione delle emissioni, sono quindi i presupposti che giustificano la realizzazione di sistemi di teleriscaldamento (alimentati da impianti di cogenerazione o da fonti rinnovabili).

La riduzione dell'impatto ambientale è anzi diventato, oggi, prioritario rispetto ai problemi di puro risparmio energetico. Basti ricordare le alterazioni climatiche connesse alle emissioni di gas ad effetto serra (CO₂ in primo luogo), in larga parte dovute proprio all'utilizzo dei combustibili fossili. Non a caso le norme attuative degli accordi internazionali per la riduzione dei gas serra (Protocollo di Kyoto) indicano proprio nel teleriscaldamento uno degli strumenti più efficaci.

La diffusione del TLR, in particolare, consente di ridurre le emissioni di sostanze inquinanti quali:

- CO₂, anidride carbonica, gas responsabile dell'effetto serra
- SO_x, ossidi di zolfo,
- NO_x, ossidi di azoto, composti responsabili di danni alla salute umana e all'ambiente attraverso le piogge acide;
- CO, ossido di carbonio, composto responsabile di gravi danni alla salute umana;
- Particolato, sostanza in grado di danneggiare la salute umana e l'ambiente urbano.

Infine, nei sistemi di teleriscaldamento alimentati con centrale a cogenerazione, la contemporanea produzione di energia elettrica in prossimità dei centri di utilizzo, influisce positivamente sul sistema di trasporto e distribuzione diminuendo la necessità di costruire nuovi elettrodotti ad alta e altissima tensione, particolarmente impattanti sull'ambiente.

Per dare una idea più concreta sul vantaggio ambientale del teleriscaldamento, rispetto al riscaldamento con impianti autonomi, si riportano i risultati di uno studio per la valutazione di Impatto Ambientale effettuata per un impianto realizzato nel comune di Cesena (FC).

Le immagini, ottenute con un modello di simulazione, comparano la concentrazione delle emissioni in atmosfera, nei due casi: impianti autonomi e teleriscaldamento con centrale a cogenerazione.

Il risultato mostra chiaramente il vantaggio ambientale ottenibile con il sistema di teleriscaldamento.

Benefici per gli utenti

Il servizio di teleriscaldamento per l'utente finale è essenzialmente semplice da utilizzare, sicuro ed economico.

⁵ Fonte AIRU – Associazione Italiana Riscaldamento Urbano

La semplicità d'uso e la sicurezza sono garantite dal fatto che si distribuisce acqua calda, per cui non è più necessario installare la centrale termica presso l'abitazione o il condominio e tutte le infrastrutture connesse al suo funzionamento, come canne fumarie, locali appositi, scarichi di sicurezza o cisterne.

Venendo meno la centrale termica presso l'utenza, vengono eliminati anche i rischi di esplosione ed intossicazione da fumi, eventi che durante i periodi invernali continuano purtroppo a ripetersi, dal momento che le prescrizioni di legge, sulle verifiche di sicurezza e di efficienza energetica delle caldaie, non sempre vengono osservate e ed è impossibile effettuare controlli a tappeto su un numero così elevato di impianti.

Il teleriscaldamento per questi motivi consente, inoltre, all'utente finale di evitare i costi relativi alla manutenzione e sostituzione degli impianti; le apparecchiature della sottocentrale, infatti, sono semplici e gli oneri di manutenzione minimi, l'utente paga solamente il calore già pronto all'uso, a consumo effettuato, ad una tariffa equiparabile a quella del calore prodotto tramite combustione in una caldaia individuale alimentata a gas naturale.

