UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE

FLORE
Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

# Strumenti e metodi di analisi ambientale per la determinazione dei consumi energetici residenziali

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

*Original Citation:*

Strumenti e metodi di analisi ambientale per la determinazione dei consumi energetici residenziali / G.Cellai. - STAMPA. - 1:(2009), pp. 181-192. (Intervento presentato al convegno AICARR tenutosi a Tivoli (RM) nel Ottobre).

*Availability:*

This version is available at: 2158/364393 since: 2018-11-07T13:33:18Z

*Publisher:*

AICARR

*Terms of use:*

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf)

*Publisher copyright claim:*

(Article begins on next page)

24 April 2024

# Strumenti e metodi di analisi ambientale per la determinazione dei consumi energetici residenziali

# *Instrument and methods for environmental analysis for the determination of the buildings energy consumption*

GIANFRANCO CELLAI

*Dipartimento Tecnologie dell'Architettura e Design Pierluigi Spadolini – Università di Firenze*

**RIASSUNTO**

L'uso di Sistemi Informativi Territoriali (SIT), consente di effettuare analisi georeferenziate dove è possibile associare database di consumi energetici di singoli edifici realizzando mappe energetiche territoriali.

Sarebbe così possibile definire le prestazioni energetiche del parco edilizio esistente (building stock), base di partenza per la classificazione energetica .

Purtroppo i gestori delle utenze domestiche, per motivi di privacy, normalmente rifiutano di fornire informazioni associate ai singoli edifici.

Per superare questo ostacolo, nella presente memoria si propone un sistema semplificato che definisce strumenti e metodi utilizzabili per gli scopi suddetti, e che viene applicato a titolo esemplificativo per un Comune sito in Toscana.

**ABSTRACT**

Geographical Information Systems may be used for the environmental analysis for the determination of building energy consumption in a specific urban area.

This is the first step of the procedure to determine the performance class of a given building type (Building Stock energy performance).

For the privacy, unfortunately, the energy management companies don't give information on the energy consumption of the single building.

Therefore, for overcome this problem, a simplify method based on Geographical Information System is presented, with an example for a town in Tuscany.

## 1. INTRODUZIONE

La Direttiva europea 2002/91/CE ha aperto la strada alla certificazione energetica degli edifici nei vari Paesi europei, compreso l'Italia.

La procedura di certificazione è stata definita su base normativa nella UNI EN 15217, a partire dalla classificazione dei consumi energetici con la seguente metodologia:

a) definire la destinazione della costruzione (residenza, ufficio, ecc.);
b) definire i valori delle prestazioni energetiche relativi al parco edilizio esistente per la destinazione in esame *R*s (kWh/m² anno) (Building Stock);
c) definire i valori *R*r (kWh/m² anno) delle prestazioni energetiche relativi al limite di legge;
d) determinare l'indice di prestazione energetica EP (kWh/m² anno);
e) infine la classe prestazionale è determinata con le seguenti regole:

- Classe A se $EP < 0{,}5\ Rr$
- Classe B se $0{,}5\ Rr \leq EP < Rr$
- Classe C se $Rr \leq EP < 0{,}5(Rr + Rs)$
- Classe D se $0{,}5(Rr + Rs) \leq EP < Rs$
- Classe E se $Rs \leq EP < 1{,}25\ Rs$
- Classe F se $1{,}25\ Rs \leq EP < 1{,}5\ Rs$
- Classe G se $1{,}5\ Rs \leq EP$

Il criterio usato è che il limite tra la classe B e la C corrisponda al valore limite di legge (*R*r), e che il confine tra la classe C e la D sia costituito dal valor medio di *R*r e *R*s.

Il valore EP, conformemente a quanto previsto dalla UNI EN 15603, può poi essere modificato per tener conto delle possibili differenze tra situazioni climatiche reali e quelle di riferimento usate per definire i parametri *R*r e *R*s.

In questo modo si soddisfa l'esigenza di avere un quadro statistico complessivo, a livello nazionale ed europeo, delle classi degli edifici di cui sia possibile controllare l'evoluzione temporale.

Il rispetto della procedura non è formale ma sostanziale, poiché avere una metodologia comune di certificazione energetica, sia tra i vari stati membri, sia a livello regionale, fa si che la classe prestazionale di un fabbricato non cambi in modo rilevante da una zona ad un'altra a parità di dati di ingresso e tenuto conto della diversa situazione climatica.

