

Le potenzialità della razionalizzazione energetica

Giuseppe Grazzini

Dipartimento di Energetica "S.Stecco"

Università di Firenze, Via S.Marta 3, 50139 Firenze

Introduzione

Quando si parla di energia usualmente si pone l'accento soprattutto sull'energia elettrica e sulle risorse complessivamente consumate dal Paese. E' opportuno invece considerare che solo una percentuale, che non arriva al 20% dei consumi finali, viene usata sotto forma di energia elettrica, mentre il resto è per lo più usato come combustibili per i trasporti, l'industria ed il riscaldamento. Come mostra la figura 1, è ampia la differenza tra le risorse impegnate e l'energia effettivamente utilizzata. Conseguentemente è necessario non solo risparmiare, cioè ridurre i consumi in senso assoluto, ma soprattutto razionalizzare il sistema al fine di ridurre la differenza tra le risorse impegnate e l'effettiva utilizzazione dell'energia. Dato che circa un 30% degli usi finali sono destinati al riscaldamento di fluidi a bassa temperatura, cioè inferiore ai 100°C, una razionalizzazione legata alla qualità termodinamica delle risorse utilizzate, per lo più combustibili capaci di fornire energia termica a temperature superiori ai 1000°C, porta subito a considerare la necessità di ottenere energia elettrica e calore attraverso la cogenerazione. Tale tipo di impianto può trovare applicazione nel settore civile se si abbandona l'idea di megaimpianti a scala urbana.

Consumi e fabbisogni

Una stima dei consumi globali di energia della città di Firenze, all'interno dello studio da noi effettuato per il Piano Energetico, fornisce il valore di circa 21 000 000 GJ l'anno. Più interessante del valore assoluto che potrebbe essere anche sottostimato, è la composizione percentuale delle varie fonti energetiche, riportata in Fig.2, che mostra anche l'incidenza dei trasporti. Come si può notare dai dati, la maggior parte dei consumi sono legati al riscaldamento, settore dove si potrebbe facilmente intervenire, più facilmente ancora che sui trasporti. Su questi ultimi l'eventuale introduzione di trasporti pubblici elettrici porterebbe a spostare i consumi verso la fonte elettrica, ma non a diminuire i consumi stessi. Viceversa nel campo del riscaldamento anche l'introduzione generalizzata di controlli automatici potrebbe ridurli notevolmente. Si consideri che l'attuale normativa italiana pone scarsi limiti ai consumi; un confronto fatto utilizzando un FEN (fabbisogno energetico normalizzato) di legge per edifici nell'area fiorentina mostra come il consumo ammesso sia circa doppio di quello ammesso in Germania fino ad un paio di anni fa (100kWh/anno m²) nonostante le ben diverse condizioni climatiche. Una conferma dell'importanza del riscaldamento viene anche dai consumi di gas metano riportati in figura 3.

Tali consumi energetici comportano un notevole costo economico, legato all'inquinamento, ma anche al costo intrinseco. Se si considera un costo medio di 150 Lit/kWh per l'energia elettrica ed 850 Lit/m³ per il metano, 1700 Lit/l per la benzina etc. si può stimare l'esborso annuo in almeno 680 GLit (miliardi di lire) per la sola città di Firenze.

Anche andando a considerare il livello regionale il peso del riscaldamento si rivela importante, soprattutto per le abitazioni, come si rileva dai dati del PER riportati nelle figure 4 e 5. Esse riportano la stima dei fabbisogni dei vari settori sulla base dei gradi giorno previsti dalle normative. Il confronto tra i fabbisogni ed i consumi effettivi destagionalizzati può permettere un'analisi degli interventi possibili sul piano del risparmio della razionalizzazione dell'uso delle risorse.

Razionalizzazione

Questo termine non va considerato solo in relazione al secondo principio della termodinamica, ma anche dal punto di vista impiantistico. Mentre il risparmio si può ottenere con interventi di limitazione delle perdite, oppure modificando le abitudini degli utilizzatori, la razionalizzazione degli impianti è compito dei progettisti e dei conduttori. Essa si può attuare mediante controlli più sofisticati, che adeguino meglio nel tempo la fornitura di energia alla richiesta, ma soprattutto con

un diverso atteggiamento nei confronti dei molteplici tipi di impianti possibili, andando a fornire il corretto livello qualitativo energetico corrispondente alle utenze.

Per fare quanto sopra occorre considerare che gli impianti richiedono investimenti, nel caso di edifici per uffici si va oltre il 50% del costo totale, e quindi vanno visti in un'ottica economicamente valida.

Vale a dire che bisogna ridurre il livello dei costi di acquisto aumentando per quanto è possibile le sinergie tra i diversi impianti (illuminazione e riscaldamento, telegestione ed allarmi etc.), ma soprattutto si deve considerare il costo totale durante tutta la vita dell'impianto, e non solo il costo di acquisto. Ciò implica introdurre tra le variabili economiche il costo di gestione e di manutenzione, cosa che accade di solito a livello industriale, ma raramente nel campo civile.

