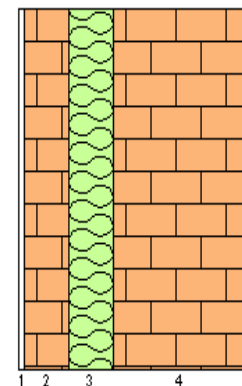
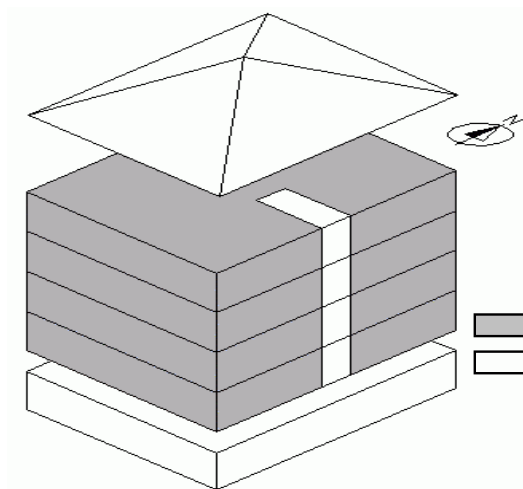
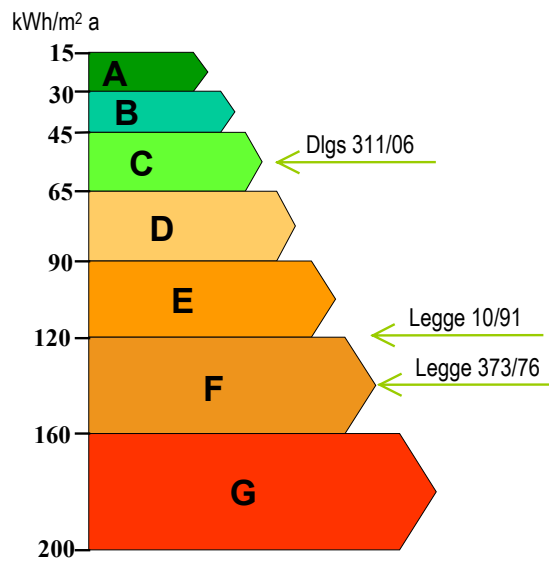


Collegio dei Periti Industriali della Provincia di Genova

Certificazione Energetica degli Edifici esempi applicativi

Relatore: per.ind. Russo Gaetano Fabio

Genova, 20/07/2007



INDICE

- Il quadro normativo
- La certificazione energetica
- L'analisi economica

Quadro normativo in campo energetico

Legge 373/76	<p>Prima norma Italiana per il risparmio energetico in edilizia, emanata in seguito alla prima crisi petrolifera (guerra del Kippur tra Israele e Paesi Arabi). Introduzione di valori massimi di dispersione termica dell'edificio (Cvg). Questa norma pur essendo "innovativa" non ha prodotto i risultati sperati in quanto basata sostanzialmente su una qualità costruttiva degli edifici molto bassa, tipica degli anni 70. Verrà abrogata dalla legge 10/91</p>
Legge 10/91	<p>Seconda norma italiana per il risparmio energetico in edilizia, emanata in seguito alla seconda crisi petrolifera (guerra Occidente-IRAQ). Introduzione del concetto edificio-impianto e di certificazione energetica (art. 31 mai entrato in vigore). Imposizione dei valori limite per:</p> <ul style="list-style-type: none">-rendimento impianto ($\eta_g = \eta_p * \eta_r * \eta_d * \eta_e$)-fabbisogno energetico edificio (FEN) <p>Anche questa legge non ha portato i risultati sperati al punto che è stata denominata "legge pacco", sia per la quantità di carta da produrre che per l'assenza di effetti positivi. Verrà notevolmente modificata dal Dlgs 192/05 (tecnicamente non ha più senso parlare di legge 10/91).</p>
Dlgs 192/05	<p>Terza norma italiana sul risparmio energetico (ma prima norma semi-seria) emanata in seguito all'obbligo di recepimento della Direttiva Comunitaria 2002/91/CE. Il recepimento risulta parziale (manca la regolamentazione per la climatizzazione estiva, per la produzione di acqua calda, per l'illuminazione degli edifici). Introdotti valori limite per:</p> <ul style="list-style-type: none">-la trasmittanza delle strutture;-il fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale (Epi) <p>Reso obbligatorio il ricorso alle fonti rinnovabili ed alla certificazione energetica per la climatizzazione invernale dei nuovi edifici.</p>
Dlgs 311/06	<p>Decreto Legislativo di modifica del precedente Dlgs 192/05, ridotti i valori di trasmittanza massima; introdotta la certificazione energetica obbligatoria anche la produzione di acqua calda sanitaria; resa obbligatoria la certificazione energetica degli immobili esistenti oggetto di compravendita o locazione. La lettura del Dlgs 311/06 risulta difficile dovendosi integrare e sostituire parti modificate della legge 10/91 e del Dlgs 192/06. La quantità di modifiche è notevole al punto che tecnicamente non ha più senso parlare di Legge 10/91 o Dlgs 192/05.</p>