Non bisogna infatti dimenticare che la certificazione energetica dei fabbricati nasce dell'esperienza positiva dell'etichettatura energetica degli elettrodomestici: un cittadino europeo che acquista un frigorifero può immediatamente confrontare le prestazioni tra una pluralità di marche e prodotti indipendentemente dal luogo dove questi sono fabbricati.

## 2. LA VIA ITALIANA ALLA CERTIFICAZIONE

La determinazione delle classi prestazionali ha trovato in Italia una strada diversa rispetto a quella indicata dalla Direttiva Europea, principalmente per i seguenti aspetti:

- non si fanno distinzioni tra tipologie edilizie ma solo tra residenziale e non residenziale;
- non si sono determinati i valori *R*s rappresentativi dei consumi energetici del parco edilizio esistente (Building Stock).

La procedura di classificazione delle prestazioni indicata nelle Linee Guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici (DM 26.06.09), da attuarsi nelle Regioni che non hanno provveduto alla regolamentazione della materia, prevede l'articolazione delle classi riportata nella Tabella I .

Si parte, pertanto, dalla individuazione dei valori limite di legge $Rr = EPi_L$ in funzione delle zone climatiche espresse dai gradi giorno (GG) e dal rapporto di forma S/V e sulla base di questo si determinano le varie classi. Ad esempio ha seguito questa strada la Liguria, mentre Lombardia ed Emilia Romagna hanno fornito dati che si rapportano ai consumi medi delle abitazioni, anche se non indicano quale sia stato il criterio di classificazione per individuare i limiti di classe.

Le procedure menzionate non sono evidentemente tra loro confrontabili e si avverte pertanto la necessità di una razionalizzazione delle varie proposte per rispondere all'esigenza fondamentale per la quale la certificazione è nata: dare informazioni, a chi si accinge ad acquistare o ad affittare un alloggio, sintetiche, facilmente comprensibili, soprattutto confrontabili da regione a regione e a costi contenuti (Cellai, G. *et al.* 2008).

E' per soddisfare queste esigenze che è stata formulata la metodologia di classificazione qui presentata.

**Tabella I DM 26.06.09 - Residenze – Sistema di Classificazione delle prestazioni per la climatizzazione invernale e la produzione acqua calda sanitaria**

| **Classe** | **Fabbisogno energetico** ($kWh/m^2$ anno) |
|---|---|
| Classe $A_i$+ | $EPi < 0{,}25\ EPi_{L(2010)}$ |
| Classe $A_i$ | $0{,}25\ EPi_{L(2010)} \leq EPi < 0{,}50\ EPi_{L(2010)}$ |
| Classe $B_i$ | $0{,}50\ EPi_{L(2010)} \leq EPi < 0{,}75\ EPi_{L(2010)}$ |
| Classe $C_i$ | $0{,}75\ EPi_{L(2010)} \leq EPi < 1{,}00\ EPi_{L(2010)}$ |
| Classe $D_i$ | $1{,}00\ EPi_{L(2010)} \leq EPi < 1{,}25\ EPi_{L(2010)}$ |
| Classe $E_i$ | $1{,}25\ EPi_{L(2010)} \leq EPi < 1{,}75\ EPi_{L(2010)}$ |
| Classe $F_i$ | $1{,}75\ EPi_{L(2010)} \leq EPi < 2{,}50\ EPi_{L(2010)}$ |
| Classe $G_i$ | $EPi \geq 2{,}50\ EPi_{L(2010)}$ |

## 3. STRUMENTI : IL CONTRIBUTO DEL SIT

Un sistema informativo territoriale (SIT) permette l'acquisizione, la registrazione, l'analisi e la visualizzazione georeferenziata di qualsiasi data-base .

Da un punto di vista operativo si creano una serie di *layers* , che costituiscono i vari livelli informativi, che interessano una determinata area geografica, quali strade, edifici,

particelle catastali, ecc.. Ciascun *layer* è associato ad un particolare tipo di dati da trattare, la cui base di partenza è sempre la cartografia digitalizzata, di solito costituta dalla Carta Tecnica Regionale (CTR) .

