

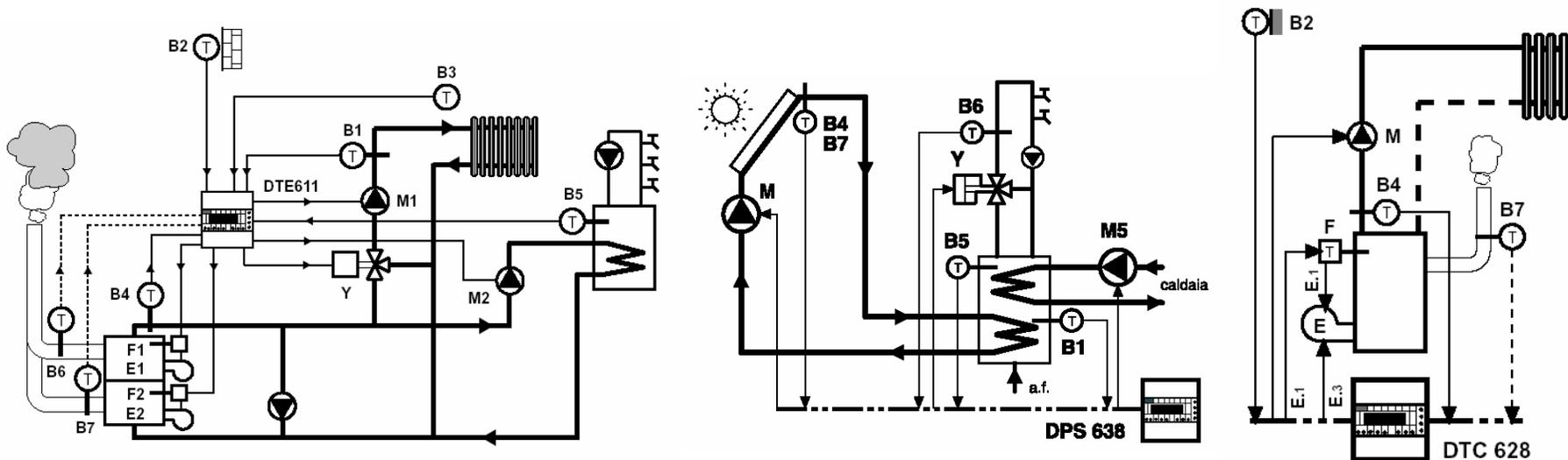
Collegio dei Periti Industriali della Provincia di Genova

Risparmio Energetico

Ottimizzazione impiantistica nel riscaldamento degli edifici

Relatore: per.ind. Russo Gaetano Fabio

Genova, 24 Settembre 2005



Studio Tecnico per.ind. Russo Gaetano Fabio, Genova - Corso Risparmio Energetico

Indice

- **Considerazioni economiche**

- Aumento dei costi dell'energia
- Analisi economica del risparmio energetico
- La variazione nel tempo del valore del denaro
- Il tempo di ritorno degli investimenti
- Valori accettabili del tempo di ritorno
- Il VAN (Valore Attuale Netto) dell'investimento
- Un esempio di calcolo del VAN
- Leasing e mutui: spendere per guadagnare

- **Soluzioni impiantistiche**

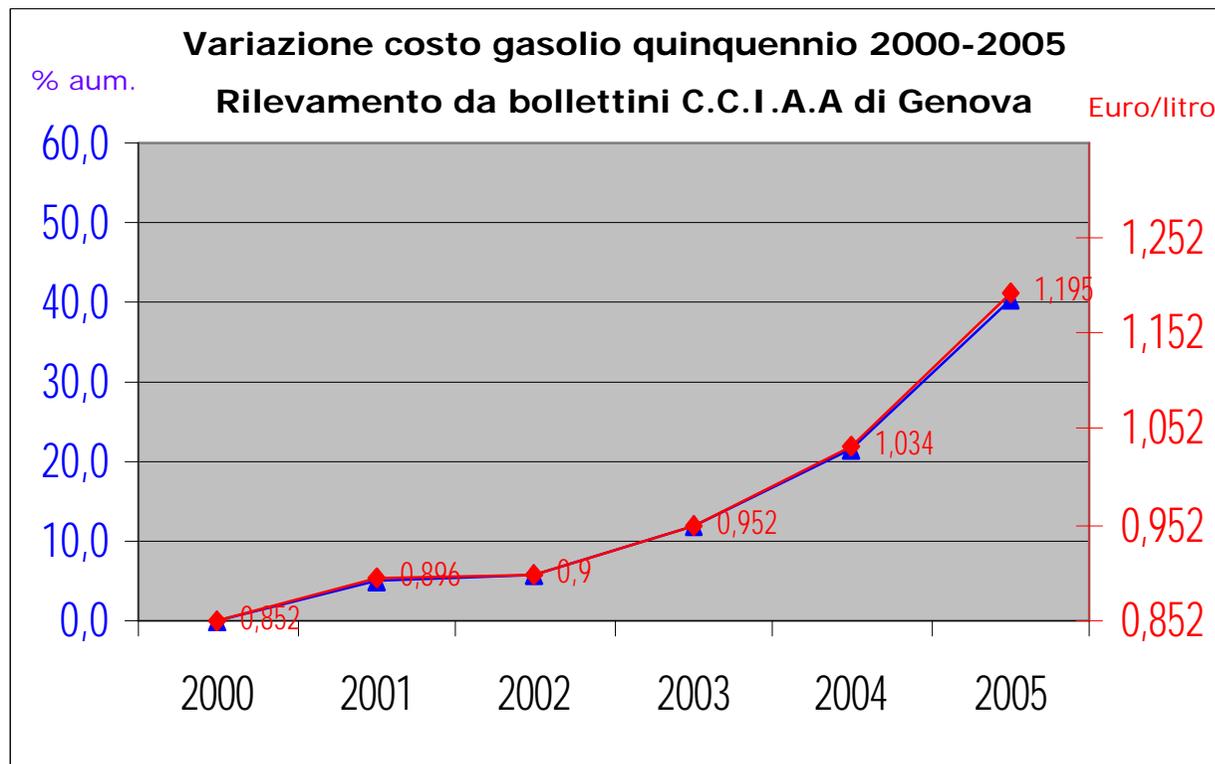
- Il miglioramento del rendimento di produzione
- Le caldaie a condensazione
- Il miglioramento del rendimento di regolazione
- La termoregolazione centralizzata
- La termoregolazione di zona
- La termoregolazione locale

- **Fonti Bibliografiche**

L'AUMENTO DEI COSTI DEL COMBUSTIBILE

La principale motivazione che spinge gli utilizzatori a prendere provvedimenti per ridurre il consumi energetici è il risparmio economico che può conseguire da un intervento di miglioramento energetico.

