

Il serramento in classe A+



Quality & Sustainability

MARCO PIANA

Centro di Informazione sul PVC

Il serramento rappresenta il componente più interessante per definire il comportamento energetico dell'edificio. Classificare l'energia dispersa e l'energia gratuita entrante che transita attraverso il componente finestrato permette di evidenziare il grado di efficienza dell'intero involucro.

Numerosi regolamenti europei, nazionali e regionali sono in via di sviluppo per tentare di dare indicazioni confrontabili per le procedure di scelta dei componenti per gli edifici sostenibili.

Il BRE propone il metodo BREEAM

La comunità Europea invece introduce la marcatura CE e l'ecodesign .

Il centro di Informazione sul PVC propone una pagella energetica ambientale per evidenziare il rapporto fra energia dispersa ed emissioni di CO₂.

SITI WEB di riferimento:

Centro d'Informazione sul PVC

www.pvcforum.it

Gruppo Serramenti e Avvolgibili

www.sipvc.org

Indice

1. The Green Guide : il metodo BRE-BREEAM
2. Ecodesign e marcatura CE
3. UNI EN 15217 prestazione energetica degli edifici
4. Il serramento in classe A: proposta di classificazione energetica ambientale del serramento

1) The Green Guide: il metodo BRE (Building Research Establishment) – BREEAM (BRE Environmental Method)

Il metodo rende possibile il confronto diretto degli impatti ambientali dei prodotti funzionalmente equivalenti e specifici dell'Edificio. Il Gruppo ha stabilito che i profili ambientali vengano basati sulla metodologia conforme alla norma ISO 14040.

GLI APPALTI VERDI E LE RISORSE RESPONSABILI

Due decisioni importanti riguardano l'acquisto di prodotti per l'edilizia e il loro impatto sull'ambiente: cosa comprare, e cosa far acquistare dagli utenti.

La certificazione ISO 14001 o EMAS può essere usata come un indicatore di buone prestazioni da parte del fornitore.

La dichiarazione ambientale di prodotto (EPD) sulla base di LCA può essere utilizzata per il confronto con gli altri prodotti.

GLI SCHEMI DELLA CERTIFICAZIONE AMBIENTALE

BRE consiglia agli “specificatori” di chiedere l’EPD dai loro fornitori e di usarli per accertarsi che le società assumano un atteggiamento responsabile per la gestione delle loro prestazioni ambientali.

CREARE UN PUNTEGGIO UNICO

Un unico punteggio: ECOPUNTI E PESATURA permettono le valutazioni del ciclo di vita, di fornire informazioni agli utenti per quantificare l'impatto del sistema studiato. La metodologia fa riferimento a 13 categorie. La Guida Verde adotta questo approccio e lo applica in studi che si concentrano sui materiali da costruzione e le specifiche dell'edificio. L'ECOPUNTI è un unico punteggio che misura l'impatto ambientale complessivo di queste 13 categorie di impatto. L'ECOPUNTI non è calcolato semplicemente sommando insieme le categorie di impatto. Ciò non è possibile perché ogni categoria d'impatto è misurata utilizzando unità diverse (ad esempio tonnellate di rifiuti, kg di tossicità, ecc), e anche le categorie di impatto ambientale non sono della stessa importanza. Si deve operare una normalizzazione ed una pesatura (o ponderazione) dei dati.

ECOPUNTI

Il passo finale del processo di calcolo degli ECOPUNTI moltiplica semplicemente il parametro adimensionale della categoria con l'impatto dal fattore del peso di riferimento. E' quindi solo un semplice processo di aggregazione dei 13 numeri diversi. L'output ECOPUNTI è la somma. Più ecopunti, maggiore è l'impatto ambientale di un materiale o di un edificio.

