

## **La certificazione energetica: metodi di calcolo e analisi di casi studio**

Tesi di laurea triennale in “Architettura per il progetto”, Politecnico di Torino;

Candidata: Elisa Sirombo

Relatore: Guglielmina Mutani

In quest'ultimo decennio il settore energetico si trova in una fase di transizione. La consapevolezza dello squilibrio fra le risorse ambientali e la crescente richiesta energetica ha portato all'adozione di nuove politiche che promuovessero la riduzione del consumo di risorse non rinnovabili. Inoltre il riscaldamento e l'illuminazione degli edifici assorbono la maggior parte del consumo di energia (42%, di cui il 70% per il riscaldamento) e producono il 35% delle emissioni complessive di gas serra. A livello europeo la politica energetica nel settore dell'edilizia si fonda sulla Direttiva Europea 2002/91/CE: è stata emanata nel 2002 con lo scopo di accelerare le azioni di risparmio e ridurre le differenze tra i vari Stati Membri, attraverso la definizione di un quadro normativo di riferimento che coordinasse gli interventi nel settore.

In Italia il recepimento della Direttiva 2002/91/CE è avvenuto con il D.Lgs n.192/2005, recentemente corretto e integrato dal D.Lgs. n.311/2006. Ad oggi mancano linee guida nazionali, mentre proliferano svariate proposte legislative regionali.

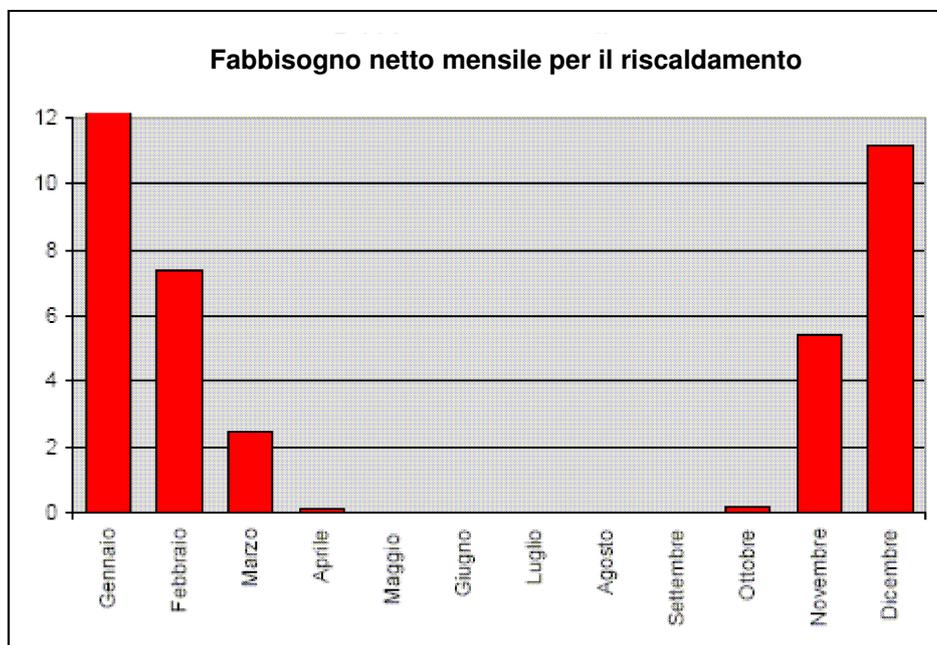
Nel lavoro di approfondimento svolto ho considerato quattro casi studio, due progetti di edifici residenziali con un alto livello di prefabbricazione, un appartamento in stabile d'epoca e un rustico oggetto di ristrutturazione integrale. Al fine di verificarne le prestazioni energetiche ho quindi applicato due procedure di calcolo semplificate: il BESTCLASS, sviluppato dall'Ente SACERT in collaborazione con il Politecnico di Milano, e il CENED, procedura di calcolo recentemente sviluppata in parallelo alla Delibera 8/5018 della Regione Lombardia.

