

Effetto "massa" e risparmio energetico nella climatizzazione estiva degli edifici

Gianfranco Righetti

Non è semplice affrontare i problemi legati all'impiego dell'energia nella climatizzazione degli edifici, sia invernale che estiva, in quanto l'argomento può essere analizzato sotto diversi punti di vista e con ottiche e finalità del tutto differenti. Una cosa è comunque certa: l'argomento diventa scottante quando tocca, in maniera più o meno pesante, il portafoglio delle famiglie italiane.

Le discussioni sull'energia sono state oggetto nel corso degli anni di colossali mistificazioni, imprecisioni e "bufale" di vario tipo. Viene alla mente un mitico seminario sull'energia del 1975 nel quale esperti di fama mondiale prefigurarono scenari apocalittici che, solo dieci anni dopo, non avevano più senso di esistere.

È sufficientemente chiaro a tutti ormai che le disquisizioni sui consumi di energia hanno un senso solo se fatte a consuntivo ed a fronte di dati reali ben documentati. Solo in questo modo infatti è possibile, valutando le dinamiche del mercato, ipotizzare scenari futuri ed adeguati criteri di gestione del problema.

In tal senso le norme italiane nel settore del risparmio energetico (Legge n. 10/91) non ci danno certamente una mano in quanto risultano basate sul concetto (sbagliato) di "limitazione delle potenze installate" e non sulle reali prestazioni offerte dalla "macchina edificio-impianto".

In aggiunta tali norme si limitano semplicemente a regolamentare la dinamica dei consumi di energia per il riscaldamento invernale ignorando l'altra metà del mondo e cioè il problema del raffrescamento estivo che, mai come ora, ha raggiunto un così elevato livello di guardia (leggi black-out estivo del 2003).

1. L'energia in Italia: qualche numero

Il problema dell'approvvigionamento di energia sta raggiungendo in Italia livelli veramente preoccupanti. Si riportano di seguito alcuni dati e considerazioni rilevati da **"Il Compendio del RAPPORTO ENERGIA AMBIENTE 2003"** e **"L'energia ed i suoi numeri – Italia 2000"** elaborati dall'ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente) utilizzando diverse basi di dati.

1.1 La bolletta

La bolletta energetica italiana è cresciuta, dal 1999 al 2000 dell'88%. Questo aggravio è dovuto prevalentemente alle importazioni di petrolio, il cui prezzo è salito soprattutto per il rapporto di cambio con il dollaro. I circa 27,5 miliardi di euro spesi nel 2000 rappresentano il 2,4% del PIL (il saldo del 1999 rappresentava solo l'1,4% del PIL) [fig. 1].

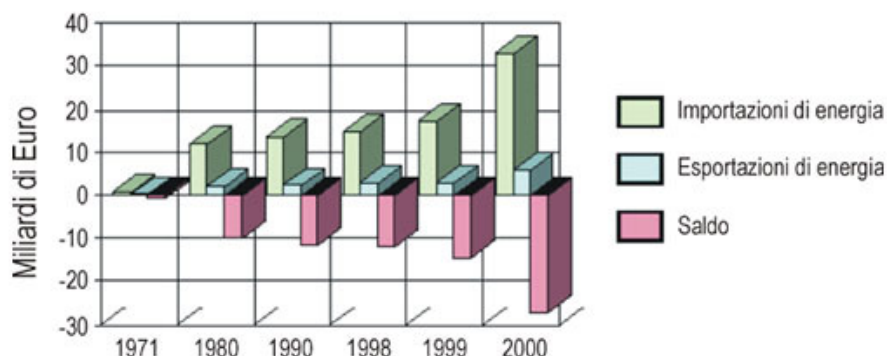


Fig. 1 - Saldo energetico nazionale.

1.2 Cosa compriamo

Nel corso degli anni l'energia importata è notevolmente aumentata. Tale incremento infatti (nel periodo 1971-2000) risulta pari a circa il 40%.