Le ponderazioni delle 13 categorie di impatto ambientale vengono utilizzate nelle Guida Verde per disciplinare :

Il cambiamento climatico	21,60%
L'estrazione dell'acqua	11,70%
L'estrazione di risorse minerali	9,80%
Distruzione dell'ozono stratosferico	9,10%
Tossicità per l'uomo	8,60%
Ecotossicità dell'acqua dolce	8,60%
Scorie nucleari (livello superiore)	8,20%
Ecotossicità a terra	8%
Smaltimento dei rifiuti	7,70%
l'esaurimento dei combustibili fossili	3,30%
Eutrofizzazione	3,00%
Creazione di ozono fotochimico	0,20%
Acidificazione	0,05%

APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA

L'unità funzionale è comunemente definita come un metro quadrato di parete su un edificio con una vita presunta di 60 anni ,
inclusa la manutenzione nel periodo di 60 anni, e lo smontaggio per la demolizione di un edificio alla fine della vita.

SCEGLIERE GLI ELEMENTI E LE CATEGORIE

La Guida Verde per disciplinare è stata redatta in cinque fasi:

1. scelta delle categorie specifiche,
2. scelta delle prestazioni dell'edificio,
3. creazione del profilo ambientale per ogni prestazione,
4. creazione dei punteggi della Guida Verde,
5. creazione dei punteggi finali ECOPUNTI

GENERATORI DI PUNTEGGI

All'interno di ciascun elemento del gruppo, i risultati di impatto ambientale per ogni specifica vengono poi classificati da un valore minimo ad un valore massimo in corrispondenza della classe :

E-D-C-B-A-A+

Vi sono altre informazioni registrate nella Guida Verde:

Dati aggiuntivi

Intervallo manutenzione

CO₂

Riciclo

Materiali riciclati usualmente

Punteggio

Anni per la componente

kg di CO₂ per m²

Contenuto riciclato in massa (kg per m²)

Massa dell'elemento che attualmente è riciclato in demolizione

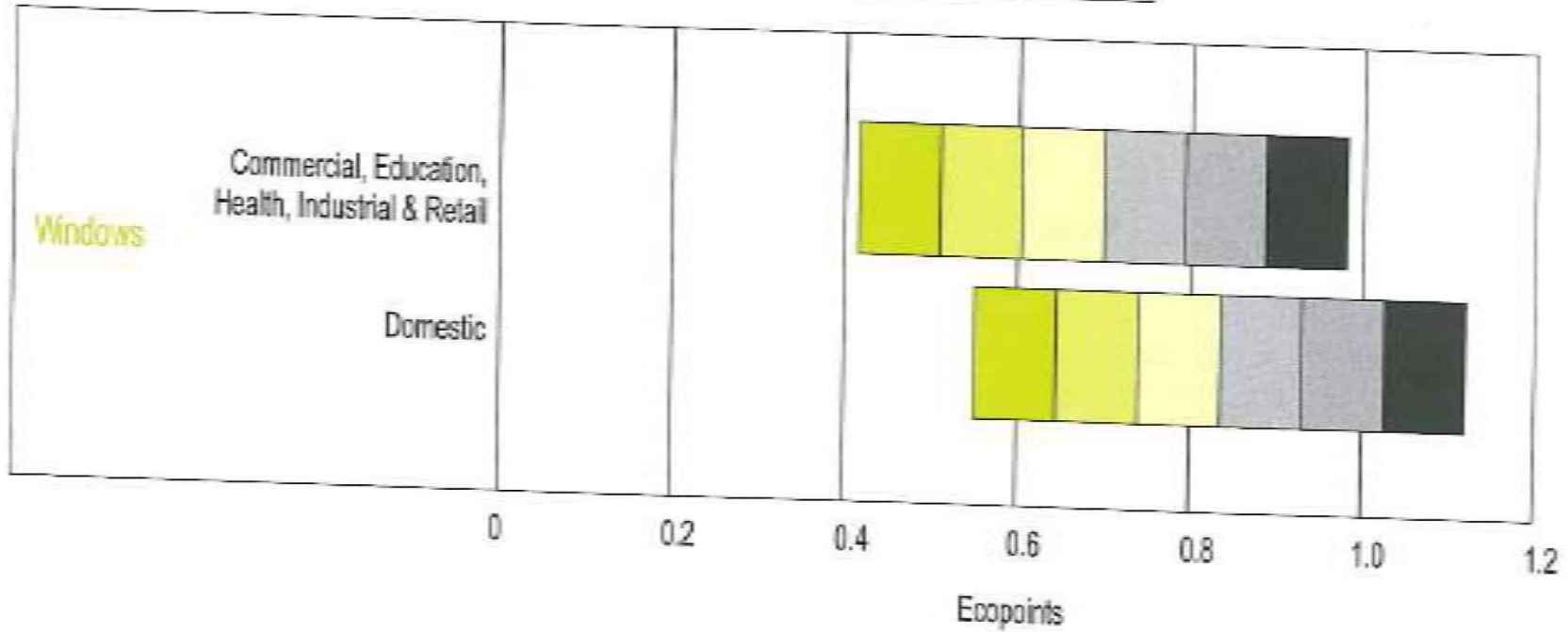
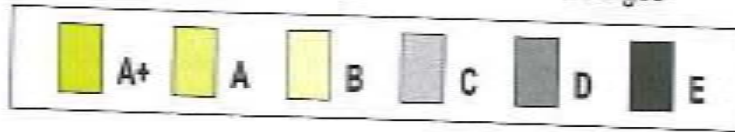
Sostituzione di un componente dopo l' installazione iniziale entro un periodo di 60 anni , fattore di pesatura :

