

Certificazione energetica degli edifici esistenti

Docet: il software per una procedura semplificata

Il DLGS 192/05 di attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa alle prestazioni energetiche degli edifici (EPBD) prevede, all'articolo 6 comma 9, la definizione di metodi semplificati per la certificazione energetica, che minimizzino gli oneri per gli utenti. In questo contesto l'ITC-CNR e l'ENEA hanno sviluppato uno strumento software che implementa la procedura definita nelle norme tecniche di supporto all'EPBD. Il motore di calcolo definito è utilizzabile attraverso un'interfaccia utente semplificata che minimizza le richieste di dati quantitativi e consente di produrre un certificato energetico anche da parte di utenti non specializzati. Alcuni dati necessari al calcolo sono infatti attribuiti automaticamente sulla base delle informazioni inserite nell'interfaccia. L'attività di sviluppo si è concentrata in particolare nella definizione di algoritmi in grado di stabilire le relazioni tra informazioni qualitative e caratteristiche quantitative di materiali e componenti dell'involucro e degli impianti tecnologici. Inoltre un'attenta analisi di sensibilità ha consentito di definire i parametri di input che maggiormente influiscono sugli indicatori prestazionali per minimizzare i dati necessari alla conduzione delle analisi. Lo strumento è stato valutato per confronto rispetto a software esistenti con diversi livelli di dettaglio degli input in funzione delle diverse metodologie di elaborazione dei dati.

Le verifiche effettuate hanno permesso di stimare tempi di conduzione delle analisi molto ristretti che potrebbero consentire di mantenere costi di certificazione contenuti. Allo strumento software sono affiancati un manuale tecnico, che descrive l'approccio analitico, un manuale utente che spiega l'uso pratico dello strumento ed evidenzia le relazioni tra input qualitativi e valori quantitativi associati, necessari al calcolo, oltre che strumenti per l'auditing energetico finalizzato a ricavare le informazioni utili alla simulazione energetica.

Il contesto europeo ed italiano

Il contesto Europeo, che ha determinato la definizione della EPBD e di conseguenza ha definito la certificazione come uno degli strumenti prioritari per promuovere il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici, presenta alcune caratteristiche peculiari:

- consumi elevati nel settore civile;
- consumi elettrici in aumento;
- gap notevole tra la ricerca svolta nei programmi comunitari e l'effettiva penetrazione delle tecnologie sviluppate nel mercato;

Ing. Ludovico Danza, ing. Roberto Lollini, ing. Italo Meroni, ITC-CNR Istituto per le tecnologie della Costruzione del Consiglio Nazionale delle Ricerche, S. Giuliano Milanese (MI); ing. Gaetano Fasano, ing. Emilio Manilia, ing. Michele Zinzi, ENEA Centro Ricerche Casaccia, Roma.



- pochi esempi virtuosi: "casi studio" pensati, progettati ed eseguiti in modo da essere considerati esempi illuminanti da replicare su larga scala, sono in realtà stati confinati a rango di pochi casi isolati;
- necessità di sicurezza dell'approvvigionamento energetico;
- necessità di attuazione del Protocollo di Kyoto.

La direttiva 2002/91/CE ha l'obiettivo di rivitalizzare a livello europeo il tema dell'efficienza energetica in un settore, quello delle costruzioni, che ha vissuto un periodo di forte carenza legislativa ed applicativa negli anni passati. Ulteriore obiettivo della EPBD è quello di armonizzare il quadro metodologico di riferimento. In questa direzione ha ricevuto un grande impulso l'attività di normazione europea, in particolare con azioni riguardanti:

- la definizione di un quadro normativo coordinato e coerente attraverso il mandato M343 della CE che coinvolge 4 Technical Committee del CEN;
- l'istituzione di circa 30 Gruppi di lavoro per la preparazione o la revisione di altrettante norme EN (che affrontano i seguenti temi: fabbisogno per riscaldamento e condizionamento, analisi impianti, determinazione energia primaria, illuminazione, schemi di certificazione ecc.).