Tenuto conto dei sensibili minori costi di gestione il costo finale del calore da teleriscaldamento risulta ovunque inferiore a quello di qualunque altro vettore energetico commerciale oggi disponibile sul mercato, così come evidenziato nel grafico sottostante (Figura 7):

Dal punto di vista della gestione energetica, non si può non considerare che gli impianti "autonomi" hanno indotto gli utenti a ridurre gli sprechi, dal momento che si paga solo quello che realmente si consuma. Proprio per questo i moderni sistemi di teleriscaldamento prevedono tutti sistemi di contabilizzazione per ogni singolo alloggio, abbinati a sistemi di controllo dei tempi e delle temperature. In questo modo l'impianto di teleriscaldamento può essere gestito, in termini di temperature, periodi di funzionamento e consumi, esattamente come un impianto autonomo assicurando in più redimenti energetici globali superiori e maggiore sicurezza.

La diffusione del teleriscaldamento, per questi motivi, garantisce all'utente:

- più convenienza rispetto al gasolio o al GPL poichè il costo del teleriscaldamento è ancorato a quello del gas naturale, definito secondo i parametri stabiliti dall'Autorità per l'Energia Elettrica e Gas;
- maggiore convenienza anche per coloro che già utilizzano il gas naturale: l'assenza della caldaia e il non uso della canna fumaria si traducono in minori costi di gestione e manutenzione della Centrale Termica;
- nessun costo di sostituzione di caldaia e bruciatore;
- abbattimento dei costi per la manutenzione e controllo periodico obbligatorio della caldaia e del bruciatore, inclusa la pulizia e la verifica dei condotti dei fumi, previste dal D.P.R. 412/93 per gli impianti di riscaldamento tradizionali, sia a metano che a gasolio;
- risparmio dello spazio solitamente dedicato al locale caldaia negli edifici di nuova costruzione;
- realizzazione e/o riconversione di alcune delle superfici calpestabili presenti sul tetto degli edifici grazie all'eliminazione delle canne fumarie;
- eliminazione della necessità del "terzo responsabile"⁶ per le attività direttamente connesse a caldaia e bruciatore.

⁶ Il terzo responsabile è il soggetto al quale è possibile delegare la responsabilità relativa all'esercizio e alla manutenzione dell'impianto termico.

Un sistema di teleriscaldamento è costituito generalmente da una centrale in cui si produce energia termica, una rete di distribuzione che alimenta le utenze finali attraverso scambiatori di calore, in sostituzione delle caldaie preesistenti.

6.8.2 Centrale di produzione del calore

Le tipologie dei generatori per la produzione di calore per una rete di teleriscaldamento possono essere molteplici, in funzione della tecnologia prescelta e del combustibile. A seconda della situazione specifica, delle condizioni delle utenze e del sito, si possono infatti adottare centrali di cogenerazione costituite da gruppi combinati con turbine a gas e vapore, piuttosto che da motori endotermici, oppure esclusivamente centrali termiche con caldaie tradizionali, oppure ancora un sistema misto, parzialmente cogenerativo. Anche la scelta dei combustibili può essere varia: si può considerare l'utilizzo del gas metano (dove la rete copre il servizio di distribuzione), dei combustibili liquidi, anche in integrazione l'uno rispetto all'altro, se si vuole ad esempio raggiungere un mix energetico vantaggioso a seconda della disponibilità di fonte primaria e del suo costo. Si possono inoltre sfruttare cascami termici derivanti da altri processi produttivi per i quali il calore rappresenta unicamente un prodotto di scarto, come ad esempio gli impianti industriali ad uso tecnologico, i forni di incenerimento dei rifiuti o per la lavorazione delle materie prime, sottoprodotti agricoli e scarti dell'industria.

La creazione di un'unica centrale rispetto a diverse caldaie dislocate presso le utenze determina una serie di vantaggi:

- la gestione energetica è ottimizzata, mantenendo la rete in temperatura e garantendo un'erogazione continuativa, evitando i picchi giornalieri legati ad esempio alle limitazioni delle 14 ore di accensione previste dalla legge per gli impianti di riscaldamento. Solitamente la potenza termica complessiva della centrale di teleriscaldamento è inferiore di circa il 30% - 40% rispetto alla somma delle potenze nominali delle singole utenze.
- La gestione di un unico grande impianto consente di raggiungere rendimenti medi stagionali più elevati rispetto alle singole caldaie, riducendo il fabbisogno di energia primaria a parità di utenze servite.
- Le utenze sono servite solo con acqua calda e non più con un combustibile, evitando così problemi legati in particolare alla sicurezza (soprattutto per il gas metano) e alle emissioni: infatti lo scarico dei fumi viene concentrato su un unico camino della centrale e può essere più facilmente soggetto a controlli sulle emissioni da parte degli enti preposti (APRA).
- Grazie all'applicazione di efficienti sistemi di trattamento dei fumi, è possibile raggiungere risultati decisamente interessanti circa l'abbattimento di sostanze inquinanti rilasciate in ambiente
- La diffusione del teleriscaldamento, in particolare, consente di ridurre le emissioni di sostanze inquinanti quali:
 - CO₂, anidride carbonica, gas responsabile dell'effetto serra
 - SO_x, ossidi di zolfo,
 - NO_x, ossidi di azoto, composti responsabili di danni alla salute umana e all'ambiente attraverso le piogge acide;
 - CO, ossido di carbonio, composto responsabile di gravi danni alla salute umana;
 - Particolato, sostanza in grado di danneggiare la salute umana e l'ambiente urbano.

6.8.2.1 Teleriscaldamento e cogenerazione

Spesso nei sistemi di teleriscaldamento vengono impiegate centrali di cogenerazione perché consentono il raggiungimento di una maggior efficienza energetica globale. Con questa tecnologia, infatti, la centrale è in grado di produrre energia elettrica, e recuperare contemporaneamente l'energia termica che si sprigiona durante il processo termodinamico e che nelle centrali elettriche convenzionali viene disperso in atmosfera come "scarto". Pertanto, a parità di energia utile prodotta, la produzione combinata di energia elettrica e termica consente un minor consumo di combustibile, massimizzando lo sfruttamento delle fonti primarie in ingresso al sistema. Questa combinazione consente inoltre di creare condizioni economiche vantaggiose per l'utente finale (che altrimenti potrebbe orientare la scelta su altri sistemi tradizionali) e permette in questo modo un rientro in tempi più brevi dei costi di investimento e di gestione soprattutto della rete di tubazioni.

Infine, nei sistemi di teleriscaldamento alimentati con centrale a cogenerazione, la contemporanea produzione di energia elettrica distribuita sul territorio, in prossimità dei centri di utilizzo, influisce positivamente sul sistema di trasporto e distribuzione diminuendo la necessità di costruire nuovi elettrodotti ad alta e altissima tensione, particolarmente impattanti sull'ambiente.

6.8.3 Rete di distribuzione

Il concetto del teleriscaldamento si basa proprio sulla funzionalità e sull'efficienza della rete di distribuzione, che rappresenta tuttavia uno dei costi più significativi per l'investitore (privato o pubblico), con tempi di rientro particolarmente lunghi. La rete è anche un aspetto che richiede massima attenzione dal punto di vista tecnico, sia per la posa che per la gestione. Si possono elencare a proposito alcune considerazioni in merito alla fattibilità di una rete di teleriscaldamento:

- è indispensabile che ci sia spazio per lo scavo necessario ad interrare la rete (tubo di mandata e di ritorno coibentati), rispetto alle altre reti che servono solitamente le aree urbane e suburbane: linee telecomunicazioni e fibre ottiche, linee elettriche, condotti acqua e scarichi fognari. La linea di teleriscaldamento è soggetta a continui stress dovuti alla dilatazione del materiale per la temperatura dell'acqua che circola all'interno. Negli scavi è opportuno creare gli spazi per dare alle tubazioni una forma geometrica tale da sopportare meccanicamente queste deformazioni.
- Per ragioni tecniche di monitoraggio è importante inoltre prevedere la posa di condotti (tubo corrugato) per il passaggio di cavi elettrici di segnale lungo la linea.
- Il costo della rete diventa tanto maggiore quanto più è "pregiato" il manto di copertura stradale, pertanto diventa tecnicamente ed economicamente più sostenibile la posa di una rete di teleriscaldamento lungo strade o marciapiedi asfaltati piuttosto che su pavé cubettati o con ciottoli, tipici dei centri storici delle città o dei piccoli borghi montani.
- Essendo la rete interrata è difficile individuare eventuali anomalie ed intervenire tempestivamente. Pertanto è necessario considerare la necessità di un ottimo sistema di monitoraggio della rete, basato su diversi tipi di controllo (cadute di pressione sulla linea, riduzione delle portate, sensori di perdite acqua lungo le tubazioni) in modo tale che, in caso di anomalie o guasti, il personale specializzato sappia individuare in maniera sufficientemente precisa le cause e possa quindi intervenire con tempi e spese ridotti.