In parallelo ho valutato il contributo dell'involucro trasparente nel calcolo complessivo del fabbisogno. Da un lato esso è un componente disperdente, dall'altro, se opportunamente progettato, può diventare un contributo attivo alla riduzione del fabbisogno complessivo massimizzando gli apporti solari. Per questo motivo è fondamentale l'utilizzo di strumenti a supporto del progetto che consentano di sviluppare analisi preliminari e che conducano ad un'ottimizzazione dello stesso. Il software RETSCREEN si inserisce in tale logica e attraverso diverse sezioni considera la maggior parte delle fonti di energia rinnovabili (solare, eolica, geotermica,..). In particolare, il modulo PSH – Passive Solar Heating – considera il possibile contributo dell'energia solare passiva e consente un'ottimizzazione dell'involucro trasparente sulla base di valutazioni ambientali, energetiche ed economiche.

### **CASO STUDIO 1**

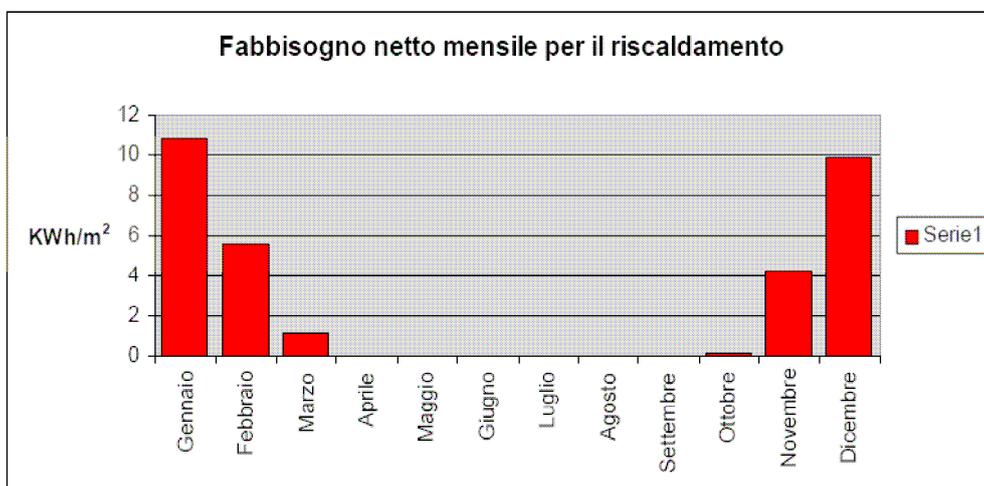
Si tratta di un'unità abitativa per case a schiera, avente un involucro mediamente isolato (trasmittanza media dell'involucro pari a  $0,34 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , trasmittanza media dei serramenti pari a  $1,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ). La tipologia edilizia stessa consente di avere un edificio compatto caratterizzato da

un buon rapporto S/V ( 0,49 m<sup>-1</sup>). L'edificio è dotato di un impianto di ventilazione meccanica controllata ed è riscaldato con un sistema radiante a pavimento alimentato da una caldaia a condensazione. Il rendimento medio globale stagionale è pari a 0,88. Facendo riferimento ai dati climatici di Milano, il fabbisogno di energia specifico dell'involucro è pari a 37,25 kWh/(m<sup>2</sup>a).



## CASO STUDIO 2

Si tratta di una residenza unifamiliare, avente un involucro ben isolato (trasmittanza media dell'involucro pari a 0,2 W/(m<sup>2</sup>K), trasmittanza media dei serramenti pari a 0,95 W/(m<sup>2</sup>K)). Nonostante l'edificio abbia una forma compatta assimilabile ad un cubo, la tipologia edilizia stessa non consente di avere un rapporto S/V ottimale (S/V = 0,75 m<sup>-1</sup>). L'edificio è dotato di un impianto di ventilazione meccanica controllata ed è riscaldato con un sistema a radiatori alimentato da una caldaia a pellets. Il rendimento medio globale è pari a 0,69. Facendo riferimento ai dati climatici di Milano, il fabbisogno di energia specifico dell'involucro è pari a 30,70 kWh/(m<sup>2</sup>a).