Infine si vuole ricordare la direttiva 2006/32 sull'efficienza energetica negli usi finali e i servizi energetici, che intende promuovere lo sviluppo di specifiche competenze nel settore della diagnosi energetica anche al fine di consentire una concreta ed efficace riqualificazione del parco costruito. Nel contesto italiano l'implementazione della EPBD si sta concretizzando con la pubblicazione del DLGS 192/05 e relativi decreti attuativi, lo sviluppo di metodologie di valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici e di linee guida per la definizione dei processi di certificazione obbligatoria e volontaria, auditing e diagnosi. Nel nostro Paese, dopo la riforma del Titolo V della Costituzione, rimane per certi versi controverso il rapporto Stato-Regioni, permanendo un equilibrio precario tra necessità di coordinamento e scelte strategiche autonome in termini di requisiti

edifici & certificazione

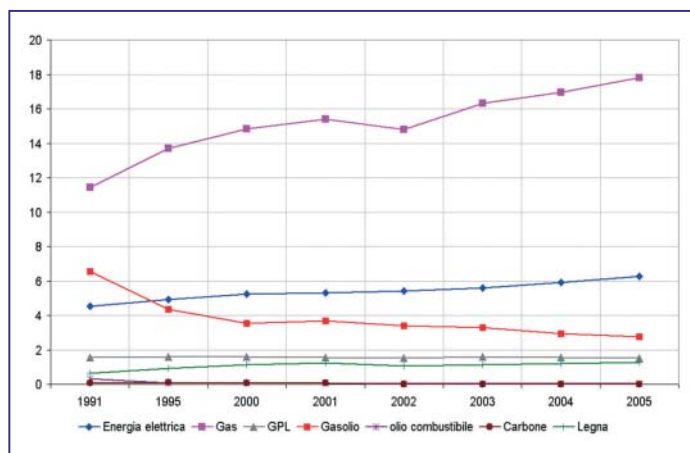


FIGURA 1 - Andamento dei consumi finali di energia per fonte nel settore residenziale. Curva in costante aumento ed in controtendenza rispetto agli obiettivi nazionali sulla riduzione di gas climalteranti

ti, metodologie e procedure di certificazione che potrebbero generare conflitti, difficilmente comprensibili per l'utente finale. Il DLGS 192/05 per larga parte sostituisce la Legge 10/91 che faceva riferimento a metodologie di calcolo e indicatori prestazionali descritti nel decreto applicativo 412/93 e in norme tecniche di riferimento. Tali metodologie sono state implementate nel corso degli anni in numerosi software di calcolo commerciali ad uso di professionisti del settore, attualmente in corso di aggiornamento per rispondere in maniera puntuale alle modifiche introdotte dalla nuova legislazione. In particolare sono stati integrati specifici moduli che consentono la classificazione e la certificazione energetica. Il grafico in Figura 1 evidenzia come i consumi nel settore residenziale siano significativamente aumentati, circa il 20%, a cominciare dal 1990 (anno di riferimento per la definizione dei parametri del Protocollo di Kyoto). Un'altra importante direttiva del decreto è l'obbligatorietà della certificazione energetica degli edifici residenziali di nuova costruzione, mentre rimane volontaria quella per edifici esistenti, salvo attività di compravendita o locazione. Il parco edilizio italiano si rinnova con incrementi variabili tra l'1 e il 2 % l'anno; si evince che un efficace impatto sui consumi si potrà avere solo se un programma di efficienza energetica coinvolgerà anche il parco edilizio esistente (da notare che oltre il 60% dello stock degli edifici ha più di 30 anni di età).

Azione coordinata ITC-CNR/ENEA

Per quanto sopra descritto e considerando il comma 9 dell'art. 6 del DLGS 192/05 è nata l'esigenza di definire uno strumento che semplificasse l'analisi energetica degli edifici esistenti per promuovere le procedure di certificazione di tali edifici, anche non soggetti a compravendita, così da incentivare utenti e gestori immobiliari a riqualificare i propri edifici ed, al tempo stesso, diffondere presso gli utenti maggiore consapevolezza energetica ed ambientale.

In questo contesto l'ITC-CNR e l'ENEA hanno attivato un'azione comune al fine di definire specifici approcci metodologici e strumenti di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici. Attualmente è stato completato lo sviluppo della prima versione di uno strumento software semplificato denominato DOCET, avente l'obiettivo di contribuire alla certificazione energetica degli edifici residenziali esistenti. L'ITC-CNR e l'ENEA hanno comunemente definito e sviluppato la metodologia d'intervento. L'ITC-CNR ha materialmente realizzato il codice sorgente in ambiente di

sviluppo VisualBasic.Net. È stato scelto di partire dal settore residenziale non perché i dati nel settore civile nel suo complesso fossero differenti, ma perché è questo il principale settore d'intervento secondo le direttive del DLGS 192/05.