Risparmiare energia significa infatti risparmiare denaro. Per avere una idea dell'aumento del costo dell'energia basta osservare il grafico sottostante che riporta l'andamento dei prezzi del gasolio rilevato dalla Camera di Commercio di Genova negli ultimi 5 anni:



Una lettura attenta del grafico porta a considerare che oggi per mantenere la stessa spesa del 2000 si dovrebbero ridurre i consumi del 40%!!

Ciò porta ad una evidente considerazione: non solo è necessario ridurre i consumi ma è anche necessario cercare nuove forme di approvvigionamento energetico!

Analisi economica del risparmio energetico

Gli interventi di risparmio energetico possono essere suddivisi tra interventi:

DI RIDUZIONE DELLA RICHIESTA ENERGETICA

- 1-miglioramento coibentazione edifici,
- 2-miglioramento isolamento serramenti,
- 3-installazione pannelli radianti a bassa temperatura,
- 4-utilizzazione apparecchi a basso consumo elettrico,
- 5- miglioramento coibentazione tubazioni,
- 6-installazione pannelli radianti a bassa temperatura,

DI MIGLIORAMENTO DELLA FORNITURA ENERGETICA

- 7-installazione generatori a condensazione,
- 8-installazione bruciatori modulanti a regolazione climatica,
- 9-installazione termoregolazione di zona,
- 10- installazione valvole termostatiche.

La validità dell'intervento non potrà mai prescindere dalla quantificazione monetaria del risparmio energetico con i metodi del VAN (Valore attuale Netto) e del TRI (Tempo di Ritorno dell'Investimento).

E' fondamentale valutare le problematiche di risparmio energetico unitamente ad altre necessità dell'edificio.

Per esempio l'occasione di rifacimento della facciata o del tetto dell'edificio potrebbe rendere estremamente conveniente gli interventi indicati al punto 1 e 2, che altrimenti a se stanti presenterebbero valori del TRI anche di oltre 20 anni.

La variazione nel tempo del valore del denaro

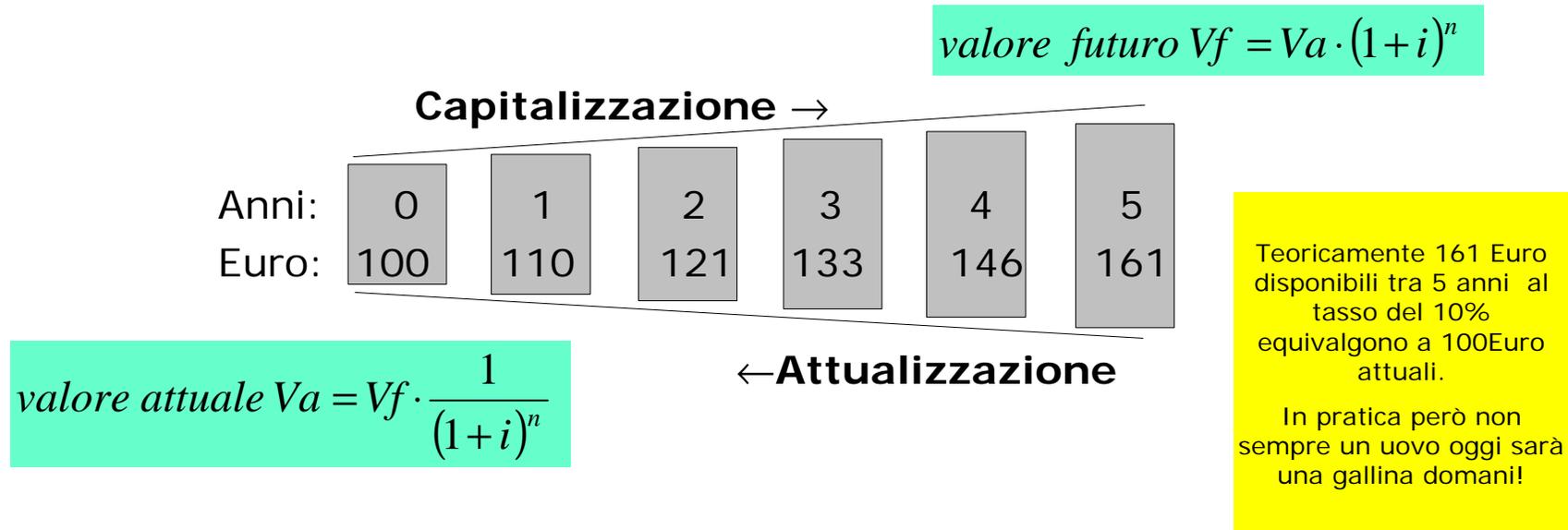
Gli interventi di risparmio energetico normalmente richiedono investimenti rilevanti e gli effetti del risparmio hanno una durata temporale che copre molti anni.

Su periodi così lunghi l'analisi economica deve necessariamente utilizzare i metodi propri della matematica finanziaria.

Per prima cosa è bene comprendere la variazione nel tempo del valore del denaro.

Questa variazione può essere vista come progressione temporale dal presente al futuro (es: capitalizzazione dei costi) o inversamente come regressione temporale dal futuro al presente (es: attualizzazione dei risparmi futuri).

Ecco un esempio di variazione negli anni n del valore del denaro al tasso $i=10\%$:



Il "Tempo di Ritorno" degli investimenti

Il metodo del "Tempo di Ritorno" è un criterio che consente di valutare in quanto tempo si ha il pareggio tra costi di investimento e il risparmio conseguente. La formula nella **forma semplice**, che non tiene conto della variazione nel tempo del valore del denaro, si riduce a:

$$TR = \frac{\textit{Investimenti}}{\textit{Ricavi}}$$

Il vero problema non è l'analisi finanziaria ma acquisire buona esperienza per l'analisi tecnica, indispensabile per determinare con precisione l'entità del risparmio monetario R_m , ovvero i ricavi conseguenti gli interventi di risparmio energetico.

Mentre nella forma "attualizzata", che tiene conto dei tassi di interesse ed inflazione diventa:

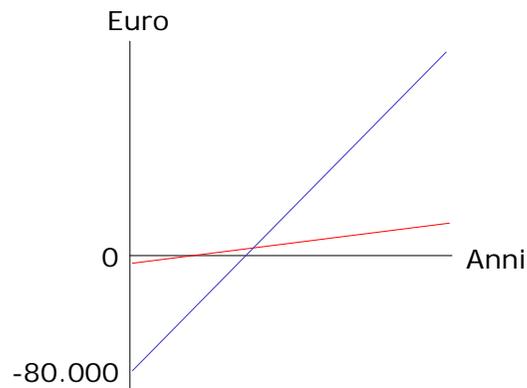
$$TR = \frac{\ln\left[1 - \left[\frac{I}{Rm_1} \cdot \frac{ib - if}{1 + if}\right]\right]}{\ln\left|\frac{1 + if}{1 + ib}\right|}$$

In cui I rappresenta il costo dell'investimento, R_m il risparmio monetario annuale, ib il costo del denaro al tasso medio bancario (interessi attivi+passivi/2) e if è il tasso di inflazione, ovvero di aumento dei costi energetici.