A sua volta la cartografia è costituita da una serie di elementi (poligoni) individuati da codici che, se selezionati, evidenziano gli elementi che gli appartengono: in figura 1, ad esempio, è rappresentato il *tema* degli edifici, nel quale sono selezionati gli edifici residenziali, commerciali e le serre stabili. Nella figura 2 è rappresentata la tabella associata al *tema* in questione: nella prima colonna (*shape*) è identificata la caratteristica geometrica della cartografia, nella seconda, terza e quarta colonna si trovano rispettivamente il codice della carta tecnica regionale, il codice di identificazione del tipo di edificio e quello di identificazione dell'elemento (*record*); infine si trovano le informazioni utili alla identificazione delle caratteristiche geometriche di ciascun fabbricato espresse in termini di quote suolo e gronda, l'area del poligono, il volume e l'altezza (quota gronda - quota suolo).

*Figura 1 Visualizzazione dei layers degli edifici*

Non vi sono limiti all'applicazione del sistema, ad esempio è possibile georeferenziare i numeri civici di una città ed associare a ciascun numero civico i dati anagrafici della popolazione residente, le varie utenze con i relativi consumi (acqua, gas, elettricità), che tuttavia, normalmente, non sono disponibili per motivi legati alla tutela della privacy.

In mancanza di tali dati, ai fini di una ricerca sui consumi del patrimonio edilizio esistente è possibile ricorrere alle informazioni desumibili dal censimento ISTAT del 2001, basato sulle *sezioni di censimento*, unitamente ai dati dell'ENEA pubblicati periodicamente nel Rapporto annuale Energia e Ambiente .

Si può pertanto affermare che la sezione di censimento costituisce l'unità base territoriale per ogni tipo di indagine conoscitiva sul territorio.

In sintesi è possibile disporre di una serie di informazioni di base che possono costituire, seppure in forma approssimativa, un primo dato di partenza per definire i consumi energetici a livello di singolo edificio. Una volta organizzato un database di riferimento è consentito in tempi successivi implementare le informazioni che risultano

maggiormente dettagliate ed affidabili fino, come accennato, ai dati di consumi reali per numero civico.

| Shape | Foglio | Codice | Record | Q_suolo | Q_gronda | Area_Meters | Volume |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Polygon | 19H03 | 0206 | 252 | 18.27 | 21.42 | 20.38 | 64.26 |
| Polygon | 19H03 | 0206 | 2652 | 18.17 | 22.50 | 26.54 | 114.96 |
| Polygon | 19H03 | 0206 | 2661 | 18.16 | 22.51 | 26.64 | 115.96 |
| Polygon | 19H03 | 0206 | 15650 | 19.14 | 23.46 | 51.50 | 222.74 |
| Polygon | 19H03 | 0206 | 16292 | 17.15 | 24.22 | 20.54 | 145.19 |
| Polygon | 19H03 | 0202 | 21468 | 16.55 | 27.06 | 7.60 | 79.91 |
| Polygon | 19H03 | 0201 | 21474 | 16.58 | 23.96 | 51.41 | 379.36 |
| Polygon | 19H03 | 0210 | 21481 | 17.74 | 21.07 | 1419.06 | 4721.74 |
| Polygon | 19H03 | 0210 | 21488 | 17.88 | 20.97 | 2061.78 | 6367.59 |

*Figura 2 Visualizzazione della tabella associata al layers degli edifici*

## 4. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI A SCALA TERRITORIALE COMUNALE

La procedura in esame si avvale del SIT gestito nell'ambito del software ARCVIEW® (Manuale tecnico ESRI, 2008), ed è costituita dai seguenti passaggi:

a) individuazione dei fabbricati residenziali (codice 201) di altezza in gronda $h \geq 5$ m e superficie del poligono $\geq 40$ m²; in tal modo si eliminano dal computo annessi quali autorimesse e ripostigli esterni anch'essi classificati con codice 201;
b) calcolo per ciascun fabbricato della superficie disperdente S:
$S = p \cdot h + (S_{pol} \cdot 2)$ (m²); con p, h e $S_{pol}$ rispettivamente perimetro, altezza del fabbricato (quota gronda-quota suolo) e superficie del poligono;
c) calcolo del rapporto di forma S/V;
d) determinazione del parametro *R*s (kWh/m²anno) che caratterizza il consumo di energia primaria $Q_p$ (kWhm²/anno) per i fabbricati esistenti, desumibile su base statistica da dati ISTAT 2001 incrociati con i dati dei rapporti dell'ENEA (ENEA, 2004-2008); tali valori, utilizzati nel presente studio, sono riportati nella Tabella II;
e) in alternativa la determinazione di *R*s su base convenzionale può avvalersi dei dati desumibili dalle norme UNI TS 11300-1 e 2 (UNI 2008) con la procedura descritta al punto 2 dell'allegato A al D.M. 26.06.09;
f) determinazione dell'indice di prestazione energetica $EP_i$ mediante la correzione di *R*s in funzione del rapporto S/V, usato in questo caso come fattore correttivo adimensionale; per S/V =1 non si applicano correzioni e viceversa per valori $S/V \neq 1$.

