

IL SERRAMENTO A NORMA

Il settore della serramentistica è sottoposto ad una silenziosa rivoluzione. In breve tempo tutte le norme tecniche relative a porte, finestre, accessori e ferramenta saranno sostituite completamente dalle norme redatte dall'ente normatore europeo con validità in tutti i paesi della comunità europea: il CEN.

Le norme CEN disponibili sono circa un centinaio ed altrettante sono in preparazione. E' quindi immaginabile che il progettista, il costruttore risulteranno impreparati nel momento in cui tali regole verranno incorporate nei capitolati prestazionali di appalto oppure nei certificati esibiti dalle aziende produttrici.

E' quindi utile proporre una selezione delle norme più importanti e più utili per una corretta progettazione dell'edificio.

A tal fine vengono proposti i seguenti argomenti:

- 1) Aria – Acqua – Vento
- 2) Progettare il risparmio energetico: la legge 10/91
- 3) L'isolamento acustico: legge 447/95 e DPCM 5/12/97
- 4) Un esempio: la certificazione del serramento in PVC

1) Aria – Acqua - Vento

Le caratteristiche di base che permettono di identificare il comportamento di una finestra sono oggi definite dalle tre prestazioni:

- Permeabilità all'aria
- Resistenza al vento
- Tenuta all'acqua

Si può affermare che le tre prestazioni sopra ricordate sono citate in ogni capitolato prestazionale e che sono ritenute gli elementi più significativi della finestra.

Aria, acqua e vento possono quindi assumere il ruolo di “Caratteri comportamentali” di un componente considerato di gran lunga il più importante e significativo per una abitazione.

Le tre prestazioni sono state molto studiate, approfondite in laboratorio ed in opera legate ad altre caratteristiche complementari, giungendo alla definizione delle norme nazionali, europee ed internazionali.

E' proprio dall'impianto normativo che il progettista può scegliere il livello prestazionale desiderato e che l'utente finale può prevedere come si comporterà in realtà la finestra acquisita.

L'evoluzione delle norme che permettono di identificare il comportamento del serramento all'aria, all'acqua ed al vento è complessa, elaborata e perdura da alcuni decenni.

La norma più importante è senza dubbio la UNI 7979 i cui lavori di preparazione risalgono al 1997 e che è rimasta in vigore fino al luglio 2000.

Nel 2001 sono state emesse le tre norme aria – acqua – vento di derivazione europea.

Le norme sono le seguenti:

UNI EN 12207 classificazione aria

UNI EN 12208 classificazione acqua

UNI EN 12210 classificazione vento.

Le norme sono state preparate da una commissione europea in seguito tradotte in tutte le lingue dei paesi aderenti ed ufficializzate dal relativo ente formatore sostituendo le norme in vigore.

L'impianto normativo europeo per il serramento si basa quindi sulle seguenti norme:

UNI EN 12519	Terminologia
UNI EN 12207	Classificazione Aria
UNI EN 1026	Metodo di prova
UNI EN 12208	Classificazione Acqua
UNI EN 1027	Metodo di prova
UNI EN 12210	Classificazione vento
UNI EN 12211	Metodo di prova

L'esecuzione delle prove secondo i nuovi progetti di norma varia solamente in alcuni dettagli relativi alle specifiche attrezzature di laboratorio, che in questa sede non è necessario approfondire.

La classificazione del serramento invece è variata profondamente tanto da indurre tutte le aziende produttrici ad iniziare un nuovo iter di valutazione delle prestazioni e di certificazione.

Vengono analizzate in sintesi le differenze tra la vecchia (V) e la nuova (N) classificazione.

Permeabilità all'aria

V: 3 classi (A1/A2/A3)

N: 5 classi (0,1,2,3,4)

V: i valori vengono espressi in m³ di aria che passano dal serramento in funzione dei metri lineari dei giunti o della superficie totale.

N: i valori vengono espressi in m³ di aria che passano dal serramento in funzione dei metri lineari dei giunti o della superficie totale.

V: la classe è definita in base ai valori di permeabilità – pressione rientranti in una zona definita dal diagramma

N: la classe è definita dal valore di riferimento di permeabilità riscontrato a 100 Pa che definisce il campo di appartenenza per quella specifica classe.

UNI EN 12207

Classificazione basata sulla superficie totale

Permeabilità all'aria di riferimento a 100 Pa ed alle pressioni massime di prova, in rapporto alla superficie totale, per le classi da 1 a 4.