Quale è il tempo di ritorno accettabile?

Dal punto di vista finanziario il tempo di ritorno di un investimento è ritenuto accettabile quando risulta **inferiore a**:

- **anni di vita fisica**, dovuta al logoramento dei relativi impianti (generalmente 15-20 anni);
- **anni di vita tecnica o commerciale**, dovuta all'evoluzione tecnologica che può rendere obsoleto l'investimento (generalmente 8-10 anni);
- **anni di durata contrattuale**, se esiste una scadenza prestabilita nell'uso dell'impianto (esempio rapporto di gestione dell'impianto da parte dell'investitore).



Attenzione: il Tempo di ritorno non è sufficiente a valutare la convenienza tra investimenti economicamente diversi tra loro.

Per esempio:

Caso 1 = $200\text{Euro} / 80\text{Euroanno} = 2,5\text{anni}$

Caso 2 = $80.000\text{Euro} / 25000\text{Euroanno} = 3,2\text{anni}$

Ciò dimostra che investimenti che capitalizzano notevoli risparmi possono avere TR poco più alti e con questo metodo verrebbero ingiustamente scartati.

Il metodo corretto di valutazione è quello del VAN!

Il Valore Attuale Netto (VAN)

Il metodo del VAN è un criterio molto più sofisticato e preciso di valutare la convenienza degli investimenti rispetto a quello del tempo di ritorno, in quanto consente di **quantificare il risparmio accumulato** dall'investimento in un determinato numero di anni presi come riferimento.

In sostanza il VAN calcola la successione dei ricavi per un numero stabilito di anni, in modo da attualizzare il totale dei ricavi per poterlo detrarre dai costi attuali (ovvero il denaro disponibile in futuro viene reso equivalente al valore attuale dei costi) mediante la seguente formula:

$$VAN = (Rm \cdot fa) - I \quad \text{formula per calcolo da tabelle "fa"}$$

dove: Rm = risparmio monetario annuo; fa = fattore di annualità (ricavato da tabelle finanziarie) e I = costo investimento.

Con l'ausilio del computer il VAN si calcola con la seguente formula:

$$VAN = \left[Rm_1 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+ib-if)^i} \right] - I \quad \text{formula per calcolo analitico}$$

Si può notare che il VAN effettua la capitalizzazione del Risparmio medio annuale (Rm) per un determinato numero di anni (n), al tasso bancario (ib) diminuito del tasso di inflazione (if).

Se il VAN ha **valore POSITIVO** vuol dire che, nel periodo considerato, i ricavi superano i costi, mentre con VAN negativo si ha una perdita economica.

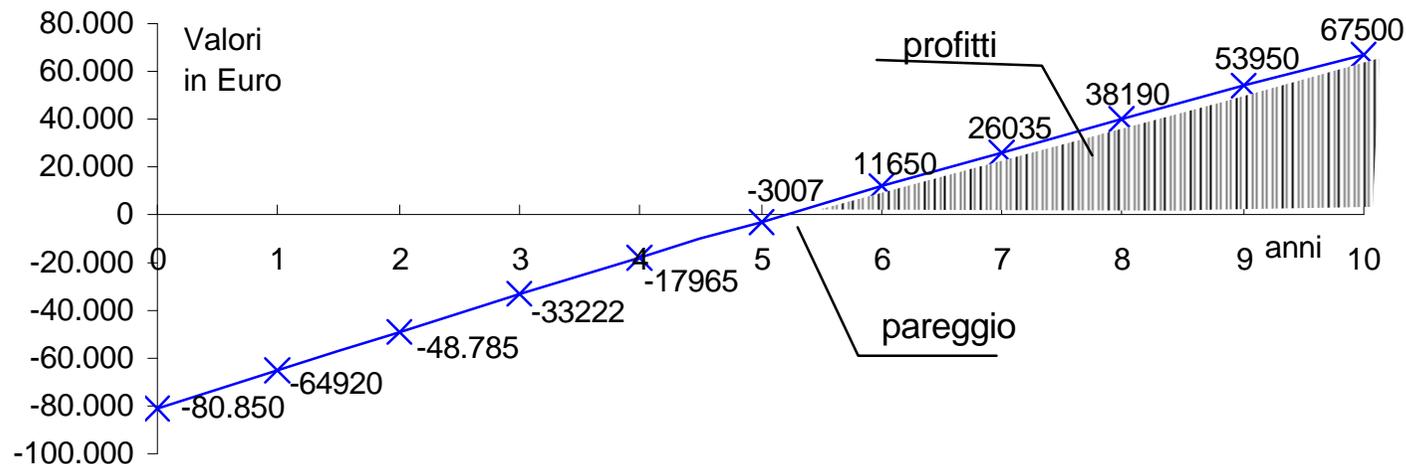
Un esempio di calcolo

Supponiamo di dover ricorrere ad un prestito di 80.850 Euro al tasso medio bancario del 6% per la realizzazione di un nuovo impianto che consentirà un risparmio annuo di 16.515Euro, vogliamo sapere il TRI ed il VAN a 10 anni risultante dall'investimento prevedendo un'inflazione del 4%:

$$\text{Tempo Ritorno TRI} = \frac{\ln\left[1 - \left[\frac{I}{R_m} \cdot \frac{ib - if}{1 + if}\right]\right]}{\ln\left|\frac{1 + if}{1 + ib}\right|} = \frac{\ln\left[1 - \left[\frac{80850 \cdot 0.06 - 0.04}{16515 \cdot 1 + 0.04}\right]\right]}{\ln\left|\frac{1 + 0.04}{1 + 0.06}\right|} = 5,2 \text{ anni}$$

$$\text{VAN} = \left[R_m \cdot \sum_1^n \frac{1}{(1 + ib - if)^{1...n}} \right] - I = \left[16515 \cdot \sum_1^{10} \frac{1}{(1 + 0.06 - 0.04)^{1...10}} \right] - 80850 = 67.500 \text{ Euro}$$

Graficamente il VAN assume il seguente aspetto:



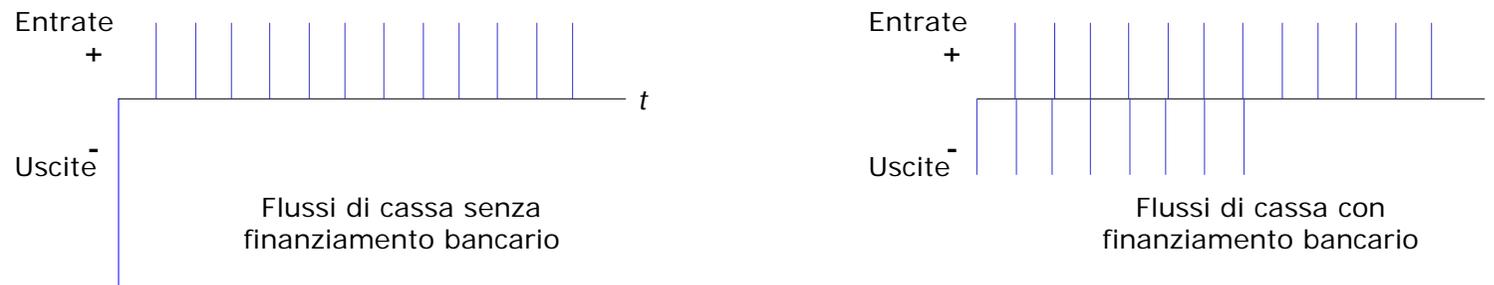
Prestiti per il risparmio: spendere per guadagnare

Normalmente quando negli edifici civili si effettuano interventi di ristrutturazione ciascun proprietario contribuisce alle spese prelevando dal proprio conto corrente.