REGOLE PROVVISORIE

Ad oggi, 22 Settembre 2007, si è ancora in attesa dell'approvazione del progetto di norma europea prEN15217 recante i procedimenti di calcolo e il metodo di classificazione energetica degli edifici, iter che dovrebbe concludersi con l'approvazione del voto formale CEN previsto per fine settembre 2007.

Successivamente si dovrà avere il recepimento della norma tecnica da parte dell'UNI (che richiederà altri 2 mesi) nonché l'emanazione dei decreti ministeriali di attuazione.

In attesa che tutto ciò si concretizzi l'art. 6 del Dlgs 311/06 ha comunque previsto un provvisorio "attestato di qualificazione energetica", che si differenzia dal "certificato energetico" solo perché ai consumi calcolati non attribuisce la classe energetica.

In entrambi i certificati devono essere riportati suggerimenti per interventi migliorativi atti a ridurre i consumi e la previsione di avanzamento della classe energetica.

COMPLICANZE REGIONALI

Il decentramento amministrativo, iniziato con la legge n° 59/1997, ha conferito alle Regioni e agli Enti locali funzioni e compiti amministrativi anche in materia di energia e ambiente. In realtà l'autonomia non è totale dato che l'art. 29 del DLgs. n° 112/98 conservava allo Stato le funzioni e i compiti concernenti l'elaborazione e la definizione degli obiettivi e delle linee guida della politica energetica.

La Lombardia è attualmente l'unica regione ad avere previsto un proprio sistema di classificazione energetica (CENED, **C**ertificazione **E**nergetica degli **E**difici), che se pur basato sulle linee del prEN15217 presenta alcune differenze sia di calcolo che di assegnazione delle classi energetiche.

Liguria, Emilia Romagna e Piemonte hanno già deliberato proprie leggi regionali sul risparmio energetico e stanno mettendo definendo procedure autonome di certificazione energetica.

Il diffondersi di diversi sistemi di certificazione costituirà una maggiore difficoltà per il progettista, che dovrà predisporre sistemi di calcolo e modulistica differente, ma anche l'utente non riuscirà a comprendere facilmente le differenze tra i vari sistemi regionali di certificazione.

QUANDO E' RICHIESTA LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA?

1. COMPRAVENDITA O LOCAZIONE

L'art. 6 del Dlgs 311/06 per ciò che concerne l'obbligatorietà della certificazione energetica (o della surrogata "qualificazione energetica") prevede che l'obbligo di dotarsi della certificazione scatta al momento di locazione o compravendita con i seguenti casi:

- dal 1° luglio 2007 per gli immobili di superficie utile superiore a 1.000 m²;
- dal 1° luglio 2008 per quelli gli immobili di superficie utile inferiore a 1.000 m²;
- dal 1° luglio 2009 per le singole unità immobiliari.

Copia del certificato dovrà essere messa a disposizione del conduttore in caso di locazione.

2. DETRAZIONE FISCALE 55%

Il certificato energetico (o l'attestato qualificazione) è necessario inoltre per poter usufruire delle agevolazioni fiscali introdotte dalla legge finanziaria 296/06 nel caso si voglia usufruire della possibilità di detrarre il 55% per spese concernenti:

- A. interventi di riqualificazione energetica di edifici esistenti (comma 344);
- B. interventi su edifici esistenti, parti di edifici esistenti o unità immobiliari, riguardanti strutture opache (coperture e pavimenti), ed infissi (comma 345);
- C. installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda (comma 346);
- D. interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di caldaie a condensazione e valvole termostatiche (comma 347).

Relativamente al punto B si segnala che per un errore riportato nella tabella delle trasmittanze massime delle strutture orizzontali (coperture e solai intermedi) la detrazione non risulta attualmente possibile, e ad oggi si è ancora in attesa di una disposizione correttiva che per il principio di gerarchia delle disposizioni normative non può essere effettuato da un DM ma è necessaria una legge di modifica. Nel frattempo ciò causa non pochi problemi ed incertezze agli operatori del settore, in considerazione del fatto che la legge 296/06 limita la possibilità di detrazione fiscale ai soli interventi eseguiti nel 2007.

