

CESARE CARAMAZZA MARIO BUTERA

**DIAGNOSI ENERGETICA
DEGLI IMMOBILI
E DETRAZIONI DEL 55%**
GUIDA PRATICA



SERVIZI GRATUITI ON LINE

Questo libro dispone dei seguenti servizi gratuiti disponibili on line:

- filodiretto con gli autori
- le risposte degli autori a quesiti precedenti
- files di aggiornamento al testo e/o al programma allegato
- possibilità di inserire il proprio commento al libro.

L'indirizzo per accedere ai servizi è: www.darioflaccovio.it/scheda/?codice=DF0006

INDICE

Premessa.....pag. 9

**CAPITOLO 1 – IL BILANCIO ENERGETICO DI UN EDIFICIO. ELEMENTI BASE
PER LA VALUTAZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE DI UN INVOLUCRO EDILIZIO**

1.1. Introduzione	» 11
1.2. Edificio come sistema termodinamico	» 12
1.3. Trasmissione del calore	» 13
1.3.1. Trasmissione per conduzione	» 14
1.3.2. Trasmissione per convezione	» 15
1.3.3. Trasmissione per irraggiamento	» 16
1.3.4. Trasmissione del calore nei componenti edilizi opachi	» 17
1.3.5. Trasmissione del calore nei componenti edilizi trasparenti....	» 18
1.4. Fabbisogno energetico di un edificio	» 22
1.5. Normativa tecnica sul calcolo delle prestazioni energetiche dell'edificio	» 25

**CAPITOLO 2 – CARATTERISTICHE TIPICHE DEI COMPONENTI
DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

2.1. Premessa	» 27
2.2. Valutazione della trasmittanza tipica degli infissi	» 28
2.2.1. Infissi in legno	» 29
2.2.2. Infissi in metallo	» 32
2.2.3. Infissi in PVC	» 36
2.3. Trasmittanza tipica delle superfici opache verticali.....	» 39
2.4. Trasmittanza tipica delle superfici opache orizzontali.....	» 42

CAPITOLO 3 – LE DETRAZIONI DEL 55%, OPPORTUNITÀ E ADEMPIMENTI

3.1. La nascita degli incentivi per il risparmio energetico	» 45
3.2. Normativa di riferimento	» 46
3.3. Beneficiari delle agevolazioni fiscali.....	» 46
3.4. Spese che rientrano nel campo di applicazione delle detrazioni del 55%	» 49
3.4.1. Involucro	» 49
3.4.2. Impianti	» 51
3.5. Regime IVA per interventi di riqualificazione energetica.....	» 52
3.6. Aspetti fiscali particolari ed esempi di detrazioni del 55%	» 54

3.7. Commi 344, 345, 346 e 347 della Finanziaria 2007 e loro attuazione	»	56
3.7.1. Comma 344 – Ogni tipologia di intervento è incentivata	»	56
3.7.2. Comma 345 – Interventi sull’involucro	»	59
3.7.3. Comma 346 – Pannelli solari per produzione acqua calda ..	»	61
3.7.4. Comma 347 – Sostituzione dell’impianto di climatizzazione esistente.....	»	62
3.8. Adempimenti per le detrazioni del 55%	»	65
3.8.1. Attestato di certificazione energetica	»	67
3.8.2. Allegato A del D.M. 19/02/2007 (vecchio attestato di qualificazione energetica).....	»	73
3.8.3. Nuovo attestato di qualificazione energetica (allegato 5 D.M. 26/06/2009)	»	76
3.8.4. Modalità di calcolo dell’indice di prestazione energetica	»	80
3.8.5. Asseverazione degli interventi	»	81
3.8.6. Allegato E	»	84
3.8.7. Allegato F	»	85
3.9. Riepilogo applicabilità detrazioni	»	87