durata di vita (anni)	fattore di sostituzione
5	11,5
10	5,5
15	3,5
20	2,5
25	1,9
30	1,5
35	1,22
40	1
45	0,88
50	0,75
60	0,5
70	0,25
80	0
100	0

FINESTRE E FACCIATE CONTINUE

Due categorie di finestra vengono presentate suddivise in utilizzo domestico e non residenziale. Il principale impatto ambientale delle finestre è la perdita di calore , e la conseguente emissione di CO₂ nell'ambiente.

The Green Guide to Specification: Window ranges



UNITA' FUNZIONALE SERRAMENTI

Non residenziali:

1 m² vetro doppio, con U_w di 1,8 W/m²K ,
ristrutturazione o sostituzione nel tempo di 60 anni.

Residenziali:

Doppi vetri con dimensione 1,48 m alto x 1,23 m con
 U_w di 1,8 W/m²K , ristrutturazione o
sostituzione nel periodo di 60 anni

Windows and curtain walling

Commercial, Education, Health, Industrial & Retail

Element number	Summary Rating	Climate change	Water extraction	Mineral resource extraction	Stratospheric ozone depletion	Human toxicity	Ecotoxicity to freshwater	Nuclear waste (higher level)	Ecotoxicity to land	Waste disposal	Fossil fuel depletion	Eutrophication	Photochemical ozone creation	Acidification	Typical replacement interval	Embodied CO ₂ (kg CO ₂ eq.)	Recycled content (kg)	Recycled content (%)	Recycled content currently at EOL (%)	
Pre-treated softwood timber window:																				
solvent borne gloss painted inside and out (non-TWAS), double glazed	831500007	A	A	A	A	E	A+	A+	A	A+	C	B	B	E	A	30	110	1.7	7	58
solvent borne gloss painted inside and out (TWAS), double glazed	831500010	A+	A+	A	A+	E	A+	A+	B	A+	B	A	B	E	A+	35	90	1.7	7	57
water based stained inside and out (non-TWAS), double glazed	831500014	A	A	A	A	E	A+	A+	A	A+	C	B	B	B	A+	30	100	1.7	7	58
water based stained inside and out (TWAS), double glazed	831500013	A+	A+	A	A+	E	A+	A+	B	A+	B	A+	A	C	A+	35	88	1.7	7	57
PVC-U window, steel reinforcement, double glazed	831500001	A+	B	B	A+	B	A+	A+	A	A+	A+	C	A+	A+	A+	35	120	1.9	8	66
Steel (cold formed) window, double glazed	831500002	B	D	E	D	C	A+	A+	A+	A+	E	D	D	A+	A	35	160	3.3	11	74
Steel (hot rolled) window, double glazed	831500005	B	D	B	E	D	A+	A+	A+	E	A	C	C	A+	A	35	150	1.8	6	74