La correzione di *R*s mediante il rapporto S/V, nasce dai risultati di precedenti ricerche nelle quali si era evidenziata la buona correlazione tra fabbisogno di energia primaria per riscaldamento con il rapporto in questione (Cellai, G. *et al.* 2003), correlazione qui applicata in via ulteriormente semplificata considerata la scala di

valutazione a livello territoriale comunale. D'altra parte anche il valore di $EP_{iL}$ è correlato a tale rapporto (v. Tabella III).

Ovviamente la correzione può avvenire in funzione anche di altri parametri quali, la tipologia del fabbricato, l'epoca di costruzione, il clima dell'area, ecc.

### *4.1 Determinazione di Rs e Rr*

Gli aspetti più salienti della procedura sono, evidentemente, quelli corrispondenti alla determinazione del fabbisogno convenzionale o del consumo reale di energia. Per i valori di *R*s, all'incirca media dei consumi energetici del patrimonio edilizio esistente, si può fare ricorso ai dati pubblicati dall'ENEA ; confrontando tali dati con le superfici medie di abitazioni del censimento ISTAT 2001 è possibile risalire al consumo di energia per m² di abitazione occupata riportati in Tabella II (kWh/m²anno).

**Tabella II –Consumi finali di energia**
(fonte ENEA Rapporto Energia e Ambiente 2007-2008)

| DETTAGLIO REGIONALE | | | |
|---|---|---|---|
| **REGIONI** | **Superficie media delle abitazioni (m²)*** | **Consumi finali di energia nel residenziale (kWh/m²anno)** | **Consumi energetici finali pro-capite (kWh/abitante)** |
| Piemonte | 88,09 | 206,24 | 29.889 |
| Valle d'Aosta | 71,32 | 349,16 | 41.403 |
| Lombardia | 91,74 | 236,82 | 30.703 |
| Trentino-Alto Adige | 85,26 | 211,09 | 28.028 |
| Veneto | 105,77 | 173,45 | 28.494 |
| Friuli-Venezia Giulia | 97,00 | 164,63 | 30.471 |
| Liguria | 77,85 | 189,87 | 24.074 |
| Emilia-Romagna | 96,95 | 213,65 | 35.704 |
| Toscana | 94,63 | 160,03 | 26.865 |
| Umbria | 100,63 | 129,74 | 29.540 |
| Marche | 98,45 | 142,80 | 22.213 |
| Lazio | 87,54 | 147,25 | 20.236 |
| Abruzzo | 91,93 | 133,75 | 22.330 |
| Molise | 91,43 | 106,48 | 18.492 |
| Campania | 89,27 | 88,80 | 12.095 |
| Puglia | 91,71 | 93,10 | 24.074 |
| Basilicata | 81,01 | 101,90 | 17.445 |
| Calabria | 88,04 | 59,13 | 10.816 |
| Sicilia | 89,94 | 66,79 | 15.584 |
| Sardegna | 96,71 | 79,59 | 23.027 |

* Censimento ISTAT 2001

Tali consumi comprendono quelli elettrici e la produzione di acqua calda sanitaria. Sempre dal rapporto ENEA incrociato con i dati ISTAT, in alternativa, è possibile risalire ai consumi energetici procapite e, da questi, a quelli di ciascun fabbricato avendo la possibilità di conoscere per ogni sezione censuaria il numero di residenti ed il numero di fabbricati. Con i dati suddetti è quindi possibile avanzare una proposta a livello nazionale per la definizione di una classificazione basata sulla norma europea seguendo la procedura seguente, che può essere estesa a livello di singolo Comune.

## 5. RISULTATI DELLA METODOLOGIA

Preliminarmente, per semplificare le valutazioni, si è preferito ricorrere ad un valore unico di *R*r a livello regionale, facendo riferimento ai valori medi al 2010 dei valori limite di EP del D.lgs. 311/06 (v. Tabella III) e attribuendo una singola zona climatica caratterizzante ciascuna Regione sulla base della media dei gradi giorno dei capoluoghi di provincia (v. Tabella IV). Inoltre non si è tenuto conto del fatto che i valori di Tabella III si riferiscono al solo riscaldamento mentre i valori di Tabella II si riferiscono ai consumi energetici complessivi.