DOCET: Strumento semplificato per la certificazione di edifici residenziali esistenti

La scelta fondamentale nello sviluppo dello strumento di calcolo ha riguardato il compromesso tra l'accuratezza del calcolo stesso e la sua ripetibilità. Sulla base delle indicazioni fornite dal DLGS 192/05, si è deciso di privilegiare la seconda senza tuttavia rinunciare all'accuratezza del motore di calcolo, lasciando a strumenti più complessi il processo dettagliato della progettazione e certificazione energetica di nuovi edifici. Gli obiettivi, in base ai quali sono state definite le specifiche che hanno guidato la stesura del codice, sono:

- consentire, attraverso un'interfaccia semplice, un elevato livello di ripetibilità dei risultati;

- aumentare la consapevolezza dell'utente finale sulla qualità energetica del proprio edificio, misurata con specifici indicatori prestazionali, stimolando il retrofit energetico;
- promuovere la cultura della certificazione energetica degli edifici attraverso un certificato volontario e con validità limitata: il certificato (volontario e con validità limitata) dovrà essere replicato utilizzando uno strumento più raffinato.

Le principali caratteristiche dello strumento semplificato DOCET sono:

- interfaccia semplificata;
- algoritmo sviluppato per l'analisi di edifici residenziali esistenti;
- calcolo dei consumi per riscaldamento, produzione di acqua calda sanitaria e carichi elettrici;
- calcolo del fabbisogno di energia netta per climatizzazione estiva;
- utilizzo di più indicatori prestazionali utili a definire il comportamento dell'edificio, dell'impianto e delle fonti energetiche impiegate, dal punto di vista sia energetico che ambientale;
- raccomandazioni per il miglioramento della prestazione energetica applicando i requisiti minimi previsti dall'allegato C del DLGS 192/05;
- opzione per la certificazione dei singoli appartamenti.

Approccio metodologico

Lo sviluppo di un codice semplificato può essere conseguito essenzialmente in due modi, ovvero semplificando la struttura di calcolo oppure l'interfaccia utente. Il primo metodo avrebbe richiesto un'analisi, che per la quantità di variabili che intervengono nel sistema clima-edificio-impianto, non era compatibile con i tempi e le risorse disponibili per l'attività di sviluppo. Inoltre il basso grado di accuratezza dei dati in ingresso (trasmissioni d'involucro, rendimento di impianto), accoppiato ad un calcolo semplificato, avrebbe portato ad approssimazioni non accettabili. Si è deciso quindi di realizzare un'interfaccia semplificata ad un motore di calcolo accurato basato sulle procedure definite dalle normative CEN. In particolare la metodologia di calcolo è suddivisa nei seguenti moduli:

- fabbisogno energetico netto (per riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria) come stabilito dal prEN 13790, basato su bilanci energetici mensili in regime stazionario;
- energia fornita;
- energia primaria non rinnovabile (FEP, scelto per il rating) e altri indicatori prestazionali energetico-ambientali secondo le indica-

edifici & certificazione

- zioni dei prEN 15203 e prEN 15315 (ora prEN 15603);
- reporting del certificato di prestazione energetica secondo il prEN 15217 e raccomandazioni e aggiornamento degli indicatori sopra citati (FEP, classe energetica ecc.).

Indicatori di prestazione energetica

La procedura di certificazione da un lato deve identificare idonei indicatori delle prestazioni energetiche e dall'altro suggerire appropriate misure di risparmio. In quest'ottica l'indicatore prestazionale sensibile individuato è l'energia primaria non rinnovabile (secondo la definizione del prEN 15603), che rappresenta il consumo effettivo di risorse non rinnovabili, dipende dal combustibile utilizzato e indica l'effettivo utilizzo di fonti rinnovabili.