Windows and curtain walling	Element number	Summary Rating	Climate change	Water extraction	Mineral resource extraction	Stratospheric ozone depletion	Human toxicity	Ecotoxicity to freshwater	Nuclear waste (higher level)	Ecotoxicity to land	Waste disposal	Fossil fuel depletion	Eutrophication	Photochemical ozone creation	Acidification	Typical replacement internal	Emitted CO ₂ (kg CO ₂ eq)	Recycled content (kg)	Recycled content (%)	Recycled currently at EOL (%)
Domestic																				
Durable hardwood window:																				
double glazed, solvent borne gloss paint (non-TWAS)	813100013	A+	B	B	A+	E	A+	A+	A	A+	D	C	E	C	B	30	220	2,9	6	48
double glazed, solvent borne gloss paint (TWAS)	813100004	A+	A+	A	A+	E	A+	A+	A	A+	E	A+	E	C	A	35	150	2,9	5	45
double glazed, water based stain (non-TWAS)	813100016	A+	A	B	A+	D	A+	A+	A	A+	D	B	E	A+	A	30	210	2,9	6	48
double glazed, water based stain (TWAS)	813100005	A+	A+	A	A+	D	A+	A+	A	A+	E	A+	E	A+	A	35	140	2,9	5	45
Powder coated aluminium clad softwood window:																				
double glazed, solvent borne gloss paint internally	813100018	D	D	C	A	C	C	C	E	A	D	D	E	B	E	40	320	7,2	13	62
double glazed, water based stain internally	813100003	D	D	B	A	C	C	C	E	A	D	C	E	A+	D	40	310	7,2	13	63
Powder coated aluminium window:																				
profile < 0.88 kg/m, double glazed	813100001	B	D	A+	A	A+	D	C	A	A+	A+	A+	A+	A+	B	40	300	7,7	17	74
profile < 1.08 kg/m, double glazed	813100007	C	E	A+	A	A+	D	D	B	A+	A+	A	A+	A+	C	40	330	8,4	18	74
profile > 1.08 kg/m, double glazed	813100030	D	E	A+	A	A+	E	L	C	A+	A+	A	A	A+	D	40	350	9,2	18	75
softwood internal frame, double glazed, solvent borne gloss paint internally	813100010	E	E	B	B	B	E	E	E	A	B	D	E	B	E	40	350	9,7	17	70
softwood internal frame, double glazed, water based stain internally	813100002	E	E	A	B	A	E	E	E	A	B	C	E	A+	E	40	350	9,7	17	71
double glazed, solvent borne gloss paint (Non-TWAS)	813100017	A	B	B	A+	E	A+	A+	B	A+	E	B	B	F	A+	30	220	2,9	6	48
double glazed, water based stain (Non-TWAS)	813100019	A	A	B	A+	D	A+	A+	B	A+	E	B	B	B	A+	30	220	2,9	6	48
double glazed, water based stain (TWAS)	813100020	A+	A	B	A+	E	A+	A+	C	A	E	A	D	C	A+	35	190	2,9	5	47
double glazed, solvent borne gloss paint (TWAS)	813100006	A	A	C	A+	E	A+	A+	C	A	E	B	D	E	A+	35	200	2,9	5	46
PVC-U window with steel reinforcement, double glazed																				
	813100009	A	D	E	A	B	A+	A+	B	A	C	E	B	A+	A	35	310	4,4	8	65

2) ECODESIGN e MARCATURA CE

La direttiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo del 21 ottobre 2009 è relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia .

La direttiva ECODESIGN prevede l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile cui i “ prodotti connessi all'energia”

devono ottemperare per essere immessi sul mercato e/o per la loro messa in servizio ed è intesa a conseguire un livello di protezione dell'ambiente riducendo l'impatto ambientale potenziale di tali prodotti.

La 2009/125/CE modifica e integra la 2005/32/CE estendendo il campo di applicazione e superando il concetto di “prodotto che consuma energia “ a favore di un nuovo e più ampio concetto di “ beni (prodotti) connessi all'energia” .

Oltre ai prodotti che utilizzano, producono, trasferiscono o misurano energia, la Direttiva si riferisce anche a determinati altri prodotti connessi all'energia, compresi ad esempio materiali da costruzione, quali finestre e materiali Isolanti.