CAPITOLO 4 – SOSTENIBILITÀ ECONOMICA DELLA SOSTITUZIONE DI INFISSI

4.1. Premessa.....	»	93
4.2. Località per le simulazioni e tipologie di immobili utilizzati	»	93
4.3. Strumento e ipotesi di calcolo	»	96
4.3.1. Costi energetici	»	97
4.3.2. Dati in ingresso al software, profili di occupazione e zone termiche	»	98
4.3.2.1. Appartamento	»	98
4.3.2.2. Villa	»	101
4.4. Sistema edificio-impianto e interventi simulati	»	102
4.5. Modifiche del fabbisogno economico per il riscaldamento invernale a seguito di sostituzione di infissi	»	104
4.6. Modifiche del fabbisogno economico per il raffrescamento estivo a seguito di sostituzione di infissi	»	110

CAPITOLO 5 – SOSTENIBILITÀ ECONOMICA DELL’ISOLAMENTO DI SUPERFICI OPACHE VERTICALI

5.1. Sistema edificio-impianto e interventi simulati	»	113
5.2. Modifiche del fabbisogno economico per il riscaldamento invernale a seguito di isolamento di superfici opache verticali	»	114
5.3. Modifiche del fabbisogno economico per il raffrescamento estivo a seguito di isolamento di superfici opache verticali.....	»	118

CAPITOLO 6 – SOSTENIBILITÀ ECONOMICA DELL'ISOLAMENTO DELLA COPERTURA

6.1. Sistema edificio-impianto e interventi simulati	» 121
6.2. Modifiche del fabbisogno economico per il riscaldamento invernale a seguito di isolamento della copertura	» 122
6.3. Modifiche del fabbisogno economico per il raffrescamento estivo a seguito di isolamento della copertura	» 124

CAPITOLO 7 – SOSTENIBILITÀ ECONOMICA PER INTERVENTI SULL'IMPIANTO
DI RISCALDAMENTO

7.1. Sistema edificio-impianto e interventi simulati	» 127
7.2. Modifiche del fabbisogno economico per il riscaldamento invernale a seguito di interventi sull'impianto di riscaldamento.....	» 128

CAPITOLO 8 – GUIDA ALLA COMPILAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE
PER LE DETRAZIONI DEL 55% ED ESEMPI PRATICI

8.1. Introduzione	» 135
8.2. Procedimento	» 135
8.2.1. Verifiche preliminari	» 135
8.2.2. Sopralluogo presso l'immobile.....	» 136
8.2.3. Calcolo della prestazione energetica dell'immobile e compilazione dei documenti	» 141
8.3. Esempio 1. Sostituzione degli infissi nel caso studio villetta	» 142
8.4. Esempio 2. Isolamento a cappotto nel caso studio appartamento in condominio	» 145

CAPITOLO 9 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

9.1. Premessa.....	» 157
9.2. Climatizzazione estiva	» 157
9.3. Norme e buon senso	» 159
9.4. Considerazioni sulla scala energetica introdotta dalle linee guida ..	» 160

APPENDICE NORMATIVA.....	» 163
--------------------------	-------

BIBLIOGRAFIA	» 237
--------------------	-------

PREMESSA

Le detrazioni del 55% per gli interventi di riqualificazione energetica sono un'opportunità generalmente conveniente per tutti: per chi effettua interventi di risparmio energetico e avrà un rientro economico più veloce, per installatori e tecnici che avranno un incremento degli introiti, per il Legislatore, che riuscirà a ridurre la dipendenza energetica italiana dall'estero senza il dispendio di risorse finanziarie (la tassazione media delle imprese installatrici e dei professionisti, considerando anche l'IVA, supera ampiamente la perdita di imposizione fiscale dovuta alle detrazioni, inoltre vanno considerati l'aumento di introiti per tasse dovuti allo svolgimento di lavori che senza detrazioni non sarebbero mai stati avviati e l'ovvia emersione del lavoro nero).

Nel campo delle detrazioni del 55% però regna grande confusione, dovuta alle continue modifiche legislative e procedurali introdotte negli anni, nonché alle note esplicative dell'agenzia delle entrate sono state pubblicate solo successivamente all'emanazione della Finanziaria 2007.