Questo metodo è possibile e conveniente solo quando si dispone di risorse economiche che fruttano interessi inferiori a quelli applicati dal prestito bancario e quindi è più conveniente utilizzare capitali propri che ricorrere al prestito.

Però negli ultimi anni si registra un fenomeno, che in Italia è stato definito "effetto Euro", in cui è aumentata la povertà sociale e diminuiti gli interessi bancari sui prestiti (il tasso medio Euribor del 2002-2005 è del 2,5%).

Tale condizione non deve scoraggiare a priori gli interventi di risparmio energetico ma semplicemente richiede una diversa analisi di investimento tipica del settore industriale, in cui si ricorre a forme di prestito (tipicamente il *Leasing*), in cui da una successione di costi (rate) si ha una successione di ricavi (Rm)



In sostanza se non disponiamo di capitali dobbiamo ricorrere al prestito bancario, il quale dopo l'Euro si è dimostrato più stabile e conveniente.

Con il prestito bancario non è più necessario disporre di propri capitali ma dovremo preoccuparci unicamente di riuscire a pagare le quote rateizzate, il cui importo può essere fissato alle proprie disponibilità aumentando il tempo di scadenza del prestito.

Ricorrendo al prestito bancario ciò di cui dovremo preoccuparci sarà:

- avere tassi di interesse con "spread" contenuti rispetto all'Euribor (anche interpellando più Istituti di credito);
- avere risparmi annuali superiori alla rata annuale del prestito;
- avere una vita utile dell'intervento energetico prudentemente superiore alla durata del prestito bancario.

In questo modo avremo realizzato il nostro intervento senza una reale spesa ma solo con una "partita di giro" dare-avere.

Per ciò che concerne il calcolo finanziario la formula del VAN per investimenti di tipo C.I.C.O (risparmi-prestiti) diventa:

$$VAN = \left[Rm_1 \cdot \sum_1^{dr} \frac{1}{(1+ib-if)^i} \right] - \left[I \cdot \sum_1^{dp} \frac{1}{(1+ib-if)^i} \right]$$

Si evidenzia che una forma di finanziamento in "conto interessi" (prestiti da restituire ratealmente a tasso zero o quasi) meglio se uniti ad agevolazioni fiscali, sarebbe quella più adatta alle scarse risorse e capacità di controllo degli Enti pubblici.

Purtroppo i contributi pubblici sono stati fin'ora del tipo in "conto capitale": ciò riduce il numero dei beneficiari attraendo particolarmente gli speculatori.

Soluzioni impiantistiche di risparmio energetico

Riduzione della domanda energetica

Quando si programmano interventi di risparmio energetico dovrebbe essere prima di tutto analizzata la convenienza e possibilità di riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio. Tale condizione viene soddisfatta riducendo le dispersioni dall'involucro edilizio, ovvero migliorando l'isolamento termico.

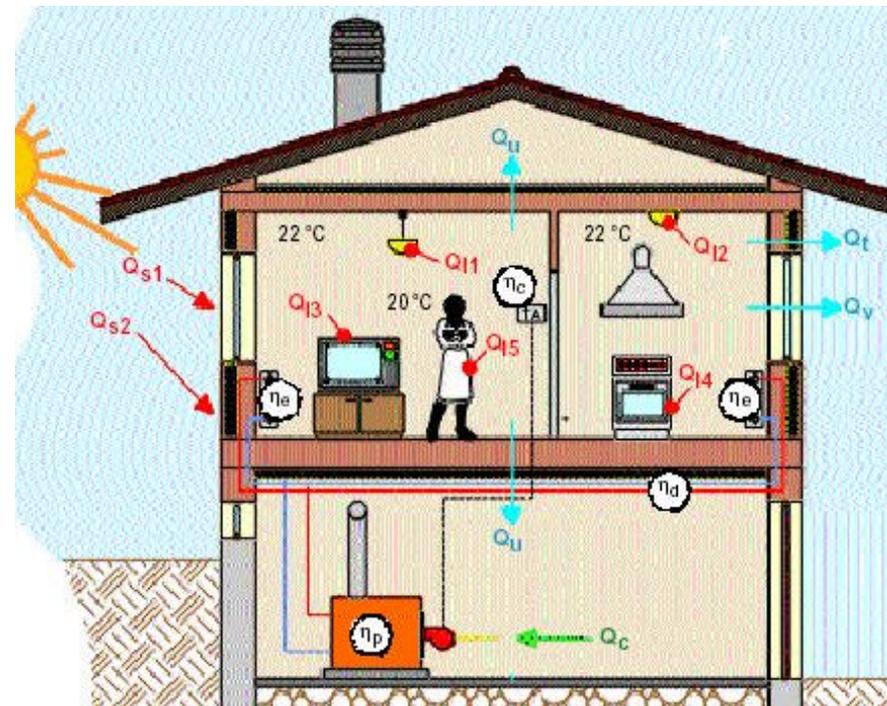
Questo tipo di intervento è già stato evidenziato nel precedente corso in cui è stato esposto il metodo di calcolo dello spessore ottimale dell'isolante. In questa seconda parte si vuole invece evidenziare la possibilità di miglioramento energetico nella fornitura di energia mediante accorgimenti impiantistici.

Miglioramento della fornitura energetica

Gli interventi per il miglioramento della fornitura energetica comprendono tutti quei interventi finalizzati ad aumentare il rendimento dell'impianto dalla produzione del calore fino alla sua erogazione.

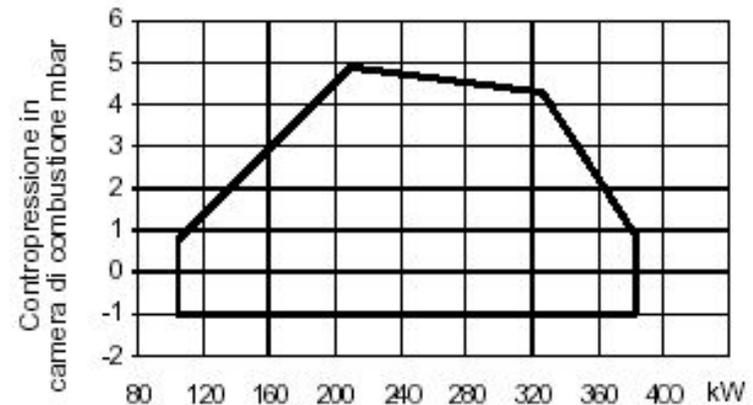
La norma UNI 10348 definisce per gli impianti termici 4 diversi rendimenti:

- produzione, distribuzione, regolazione, emissione. Il prodotto dei singoli rendimenti determina il rendimento globale dell'impianto.