Nel definire le misure esecutive cui i prodotti dovranno ottemperare per essere immessi sul mercato, saranno presi in considerazione in primo luogo il ciclo di vita del prodotto e tutti i suoi significativi aspetti ambientali, tra cui l'efficienza energetica (per es. valutazione LCA).

Informazioni per il consumatore:

L'intento della presente Direttiva consiste anche nell'informare i consumatori sul ruolo che possono svolgere in materia di uso sostenibile del prodotto e in merito al profilo ecologico del prodotto.

Specifiche per il fabbricante:

Al fabbricante è chiesto di effettuare una valutazione del modello di un prodotto durante il suo intero ciclo di vita, in base ad ipotesi realistiche sulle normali condizioni di uso e agli scopi per i quali è utilizzato e di elaborare sulla base di tale valutazione il profilo ecologico del prodotto.

Marcatura CE:

- I “prodotti connessi all’energia”, oggetto della presente Direttiva, devono essere progettati secondo le specifiche per la progettazione ecocompatibile e devono ottemperare le misure di esecuzione individuate.
- Per poter essere immessi sul mercato e/o messi in servizio, sui prodotti deve essere apposta la Marcatura CE e deve essere emessa una dichiarazione CE di conformità.
- Entro il 20 novembre 2010 gli Stati membri sono tenuti a recepire la presente Direttiva adottando delle specifiche disposizioni.

- Dal 2012 potrebbe affacciarsi sul mercato la cosiddetta “**etichetta energetica**” che, gradualmente, interesserà tutti i prodotti connessi all’energia.

3) UNI EN 15217

Prestazione energetica degli edifici – metodi per esprimere la prestazione energetica degli edifici e per la certificazione energetica

Questa norma nasce dalla necessità di esprimere la prestazione energetica degli edifici per:

- Consentire la definizione di leggi e regolamenti basati sulla prestazione energetica degli edifici
- Definire uno strumento per valutare la prestazione energetica degli edifici
- Stimolare progettisti, costruttori, operatori del settore edilizio ed utenti a migliorare la prestazione energetica degli edifici

Questo standard definisce:

- a) Indicatori globali che esprimono la prestazione energetica globale dell'edificio, che comprenda riscaldamento, ventilazione, condizionamento dell'aria, acqua calda sanitaria e sistemi di illuminazione. Questo implica la possibilità di avere diversi indicatori così come diverse modalità di normalizzazione degli stessi
- b) Modalità di esprimere i requisiti di prestazione energetica per nuovi edifici e per quelli esistenti sottoposti a ristrutturazione
- c) Procedure per definire valori di riferimento e benchmarks
- d) Modi di esprimere la certificazione energetica degli edifici includendone gli schemi di certificazione

INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA

La prestazione energetica di un edificio è espressa da un indicatore globale che rappresenta la somma ponderata (espressa con opportuni fattori di conversazione o trasformazione) dell'energia fornita (consegnata) per fonte (tipologia) energetica.

- INDICATORE BASE

L'indicatore si può basare su una delle due tipologie di valutazione definite :

- Valutazione standardizzata (asset rating)
- Valutazione operativa (operational rating)

NORMALIZZAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

Al fine di poter confrontare tra loro edifici dimensionalmente diversi, l'indicatore di prestazione energetica sarà diviso per l'area totale condizionata A_c . In pratica si effettua la normalizzazione della prestazione per unità di superficie, per es. kWh/m²anno

MODALITA' DI ESPRIMERE I REQUISITI PRESTAZIONALI

I requisiti prestazionali richiesti agli edifici possono essere principalmente di due tipi:

- a) Requisiti di prestazione energetica globale
- b) Requisiti specifici basati su:
 1. Energia utilizzata per una finalità specifica (riscaldamento, condizionamento, illuminazione)
 2. Caratteristiche costruttive dello stesso edificio o dei suoi sistemi impiantistici considerati globalmente (coefficiente di dispersione termica per trasmissione dell'involucro edilizio, efficienza del sistema di riscaldamento e condizionamento)
 3. Caratteristiche costruttive dell'involucro edilizio o dei componenti dei sistemi impiantistici (trasmittanza termica di pareti, efficienza di caldaie)

CONTENUTO DELLO SCHEMA DI CERTIFICAZIONE

Lo schema di certificazione dovrà definire almeno i seguenti aspetti:

- a) Il tipo di edificio o la parte di esso a cui si applica. Le principali tipologie di edifici considerate sono p. es. : case unifamiliari, condomini, uffici, edifici scolastici, ospedali, alberghi e ristoranti, impianti sportivi, attività commerciali all'ingrosso ed al dettaglio, altre tipologie.
- b) I casi ai quali si applica lo schema di certificazione: vendita, locazione, nuovi edifici dopo la costruzione, affissione negli uffici pubblici ecc... il contenuto del certificato è descritto successivamente.