Un altro punto importante è la tipologia di impianto e la sua risposta alla richiesta del sistema. Come mostra la figura 6, relativa al salto di temperatura che si ha tra interno ed esterno durante il periodo di riscaldamento secondo l'anno tipo per Firenze, i periodi di massima richiesta sono molto limitati, e ciò vale anche nel periodo estivo. Però è sulla massima richiesta che vengono usualmente dimensionati gli impianti e questi presentano in genere la massima efficienza proprio alla massima potenza. Vale a dire che si usa una macchina da corsa per viaggiare nel traffico cittadino. Dovremmo fare in modo di avere l'efficienza massima ai più frequenti carichi intermedi piuttosto che alla massima potenza. Per questo è necessario riconsiderare gli impianti, valutando schemi ed apparati diversi, dalle caldaie a condensazione alle pompe di calore, elettriche od a motore a combustione, per limitarsi al riscaldamento, realizzando sistemi energeticamente ed economicamente razionali, adeguandoli alle specifiche esigenze delle varie utenze, realizzando anche, se necessario, nuove macchine.

Produzione di freddo ed impatto ambientale

Il consumo energetico dei paesi industrializzati è sempre più influenzato dalla richiesta di energia elettrica da parte degli impianti di refrigerazione; d'altra parte la produzione di freddo è importantissima sia per esigenze di conservazione degli alimenti che per il condizionamento degli ambienti civili ed industriali, anche al fine di realizzare processi produttivi.

Oggi i problemi che si pongono nell'impiego delle macchine frigorifere, riguardano soprattutto il consumo energetico e l'inquinamento ambientale.

I sistemi più diffusi di produzione del freddo funzionano secondo cicli termodinamici a compressione di vapore e richiedono il consumo di energia pregiata, soprattutto elettrica, oltre all'impiego di fluidi di lavoro spesso dannosi per l'ambiente.

A Montreal nel 1987, essendo stata accertata l'azione dannosa dei clorofluorocarburi (CFC) nei confronti dell'ozono stratosferico, è stato concordato un Protocollo che ne prevede l'eliminazione. Un ulteriore accordo è stato sottoscritto in occasione del Summit della Terra di Rio de Janeiro del 1992, dove gli Stati nazionali hanno assunto l'impegno volontario di ridurre entro il 2000 le emissioni di gas che producono l'effetto serra rispetto al livello misurato nel 1990. Impegno confermato e quantificato a Kyoto nel dicembre del 1997 alla terza Conferenza delle Parti durante la Convention of the United Nations on Climate Change (UNFCCC). I CFC sono legati anche a questo problema per due ragioni; perché la loro presenza nell'atmosfera contribuisce al fenomeno direttamente e perché la maggioranza degli impianti frigoriferi a compressione impiega energia elettrica ottenuta per via termoelettrica, con associata emissione di anidride carbonica, causa principale dell'effetto serra.

Quanto sopra ha innanzi tutto spinto i ricercatori di tutto il mondo alla ricerca di fluidi alternativi, meglio se naturali.

Dal punto di vista energetico si possono aumentare i rendimenti della macchina o del sistema di utilizzazione dell'energia, razionalizzandolo sulla base del secondo principio della termodinamica. Ad esempio la cogenerazione, associata a macchine ad assorbimento in particolare, oltre a consentire un notevole risparmio di energia primaria, permette anche di conseguire una consistente riduzione delle emissioni di CO₂, riducendo così l'effetto serra.

Sono stati proposti due parametri di valutazione dell'impatto sull'ambiente dei gas, il GWP (Global Warming Potential), potenziale di riscaldamento globale, ed il TEWI (Total Equivalent Warming Impact), impatto equivalente di riscaldamento totale.

L'indice GWP misura l'azione diretta dei vari fluidi dovuta alla loro permanenza nella stratosfera ed i valori sono espressi in kg di CO₂ equivalenti mentre il TEWI valuta sia il contributo diretto del GWP, che il contributo in CO₂ dovuto al combustibile necessario alla produzione di energia termoelettrica. Per la permanenza si considera un periodo convenzionale di 100 anni. La relazione proposta dallo Standard Europeo 378 nel 1995 è la seguente [Ure, 1995, Casale, 1997, Cavallini, 1998]:

$$TEWI = [(GWP \times m) + (E \times b \times t)] \times n$$

in cui è:

m [kg]	massa di fluido emessa verso l'atmosfera ogni anno
E [kJ]	consumo di energia elettrica giornaliero
b [kg CO ₂ /kJ]	emissione di CO ₂ per unità di energia (kJ) elettrica prodotta (EU b=0.513, I b=0.712, D b=0.641)
t [giorni/anno]	giorni di funzionamento del sistema in un anno
n [anni]	anni di vita utile del sistema

La formula proposta, come rilevato dal Casale, richiede modifiche giacché la valutazione del tempo di impiego di un impianto di condizionamento dell'aria, ad esempio, non può prescindere dai valori della temperatura media stagionale che variano in modo consistente da un Paese all'altro ed inoltre, considerando solo le emissioni di CO₂, il TEWI privilegia i Paesi che fanno ampio uso di energia elettrica da fonte termoelettrica. Nonostante ciò rappresenta un primo tentativo di misurare l'impatto ambientale di un singolo impianto.