Il miglioramento del rendimento di produzione

Il rendimento di produzione è definito dal "generatore di calore", intendendo l'insieme caldaia+bruciatore. Purtroppo non sempre alle caldaie viene abbinato il giusto bruciatore. A volte si vedono semplici bruciatori bistadio su costosissime caldaie a condensazione, oppure caldaie a condensazione su impianti che non provocheranno mai la condensazione dei fumi.

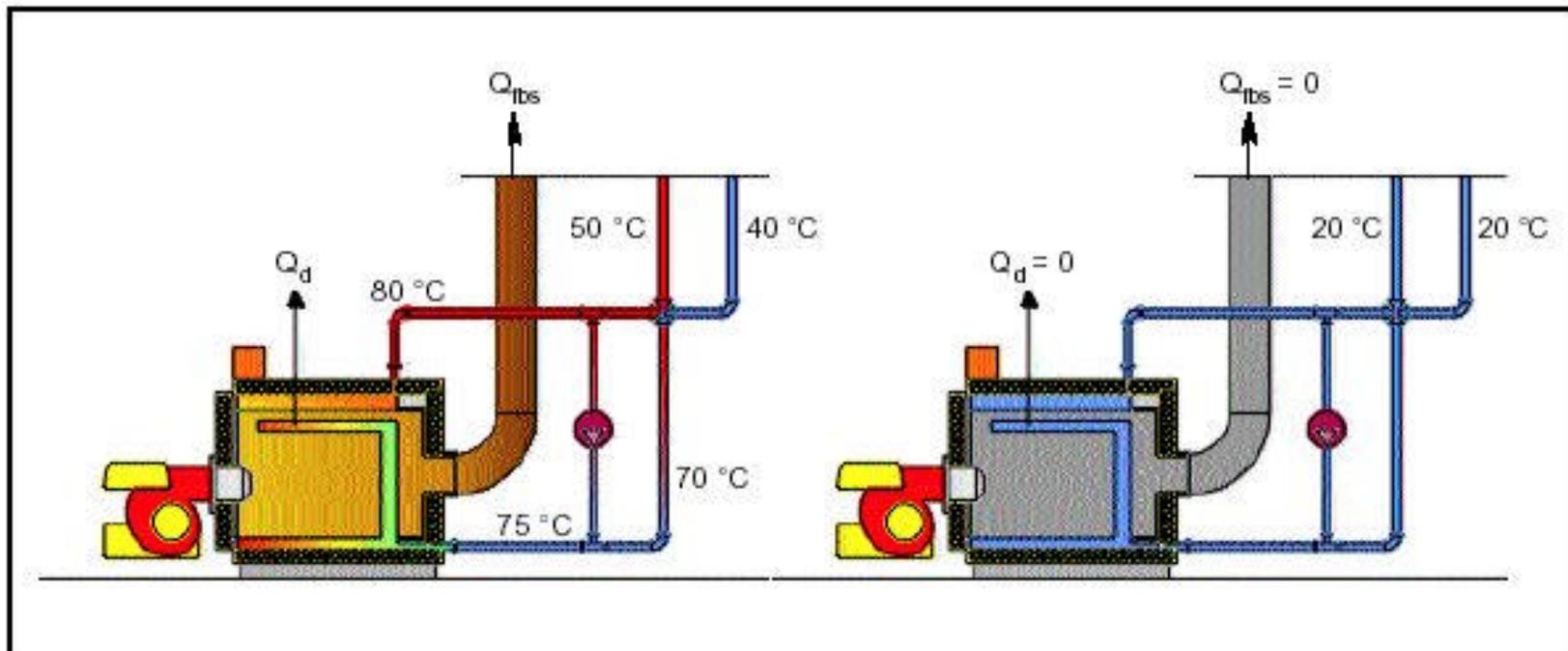


Inoltre non sempre il generatore abbinato alle caratteristiche dell'impianto.

Spesso vengono installati generatori con potenza notevolmente superiore a quella necessaria edificio, con buona soddisfazione del venditore, dell'installatore e del progettista, tanto gli sprechi li pagano gli ignari condomini.