Il certificato dovrà contenere almeno:

a) Dati amministrativi

1. Riferimento allo schema di certificazione
2. Nome della persona responsabile per l'istruzione del certificato
3. L'indirizzo e le coordinate dell'edificio di riferimento
4. La data di validità del certificato
5. Riferimento alla documentazione di supporto del certificato energetico

b) Dati tecnici:

1. Un descrittore globale della prestazione energetica
2. Valori di riferimento
3. La classe di prestazione energetica presentata in una scala di valori
4. Informazioni sulla prestazione energetica dei principali componenti dell'edificio e dei sistemi impiantistici
5. Raccomandazioni per un miglioramento a costi remunerativi della prestazione energetica, differenziate tra misure di ammodernamento (involucro edilizio, sistemi tecnici) e misure di gestione

PROCEDURA DI CLASSIFICAZIONE

Le fasi della procedura per la definizione delle classi di prestazione e di un determinato edificio sono le seguenti:

- a) Definire la tipologia di edificio (es: edificio per uffici)
- b) Individuare il riferimento della “prestazione energetica da regolamento (EPR) “Rr ed il riferimento del “patrimonio immobiliare (BSR)” corrispondenti a questa tipologia di edifici
- c) Definire il valore della prestazione energetica EP:
 - calcolare EP/Rr
 - calcolare EP/Rs

d) Determinare l'indicatore di classificazione C con le seguenti regole:

1. Se $EP/R_r \leq 1$ prendere $C=EP/R_r$

In questo caso la prestazione energetica dell'edificio EP è migliore della prestazione energetica definita da Regolamento EPr

2. Se $1 \leq EP/R_s$ prendere $C= 1 + EP/R_s$

In questo caso la prestazione energetica dell'edificio EP è minore di quella relativa al patrimonio immobiliare

3. Negli altri casi prendere $C= 1 + (EP-R_r)/(R_s-R_r)$

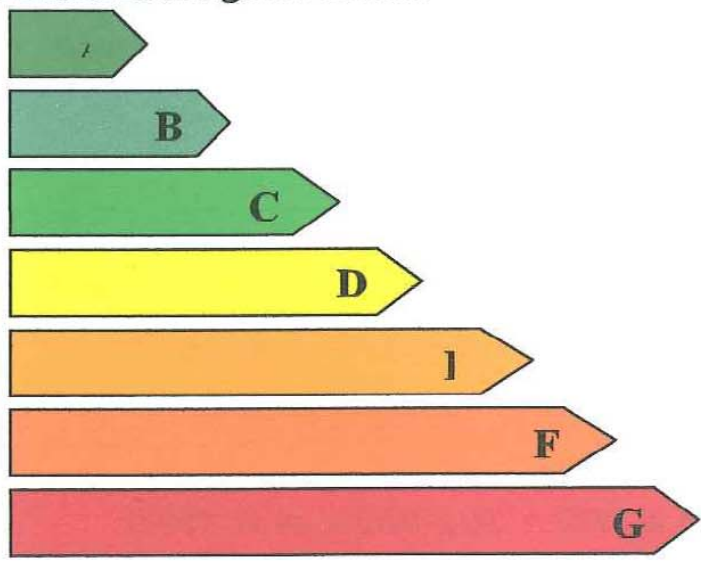
In questo caso la prestazione energetica dell'edificio EP, si trova tra il riferimento della prestazione di legge EPr e quella relativa al patrimonio immobiliare EPs.

e) La classe di prestazione è determinata con le seguenti regole:

- 1) Classe A se $C < 0,5$
- 2) Classe B se $0,5 < C < 1$
- 3) Classe C se $1 < C < 1,5$
- 4) Classe D se $1,5 < C < 2$
- 5) Classe E se $2 < C < 2,5$
- 6) Classe F se $2,5 < C < 3$
- 7) Classe G se $3 < C$

Il valore di C è calcolato solo per permettere la classificazione e non è da riportare necessariamente sul certificato

Certificato energetico

Prestazione energetica dell'edificio	Come costruito	In uso
Spazio per far riferimento ad uno schema di certificazione usato	Valutazione Standardiz	Valutazione Operativa
<p>Efficienza energetica elevata</p>  <p>Energeticamente inefficiente</p>		
Nome dell'indicatore usato Unità	calcolata	misurata
	130	170
Spazio per includere ulteriori informazioni sugli utilizzi energetici dell'edificio		

Notizie amministrative:
 indirizzo dell'edificio:
 Area condizionata:
 data di validità:
 nome e firma del certificatore:

4) IL SERRAMENTO IN CLASSE A: RENDIMENTO ENERGETICO DEL SERRAMENTO IN PVC

La sempre crescente sensibilità e coscienza ambientale diffusa nell'attuale società induce e spinge gli acquirenti e gli utenti a influenzare l'offerta di manufatti nel mercato che non solo rispondano alle normative tecniche di riferimento e ne garantiscono le prestazioni, ma anche che abbiano un buon rapporto costo/prestazione e una compatibilità con l'ambiente. Esistono diversi studi di LCA che mettono in relazione i vari materiali utilizzabili nei serramenti e in particolare nelle finestre.

Questi studi mettono in evidenza come i serramenti esterni in PVC sono ambientalmente sostenibili anche in considerazione del loro possibile recupero al termine della vita utile con riutilizzo (riciclo) per produrre nuove finestre. E che offrono un contributo significativo a ridurre i consumi energetici del riscaldamento/condizionamento e di conseguenza a ridurre le emissioni di gas serra. L'utilizzo di finestre in PVC può quindi dare un grosso contributo al raggiungimento degli obiettivi del Protocollo di Kyoto, rispettando i requisiti del Piano d'Azione Nazionale per il Green Public Procurement (PAN GPP) promosso dal Ministero dell'Ambiente.

LE PARTI DI UN SERRAMENTO: VETRO E PROFILO

La trasmittanza termica U [$W/(m^2k)$] è un parametro che indica la misura della quantità di calore trasmesso per metro quadro, in condizioni stazionarie, per effetto di una differenza di temperatura unitaria. Ogni elemento costituente il serramento finito contribuisce in maniera sostanziale alla prestazione globale del sistema in termini di trasmittanza termica e tra questi i principali sono sicuramente il vetro e il profilo. Tra i profili utilizzabili è proprio il PVC che risulta particolarmente adatto all'ottenimento di ottimi valori di trasmittanza termica, essendo costituito da un materiale a bassa conducibilità termica ed essendo progettato a camere chiuse poste in serie.

SERRAMENTO FINITO

La norma **UNI EN 10077-1** definisce quali termini prendere in considerazione per caratterizzare la prestazione termica del serramento finito:

- Trasmittanza termica del vetro, U_g [W/(m²K)], con valori ottenuti a test
- Trasmittanza termica del profilo, U_f [W/(m²K)], con valori ottenuti a test
- Trasmittanza termica lineare del bordo vetro, ψ_g [W/(m²K)], con valori definiti dalla norma
- Superficie opaca del serramento costituita dal profilo, A_f [m²]
- Superficie della vetrata, A_g [m²]
- Lunghezza del bordo vetro, L_g [m]

Ipotizzando di simulare il calcolo della trasmittanza termica del serramento finito U_w , per via teorica, è possibile utilizzare la seguente equazione come previsto dalla norma:

$$U_w = (A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + L_g \cdot \Psi_g) / (A_g + A_f)$$

Il valore di trasmittanza termica di riferimento dal Dlgs 311/2006 è di $U_w = 2,0 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$ a partire dal 1 gennaio 2010. Prove effettuate su manufatti installati hanno dimostrato che il serramento in PVC raggiunge valori di $U_w = 1 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$, garantendo così al progettista il rispetto, con ampio margine di quanto richiesto dal Dlgs 311 e dalla Finanziaria in vigore.