Il presente volume vuole essere una guida pratica rivolta sia a operatori tecnici del settore del risparmio e della riqualificazione energetica (tecnici, installatori, rivenditori di prodotti, ecc.), sia ai singoli utenti privi delle necessarie conoscenze per poter procedere autonomamente con la redazione della documentazione per poter usufruire delle detrazioni del 55%.

Gli operatori del settore potranno trovare nel volume nozioni base sulla dispersione termica e i valori tipici di trasmittanza dei componenti degli involucri edilizi più diffusi in Italia, che consentiranno di orientare nel migliore dei modi le scelte dei propri clienti, sia per poter usufruire delle detrazioni, sia per rispettare i requisiti previsti dal D.Lgs. 192/05 e s.m.i. per immobili di nuova costruzione o oggetto di rilevanti ristrutturazioni.

Inoltre si forniranno i risultati delle simulazioni del comportamento energetico degli edifici, svolte in regime dinamico, ossia una metodologia più raffinata rispetto al calcolo in regime stazionario generalmente utilizzato, considerando i consumi energetici sia per il riscaldamento invernale (calcolo dell'indice di prestazione energetica) che per il raffrescamento estivo (parametri della più recente normativa), introducendo, per gli interventi di riqualificazione energetica più diffusi, una valutazione dei risparmi ottenibili in 11 città campione, diffuse in tutta Italia.

Gli autori, intervenendo su tutti i parametri a disposizione (occupazione dell'immobile, numero di occupanti, uso tipico degli impianti, temperature mediamente impostate dagli utenti, tipologia più diffusa di involucro edilizio per zona climatica), facendo a volte scelte diverse dalle norme UNI vigenti, proprio per raggiungere un risultato che rappresentasse nel modo più fedele possibile i reali consumi degli immobili nelle città trattate, hanno calcolato i risparmi economici ottenibili per determinati interventi di riqualificazione energetica.

L'opera inizia con una dissertazione su elementi base di termodinamica e affronta poi un'analisi della legislazione vigente per le agevolazioni fiscali del 55% e i relativi adempimenti alla luce delle novità del 2009. Vengono inoltre fornite le trasmittanze tipiche dei materiali che compongono un involucro edilizio, con particolare riferimento agli infissi delle più disparate dimensioni, evidenziando la coerenza dei componenti con il D.Lgs. 192/05 e s.m.i. e con i requisiti minimi per le detrazioni del 55%.

Nei capitoli successivi largo spazio è stato dedicato ai risultati delle simulazioni in regime dinamico, tenendo conto anche dei costi da affrontare per il raffrescamento estivo, con una valutazione della convenienza economica di alcuni tra i più diffusi interventi di risparmio energetico.

Sono stati riportati esempi pratici di pratiche per le detrazioni del 55% e una conclusione a commento dei dati emersi dalle simulazioni alla luce della normativa esistente sulle detrazioni del 55% e sui requisiti previsti per costruzioni nuove o oggetto di importanti ristrutturazioni.

Il volume riporta infine un'esaustiva appendice normativa a riguardo.

Capitolo 1

IL BILANCIO ENERGETICO DI UN EDIFICIO. ELEMENTI BASE PER LA VALUTAZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE DI UN INVOLUCRO EDILIZIO

1.1. INTRODUZIONE

Per bilancio energetico si intende l'analisi quantitativa dei flussi di energia all'interno di un sistema definito.

Il bilancio energetico di un edificio serve per calcolare il fabbisogno di energia per la climatizzazione (da erogare per mantenere le condizioni di comfort prefissate), il fabbisogno di energia per produrre l'acqua calda sanitaria e l'energia consumata per i vari usi finali.

L'edificio infatti viene considerato come un sistema complesso che interagisce con l'ambiente esterno mediante flussi di materia ed energia.

Nella presente trattazione il bilancio energetico assume una funzione conoscitiva rappresentando una sorta di fotografia dello stato del fabbisogno energetico di un edificio prima e dopo gli interventi di riqualificazione energetica degli immobili.

Per le finalità del testo saranno prese in esame due tipologie di edifici residenziali:

- un'abitazione isolata a due piani;
- un appartamento in un edificio multi-piano.

I dati di input completi relativi alle analisi energetiche eseguite saranno forniti nei capitoli successivi.