Danni all'ambiente derivano sia dalla dispersione dell'olio di lubrificazione e del fluido primario a causa di perdite durante l'assemblaggio dei gruppi e dei sistemi, durante la ricarica ed il funzionamento dell'impianto, sia dalla produzione indiretta di anidride carbonica durante la vita operativa dei sistemi.

I più importanti sono collegati alla salvaguardia della fascia di ozono stratosferico ed all'aumento del riscaldamento globale della troposfera. La convenzione di Montreal nel 1987 si occupò, in modo specifico, della riduzione dello strato di ozono ponendo limiti all'uso, come fluidi frigorigeni, dei clorofluorocarburi, a causa della loro azione distruttiva sull'ozono stesso. Quest'ultimo è uno stato allotropico dell'ossigeno la cui formazione è dovuta all'azione della radiazione ultravioletta, molto intensa nella stratosfera, che porta l'ossigeno monoatomico, dovuto ad esempio alle scariche elettriche temporalesche, a legarsi all'O₂ per formare la molecola O₃.

I clorofluorocarburi sono composti molto stabili che diffondono fino ad alte quote, dove l'azione della radiazione solare li porta a rilasciare il cloro che fa parte della loro molecola. Tale cloro ha una funzione catalitica nella riduzione dell'ozono ad ossigeno, riducendo così l'azione di filtro dello strato di ozono nei confronti della radiazione ultravioletta. L'azione catalitica spiega come possa essere importante il peso di tali sostanze che sono comunque state immesse in atmosfera in quantità limitate, rispetto alla massa totale dell'atmosfera.

Dopo Montreal, a Rio de Janeiro, nel 1992, fu adottata una risoluzione in base alla quale i partecipanti assumevano l'impegno volontario di ridurre, entro il 2000, l'emissione di tutti quei gas, oltre quelli già contemplati dal protocollo di Montreal, che provocano l'effetto serra, al livello del 1990. Furono perciò creati enti appositi per attuare la risoluzione e stilare regole legali ed impegnative, soprattutto per le nazioni industrializzate.

Nel dicembre del 1997 si è tenuto a Kyoto, in Giappone il COP3, terza Conferenza delle Parti, all'interno della UNFCCC. Dopo notevoli contrasti legati alle posizioni contrapposte tra Europa e

Stati Uniti, contrari questi ultimi a misure di riduzione obbligate, si è giunti a definire, per il periodo che arriva al 2008, i seguenti obiettivi per la riduzione delle emissioni di gas climalteranti:

- l'Unione Europea si impegna a riduzioni dell'8%
- gli USA a riduzioni del 7%
- il Giappone del 6%
- alcuni paesi non hanno vincoli (Paesi in Via di Sviluppo), o potranno crescere limitatamente.

Come riferimento per la riduzione si assumono le emissioni del 1990 per biossido di carbonio, metano ed ossidi di azoto, quelle del 1995 per HFC, PFC e SF₆.

Purtroppo tali riduzione sono su base volontaria per i diversi Stati ed il Protocollo di Kyoto ha raggiunto solo nella seconda metà del 1998 le 55 firme di paesi aderenti necessarie per farlo entrare in vigore. Per questo motivo la COP4, tenutasi a Buenos Aires nel novembre 1998, ha puntualizzato che le riduzioni effettive dovranno essere di quasi il 30% rispetto ai livelli di emissione attuale, dato che dal 1990 le emissioni hanno continuato a crescere; l'incontro tuttavia non ha portato ad impegni specifici [Aguilò,1999, IIR,1999].

Per quanto riguarda l'Italia, è stato recepito sia il protocollo di Montreal con la legge N. 549 del 28/12/'93 e con la N.179 del 13/6/1997, che quello di Kyoto; tuttavia la legge predetta fa riferimento anche al regolamento europeo, che dovrebbe essere approvato entro il 1999.

Per i fluidi frigorigeni occorre considerare anche l'indice ODP (Ozone Depletion Potential) che riporta la capacità distruttiva nei confronti dell'ozono, riferita all'azione del freon R-11 assunta pari ad 1; il valore dell'ODP risulta prossimo all'unità per la maggioranza dei CFC, molto minore per gli HCFC e nullo per gli HFC, da poco introdotti sul mercato.

E' importante considerare che l'uso di tali fluidi nei sistemi frigoriferi rappresentava quantitativamente la minore delle destinazioni e che tutt'oggi, tra contributo diretto ed indiretto (emissione di CO₂) la refrigerazione incide per circa il 15% sull'effetto serra [IIR, 1998].