3. CONTRATTI SERVIZIO ENERGIA

La Circolare del AE n° 273F/98 rende obbligatoria la diagnosi e certificazione energetica per gli edifici oggetto di contratti servizio energia da parte delle ESCo.

IN COSA CONSISTE LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA?

La certificazione energetica è l'atto che documenta il consumo energetico convenzionale per il riscaldamento invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria di un edificio o di una unità immobiliare attribuendo un classe di consumo.

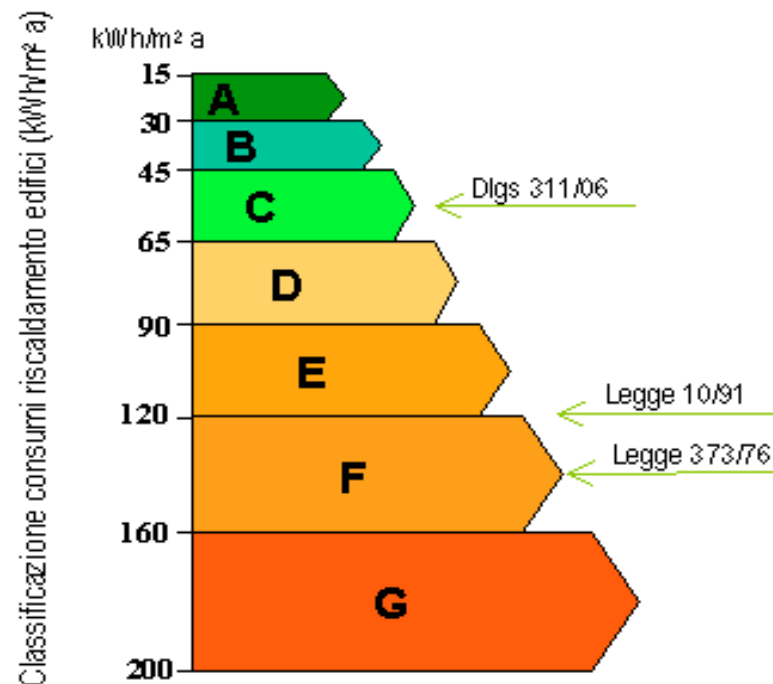


Tabella 1.2 Valori limite, **applicabili dal 1 gennaio 2008**, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m² anno

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<i>fino a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>oltre</i>
	600	601	900	901	1400	1401	2100	2101	3000	3000
	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG	GG
$\leq 0,2$	9,5	9,5	14	14	23	23	37	37	52	52
$\geq 0,9$	41	41	55	55	78	78	100	100	133	133

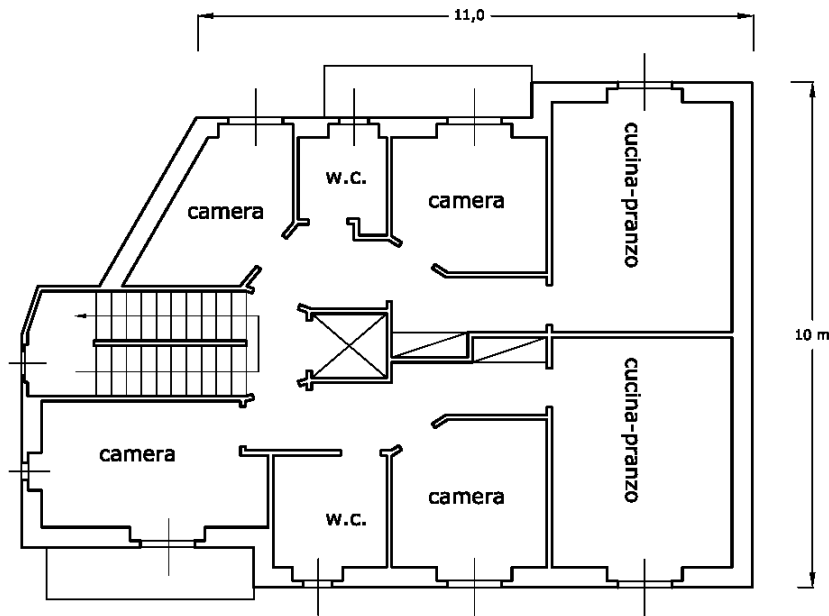
COME SI EFFETTUA LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA?