Nel lungo periodo, l'incidenza di ciascuna fonte primaria d'importazione (petrolio, gas, ecc.) si è sensibilmente modificata; per esempio il petrolio, che nel 1971 rappresentava il 92,5% dei prodotti importati, nel 2000 rappresenta solo il 60,8%.

Per contro sono aumentate notevolmente le quote di importazione del gas naturale (26,3%) e dell'energia elettrica (5,4%) [fig. 2].

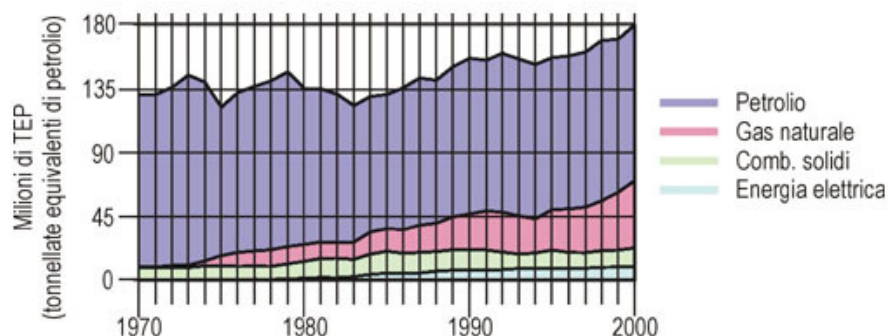


Fig. 2 - Prodotti importati.

1.3 La dipendenza

Un'analisi della dipendenza per fonti di energia primaria evidenzia uno scenario che si evolve lentamente nel corso degli anni [tab. 1].

Nel 2002, la domanda interna di petrolio è stata soddisfatta per il 94% dalle importazioni. La domanda di combustibili solidi è coperta quasi interamente da prodotti importati, mentre la dipendenza energetica del gas naturale è notevolmente cresciuta ed ha superato l'80% nel 2002.

Tab. 1 - Italia: dipendenza energetica per fonte (%).

Anno	Combustibili solidi	Gas naturale	Petrolio	Totale
2000	97,8	77,6	95,1	83,7
2001	96,5	78,2	95,4	83,6
2002	97,1	80,3	94,0	84,3

assunto IN = importazioni nette di energia e PR= produzione interna di energia, il coefficiente di dipendenza è dato da: $IN*100/(IN+PR)$

L'approvvigionamento energetico attraverso il ricorso ad operatori esteri comporta un esborso di notevole entità, non adeguatamente bilanciato da esportazioni di prodotti energetici.

I valori delle esportazioni italiane di prodotti energetici sono di fatto trascurabili, ad eccezione delle esportazioni di prodotti petroliferi raffinati che procurano entrate comprese tra i 4.000 e i 5.000 milioni di euro.

Nel corso dell'ultimo decennio la Libia si conferma principale paese fornitore dell'Italia per il petrolio greggio. La domanda italiana di gas naturale si rivolge invece alla Russia, all'Algeria e, in misura minore, all'Olanda.

Dal 2001, con la liberalizzazione del settore dell'energia in Europa, la Norvegia è comparsa come nuovo fornitore di gas naturale ed il suo ruolo è destinato a crescere.

Dall'Europa Occidentale proviene la gran parte delle importazioni di carbone, mentre per i prodotti di cokeria il principale fornitore italiano, dalla seconda metà degli anni Novanta, è la Cina.

La "geografia" delle fonti di approvvigionamento energetico dell'Italia si sta quindi lentamente modificando rispetto al passato.

I dati forniti non rappresentano ovviamente una novità. Siamo un Paese che ha bisogno di molta energia ed in aggiunta, non avendo sviluppato un piano di produzione dell'energia siamo, gioco forza, costretti ad acquistarla all'estero.

I dati per settore evidenziano che la domanda di energia nell'industria è rimasta quasi inalterata nel corso degli ultimi 30 anni. Essa invece è quasi triplicata nel settore dei trasporti, dove il petrolio rappresenta la quasi totalità dei consumi, con una quota prossima al 100%.