Conclusioni

Il problema che oggi ci spinge ad occuparci dell'energia non è tanto la scarsità delle risorse, come si temeva negli anni '70, quanto l'impatto ambientale che l'utilizzazione delle fonti energetiche ha, impatto che si manifesta come inquinamento chimico e come alterazione delle condizioni climatiche del pianeta, il cui cambiamento potrebbe minacciare l'esistenza stessa della vita, ma comunque avrebbe un impatto economico devastante. Dobbiamo quindi considerare non solo la possibilità di ridurre i consumi di energia attraverso il risparmio e la razionalizzazione, termodinamica e concettuale, ma soprattutto di controllare le emissioni degli impianti. Gli accordi internazionali sopra richiamati impongono riduzioni della quantità di CO₂ emessa ed a tal fine ci sembrerebbe opportuno generalizzare a tutti gli impianti l'indice TEWI richiamato, così da considerare sempre non solo le emissioni dirette di anidride carbonica, ma anche quelle indirette e quelle che comunque producono effetto serra. I risultati ottenibili con i possibili interventi non sono facilmente quantificabili quando ci si riferisce all'intero sistema, dato che mancano dati affidabili, in particolare sugli impianti. La notevole frammentazione delle utenze e delle proprietà complica ulteriormente il quadro. E' tuttavia vero che molte soluzioni sono spesso sconosciute ai diretti interessati e non proposte dagli operatori. Su impianti tradizionali una corretta regolazione può portare a risparmi del 30%, ma questo perché molti impianti hanno, quando l'hanno, una pessima regolazione.

C'è quindi un problema di informazione e di formazione importante che va affrontato con pubblicità, corsi di aggiornamento di operatori ed anche promovendo la creazione di società di servizio capaci di intervenire pesantemente sul mercato.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Aguilò R.R., (1999), La conferenza COP4 sull'effetto serra, Zerosottozero, n.1, febbraio, pp. 56-58.
- 2) Casale C., (1997), Inquinamento dell'ambiente esterno: coinvolgimento dei sistemi di refrigerazione, 38° Conv.AICARR L'inquinamento ambientale e gli impianti di climatizzazione e riscaldamento, Roma.
- 3) Cavallini A., (1998), Impatto ambientale TEWI del condizionamento con motori a gas, Atti Gior. di Studio Innov. tecn. e sviluppi applicativi delle apparecchiature a gas per il riscaldamento ed il raffresc., 25 giugno, Reggio Emilia, ATIG, pp.13-20.
- 4) IIR, (1998), I fluorocarburi e l'effetto serra, XII nota informativa IIF, Il Freddo, gennaio, pp.76-80.
- 5) IIR, (1999), Global warming: the Buenos Aires conference failed to address major issues, Bull. IIR, n.1, pp.XVII-XX.
- 6) Ure Z., (1995), Effective control energy efficiency and system diversification influence on TEWI, 19th Inter. Cong. of Refrig., Aug. 20-25, The Hague, Netherlands, vol.IVb, pp.1021-1029.