Per effettuare la certificazione energetica è necessario:

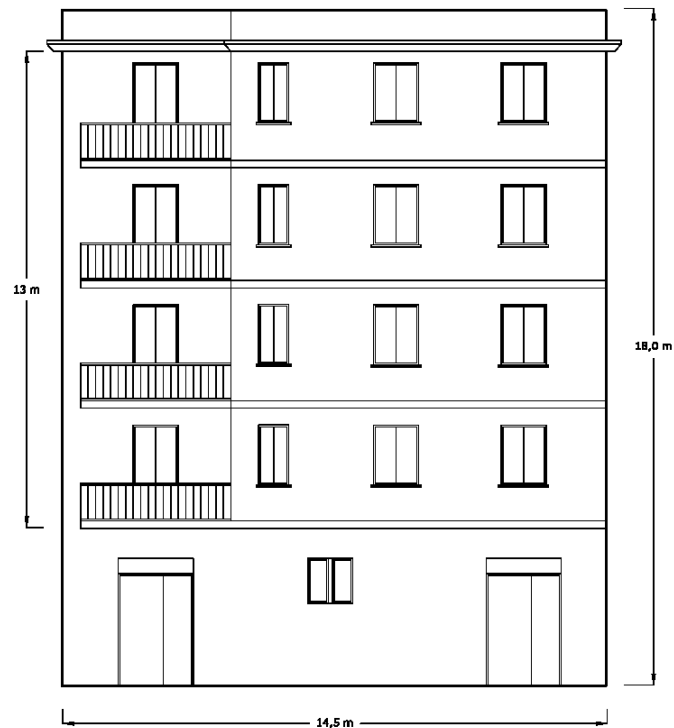
1. Effettuare i rilevamenti delle strutture dell'edificio
2. Calcolare le dispersioni termiche dalle strutture evidenziando possibilmente la percentuale dispersa dal soffitto, dal pavimento, dalle pareti, dalle finestre, dai vani sotto finestra o da altre strutture dell'edificio.
3. Individuare i quattro rendimenti medi stagionali dell'impianto: emissione, regolazione, distribuzione e di produzione del calore. I valori anomali delle trasmittanze termiche o di rendimento segnalano le parti "sofferenti" dell'edificio o dell'impianto, che risultano bisognose di "cure".
3. Individuare i "punti deboli" si ipotizzano i possibili interventi effettuando al computer opportune simulazioni che consentono di valutare a priori i rapporti "costi/benefici" di ciascuno di essi e di stilare una graduatoria.
4. L'esecuzione degli interventi deve essere tale da consentire un consumo specifico di energia almeno inferiore a quello previsto dall'allegato C del Dlgs 311/06.

DIAGNOSI E CERTIFICAZIONE ENERGETICA: LE ASPETTATIVE

- 1. Procedura di informazione:** la disponibilità di un documento atto a rappresentare in modo oggettivo la qualità energetica degli edifici e dei relativi impianti facilita ogni tipo di azione relativa al sistema stesso.
- 2. Trasparenza del mercato immobiliare:** la certificazione energetica consentirà al venditore di evidenziare le qualità termiche che valorizzano la costruzione.
- 3. Promozione degli investimenti di risparmio energetico:** L'aumento di valore conferito all'immobile dalla certificazione energetica costituirà per il proprietario un buon motivo per realizzare gli investimenti necessari. L'incremento di valore si renderà concreto al momento della vendita o della locazione dell'appartamento.
- 4. Scelta economica degli investimenti:** la diagnosi energetica e la simulazione di tutti i possibili interventi di risparmio energetico consentono di stilare una graduatoria degli stessi, ordinata per grado di redditività, e di scegliere quindi quelli più convenienti.
- 5. Riduzione del consumo energetico:** la valutazione dell'efficienza energetica degli immobili condurrà senza dubbio alla progressiva riduzione dei loro consumi energetici.
- 6. Riduzione dell'inquinamento atmosferico:** l'inquinamento legato all'uso dei combustibili diminuirà quantitativamente in misura proporzionale al minore uso degli stessi.
- 7. Sviluppo di nuove tecnologie più economiche, più efficienti e più pulite:** la diagnosi e le simulazioni di interventi di risparmio energetico sono destinate a modificare una caratteristica perversa del mercato per cui è determinante il prezzo nella scelta dei componenti, per sostituirla con una logica più moderna, attenta al rapporto prezzo/prestazioni; saranno favorite le aziende in grado di sviluppare nuove tecnologie più sicure, più economiche, più efficienti e più pulite.