Nel settore civile terziario e residenziale la domanda di energia è raddoppiata. Si è quindi registrata una forte espansione del gas naturale, che nel 2000 ha rappresentato oltre il 50% dei consumi [fig. 3].

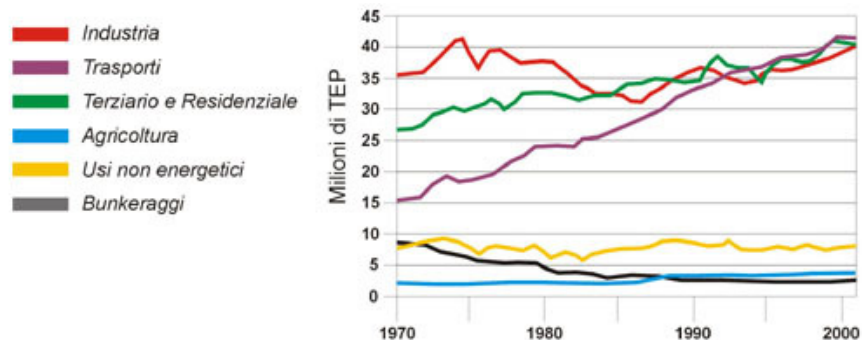


Fig. 3 - Consumi di energia per settore.

In altre parole circa un terzo dell'energia nazionale viene utilizzata dal settore del terziario e da quello residenziale, si presume per "alimentare" una serie di tecnologie destinate a migliorare la qualità della vita, la funzionalità degli ambienti, il comfort, ecc..

Guardando il grafico in fig. 3 è infine logico pensare che tali consumi siano destinati ad aumentare ulteriormente.

2. Risparmio energetico, tecnologia e tradizione

Gran parte del miglioramento della qualità della vita e del benessere attualmente raggiunto dai Paesi industrializzati è legato ad una continua innovazione che si manifesta in maniera tangibile con l'introduzione di nuove e sempre più evolute tecnologie. Tale evoluzione è di fatto inarrestabile in quanto rispecchia da un lato l'essenza della mente umana (sempre protesa verso nuove idee e verso nuovi obiettivi) e dall'altro la dinamica di un mercato che deve essere sempre in crescita.

L'introduzione di una qualsiasi nuova tecnologia è di solito accompagnata da una serie di vantaggi che possono essere di vario tipo, per esempio: maggior facilità nello svolgimento di un lavoro, minore affaticamento, minori costi, ecc.. Vista in questo modo qualsiasi tipo di innovazione tecnologica, migliorando una situazione esistente, non può che essere considerata positiva.

In realtà ogni novità è accompagnata da una serie di effetti collaterali che, tra le altre cose, incidono profondamente sia sul modo di pensare che di agire delle persone. Pur non essendo uno psicologo si ritiene interessante tentare di sviluppare questo concetto.

Nel campo del riscaldamento delle abitazioni ed in un arco di tempo di cento anni la tecnologia ha rivoluzionato di fatto il modo di abitare.

Cento anni fa le abitazioni erano costruite in mattoni o in pietra di elevato spessore, presentavano finestre di superficie modesta a vetro semplice ed il riscaldamento degli ambienti era legato alla presenza di un focolare a legna che serviva, ovviamente, anche per cucinare. Gli ambienti abitati venivano riscaldati. Chi vi abitava indossava anche in casa abiti pesanti.

Visti gli standard attuali questo tipo di abitazioni non era certamente il massimo della vita però aveva un grande pregio: consumava molto poco.

Le condizioni al giorno d'oggi sono ovviamente notevolmente cambiate. Prima di tutto una Legge ci garantisce che la temperatura in casa è di 20°C. Possiamo quindi guardare, durante i "giorni della merla", le partite di campionato in mutande sul divano. La produzione di calore ed acqua calda è garantita da una caldaia a gas congruamente sovradimensionata in quanto le strutture disperdenti dell'involucro sono mediamente leggere e le superfici finestrate piuttosto ampie. Grazie all'impiego dell'energia elettrica possiamo far funzionare il condizionatore in estate (alla temperatura che più ci aggrada) oppure riscaldare il bagno la mattina presto per evitare quella fastidiosa sensazione di "brivido" che avvertiamo appena alzati dal letto.