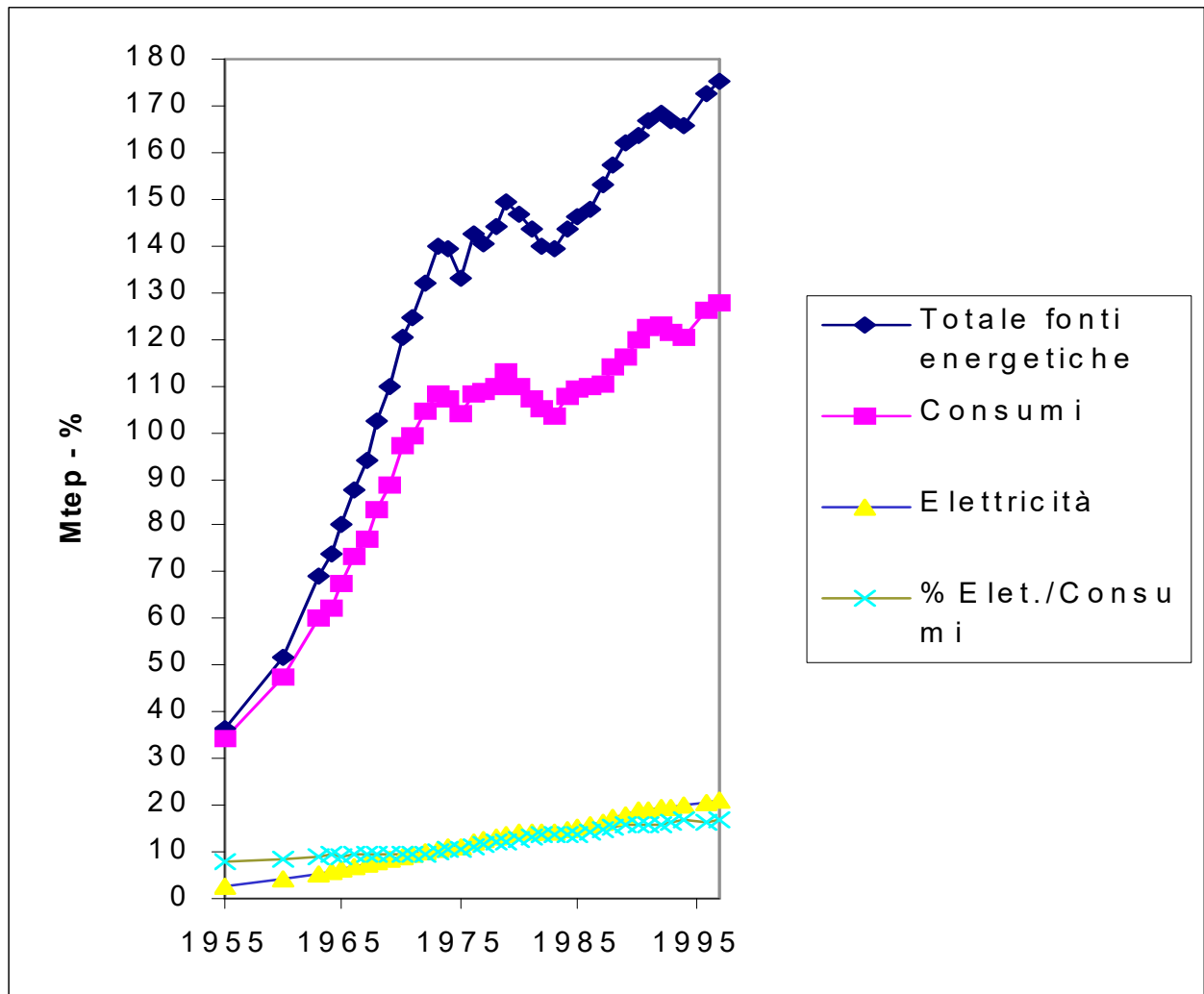


Figura 1 - Consumi energetici Italiani. Elaborazione dati ENI, IRPET, Enel, Ministero Industria