PIANTA PIANO TIPO scala 1:100



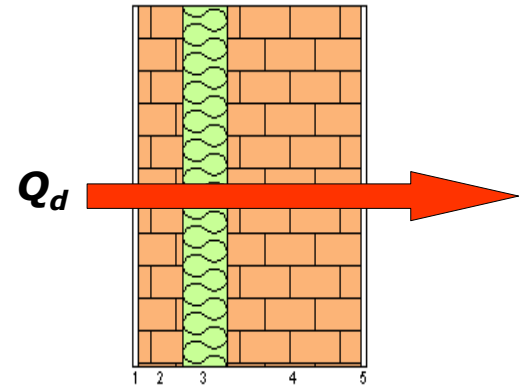
PROSPETTO EST scala 1:100



Descrizione Strutture	Sup m ²	K W/m ² C	Pd Watt	% di Pd Tot
Componenti finestrati	531,8	3,44	36618	18,6
Muratura esterna	2108	1,5	63080	32
Vano scale	1522	0,27	30354	15,4
Copertura edifici	506,2	1,01	10226	5,2
Fondi edifici	506,2	0,24	10044	5,1
Ponti Termici	3616	-	3616	1,8
Ricambi Aria (ventilazione)	-	-	43146	21,9
TOTALE			197084	100,0

Bassa Trasmittanza= maggiore isolamento

La trasmittanza U delle strutture opache (verticali ed orizzontali) e delle strutture trasparenti deve essere inferiore a quanto previsto dall'allegato C del Dlgs 311/06. L'unico modo per diminuire la trasmittanza, ovvero per aumentare l'isolamento termico, è quello di aumentare gli spessori del materiale e di scegliere materiali a bassa conduttività λ .



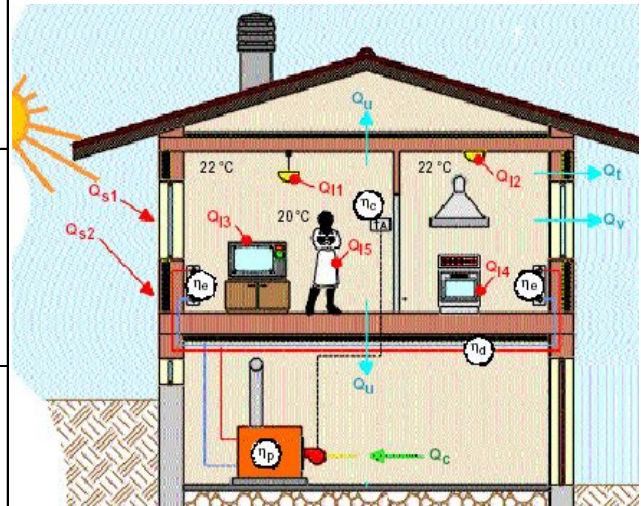
$$Q_d = U \cdot (t_i - t_e) \cdot A$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \frac{s_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{s_n}{\lambda_n} + \frac{1}{h_e}}$$

2. Trasmittanza termica delle strutture opache verticali

Tabella 2.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali espressa in W/m ² K			
Zona climatica	Dall'1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall'1 gennaio 2009 8 U (W/m ² K)	Dall'1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,40
D	0,50	0,40	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

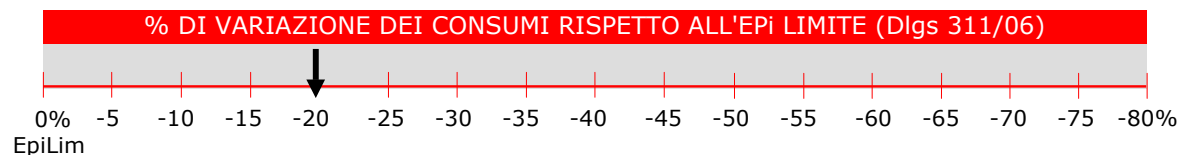
Rendimento Attuale Impianto Termico (prima dell'intervento)		
Valore	Descrizione	Osservazioni
Rendimento di produzione $\eta_p = 0,79$	Generatore di calore sovradimensionato di vecchia costruzione con bruciatore senza autochiusura della serranda aria in fase di sosta.	Valore decisamente basso da migliorare mediante sostituzione del generatore.
Rendimento di regolazione $\eta_c = 0,87$	Regolazione climatica centrale con sonda esterna e radiatori equipaggiati con semplici valvole manuali.	Valore basso dovuto alla discreta quantità di energia solare non compensata da valvole termostatiche.
Rendimento di emissione $\eta_e = 0,94$	Corpi scaldanti a radiatori dimensionati per una temperatura di 85°C, quelli posti sulle pareti esterne sono privi di pannelli riflettenti.	Valore normale che può essere migliorato in occasione della sostituzione apponendo tra la muratura esterna ed il radiatore pannelli isolanti e riflettenti.
Rendimento di distribuzione $\eta_d = 0,88$	Le tubazioni interne agli edifici non risultano visibili e sono di difficile intervento, quelle in vista nella centrale termica risultano con coibentazione insufficiente e di vecchia costituzione.	Valore basso migliorabile con la coibentazione delle tubazioni della centrale termica.
Rendimento globale $\eta_g = 0,57$	Rendimento ridotto dovuto ai bassi valori dei rendimenti sopraelencati.	Valore decisamente basso.