**Tabella III Valori $EP_{iL}$ limite, applicabili dal 1 gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m$^2$ anno**

| **Rapporto di forma dell'edificio** S/V | **Zona climatica** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | | C | | D | | E | | F |
| | *fino a 600 GG* | *da 601 GG* | *a 900 GG* | *da 901 GG* | *a 1400 GG* | *da 1401 GG* | *a 2100 GG* | *da 2101 GG* | *a 3000 GG* | *oltre 3000 GG* |
| *≤0,2* | 8,5 | 8,5 | 12,8 | 12,8 | 21,3 | 21,3 | 34 | 34 | 46,8 | 46,8 |
| *≥0,9* | 36 | 36 | 48 | 48 | 68 | 68 | 88 | 88 | 116 | 116 |
| *media* | **22,2** | **26.3** | | **37.5** | | **52.8** | | **71.2** | | **81.4** |

Con le assunzioni suddette si è proceduto ad implementare la procedura di classificazione indicata nella UNI EN 15217 regione per regione, come esemplificato nella Tabella V limitatamente alla Toscana, Lombardia, Liguria, Emilia-Romagna e Sicilia.

Il calcolo dei fabbisogni energetici unitari $EP_i$ di ciascun fabbricato, in via prudenziale, è stato fatto moltiplicando il valore massimo limite della classe G di Tabella IV delle suddette Regioni, corretto con il rispettivo valore S/V di ciascun fabbricato.

**Tabella IV Valori di riferimento per la classificazione energetica**

| ID | REGIONE | ZONA | *R*r = $EP_{lim2010}$ | *R*s |
|---|---|---|---|---|
| **1** | **Abruzzo** | D | 52.8 | 133.75 |
| **2** | **Basilicata** | E | 71.2 | 101.9 |
| **3** | **Calabria** | C | 37.5 | 59.13 |
| **4** | **Campania** | C | 37.5 | 88.8 |
| **5** | **Emilia Romagna** | E | 71.2 | 213.65 |
| **6** | **Friuli V. Giulia** | E | 71.2 | 164.63 |
| **7** | **Lazio** | D | 52.8 | 147.25 |
| **8** | **Liguria** | D | 52.8 | 189.87 |
| **9** | **Lombardia** | E | 71.2 | 236.82 |
| **10** | **Marche** | D | 52.8 | 142.8 |
| **11** | **Molise** | E | 71.2 | 106.48 |
| **12** | **Piemonte** | E | 71.2 | 206.24 |
| **13** | **Puglia** | C | 37.5 | 93.1 |
| **14** | **Sardegna** | C | 37.5 | 79.59 |
| **15** | **Sicilia** | C | 37.5 | 66.79 |
| **16** | **Toscana** | D | 52.8 | 160.03 |
| **17** | **Trentino Alto Adige** | E | 71.2 | 211.09 |
| **18** | **Umbria** | D | 52.8 | 129.74 |
| **19** | **Valle d'Aosta** | E | 71.2 | 349.16 |
| **20** | **Veneto** | E | 71.2 | 173.45 |

**Tabella V Classificazione delle prestazioni per la Certificazione Energetica**
**Esempio di classificazione per un edificio avente EP = 100 kWh/m²anno**

| **Esempio di classificazione in Toscana** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ID** | REGIONE | ZONA | *R*r | *R*s | **EP** (kWh/m²anno) |
| **16** | Toscana | D | 52.80 | 160.03 | **100** |
| | **CLASSE** | **INTERVALLO** (kWh/m²anno) | | | **Classe** |
| | A | | Fino a | 26.40 | - |
| | B | 26.40 | ÷ | 52.80 | - |
| | C | 52.80 | ÷ | 106.42 | **C** |
| | D | 106.42 | ÷ | 160.03 | - |
| | E | 160.03 | ÷ | 240.05 | - |
| | F | 240.05 | ÷ | 320.06 | - |
| | G | 320.06 | e oltre | | - |