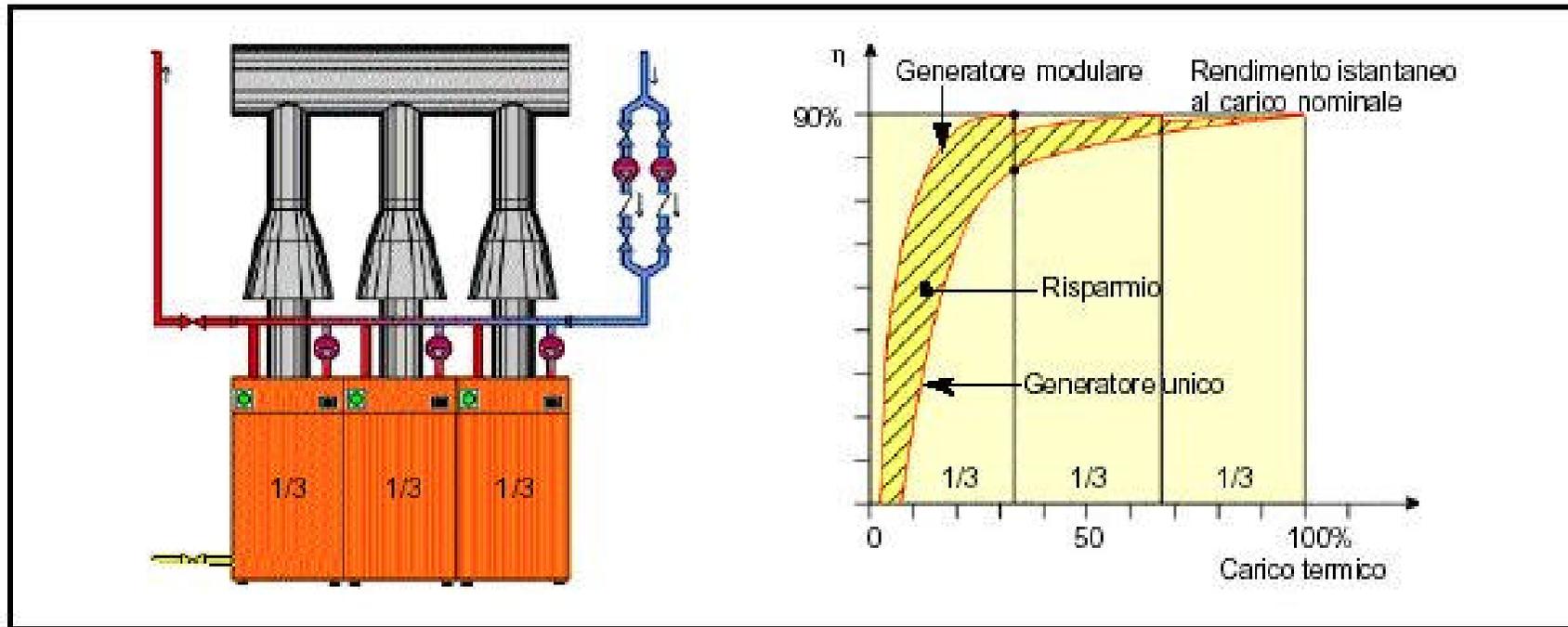
Un sovradimensionamento del

Generatori tradizionali



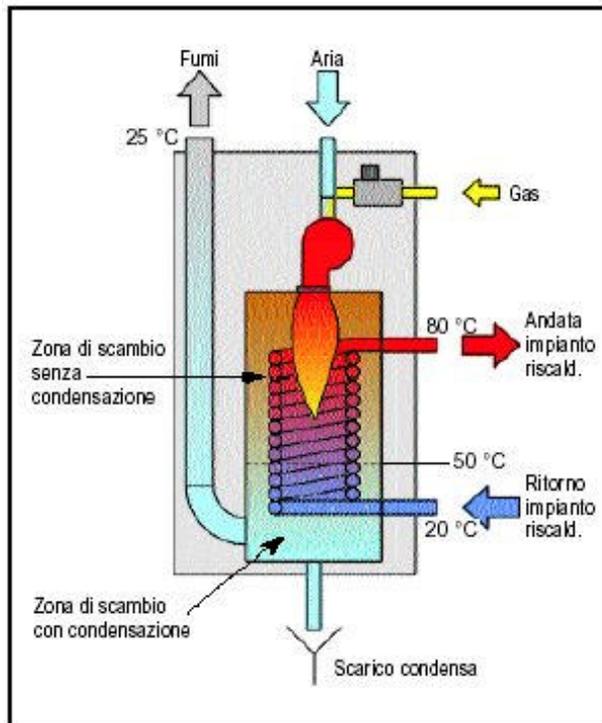
Lo spegnimento notturno: espediente per migliorare il rendimento medio stagionale dei generatori sovradimensionati di caratteristiche mediocri.

Generatori modulari



Quando un normale generatore funziona ad un carico basso (per esempio 1/3) il suo rendimento si abbassa notevolmente (vedi grafico). Il sistema modulare in tali condizioni inserisce un solo generatore di potenza 1/3, ottenendo rendimenti elevati anche ai bassi carichi.

Generatori a condensazione



Rappresentazione schematica dello scambiatore di un generatore a condensazione.

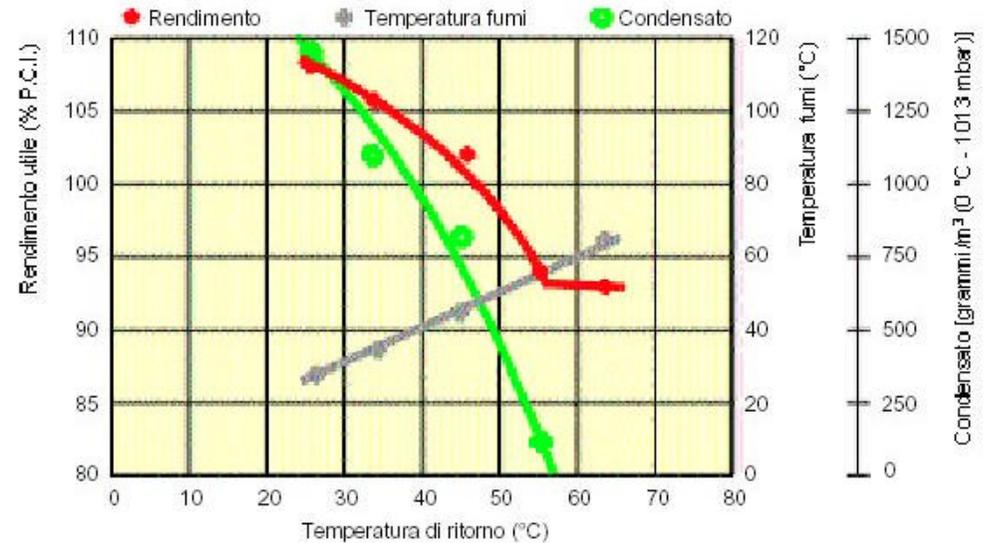
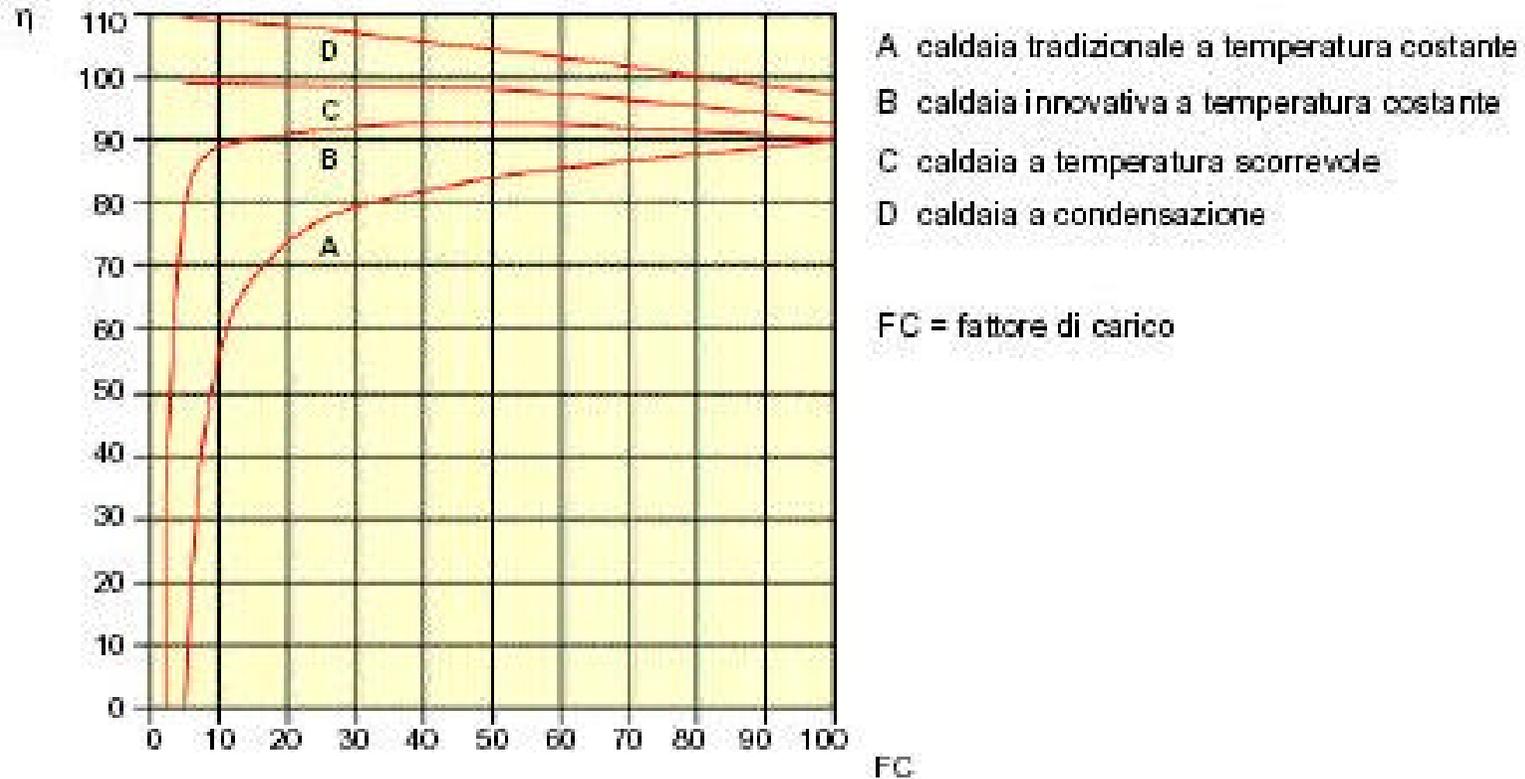