SIMULAZIONE CONVENIENZA ECONOMICA INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO

Per poter stabilire i consumi energetici conseguibili con gli interventi di risparmio energetico che possono essere realizzati sul sistema edificio-impianto, vengono eseguite simulazioni con determinazione analitica del risparmio energetico conseguibile e la relativa convenienza economica secondo le modalità finanziarie di valutazione degli investimenti industriali basati sul VAN (valore attuale Netto) e del TRI (tempo di Ritorno Investimento).

F?	Tipo Intervento	Valore	K Iniz	K Fine	Euro Costo	Rcomb Anno	REuro Anno	Anni TRit	Euro VAN
Si	Sostituz. generatore	63667	0,8	0,91	27000	9620	6253	4,62	37142
Si	Riduz.PFoc generatore	54000	1001	529	0	4678	3041	0,00	26615
Si	Sostituzione camino	540	400	300	13200	54	35	0,00	546
Si	Diminuz. consumi ENEL	2000	13,3	7	5300	12600	1953	2,84	25146
Si	Coib. tubazioni CT	45	1,9	0,3	3000	1177	765	4,17	4847
NO	Install. doppi vetri	500	5,6	2,5	150000	25346	16475	10,41	106831



L'Analisi Economica

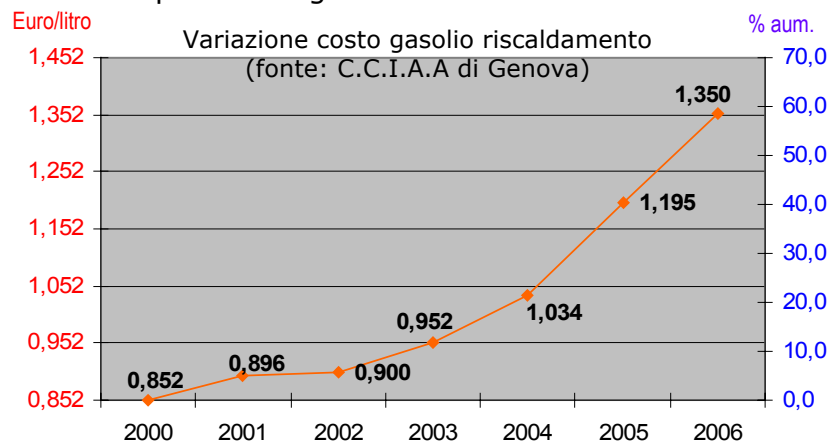
L'aumento dei costi del combustibile

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

Risparmiare energia significa infatti risparmiare denaro. Per avere un'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 6 anni.

Una lettura attenta del grafico porta a considerare che oggi per mantenere la stessa spesa del 2000 si dovrebbero ridurre i consumi del 60%!!

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



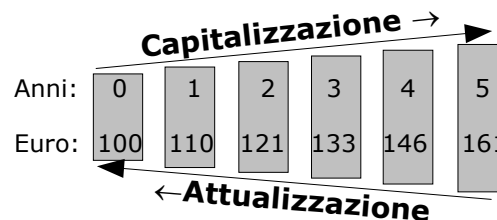
La variazione nel tempo del valore del denaro

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 $i=10\%$:

$$\text{valore futuro } Vf = Va \cdot (1+i)^n$$



$$\text{valore attuale } Va = Vf \cdot \frac{1}{(1+i)^n}$$

Il "Tempo di Ritorno" degli investimenti

Il metodo del Tempo di Ritorno (TR) 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

$$a: \quad TR = \frac{\text{Investimenti}}{\text{Ricavi}}$$

Dove: **I**= costo dell'investimento (Euro), **Rm**= il risparmio monetario annuale (Euro), **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.

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

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

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.