Grazie al costante sviluppo tecnologico possiamo pensare e realizzare qualsiasi altra diavoleria che ci consenta di stare meglio.

Ma tutto questo quanto costa? Quanta energia consumiamo per stare meglio?

È evidente che non c'è confronto, in termini di benessere con la situazione di cento anni fa. È altrettanto logico pensare che nessuno è disposto a tornare indietro ed a rinunciare alle comodità.

A questo punto abbiamo scoperto alcuni effetti collaterali legati all'introduzione di una nuova tecnologia ed in particolare:

- cambia il modo di pensare e di comportarsi delle persone;
- tende inevitabilmente a rendere immediatamente obsoleta l'analoga tecnologia attualmente in uso. Il mondo della tecnologia sembra non avere memoria. Tutto quello che è stato fatto fino a ieri è da buttare o da rottamare;
- è generalmente una formidabile divoratrice di energia.

Il mondo della scienza e della ricerca nell'arco degli ultimi trent'anni ha più volte lanciato messaggi allarmanti relativamente all'impiego sempre più massiccio e scriteriato di energia. "L'energia ad un certo punto finirà ..." oppure "Le ricadute sull'ecosistema saranno devastanti ..." (effetto serra, surriscaldamento della superficie terrestre, buco nell'ozono, ecc.).

Non si può dire quanto siano attendibili queste affermazioni (crediamo poco agli scienziati che giocano a fare i futurologi) o che impatto possano avere a medio-lungo termine. Quello che si è capito è una cosa molto semplice: indietro non si torna e quello che si può e si deve fare è cercare di utilizzare in maniera più razionale e logica le risorse del pianeta.

3. La climatizzazione estiva

Dopo quello che è successo nell'estate del 2003 (milioni di condizionatori venduti e conseguente black-out) è difficile pensare al problema dell'energia solo in termini di riscaldamento invernale come propone la Legge 10/91.

Cosa si può fare nel campo della **climatizzazione estiva** per risparmiare energia?

Bisogna innanzitutto recuperare la memoria e quelle esperienze passate "diventate superate" con l'avvento di nuove e più o meno strabilianti tecnologie. Bisogna valutare correttamente i fenomeni termofisici in gioco anche se sono ignorati dalle normative in vigore. Bisogna ragionare in termini di consumi reali a consuntivo e quindi su risultati realmente dimostrabili. Normalmente la valutazione corretta del fenomeno di surriscaldamento estivo degli ambienti porta a individuare i contributi (in termini di carichi termici) di ogni singolo componente dell'involucro. Generalmente il problema viene risolto in termini di bilancio di carichi termici nel modo seguente (si trascurano per il momento i carichi latenti):

$$Q(t) = Q_t(t) + Q_r(t) + Q_v(t) + Q_i(t)$$

dove:

$Q(t)$ è il carico termico dell'ambiente all'ora t ;

$Q_t(t)$ è il carico termico per trasmissione attraverso la parte opaca dell'involucro all'ora t ;

$Q_r(t)$ è il carico termico per radiazione solare entrante dalle finestre all'ora t ;

$Q_v(t)$ è il carico di ventilazione per ricambi d'aria all'ora t ;

$Q_i(t)$ il carico eventualmente prodotto all'interno da sorgenti di energia all'ora t .

Il calcolo è generalmente sviluppato su base oraria in quanto l'effetto dell'irraggiamento solare varia in maniera sensibile durante la giornata [fig. 4].