IPOTESI DI CLASSIFICAZIONE DEI SERRAMENTI

Come già avviene per il consumo di energia degli elettrodomestici ed a seguito delle esperienze e delle proposte della Direttiva europea sull'efficienza energetica degli edifici , potrebbe essere definita una classificazione anche per i serramenti esterni in base al valore di trasmittanza termica. Viene proposta la seguente ripartizione:

CLASSE A $U_w \leq 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

CLASSE B $U_w \leq 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$

CLASSE C $U_w \leq 3,00 \text{ W/m}^2\text{K}$

CLASSE D $U_w \leq 5,00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sulla base della suddetta classificazione vengono definiti i risparmi possibili sostituendo serramenti esterni in classe D con quelli in PVC in Classe A. I calcoli sono stati sviluppati per ognuna delle 4 ripartizioni proposte sulla base del valore di trasmittanza termica di riferimento e per unità standard (WU= window unit), aventi le seguenti dimensioni = 1,30 m x 1,30 m = 1,69 m²

Classe	Tipologia	U _w	U _f	U _g	U _ψ
A	buon isolamento	1,2	1,2	1,1	0,04
B	isolamento medio	1,7	1,6	1,5	0,08
C	basso isolamento	3	2,4	3,3	0
D	isolamento molto basso	4,6	2,4	5,7	0

CONSUMO DI ENERGIA

La perdita di energia attraverso un serramento riferito ad una WU di $1,69 \text{ m}^2$ è data approssimativamente dalla relazione: $Q_{wu} = 84 \times U_w \times A_w \text{ KWh/anno}$

Questa relazione tiene conto di zone con gradi giorno relativi alla fascia climatica media europea. Il fattore "84" può variare in funzione della latitudine: zone marine 50, zone alpine 110.

Nel caso si volesse esprimere l'energia consumata in altre unità di misura di utilizzo tradizionale, valgono le seguenti conversioni:

- 10 Kwh/anno = 1 litro petrolio
- 10 Kwh/anno = 1 m^3 gas naturale
- 1 litro petrolio = 2,7 Kg CO \square
- 1 m^3 gas naturale = 1,1 Kg CO \square

Possiamo ora calcolare, per 1 milione di unità standard, la perdita di energia (Q_{wu}), il consumo di gasolio e gas naturale e relative emissioni di CO_2

In caso di utilizzo di gasolio:

Classe	Giga Wh/anno	milioni L	Ton CO_2
A	170	17	46.000
B	241	24	65.000
C	426	43	115.000
D	653	65	176.000

In caso di utilizzo di gas naturale:

Classe	Giga Wh/anno	milioni m³	Ton CO₂
A	170	17	19.000
B	241	24	27.000
C	426	43	47.000
D	653	65	72.000

RISPARMIO DI ENERGIA

Per calcolare i possibili risparmi a livello europeo, nell'ipotesi di sostituire i serramenti esistenti con altri di classe superiore, si considerano:

- Popolazione europea dei 27: 747.000.000
- Numero tot. di WU Europa dei 27: 82 milioni di cui si stima che circa il 50% siano in Classe D (mercato 2009)

SOSTITUZIONE DI SERRAMENTI ESTERNI IN CLASSE D CON CLASSE A

In questo caso ipotizziamo di sostituire i serramenti di classe D con quelli in PVC di classe A. Calcolo riferito a 41 milioni di WU con una ripartizione media europea di fonti energetiche per riscaldamento pari a 2/3 petrolio e 1/3 gas naturale.

Risparmio :

1. gasolio + gas = $1312+656 = 1968 \times 10 = 19680$ milioni di KWh/anno
2. $3,54+0,72=4,26$ mega tonnellate di CO₂

	Consumo petrolio milioni L	CO ₂ Mega Ton	Consumo gas Milioni m ³	CO ₂ Mega Ton
CLASSE A	465	1,27	232	0,26
CLASSE D	1777	4,81	888	0,98
Δ= D-A	1312	3,54	656	0,72