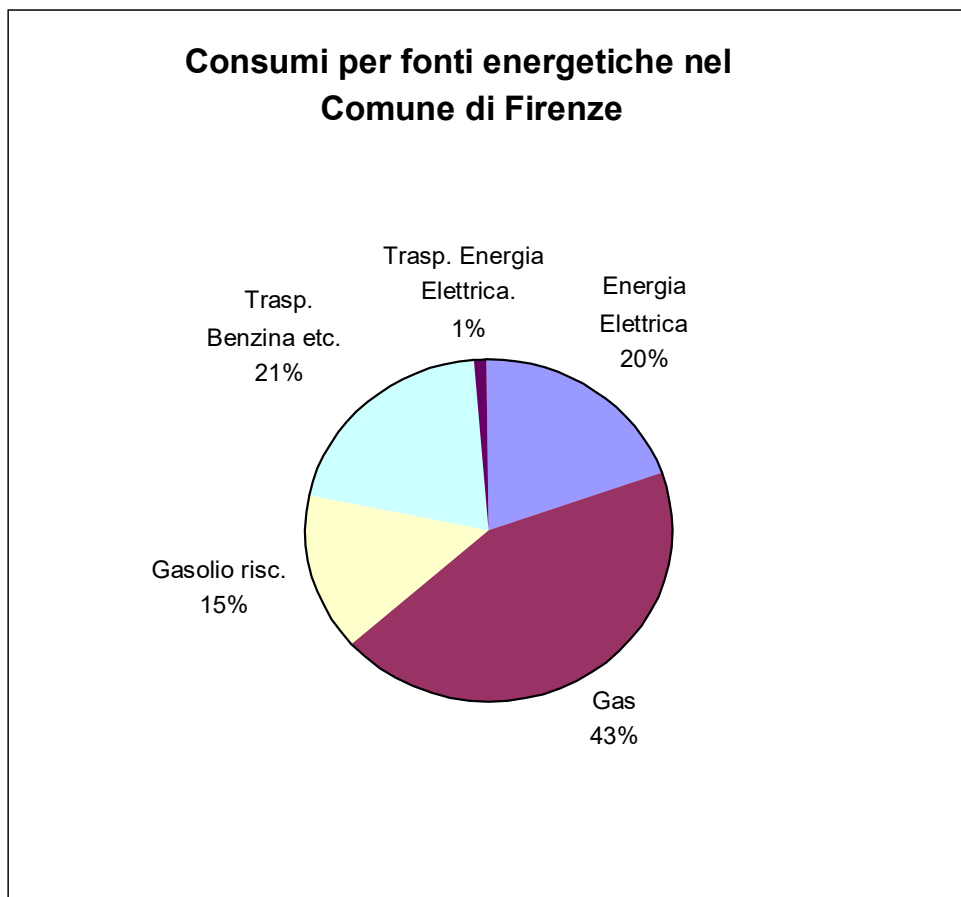


Figura 2 - Distribuzione percentuale dei consumi per fonti

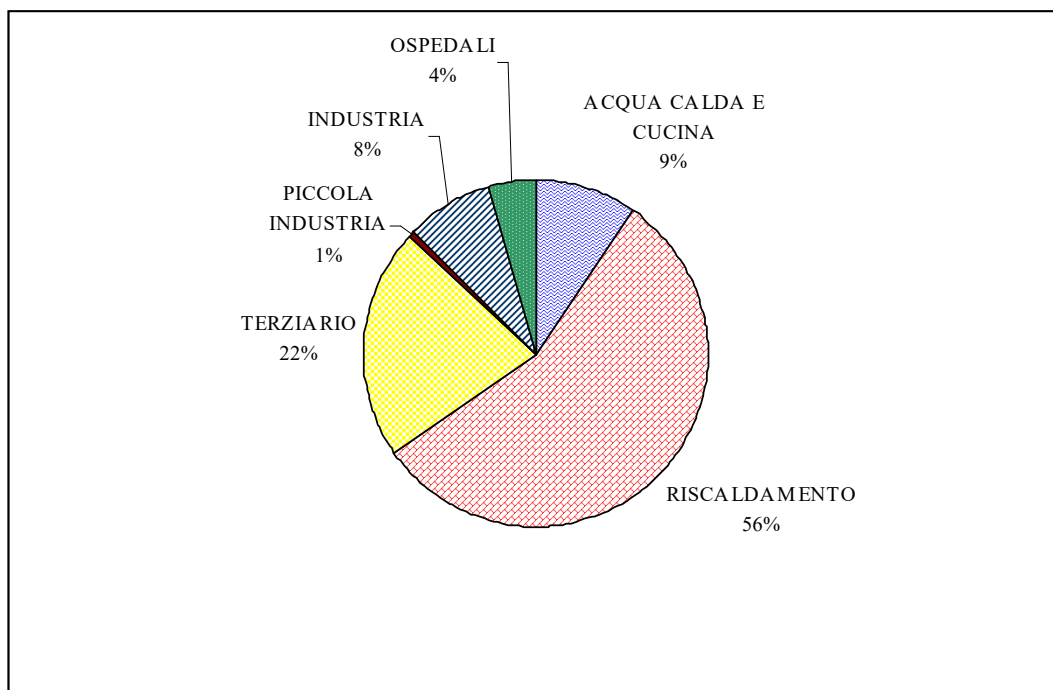


Figura 3 - Consumi di gas metano in Firenze per il 1997 in percentuale per le diverse utenze