Per questa serie di ragioni, nella scelta di una eventuale realizzazione di impianti di teleriscaldamento, è importante considerare le caratteristiche del percorso delle tubazioni, della posa, e della gestione della rete. E' inoltre indispensabile individuare aree in cui siano concentrate utenze energivore facilmente

raggiungibili con reti relativamente brevi, in modo tale che la concentrazione dei consumi renda possibile tecnicamente ed economicamente la realizzazione di un sistema di teleriscaldamento.

6.8.4 Sottocentrali e utenze

La rete di teleriscaldamento, come già accennato, richiede la sostituzione della tradizionale caldaia con uno o più scambiatori di calore che trasferiscono energia termica in maniera indiretta dal circuito primario (rete di teleriscaldamento) al circuito secondario (distribuzione dell'utenza) che può essere ad esempio l'impianto di un condominio, una singola utenza, un'azienda. Tuttavia, quando si interviene su edifici esistenti e pertanto già dotati di centrale termica, talvolta si preferisce mantenere anche il sistema precedente (se tecnicamente possibile), in modo tale da garantire una sicurezza maggiore nell'erogazione del calore anche in caso di guasto sulla rete. E' questo un aspetto importante che incide sulla stesura dei contratti tra l'utente e il gestore della rete, perché gioca sulla continuità dell'approvvigionamento termico, garanzia che assume importanza e cui corrisponde un costo (diretto o indiretto) sul piano contrattuale.

Anche in questo caso è opportuno considerare alcuni aspetti significativi nella valutazione della convenienza tecnico economica per la realizzazione o l'allacciamento ad una rete di teleriscaldamento:

- Generalmente lo scambiatore viene posato dall'azienda che realizza e gestisce l'impianto di teleriscaldamento, quindi le competenze del responsabile di impianto si limitano a tutto ciò che è a valle dello scambiatore stesso (escluso).
- Con l'allacciamento ad una rete di teleriscaldamento il soggetto responsabile dell'impianto (terzo responsabile o proprietario) viene sgravato da una serie di oneri e costi legati al generatore di calore per via della manutenzione, della pulizia, dei controlli periodici sulla qualità delle emissioni ai fumi.
- Il contratto di allacciamento ad una rete di teleriscaldamento prevede la vendita del calore all'utenza in unità di energia e non più di combustibile, ad esempio in MWh e non più in m³ di metano o litri di gasolio.
- Nella valutazione della convenienza o meno dell'allacciamento ad una rete di teleriscaldamento, il costo dell'energia (€/MWh) deve essere confrontato con i costi di gestione precedenti (combustibile, assistenza, manutenzione ordinaria e straordinaria), considerando il coefficiente dell'efficienza del generatore di calore (rendimento medio globale stagionale), comparando quindi la tariffa proposta con il costo dell'energia calcolato a valle del generatore negli esercizi precedenti.
- Il costo dell'energia erogata dalle reti di teleriscaldamento dipende dalle caratteristiche della centrale e del sistema nel suo complesso, ma normalmente è inferiore rispetto alle tecnologie tradizionali. I costi del MWh dipendono comunque dal mercato dell'energia, e quindi è prevista già da contratto una periodica oscillazione del costo in funzione dell'andamento del prezzo del metano e degli altri combustibili.
- Nella conversione di impianti autonomi ad una rete di teleriscaldamento è importante garantire all'utente un margine di "indipendenza" rispetto alla gestione delle tempistiche e alla regolazione dell'impianto. Pertanto generalmente si prevede all'interno dell'intervento l'installazione un sistema di contabilizzazione dell'energia per singola utenza e un relativo sistema di termoregolazione, per consentire maggiore autonomia all'utente.