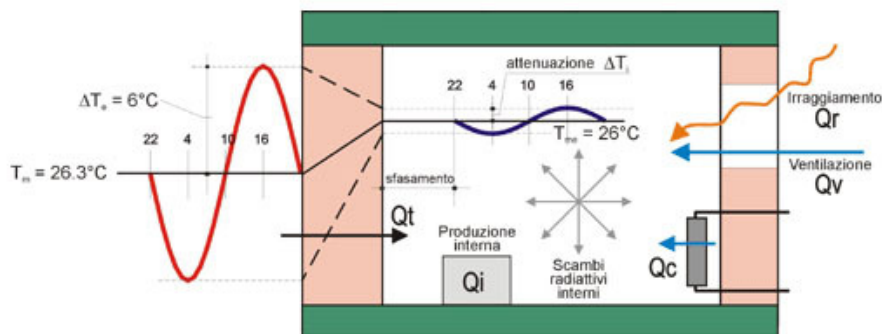


Fig. 4 - Valutazione dei carichi termici estivi.

Analizzando separatamente ogni carico è possibile ricavare alcuni spunti particolarmente utili per una corretta descrizione del fenomeno.

3.1 L'effetto massa ($Q_t(t)$ – trasmissione attraverso l'involucro opaco esterno)

Tanto per cominciare si potrebbe analizzare almeno qualitativamente l'effetto "massa". Per far ciò servono due cose: la Basilica di S. Marco a Venezia ed una roulotte.

La prova consiste nel descrivere le sensazioni di comfort termico ed igrometrico provate entrando in chiesa o in roulotte, in una torrida giornata di agosto.

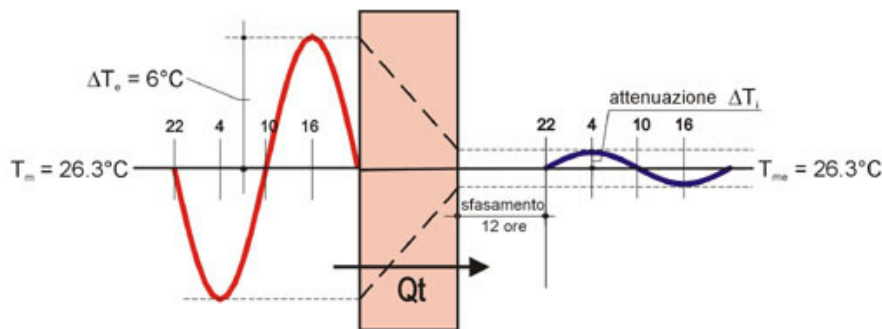


Fig. 5 - L'effetto massa (smorzamento e sfasamento).

Il risultato della prova è ovviamente scontato. La sensazione di benessere che si percepisce entrando nella Basilica è tale da farci pensare che l'ambiente sia addirittura raffrescato. In realtà tale sensazione è dovuta solamente all'effetto della massa. In altre parole al peso della struttura della Cattedrale.

La fig. 5 illustra più chiaramente il fenomeno. L'onda termica esterna che tende a propagarsi per trasmissione all'interno viene attenuata e sfasata nel tempo in funzione della massa della parete. Più pesante è la parete e più l'effetto è marcato. Per pareti aventi un peso maggiore di 300 kg/m² l'effetto è massimo. In altre parole la temperatura oraria interna risulta praticamente uguale alla temperatura media esterna.

L'effetto massa annulla i picchi di temperatura, mantenendo all'interno una temperatura praticamente costante. Non è poco!

Peccato che tutte le norme sul risparmio energetico siano basate sulla "leggerezza" e non sulla "pesantezza" delle strutture! L'effetto massa non necessita di manutenzione e non si degrada nel tempo. In poche parole funziona e non costa niente!

3.2 L'effetto colore (Qt(t) – trasmissione attraverso l'involucro opaco esterno)

Sempre in riferimento alle dispersioni attraverso l'involucro esterno vale la pena considerare anche l'effetto colore.

La radiazione incidente sulle pareti esterne dell'edificio viene in parte riflessa ed in parte assorbita e quindi trasmessa all'interno.

Nel caso in questione il fenomeno fisico risulta sostanzialmente legato più che al tipo di superficie al colore della superficie. È ovvio che le superfici più chiare riflettono una quantità di energia superiore rispetto a quelle più scure e quindi assorbono meno l'irraggiamento solare. Basta la tabella riportata [tab. 2] per avere un primo ordine di grandezza sull'entità in gioco.