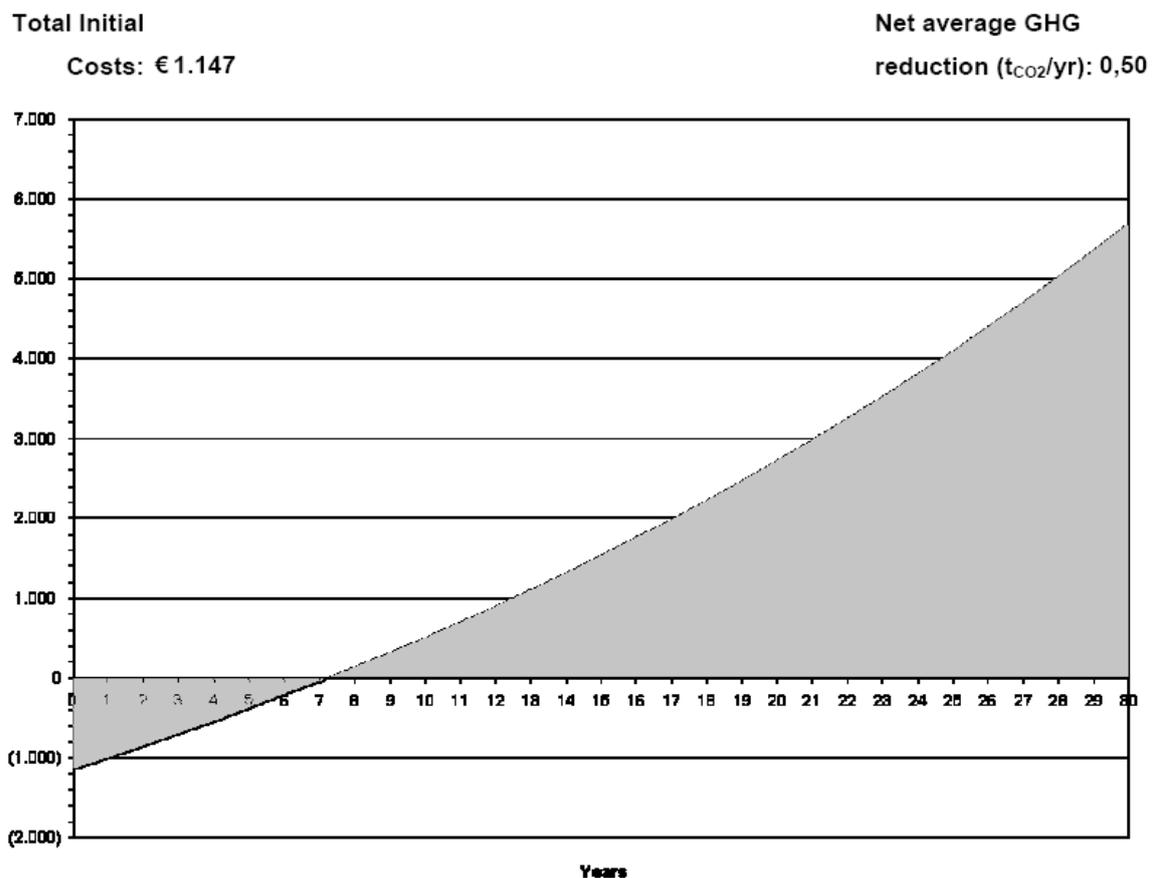


I calcoli effettuati evidenziano la relazione lineare esistente fra il rapporto S/V e il fabbisogno di energia richiesto per il riscaldamento dell'edificio. L'involucro disperdente della casa unifamiliare ha un valore di trasmittanza termica inferiore del 40% rispetto a quello del caso studio 1, ma presenta un fabbisogno di energia specifico per l'involucro inferiore del 18%, registrando quindi uno scarto percentuale imputabile alla presenza di una superficie disperdente maggiore.