Totali Regionali dei Fabbisogni Energetici senza Abitazioni Residenza

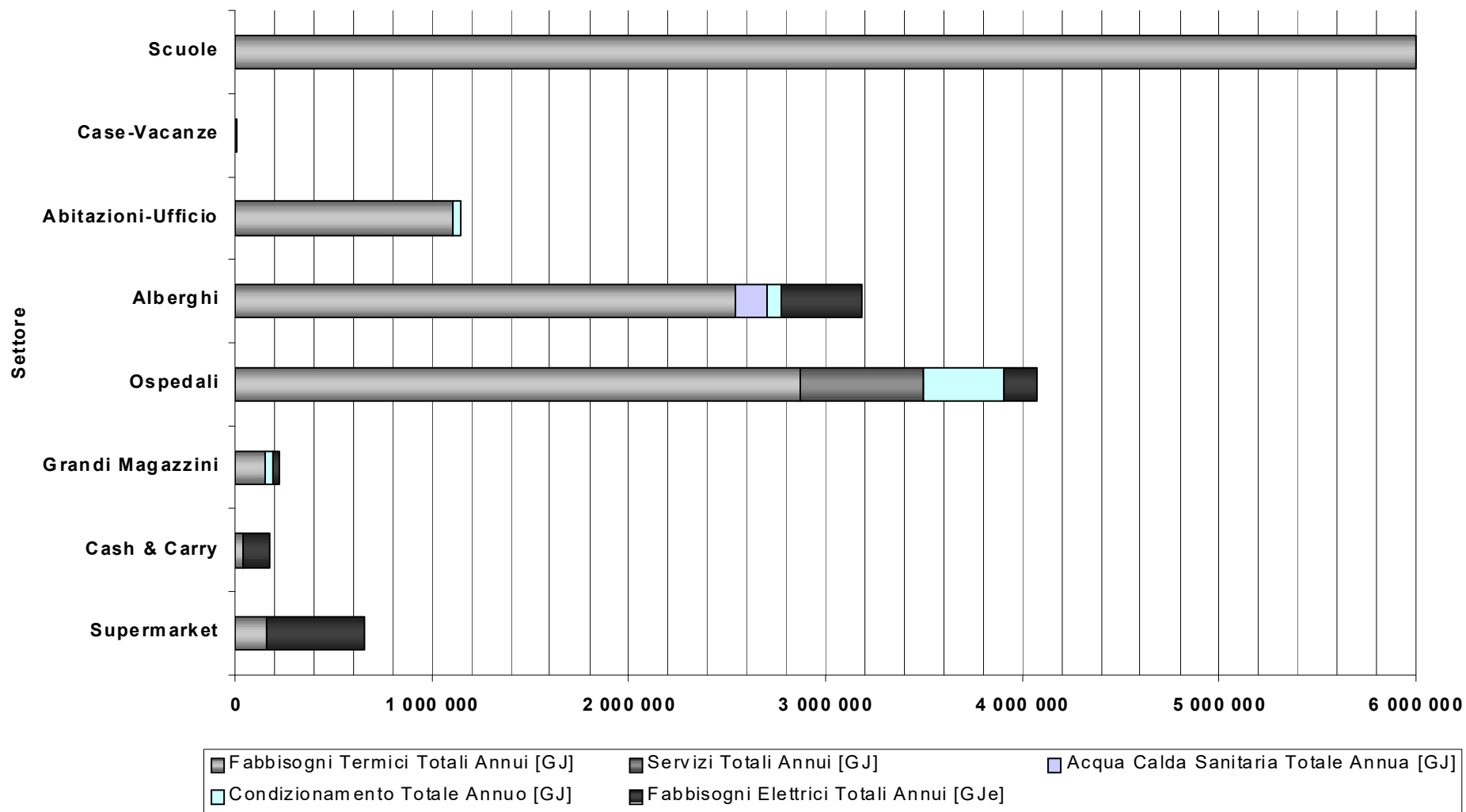


Figura 4

Totali Regionali dei Fabbisogni Energetici per alcuni settori