Oltre a quanto definito e richiesto dal DLGS 192/05, si considera l'energia primaria totale che consente di sommare forme energetiche diverse, quali combustibili (metano, gasolio, biomasse ecc.), energia elettrica autoprodotta o acquistata, ricavata da fonti rinnovabili (geotermico, idroelettrico, eolico ecc.) o fossili; essa è definita come il potenziale energetico presentato dai vettori e fonti energetiche nella loro forma naturale, ovvero energia che non è soggetta ad alcuna conversione o processo di trasformazione (prEN15603). In ultimo le emissioni di CO₂, che rappresentano la quantità di gas ad effetto serra emessi nell'ambiente dalle fonti e/o vettori energetici, e indicano in che misura sono utilizzate fonti energetiche a basso impatto ambientale. Un quadro di questo tipo fornisce delle indicazioni complete sulle strategie e sulle scelte adottate ai fini del risparmio energetico di un edificio.

Criteri di semplificazione

L'idea fondamentale di semplificazione era quella di chiedere all'utente il numero minimo di dati quantitativi ed al tempo stesso ottenere più informazioni possibili sulle caratteristiche dell'edificio ed il suo contesto attraverso una serie di informazioni qualitative. Il calcolo dettagliato della prestazione termica di un edificio richiede la conoscenza di numerosi parametri, conoscenza pressoché impossibile nel caso di edifici esistenti. Si è dunque deciso di operare un'analisi sul parco edilizio residenziale esistente, raggruppando gli edifici in classi di età individuate per omogeneità costruttiva, soluzioni impiantistiche e anche in funzione della specifica legislazione vigente. Il parco edilizio è stato classificato in sei classi di età:

1. Prima del 1930
2. 1931-1945
3. 1946-1960
4. 1961-1976
5. 1977-1992
6. 1993-2006

Sono state quindi definite le caratteristiche di involucro e di impianti di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria da assegnare ad ogni classe di età. L'utente è in questo caso libero di dettagliare maggiormente alcuni dati di default per inserire quelli reali, nel caso siano reperibili (ad esempio lo spessore di strato isolante delle pareti, se presente, le dimensioni dei serramenti ecc.).

Sono stati poi definiti altri criteri di semplificazione:

- orientamento secondo gli otto punti cardinali fondamentali;
- contesto in cui è inserito l'edificio al fine di poter calcolare gli apporti solari dovuti alla radiazione incidente sulle facciate e la permeabilità dell'edificio;
- presenza di edifici contigui;

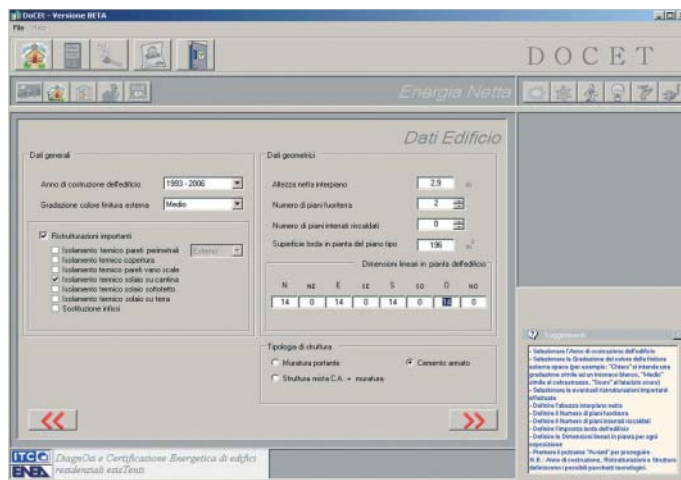


FIGURA 2 - Dati generali di edificio. La schermata riguarda l'inserimento di alcuni dati generali quali: anno di costruzione, gradazione dell'involucro edilizio, interventi di ristrutturazioni, altezza interpiano, numero di piani riscaldati, dimensioni in pianta dell'edificio e tipologia di struttura

- gradazione cromatica di facciata per il calcolo degli apporti solari attraverso i componenti opachi;
- identificazione di possibili soluzioni tecnologiche disponibili in funzione del periodo storico selezionato;
- serramenti equipaggiati con solo vetri semplici (no vetri selettivi).

Da notare che il pre-processing dei dati fa sì che, nella ipotesi di massima semplificazione, i soli dati quantitativi richiesti siano quelli della dimensione in pianta dell'edificio e dell'altezza interpiano. È comunque consentito all'utente di raffinare la qualità dei dati di ingresso con l'inserimento di ulteriori dati qualitativi e/o quantitativi.