Se da un lato sono state evidenziate considerazioni positive in favore della realizzazione di reti di teleriscaldamento, è opportuno analizzare anche un aspetto legato all'impatto sociale. Considerando che

solitamente le aziende che realizzano opere di questa entità sono esterne al territorio e legate a grandi gruppi e società energetiche, è importante salvaguardare in questo tipo di operazioni il ruolo dei manutentori e dei terzi responsabili locali, che possono venire meno ad una fetta importante delle proprie attività professionali. E' importante quindi un coinvolgimento di queste figure attraverso le associazioni di categoria che li rappresentano, affinché non solo venga garantita una continuità delle loro attività, ma vengano coinvolti direttamente in un processo graduale di crescita professionale e di acquisizione di competenze tecniche mirate all'innovazione tecnologica.

6.8.5 Promozione del teleriscaldamento

L'ostacolo principale alla diffusione dei sistemi di teleriscaldamento non è certo legato agli aspetti tecnologici, semplici e collaudati, o ambientali, ma agli aspetti finanziari, normativi e culturali. Da un punto di vista "culturale" il teleriscaldamento è piuttosto sconosciuto ed è spesso confuso con i vecchi sistemi centralizzati di riscaldamento che, a causa della mancanza dei sistemi di contabilizzazione separata del calore, non godono certo di buona fama. Inoltre, il mercato immobiliare ha promosso negli ultimi decenni unicamente i vantaggi del riscaldamento autonomo e pertanto oggi è ancora difficile sensibilizzare gli utenti a forme di riscaldamento che si discostano dalla cosiddetta "caldaietta singola".

Da un punto di vista finanziario, invece, l'unico ostacolo è presentato dai costi iniziali per la realizzazione della rete di distribuzione che garantiscono un ritorno economico dell'investimento nel medio - lungo periodo e pertanto non sempre sono considerati "appetibili" dagli investitori privati.

I costi di realizzazione della rete, infatti, sono decisamente più alti nel caso di comparti urbanistici esistenti, siano essi di tipo residenziale o produttivo, mentre nel caso di aree di espansione, questi costi sono più contenuti e possono essere ricompresi negli oneri di urbanizzazione (vedi paragrafo "*come si finanzia*"). In queste casi, le Amministrazioni locali hanno la possibilità di fare da promotori nei confronti degli operatori privati per la realizzazione del sistema di teleriscaldamento, all'interno delle iniziative di carattere immobiliare. Il coinvolgimento di questi operatori privati non ha ancora un percorso metodologico istituzionalizzato e perciò dipende dalla sensibilità della singola amministrazione e dalla capacità di dialogare dei suoi "decision makers" verso il mondo imprenditoriale.

Da un punto di vista normativo, invece, esiste da un lato un'attenzione della legislazione fiscale, che consente l'utilizzo dell'accisa industriale (più bassa), anziché quella civile, nei teleriscaldamenti alimentati da cogenerazione, dall'altro la legislazione civile non consente alle amministrazioni di obbligare i cittadini, residenti in edifici già esistenti, a collegarsi al servizio, anche se esso arriva davanti alla loro utenza. La pianificazione regionale o provinciale non ha finora dato chiare indicazioni ai Comuni su come comportarsi rispetto all'opzione di pianificare urbanisticamente reti di teleriscaldamento.

Ciò che invece non viene messo in discussione riguardo al sistema di teleriscaldamento è il vantaggio in termini di sostenibilità ambientale.