In via generale, per effettuare il bilancio energetico di un edificio, devono essere presi in considerazione come dati di ingresso tutti i parametri geometrici derivanti dalla forma, tutti i dati relativi alle caratteristiche costruttive e termiche dei materiali, le caratteristiche climatiche e i dati relativi ai profili di occupazione e di utilizzo delle abitazioni.

La valutazione del fabbisogno energetico di un edificio non può quindi prescindere da un'accurata analisi delle quantità di energia entranti e uscenti dallo stesso attraverso l'involucro edilizio.

Più dettagliatamente, la procedura di calcolo prevede una serie di operazioni da svolgere, cronologicamente e logicamente sequenziali:

- come per qualsiasi tipo di analisi è necessario inizialmente identificare i confini del sistema che si sta studiando;
- bisogna definire le diverse zone termiche omogenee (porzioni dello spazio riscaldato con una prefissata temperatura di progetto, e nelle quali si assume che la temperatura abbia variazioni nello spazio trascurabili) all'interno dei confini individuati;
- vanno individuate le condizioni interne e reperiti i dati climatici esterni della zona in cui si sta ipotizzando l'analisi;
- vanno effettuati i calcoli e i risultati dovranno essere aggregati e rielaborati in funzione degli obiettivi desiderati.

1.2. EDIFICIO COME SISTEMA TERMODINAMICO

Per fare il bilancio energetico di un edificio bisogna ricorrere alla fisica e al suo linguaggio.

Il mondo reale e il mondo descritto mediante le equazioni della fisica risultano essere per molti la stessa cosa.

In realtà il mondo della fisica è una elaborazione del mondo reale: esso non è che un modo attraverso il quale si cerca di spiegare i fenomeni che ci circondano mediante l'uso della matematica e delle sue leggi.

In particolare, una specifica branca della fisica che si occupa proprio delle trasformazioni che hanno a che fare con l'energia termica è la termodinamica.

Le sue leggi costituiscono la base di partenza per interpretare i fenomeni che ci interessano.

Alla base della procedura sta il concetto di considerare l'involucro edilizio come il confine di un sistema termodinamico del quale valutare l'energia primaria in ingresso, gli apporti gratuiti e l'energia uscente.

Nello studio di un fenomeno è però importante riuscire a individuare quali siano le caratteristiche sostanziali e quali invece gli aspetti marginali.

Per riuscire a ottenere le informazioni necessarie e non ridondanti bisogna che l'informazione sia completa e definita quantitativamente.

Del resto le grandezze fisiche sono parametri quantitativi e a ciascuna di esse si deve assegnare un valore numerico espresso in una sua propria unità di misura.

Il sistema di misura che utilizzeremo nel testo è il Sistema Internazionale: il sistema SI è basato su sette grandezze fondamentali e due grandezze supplementari ed è un sistema assoluto.

Le unità derivate sono ricavate in modo coerente dalle unità fondamentali. La necessità di individuare dei confini del sistema oggetto d'esame e delle sue zone termiche omogenee deriva direttamente da uno dei concetti base della termodinamica, quello di sistema termodinamico.

Un sistema termodinamico è una porzione di materia che occupa una determinata porzione di spazio separata dal resto (ambiente esterno) mediante una superficie di controllo (o confine di controllo). Tale sistema può essere sede di trasformazioni interne e di scambi di materia e/o energia con l'ambiente esterno.

Un sistema termodinamico può essere isolato (assenza di scambi con l'ambiente esterno), chiuso (scambi di energia ma non di massa con l'ambiente esterno) o aperto (scambi di energia e di massa con l'ambiente esterno). Un edificio può quindi essere considerato un sistema termodinamico aperto in quanto scambia con l'ambiente esterno sia materia che energia.

La forma di energia scambiata che analizzeremo è l'energia termica (calore), che si può definire come quella forma di energia scambiata tra un sistema e l'ambiente esterno o fra le parti di un sistema a causa di una differenza di temperatura. Il calore convenzionalmente è positivo se fornito al sistema.