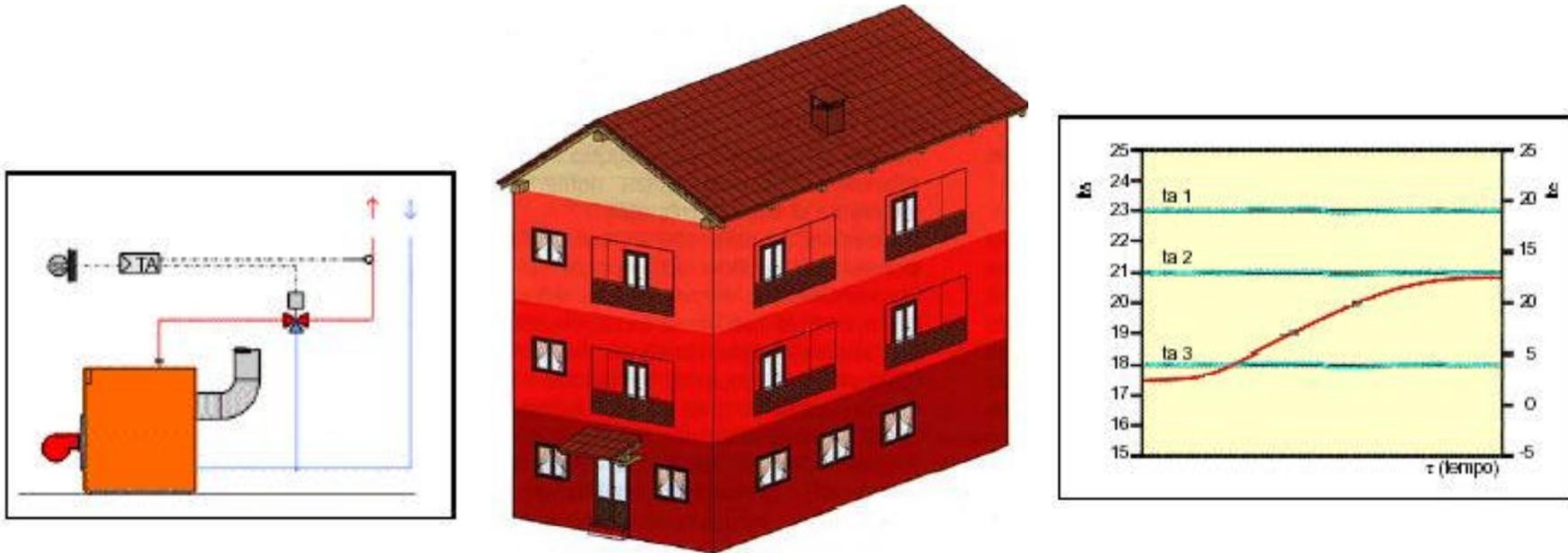
Grafico sperimentale tipico delle caratteristiche di un generatore a condensazione (valido per un determinato eccesso d'aria).

Fattore di carico e rendimento dei generatori



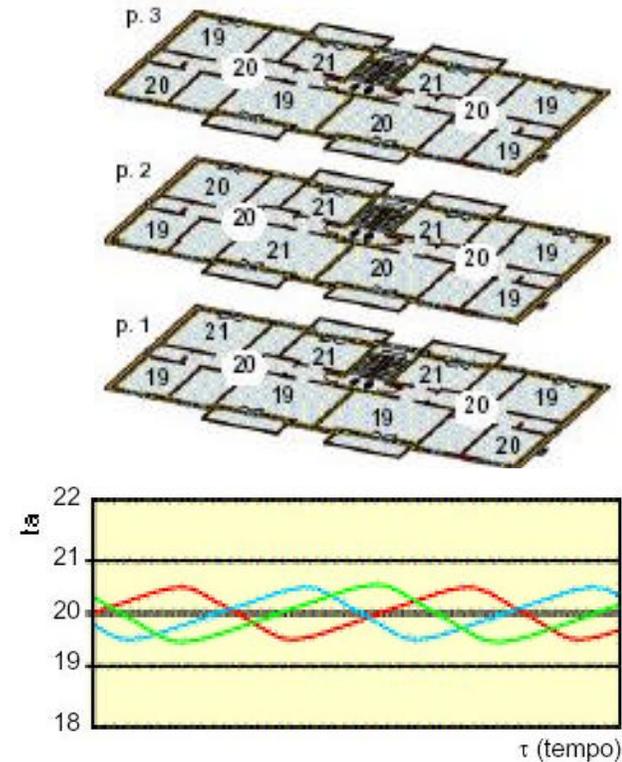
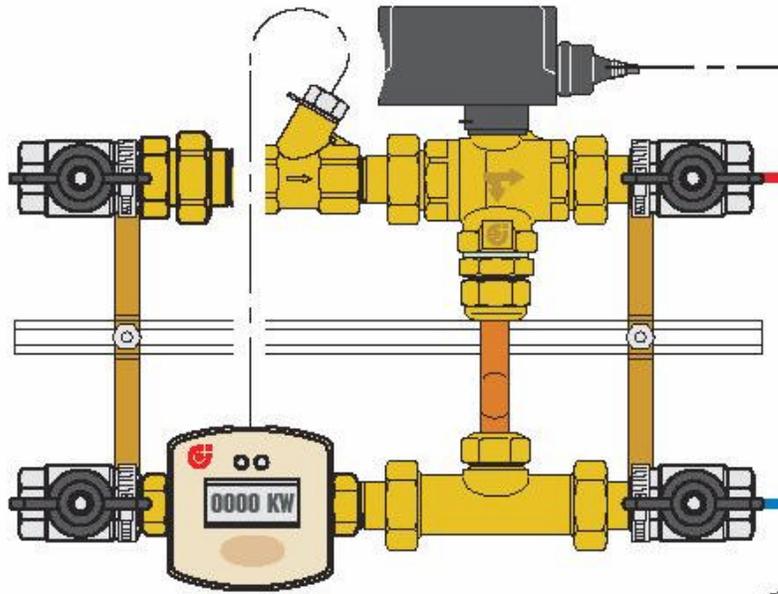
Andamento indicativo del rendimento utile in funzione del carico termico per diverse tipologie di generatori.