| **Esempio di classificazione in Lombardia** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ID** | REGIONE | ZONA | *R*r | *R*s | **Ep** (kWh/m²anno) |
| **9** | Lombardia | E | 71.20 | 236.82 | **100** |
| | **CLASSE** | **INTERVALLO** (kWh/m²anno) | | | **Classe** |
| | A | | Fino a | 35.60 | - |
| | B | 35.60 | ÷ | 71.20 | - |
| | C | 71.20 | ÷ | 154.01 | **C** |
| | D | 154.01 | ÷ | 236.82 | - |
| | E | 236.82 | ÷ | 355.23 | - |
| | F | 355.23 | ÷ | 473.64 | - |
| | G | 473.64 | e oltre | | - |

| **Esempio di classificazione in Liguria** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ID** | REGIONE | ZONA | Rr | Rs | **Ep** (kWh/m²anno) |
| **8** | Liguria | D | 52.80 | 189.87 | **100** |
| | **CLASSE** | **INTERVALLO** (kWh/m$^2$anno) | | | **Classe** |
| | A | | Fino a | 26.40 | - |
| | B | 26.40 | ÷ | 52.80 | - |
| | C | 52.80 | ÷ | 121.34 | **C** |
| | D | 121.34 | ÷ | 189.87 | - |
| | E | 189.87 | ÷ | 284.81 | - |
| | F | 284.81 | ÷ | 379.74 | - |
| | G | 379.74 | e oltre | | - |

| **Esempio di classificazione in Emilia Romagna** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ID** | REGIONE | ZONA | Rr | Rs | **Ep** (kWh/m²anno) |
| **5** | Emilia Romagna | E | 71.20 | 213.65 | **100** |
| | **CLASSE** | **INTERVALLO** (kWh/m$^q$anno) | | | **Classe** |
| | A | | Fino a | 35.60 | - |
| | B | 35.60 | ÷ | 71.20 | - |
| | C | 71.20 | ÷ | 142.43 | **C** |
| | D | 142.43 | ÷ | 213.65 | - |
| | E | 213.65 | ÷ | 320.48 | - |
| | F | 320.48 | ÷ | 427.30 | - |
| | G | 427.30 | e oltre | | - |

| **Esempio di classificazione in Sicilia** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ID** | REGIONE | ZONA | Rr | Rs | **Ep** (kWh/m²anno) |
| **15** | Sicilia | C | 37.50 | 66.79 | **100** |
| | **CLASSE** | **INTERVALLO** (kWh/m$^q$anno) | | | **Classe** |
| | A | | Fino a | 18.75 | - |
| | B | 18.75 | ÷ | 37.50 | - |
| | C | 37.50 | ÷ | 52.15 | - |
| | D | 52.15 | ÷ | 66.79 | - |
| | E | 66.79 | ÷ | 100.19 | **E** |
| | F | 100.19 | ÷ | 133.58 | - |
| | G | 133.58 | e oltre | | - |

La procedura è stata applicata a titolo esemplificativo alla classificazione di 2627 edifici del Comune di Bagno a Ripoli (FI), individuati mediante il SIT del Comune: per ciascun fabbricato è stato pertanto calcolato il valore EPi con la procedura descritta nei punti da a) a f) di paragrafo 4, e conseguentemente attribuendo a ciascun edificio la classe corrispondente mediante gli intervalli di classificazione di Tabella V della Toscana. I risultati cosi ottenuti per il Comune campione sono rappresentati nel grafico di figura 3 e georeferenziati a titolo esemplificativo nella figura 4.

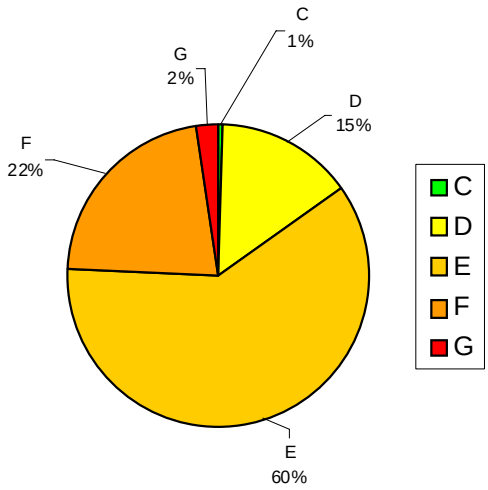


*Figura 3 Toscana – Classificazione dei fabbricati per il Comune di Bagno a Ripoli (FI)*

Nella Tabella VI, infine, sono rappresentati i risultati nell'ipotesi che il campione di edifici suddetto si trovi nelle altre Regioni: confrontando i valori ottenuti si osserva che, a parità di S/V, la classe dei fabbricati varia leggermente solo per le classi da B a D che

tuttavia rappresentano solo il 15% del campione, mentre si mantengono praticamente identiche per le classi da E a G, a conferma del fatto che un edificio deve mantenere all'incirca la stessa classificazione indipendentemente dalla regione dove si trova al fine di poter confrontare coerentemente le prestazioni.