Il secondo principio della termodinamica afferma che non è possibile alcuna trasformazione il cui unico risultato sia il passaggio di calore da una regione a temperatura minore verso una regione a temperatura maggiore, il calore cioè si trasferisce spontaneamente da un corpo a temperatura più alta a un altro a temperatura più bassa e mai – senza l'apporto di energia dall'esterno – questa trasformazione può avvenire in maniera inversa. Quindi la condizione essenziale perché vi sia uno scambio di calore da un corpo a un altro è che esista una differenza di temperatura.

Come già accennato, gli scambi fra sistema e ambiente esterno avvengono attraverso i confini, e nel caso di un edificio il confine è rappresentato dall'involucro edilizio.

1.3. TRASMISSIONE DEL CALORE

Il processo mediante il quale avviene lo scambio di energia è noto come trasmissione del calore.

Le modalità secondo cui può avvenire la trasmissione del calore sono tre:

- conduzione;
- convezione;
- irraggiamento.

1.3.1. Trasmissione per conduzione

La conduzione è la modalità di trasmissione del calore che avviene per scambio di energia cinetica molecolare all'interno di un corpo. In questo caso l'energia termica si propaga per contatto attraverso un mezzo solido, liquido o gassoso senza trasporto di materia.

La conduzione del calore nelle strutture edilizie si può quasi sempre considerare monodimensionale e le grandezze in gioco dipendono soltanto da una coordinata spaziale e dal tempo.

La relazione matematica che descrive il fenomeno fisico, date queste ipotesi, è il postulato di Fourier:

$$\Phi = \frac{dQ}{d\tau} = -\lambda A \frac{dt}{dx}$$

dove Φ è il flusso termico in Watt (o energia termica dQ che fluisce nell'intervallo di tempo $d\tau$) che attraversa una porzione di area A e di spessore dx a causa della differenza di temperatura dt , mentre λ rappresenta la conducibilità, una proprietà caratteristica del materiale la cui definizione sarà approfondita in seguito.

In condizioni di regime termico stazionario l'equazione precedente si può scrivere:

$$\Phi = \frac{\lambda}{s} \cdot A \cdot (t_i - t_e)$$

L'equazione precedente esprime il concetto che il flusso termico che attraversa un muro di area A con un salto di temperatura fra la faccia esterna (t_e) e la faccia interna (t_i) costante nel tempo (con $t_i > t_e$) è inversamente proporzionale al suo spessore e direttamente proporzionale alla conducibilità termica.

La conducibilità (o conduttività) termica, indicata convenzionalmente con λ , è la quantità di calore trasferito in una direzione perpendicolare a una superficie di area unitaria, a causa di un gradiente di temperatura, nell'unità di tempo e in condizioni stabili. In termini più semplici, è l'attitudine di una sostanza a trasmettere il calore e si esprime nel SI in W/mK.

Una grandezza strettamente legata alla conduttività termica è la resistenza termica R , data dal rapporto tra la differenza di temperatura tra due facce di un elemento e il flusso termico che attraversa l'unità di area dell'elemento stesso nell'unità di tempo:

$$R = \frac{(t_i - t_e)}{\Phi} = \frac{s}{\lambda A}$$

Una caratteristica della resistenza termica molto utile per la determinazione delle proprietà delle pareti multistrato è che per ottenere la resistenza complessiva della parete si possono sommare le resistenze dei singoli strati.

1.3.2. Trasmissione per convezione

La convezione è la modalità di trasmissione del calore che avviene tra due sistemi a temperatura differente, a causa di un fluido in moto relativo rispetto all'altro (generalmente solido) e che si localizza nell'interfaccia di separazione fra i due sistemi. Il fenomeno della convezione comporta il trasporto contemporaneo di energia e massa al contatto fra solido e fluido.

In corrispondenza della superficie di scambio, il fluido in movimento, nel caso di edifici l'aria, genera due strati: uno, a contatto con la superficie solida, in cui l'aria ha un moto laminare; l'altro, immediatamente adiacente al primo, in cui l'aria ha un moto turbolento (figura 1.1).



Figura 1.1
Moto laminare
e moto turbolento