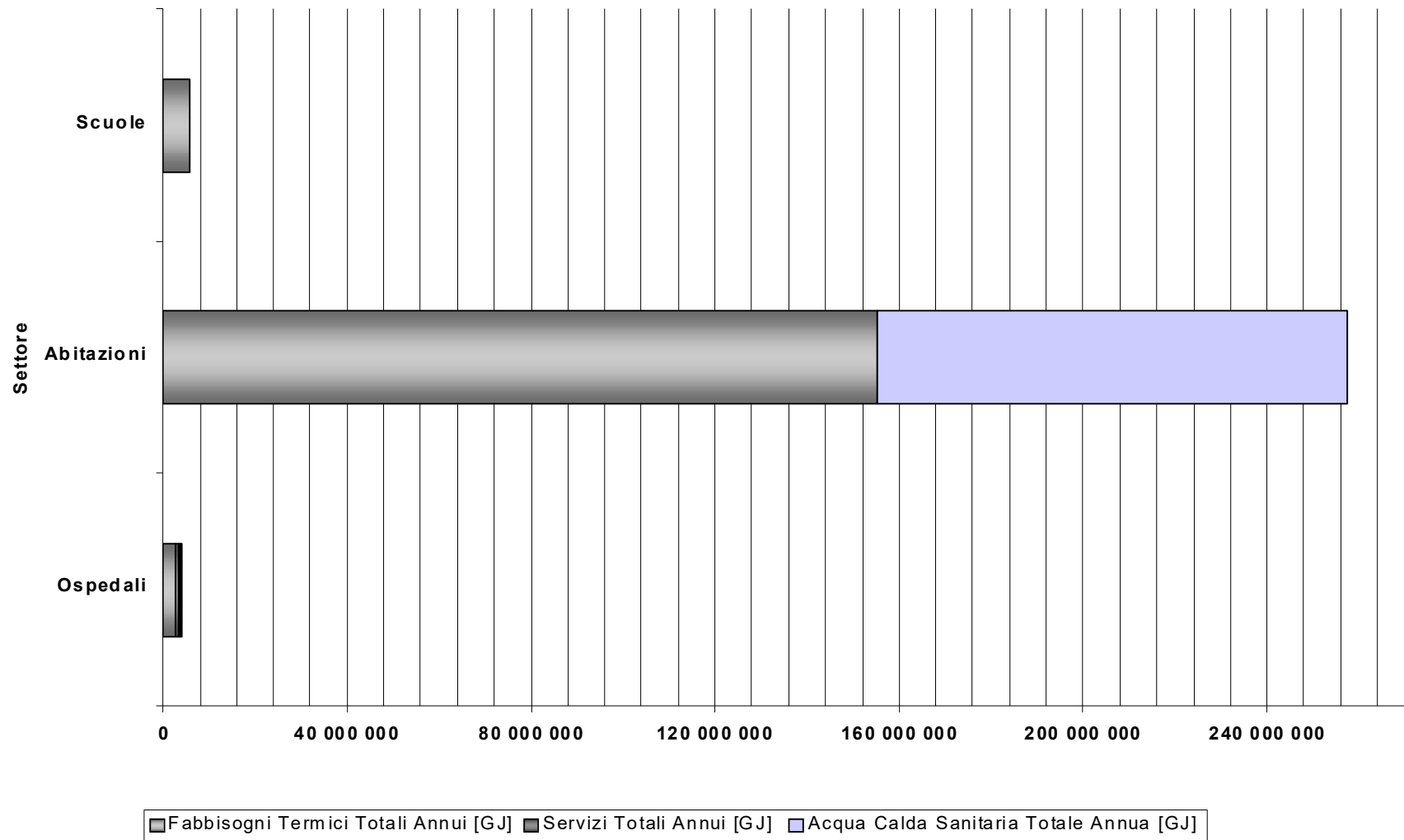


Figura 5

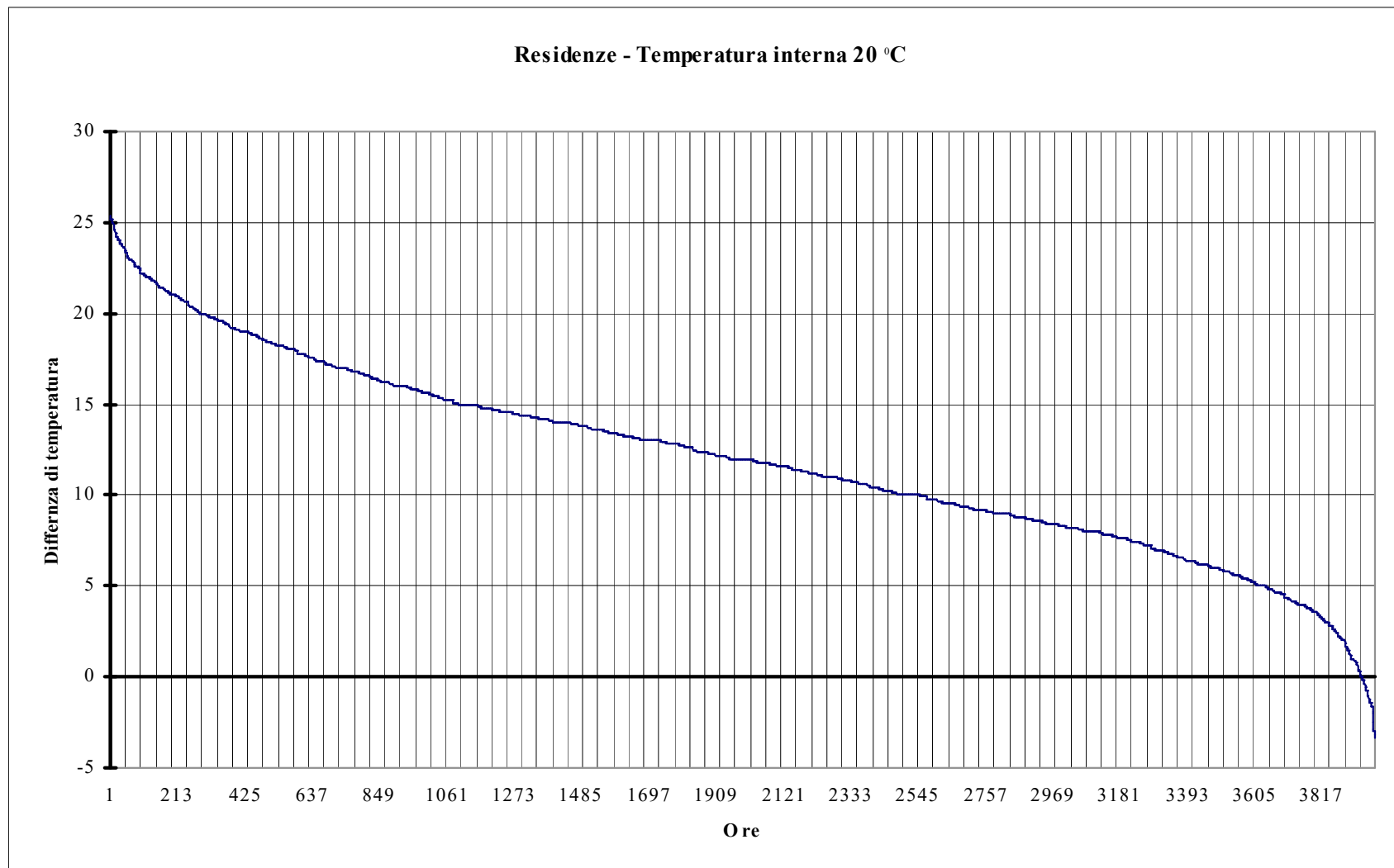


Figura 6 - Andamento del salto di temperatura per il periodo di riscaldamento. Intervallo sulle ascisse pari a 96 ore.