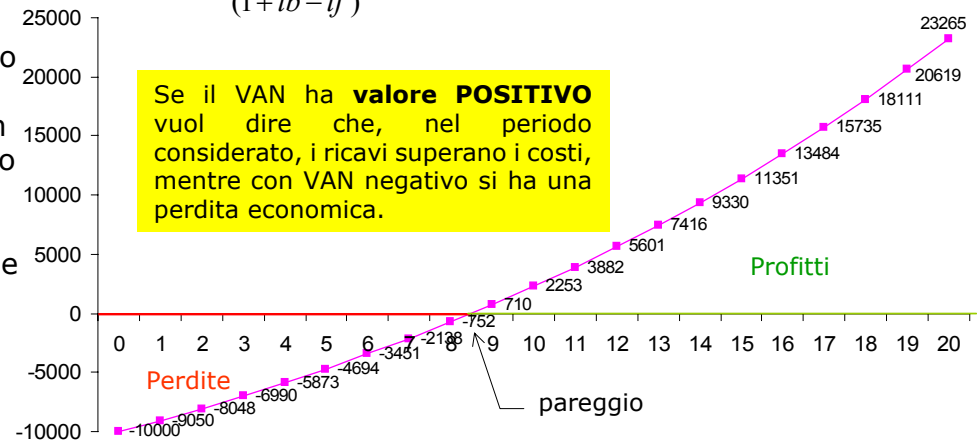
In sostanza il VAN calcola la successione dei ricavi per un numero stabilito di anni, in modo da attualizzare il totale dei ricavi per poterlo detrarre dai costi attuali (ovvero il denaro disponibile in futuro viene reso equivalente al valore attuale dei costi)

mediante la seguente formula: $VAN = (Rm \cdot fa) - I$ formula per calcolo da tabelle "fa"

Con l'ausilio del calcolatore il VAN si calcola con: $VAN = [Rm_1 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1 + ib - if)^i}] - I$ formula per calcolo analitico

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). Ad esempio impianto con vita utile di 20 anni che richiede un investimento I=10.000Euro che comporta un risparmio Rm=900Euro/annuo con tasso medio bancario ib=4,75% e tasso di inflazione di if=8%, assume graficamente il seguente aspetto:

Nell'analisi degli investimenti industriali è acquisire una buona esperienza nella stima dei risparmi Rm conseguibili dall'investimento.

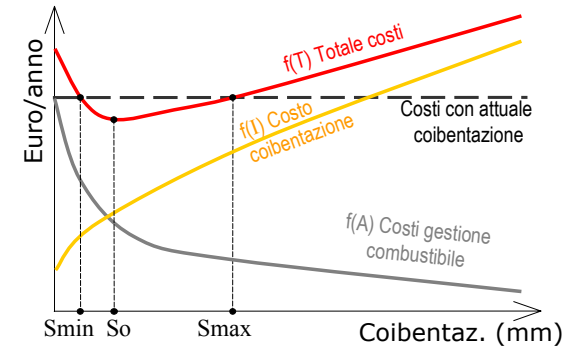


Il metodo dei minimi costi

Un altro metodo di valutazione economica è quello dei minimi costi. Questo metodo consiste nel costruire una funzione $f(T)$ data dalla somma tra i costi dell'impianto $f(I)$ e quelli dovuti ai costi gestionali per il combustibile $f(A)$, prendendo lo spessore della coibentazione (s) come indicatore di riferimento. La massima economicità (punto S_0) si ha ponendo a zero rispetto a "s" la derivata prima della funzione $f(T)$ ottenuta come somma dei costi dell'impianto solare, ovvero:

$$f(T) = f(I) + f(A) \rightarrow f' \left(\frac{dT}{ds} \right) = 0$$

Mentre i punti di minima e massima superficie conveniente sono dati dall'intersezione della curva dei costi totali con la retta rappresentante i costi con la vecchia coibentazione.



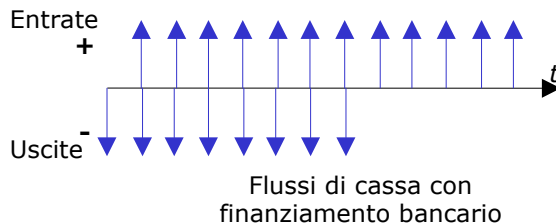
Prestiti per il risparmio: spendere per guadagnare

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 2002-2006 è del 3%).

La condizione di indisponibilità finanziaria 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 (R_m)



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



Riduzione delle emissioni inquinanti

L'accordo di Kyoto del 17 Dicembre 1997 pone come impegno la riduzione dell'8% delle emissioni di CO₂ entro 10 anni, obiettivo assunto dalla Comunità Europea e recepito dall'Italia con l'art.8 della Legge 448/98. Purtroppo nonostante le buone promesse, le emissioni di inquinanti in Italia sono aumentate del 7%.