L'applicazione del software RETSCREEN consente di ottimizzare il progetto dell'involucro trasparente. Valutando il rapporto fra le dispersioni termiche e gli apporti solari gratuiti, esso definisce la convenienza tecnica ed economica di una soluzione progettuale rispetto ad un'altra.

Nel caso specifico ho fatto riferimento ad una scelta tecnologica standard nel panorama nazionale fino all'entrata in vigore delle limitazioni di trasmittanza termica imposti dal D.Lgs. 192/05 (serramento in legno con vetrocamera 4/6/4) confrontata con soluzioni energeticamente più efficienti.

Nel caso studio 1 la scelta è stata differenziata a seconda del fronte di esposizione; a nord il progetto prevede serramenti in legno con triplocamera 4/8/4/8/4 composta da tre vetri chiari con due trattamenti bassoemissivi e due intercapedini d'aria riempite con il kripton ( $g = 52\%$ ). Questa soluzione consente di ottenere un valore di trasmittanza termica della finestra pari a  $U=1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . A sud si prevedono serramenti in legno con vetrocamera isolante composta da due vetri bassoemissivi da 4mm con interposta un'intercapedine da 18 mm riempita con il kripton ( $g = 56\%$ ). Questo serramento ha un valore di trasmittanza termica  $U=1,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