Tab. 2 - Coefficiente di assorbimento dei componenti opachi esterni (a).

Colore della superficie	a
chiaro	0,3
medio	0,6
scuro	0,9

In buona sostanza un componente opaco esterno di colore chiaro assorbe solo il 30% dell'irradiazione solare che contribuirà al surriscaldamento dell'ambiente interno. La riduzione della trasmissione di calore anche in questo caso non è certo secondaria. E come per l'effetto massa tale effetto non si degrada nel tempo né tanto meno ha bisogno di energia per funzionare.

3.3 L'effetto di schermatura delle finestre (Qr(t) radiazione entrante dalle finestre)

È fuori discussione che durante il periodo estivo l'irraggiamento entrante attraverso le superfici vetrate rappresenta il primo nemico da combattere.

Gran parte del surriscaldamento ambientale interno è dato dall'effetto serra dovuto all'irradiazione solare. Come nel caso del colore delle pareti opache sarebbe logico pensare a sistemi di schermatura che fossero in grado di ridurre il flusso di calore entrante di almeno il 70%.

A tale scopo occorre prevedere degli elementi di schermatura delle superfici vetrate (oppure vetri riflettenti, ecc.).

Ciò equivarrebbe a soddisfare la condizione seguente:

$$\frac{\sum_{1}^{n} S_v \cdot C_s}{\sum_{1}^{n} S_v} \geq 0.7$$

dove:

S_v = area della superficie vetrata n-esima (m²);

C_s = coefficiente di schermatura;

n = numero totale delle superfici vetrate della singola facciata.

In questo caso è evidente che si possa operare in modi diversi ed in particolare utilizzando:

- schermi fissi appartenenti all'edificio (gronde, balconi ecc.);
- schermi mobili esterni (tende, ecc.);
- superfici vetrate riflettenti.

Nel caso di schermi mobili esterni e superfici vetrate riflettenti il valore di C_s è uguale a:

$$C_s = 1 - \tau_{eq}$$

dove il valore di τ_{eq} per alcuni tipi di schermatura è riportato in tab. 3.

Tab. 3 - Coefficiente di trasmissione solare.

Tipo di schermatura	T_{eq}
Vetro sodico-calcico 3 mm	0,88
Vetro sodico-calcico 6 mm	0,79
Vetro assorbente 6 mm	0,47
Vetro riflettente	0,28
Tenda leggera	0,60
Tenda media	0,30
Tenda pesante	0,07
Veneziana, tapparella	0,05

L'intervento con schermi di protezione consente di ottenere risultati importanti se accompagnato dall'effetto massa e dall'effetto colore.

Inoltre l'effetto della schermatura non necessita di energia per funzionare.

4. Conclusioni

È un vero peccato che i concetti illustrati non trovino alcun tipo di riscontro nella normativa italiana sul risparmio dell'energia. È sconcertante che tale norma continui a ragionare in termini di limitazione delle potenze ignorando sistematicamente l'aspetto fondamentale dei reali consumi. È deprimente che non si faccia alcun cenno ad alcuno dei metodi che ci consentirebbero di risparmiare senza spendere e consumare energia.

I dati parlano chiaro. Più si parla di risparmio energetico e più i consumi aumentano. La "liberalizzazione" del mercato non ha di fatto portato ad alcun risultato positivo (ammesso che si possa parlare di libero mercato). O meglio un risultato c'è stato: le bollette dell'energia sono diventate incomprensibili come quelle della telefonia.

Ragionando su alcuni dei dati riportati in questo articolo sorge inevitabilmente un dubbio atroce: in una società basata sul consumo come si può chiedere alla gente di consumare meno? Oppure: come si può chiedere ad un distributore di energia di incentivare il risparmio di energia? Sarebbe come chiedere ad un dipendente di autoridursi progressivamente la busta paga. O no?