Descrizione dell'interfaccia "DOCET"

L'interfaccia prevede l'introduzione di dati raggruppati nelle seguenti aree:

- contesto (provincia, comune, contesto urbano);

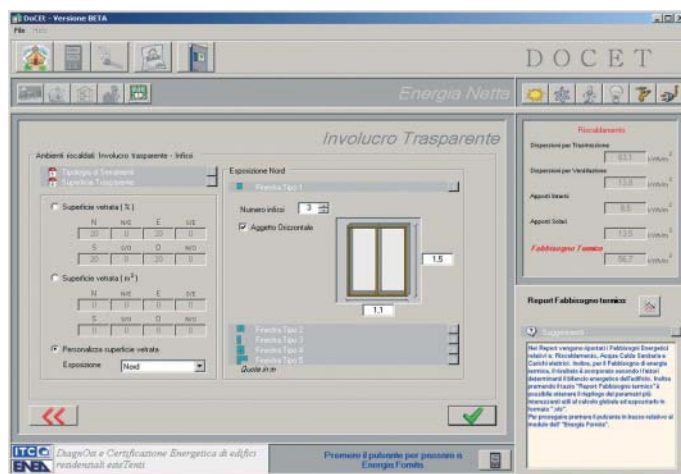


FIGURA 3 - Involucro trasparente. I dati richiesti dal codice riguardano tre livelli di accuratezza crescente: a) lo strumento suggerisce un dato di default modificabile (% di superficie trasparente rispetto alla facciata dell'edificio); b) l'utente inserisce la quantità totale di superficie trasparente per esposizione; c) l'utente inserisce le caratteristiche dei singoli serramenti ed il relativo numero

edifici & certificazione

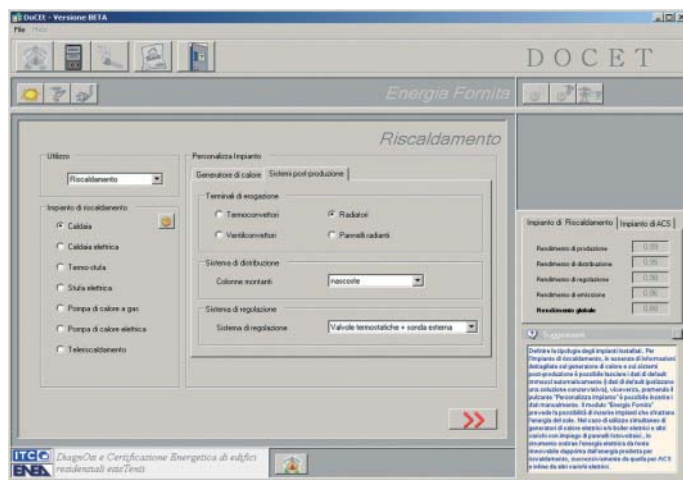


FIGURA 4 - Impianto di riscaldamento. L'utente può limitarsi ad inserire il tipo di generatore di calore ed il software ne calcola il rendimento in base a dati di riferimento in funzione della tecnologia e delle caratteristiche intrinseche. L'utente specifica alcune caratteristiche dell'impianto, qualitative o comunque di facile reperibilità

- edificio (anno di costruzione, elementi ristrutturati, numero piani riscaldati, superficie di pianta lorda e dimensioni lineari in pianta ecc.);
- involucro (tipologia della struttura, ambienti non riscaldati, definizione chiusure orizzontali e verticali opache, superfici vetrate, numero di infissi per esposizione, tipologia di serramento e stato di conservazione ecc.);
- impianti (tipologia e combustibile impiegato);

Tutti i dati qualitativi introdotti sulla base della documentazione a disposizione e di un audit energetico minimo, e quelli non introdotti vengono definiti quantitativamente in modo automatico dallo strumento. Tutto ciò alla luce del contenimento dei costi del certificato e di una utilizzazione dello strumento anche da parte di utenti senza specifiche competenze.

Metodologie a confronto

È in corso di svolgimento un'analisi per confronto del software DOCET rispetto ad altre metodologie di calcolo in termini di fabbisogno energetico per il riscaldamento di edifici standard e in particolare:

- metodologia semplificata sviluppata nell'ambito di un progetto europeo;
- metodo a bilanci mensili con dati di input dettagliati;
- simulazione dinamica.