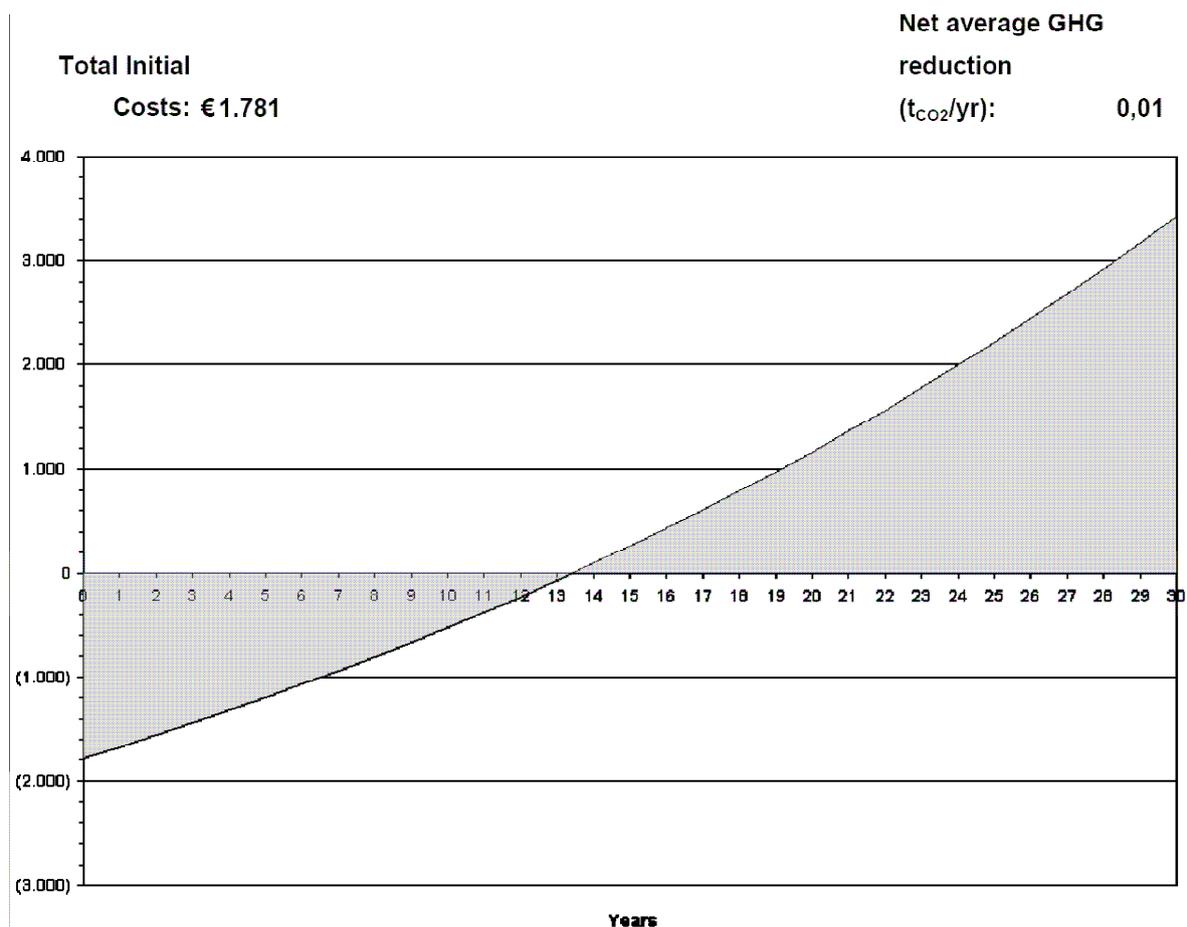


L'analisi svolta con il RETSCREEN evidenzia il risparmio di energia ottenibile con il pacchetto tecnologico più performante: 119 kWh/m<sup>2</sup>anno equivalenti ad un risparmio annuo per il riscaldamento di € 139. L'ammortamento dell'extra costo iniziale legato a tale soluzione avviene in 7,3 anni.

Nel caso studio 2, la presenza di ampie superfici vetrate su tutti i fronti mi ha condotto a verificare due soluzioni progettuali differenti.

Inizialmente ho considerato l'inserimento su tutti i fronti di serramenti in legno con triplocamera 4/8/4/8/4 composta da tre vetri chiari con due trattamenti bassoemissivi e due intercapedini d'aria riempite con il kripton (g = 52%). Questa soluzione si è dimostrata economicamente inefficiente; infatti, ipotizzando per i serramenti una durata di vita pari a 30 anni, l'ammortamento dell'extra costo iniziale avverrebbe in 27 anni, un tempo tale da non giustificare la maggior spesa iniziale.

Successivamente, nel tentativo di trovare una soluzione progettuale che coniugasse il risparmio energetico e la convenienza economica ho sostituito i serramenti sul fronte sud, est ed ovest, considerando serramenti in legno con vetrocamera isolante composta da due vetri bassoemissivi da 4mm con interposta un'intercapedine da 18 mm riempita con il kripton (g = 56%, U=1,25 W/(m<sup>2</sup>K)).



La seguente soluzione non comporta un maggior risparmio energetico: le dispersioni termiche saranno leggermente maggiori, ma verranno in parte compensate dal miglior comportamento solare passivo dei vetri (fattore solare g superiore). Tuttavia il minor extra-costi iniziale dipendente

dal minor costo dei vetri consente un piano di ammortamento economicamente più favorevole (stimabile intorno ai 14 anni circa).

Dall'analisi emerge in modo chiaro che non esistono soluzioni tecnologiche universalmente applicabili: le strategie di intervento vanno ponderate accuratamente a seconda di molti fattori, primo fra tutti le condizioni climatiche di sito.

### CASO STUDIO 3

Si tratta di un appartamento in stabile d'epoca sito in Torino. Presenta un involucro opaco in mattoni pieni ( $s=50-60$  cm), 4 serramenti sostituiti con trasmittanza termica certificata pari a  $2,3$   $W/(m^2K)$ , due serramenti esistenti con telaio in legno e vetro singolo. L'impianto di riscaldamento è autonomo costituito da una caldaia a condensazione e radiatori. Il fabbisogno di energia primaria specifico per la climatizzazione invernale è pari a  $113,2$   $kWh/(m^2a)$ .