Termoregolazione centralizzata (edificio)



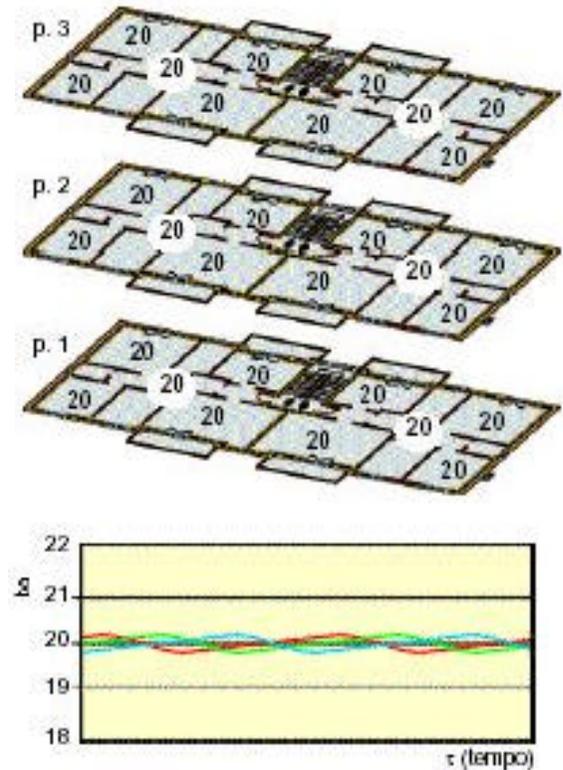
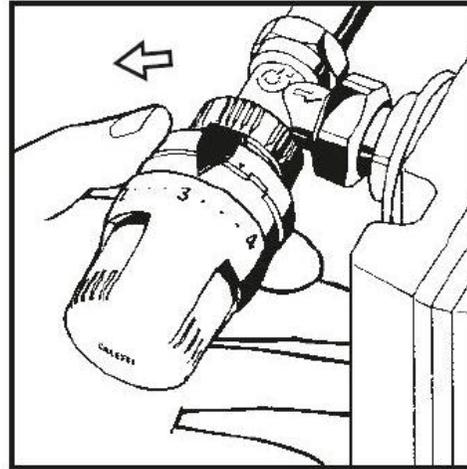
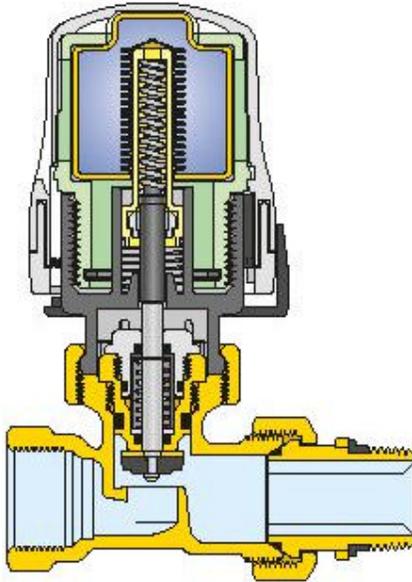
La prima regolazione di base (obbligatoria per legge per tutti gli impianti con potenza $>50\text{kW}$) è quella installata nella centrale termica che regola la temperatura di mandata dell'acqua ai radiatori in funzione della temperatura esterna. Questa regolazione da sola non è in grado di garantire un sufficiente benessere per tutti gli appartamenti, in quanto il valore di regolazione è necessariamente un "valore medio dell'edificio" che dovrà tener conto degli appartamenti più sfavoriti, ovvero più distanti dalla centrale termica ed esposti a peggiori condizioni atmosferiche esterne

Termoregolazione di zona (appartamenti)



La termoregolazione di zona è costituita da una elettrovalvola a 3 vie installata sulla tubazione di entrata negli appartamenti. La valvola di zona viene azionata da un termostato ambiente avente la funzione di ridurre gli eccessi di temperatura della regolazione centralizzata al "valore medio dell'appartamento" impostato nel termostato ambiente. Questa regolazione consente inoltre una autonomia individuale nella scelta della temperatura ambiente che non sarebbe possibile con la sola regolazione centralizzata.

Termoregolazione locale (singolo vano)



Per una regolazione più fine è necessario installare delle valvole termostatiche sulla mandata ai radiatori, l'aspetto è quello di una normale valvola con tacche di regolazione riportanti la temperatura ambiente voluta. L'installazione delle valvole termostatiche è obbligatoria negli ambienti esposti ad una maggior radiazione solare (esposizione Sud-Est Sud-Ovest) o con rilevanti apporti interni di calore (cucine), è comunque utile anche per regolare quei locali dove si vuole avere una differente temperatura ambiente, per esempio il bagno più caldo e camera da letto più fresca.

Bibliografia

Per chi volesse approfondire la propria conoscenza in tema di Risparmio Energetico si segnalano:

NORME UNI

- UNI-EN832 Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento
- UNI 10348 Calcolo rendimento termico degli impianti
- UNI-EN12831 Calcolo della potenza termica per il riscaldamento degli edifici

TESTI TECNICI

- Metodologie di risparmio energetico, Enea, HOEPLI Editore, 1984
- Corso di risparmio Energetico, Enea, 1987
- Concetti innovativi della normativa vigente, Assotermica, 1998
- Manuale della regolazione e della gestione dell'energia, R. Cyssau, Tecniche Nuove, 1992
- Matematica finanziaria, Mario Trovato, ETAS Libri , 1990
- Diagnosi e certificazione energetica degli edifici, L. Socal- F. Soma, Edilclima, 2004

SITI INTERNET

Sono innumerevoli i siti internet di Università, Enti, Associazioni e Aziende in cui è possibile reperire documentazione sulle tecniche per il risparmio energetico e l'analisi finanziaria, al punto che sarebbe difficile farne un elenco, per cui si rimanda ai motori di ricerca presenti su Internet.