A titolo esemplificativo in Tabella 1 si riportano i primi risultati di tale analisi. Sono inoltre stati raccolti i consumi storici di alcune decine di edifici residenziali con rapporto di forma compreso tra 0,2 e 0,9 che verranno utilizzati per valutare lo scostamento tra il fabbisogno calcolato e misurato, che dipenderà dalle specifiche condizioni climatiche, dall'uso dell'edificio, dalla qualità della posa in opera e dallo stato di conservazione dei diversi componenti e sistemi dell'edificio.

Conclusioni

La prima versione del software è dedicata agli edifici esistenti con destinazione d'uso residenziale e consente una schematizzazione monozona dell'edificio. L'estrema semplicità dell'interfaccia consente di ottenere un elevato livello di ripetibilità, contribuendo a promuovere la cultura della certificazione energetica degli edifici. Il certificato energetico prodotto, avrebbe una validità limitata

(due o tre anni) e dovrebbe essere replicato con quello ottenibile da uno strumento più raffinato. Evidentemente maggiore è il dettaglio dei dati di input, maggiore è la precisione del calcolo e maggiore la possibilità di valorizzare specifiche scelte costruttive e tecnologiche. Viceversa riducendo i parametri inseribili dall'utente aumenta la ripetibilità del calcolo, ma si

riduce la possibilità di valorizzare un edificio con elevata qualità energetica. Semplificare il processo di certificazione energetica degli edifici, agendo sull'interfaccia utente pur mantenendo un "motore di calcolo" dettagliato, consente di ottenere risultati confrontabili che fanno riferimento al medesimo approccio analitico (quadro normativo CEN).

Risulta quindi semplice verificare che le simulazioni eseguite con interfaccia semplificata diano risultati in sicurezza, cioè sempre peggiorativi, rispetto ad analisi più approfondite, in termini di parametri di input richiesti. Si intende qui sottolineare che il software DOCET non va in competizione con nessuno degli strumenti attualmente disponibili, perché finalizzato alla certificazione energetica preliminare (scadenza a breve o brevissimo termine) degli edifici esistenti con destinazione d'uso residenziale. Le semplificazioni introdotte sono finalizzate a far partecipare direttamente e consapevolmente l'utente finale al processo di certificazione anche per stimolare una successiva diagnosi energetica più approfondita con strumenti più dettagliati e che consentano una maggiore precisione al fine di decidere eventuali interventi di riqualificazione energetica e definire la certificazione energetica con scadenza a lungo termine. ■

Città\S/V	0,2	0,4	0,6	0,9
DOCET - Roma	22,3	38,7	49,3	68,5
Metodo* - Roma	22,0	35,9	45,6	61,2

*Metodo a bilanci mensili e input dettagliati

TABELLA 1 - Confronto del fabbisogno energetico netto (espresso in kW/m²) tra due diverse metodologie di calcolo

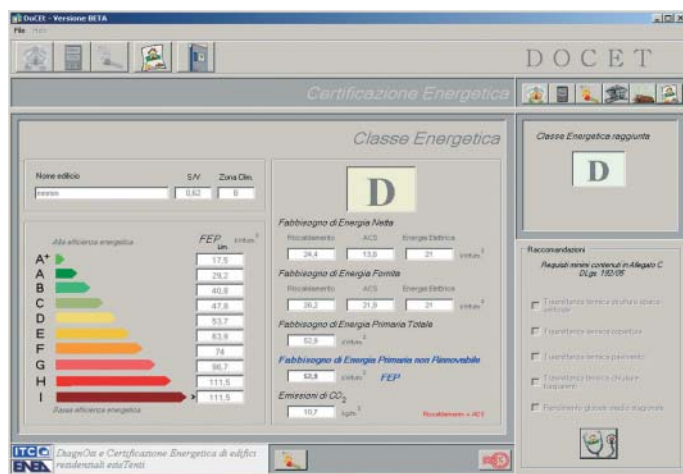


FIGURA 5 - Classe energetica. Calcolo della classe energetica di appartenenza dell'edificio in funzione della zona climatica e del coefficiente di forma dell'edificio. Sono indicati, oltre al FEP, una serie di indicatori prestazionali quali: i singoli fabbisogni di energia netta, energia fornita, energia primaria totale ed emissione di CO₂