Emissioni 2005 (in tonnellate)					
Città	CO	NH ₃	NO _x	PM10	SO _x
TO	57.192	142	7.908	1.017	961
GE	86.833	151	15.517	2.443	14.311
MI	89.429	339	14.005	1.312	2.530
VE	36.276	1.609	18.049	2.137	24.182
TS	40.679	40	4.139	823	2.841
BO	24.154	113	4.763	503	247
FI	23.828	59	3.512	389	373
RM	232.212	1.640	34.200	3.488	5.863
NA	98.094	195	12.685	1.388	5.604
BA	31.989	78	4.626	518	3.032
PA	48.269	140	6.695	659	1.202
ME	40.625	141	32.236	1.840	31.829
CT	26.881	121	4.140	477	558
CA	19.851	24	3.044	329	1.393

Il rapporto ambientale 2005 redatto dall'APAT (www.apat.gov.it) presenta Genova tra le città più inquinate con il 30% delle emissioni di inquinanti dovute agli impianti di riscaldamento invernale.

L'impianto solare consente una riduzione dell'emissione di inquinanti proporzionale alla quantità di energia termica prodotta, ovvero al mancato impiego dell'impianto tradizionale a combustibile fossile (nafta, gasolio, GPL, metano, pellets, ...) che altrimenti avrebbe scaricato in atmosfera inquinanti come l'anidride carbonica (CO₂), Ossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), Ossidi di Zolfo (SO_x), polveri sottili (PM10), ecc....

La tabella sottostante, elaborata dai dati contenuti nella bozza 01/2002 del "Manuale dei fattori di emissione Nazionali" dell'ANPA, indica i valori medi di inquinanti emessi per ogni GJ di energia prodotta per usi termici non industriali:

Inquinante	Metano	GPL	Gasolio	O.C. BTZ	Legno	Carbone coke	unità misura
Ossido di carbonio CO	0,01	0,01	0,02	0,16	7,50	5,00	kg/GJ
Anidride Carbonica CO ₂	55,5	62,4	73,3	74,6	94,6	105,926	kg/GJ
Ossidi di Azoto NO _x	0,05	0,05	0,05	0,15	0,08	0,07	kg/GJ
Anidride Solforosa SO ₂	0,001	n.d.	0,094	0,487	0,420	0,646	kg/GJ
Polveri PM10	2	2	14	58,7	261	439	g/GJ
Diossina	n.d.	1,0	1,0	1,0	5,0	10,0	µTEQ/t

TEQ=Tossicità Equivalente: è il valore di equivalenza in grammi della diossina rilevata (ne esistono 210 tipi) rispetto a quella storica di Seveso; 1µg=0,000001g; 1GJ=277,7kWh



Dagli indicatori sopraindicati è stata elaborata la tabella sottostante che da un'idea concreta degli inquinanti emessi annualmente dal consumo di 230.000kWh (828GJ) equivalente ai consumi per l'ACS (25kWh/m²anno) e il riscaldamento (90kWh/m²anno) di un tipico edificio in classe D ubicato in zona D (166 gg di riscaldamento) composto da 20 appartamenti da 100m² cadauno ((25+90)*20*100)=230.000kWh/anno (828GJ).

Inquinante	Metano	GPL	Gasolio	O.C. BTZ	Legno	Carbone coke	unità misura
Ossido di carbonio CO	8	8	17	133	6.212	4.141	kg
Anidride Carbonica CO ₂	45.933	51.675	60.688	61.803	78.351	87.731	kg
Ossidi di Azoto NO _x	41	41	41	124	66	58	kg
Anidride Solforosa SO ₂	1	n.d.	78	403	348	535	kg
Polveri PM10	1.656	1.656	11.595	48.617	216.169	363.594	kg
Diossina	n.d.	828	828	828	4.141	8.282	µTEQ

Bibliografia

Per chi volesse approfondire la propria conoscenza sulle tematiche trattate si segnalano:

NORME TECNICHE

- UNI10348 Calcolo del Rendimento
- UNI-EN832 Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento
- prEN15217, Certificazione energetica degli edifici, CEN, Ottobre 2006
- Raccomandazione CTI 03/2003

TESTI TECNICI

- Metodologie di risparmio energetico, Enea, HOEPLI Editore, 1984
- Matematica finanziaria, Mario Trovato, ETAS Libri, 1990
- Corso di risparmio Energetico, Enea, 1987
- Impatto ambientale dei sistemi energetici, M.Bianchi A.Gambarotta A.Peretto, Ediz.Pitagora, 2004

www.peritorusso.it