Si osserva, inoltre, che la quasi totalità dei fabbricati (oltre il 99%) risulta in classe superiore alla C, che dovrebbe corrispondere a quella minima di legge per gli edifici di nuova costruzione. Tale esito è in linea con quello che si ottiene usando il programma di certificazione per gli edifici esistenti DOCET (www.docet.itc.cnr.it), che fornisce, prudenzialmente, valori dei consumi energetici sempre molto elevati.

*Figura 4 Particolare della classificazione del campione di fabbricati*

**Tabella VI Classi del campione dei fabbricati**

| CLASSE | Numero di edifici | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lombardia | Liguria | Emilia Romagna | Toscana | Sicilia |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| C | 14 | 11 | 17 | 16 | 70 |
| D | 388 | 391 | 385 | 386 | 329 |
| E | 1583 | 1583 | 1583 | 1583 | 1585 |
| F | 581 | 581 | 581 | 581 | 580 |
| G | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |

## CONCLUSIONI

La procedura illustrata, basata sulla norma UNI EN 15217, consente ad ogni amministrazione comunale di classificare in brevissimo tempo e con costi molto contenuti tutti i fabbricati presenti nel territorio, base di partenza per una prima informazione, fermo restando per ogni cittadino la possibilità di richiedere una

certificazione più dettagliata, specie in presenza di interventi di riqualificazione energetica. La stessa può subire ulteriori approfondimenti a partire, ad esempio, dal diverso periodo di costruzione dei fabbricati (Cellai, G. *et al.* 2007), dalla diversificazione delle tipologie edilizie (a schiera in linea e a torre) e dalla tipologia dei consumi, da quelli elettrici a quelli per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria.

Infine, la metodologia, così come impostata, consente di uniformare la classificazione regionale o nazionale a quella europea, fatto essenziale per consentire la classificazione energetica degli edifici in modo coerente e poter così costituire un'unica banca dati.

## BIBLIOGRAFIA

UNI EN 15217: 2007 Prestazione energetica degli edifici Metodi per esprimere la prestazione energetica e per la certificazione energetica degli edifici.

UNI EN 15603: 2008 Prestazione energetica degli edifici Consumo energetico globale e definizione dei metodi di valutazione energetica.

D.M. 26 Giugno 2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici" in G.U. n.158 del 10.07.09.

Cellai G., Raffellini G., Secchi S. "Certificazione energetica: problematiche e possibili risposte alla luce del quadro normativo europeo, nazionale e regionale " in Atti del Convegno nazionale AICARR,221-234, Bologna 16 ottobre 2008.

ESRI Italia S.p.A., Manuale tecnico software ArcGIS , 2008

ENEA, 2004-2008, Rapporto annuale Energia e Ambiente, periodo 2004 - 2008.

UNI/TS 11300-1 :2008 Prestazioni energetiche degli edifici Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

UNI/TS 11300-2 :2008 Prestazioni energetiche degli edifici Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

D.M. 19 febbraio 2007 già modificato dal D.M. 26 ottobre 2007 e coordinato con D.M.7 aprile 2008, attuativo della Legge Finanziaria 2008 ("Decreto edifici") "Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'articolo 1, comma 349, della legge 27 dicembre 2006, n. 296".

Cellai G., Geri A., Mondì B."La certificazione energetica di edifici residenziali" in CDA-Condizionamento dell'aria, Riscaldamento, Refrigerazione,79-83, n°10, Novembre 2003, 59-67, n°11, Dicembre 2003, Elsevier Ed., Milano

ITC-CNR-ENEA www.docet.itc.cnr.it, software DOCET v. 1.07.10.18 "Software di Diagnosi e Certificazione Energetica degli Edifici Residenziali Esistenti".

Cellai G., Cristiani C., Fantozzi F., Morelli D. "Energetic Analysis of historical buildings by means of a typological research" in Atti del Convegno Internazionale CLIMAMED - Energy, Climate and Indoor Comfort in Mediterranean Countries, Genova, 5-7 Settembre 2007.