### CASO STUDIO 4

Si tratta di un rustico integralmente ristrutturato e ampliato. Nel caso specifico il progetto dell'involucro edilizio prevede due soluzioni tecnologiche differenti: la prima prevede il rispetto dei limiti di trasmittanza termica imposti dal D.Lgs. 311/2006, mentre la seconda fa riferimento ai limiti di trasmittanza termica indicati da Casaclima per il raggiungimento della classe energetica A/B. L'impianto di riscaldamento è costituito da una caldaia a condensazione e pannelli radianti a pavimento.

Queste analisi svolte su edifici reali o progetti in corso di realizzazione consentono alcune riflessioni sulla situazione reale e sulle scelte progettuali più comuni. Il caso studio 3 mostra gli effettivi consumi energetici per la climatizzazione invernale del parco edilizio esistente in molte città italiane che si aggira intorno ai  $120$   $kWh/(m^2a)$ ; gli interventi minimi di sostituzione dei serramenti o delle caldaie aiutano a migliorare le prestazioni energetiche con un costo abbastanza limitato, ma certamente non abbattano in modo rilevante i consumi di un edificio. Per arrivare alla classe energetica migliore sarebbe necessario intervenire su tutti gli elementi disperdenti con un maggior isolamento termico.

Il caso studio 4 mostra le scelte più comuni effettuate in caso di ristrutturazione integrale o nuova costruzione. Nella prima soluzione tecnologica, lo stretto adeguamento dei componenti edilizi ai limiti prestazionali imposti dalla normativa, consente di giungere alla classe energetica C nonostante un rapporto S/V piuttosto sfavorevole (0,7). L'edificio ristrutturato, secondo le previsioni, consumerà  $71,39$   $kWh/(m^2a)$  per la climatizzazione invernale, valore ottenuto attraverso scelte tecnologiche base. Nella seconda soluzione tecnologica, le prestazioni di isolamento dei componenti disperdenti sono incrementate del 50%, attraverso l'utilizzo di isolanti termoriflettenti:

pertanto l'edificio si colloca in classe energetica B con un fabbisogno energetico specifico per l'involucro pari a 37 kWh/m<sup>2</sup>a e un fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale pari a 40,58 kWh/m<sup>2</sup>a.

In sintesi, l'esperienza mostra la necessità di sensibilizzare realmente gli utenti in modo da suscitare interesse e attenzione verso le soluzioni tecnologiche più efficienti; l'imposizione legislativa è un primo passo, ma non porterà ad un sostanziale diminuzione dei consumi energetici per singolo edificio se non sarà accompagnata da una maggior consapevolezza degli utenti. Quindi, nella progettazione, i limiti di trasmittanza termica e del fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale imposti dalla normativa vigente non devono essere considerati un punto di arrivo ma di partenza.

Per raggiungere "qualità energetiche" più elevate è necessario evidentemente riconsiderare tutto il processo progettuale e realizzativo che, partendo da approcci cosiddetti bioclimatici, ottimizzi le diverse funzioni degli spazi abitati con dimensioni, componenti e materiali opportunamente progettati. In altre parole occorre investire di più nella progettazione e in una più accurata risoluzione di tutti quei dettagli costruttivi, quali l'eliminazione dei ponti termici, il controllo della ventilazione, l'integrazione dei componenti passivi, che rendano l'edilizia veramente di pregio.

L'obbligatorietà della certificazione contribuisce a sensibilizzare gli utenti e a indirizzare gli operatori del settore. È quindi un primo passo verso l'abbattimento dei consumi energetici che premierà le scelte virtuose attraverso una rivalutazione economica dell'intervento.