Classe	Permeabilità all'aria di riferimento a 100 Pa M ² /hm ²	Pressione massima di prova Pa
0	Non sottoposto a prova	Non sottoposto a prova
1	50	150
2	27	300
3	9	600
4	3	600

Classificazione basata sulla lunghezza dei lati apribili

Permeabilità all'aria di riferimento a 100 Pa alle pressioni massime di prova, in rapporto alla lunghezza dei lati apribili, per classi 1 a 4

Classe	Permeabilità all'aria di riferimento a 100 Pa M ³ /hm ²	Pressione massima di prova Pa
0	Non sottoposto a prova	Non sottoposto a prova
1	12,50	150
2	6,75	300
3	2,25	600
4	0,75	600

2) Tenuta all'acqua

V: 4 classi (E1, E2, E3, E4)

N: 11 classi (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,E)

Con un interessante ed utile distinzione mediante i due indici da abbinare al numero della classe:

A: serramenti pienamente esposti

B: serramenti parzialmente protetti

Nel caso A l'acqua, durante la prova, viene spruzzata in modo più diretto sui giunti rispetto al caso B, inoltre nel caso A la portata di acqua è maggiore che al caso B (rispettivamente 2 l/min e 1 l/min).

UNI EN 12208

Classificazione

L'EN 1027 descrive il metodo di prova per determinare i limiti della impermeabilità all'acqua P_{max} del campione sottoposto a prova.

La classificazione deriva dai risultati come precisato nel prospetto sotto riportato.

La presente classificazione può essere usata unitamente ad altre norme o codici di pratica appropriati e può quindi essere usata per fornire una correlazione con esigenze climatiche effettive.

Classificazione

Pressione di prova P_{max} in Pa ^{a)}	Classificazione		Specifiche
	Metodo di prova A	Metodo di prova B	
-	0	0	Nessun requisito
0	1 A	1 B	Irrorazione per 15 min
50	2 A	2 B	Come classe 1 + 5 min
100	3 A	3 B	Come classe 2 + 5 min
150	4 A	4 B	Come classe 3 + 5 min
200	5 A	5 B	Come classe 4 + 5 min
250	6 A	6 B	Come classe 5 + 5 min
300	7 A	7 B	Come classe 6 + 5 min
450	8 A	-	Come classe 7 + 5 min
600	9 A	-	Come classe 8 + 5 min
>600	Exxx	-	Al di sopra di 600Pa con cadenza di 150 Pa, la durata di ciascuna fase deve essere di 5 min

Nota – Il metodo A è adatto per prodotti pienamente esposti
Il metodo B è adatto per prodotti parzialmente protetti

a) Dopo 15 min a pressione zero e 5 min alle fasi susseguenti.

I campioni che permettono la penetrazione di acqua alla pressione zero prima del termine di 15 min non possono essere classificati.

I campioni che risultano impermeabili a pressioni di prova maggiori di 600 Pa per un minimo di 5 min devono essere classificati Exxx, dove xxx è la pressione massima di prova (per esempio 750, 900).

3) Resistenza al vento

V: 5 classi (V1, V1a, V2, V2a, V3) in funzione di 3 pressioni di riferimento

N: 6 classi (0, 1, 2, 3, 4, 5, E) per il carico di vento in funzione di 3 pressioni di riferimento (P1, P2, P3) e in base alla freccia frontale che il serramento presenta quando viene sottoposto alla pressione P1.

La differenza sostanziale fra la vecchia e nuova procedura è rappresentata dal fatto che tutte le prove ora dovranno essere effettuate con pressione positiva e negativa.

Ovvero il serramento deve essere sottoposto sia a pressioni sia a depressioni.

Nella realtà la finestra è sottoposta a pressioni o a depressioni, e anzi quest'ultime sono in molti casi molto più gravose e più pericolose delle pressioni.

In base alle risultanze della prova al vento e della freccia si giunge alla classificazione finale suddivisa in 6 livelli.

UNI EN 12210

CLASSIFICAZIONE

L'EN 12211 "windows and doors – Resistance to wind load – Test method [Finestre e porte – Resistenza al carico di vento – Metodo di prova]" descrive il metodo di prova per determinare i limiti (P1, P2 e P3) per il campione sottoposto a prova. Detti limiti sono espressi in Pascal (Pa). Le relazioni tra i limiti sono:

- $P2 = 0,5 P1$;
- $P3 = 1,5 P1$.

La classificazione deve essere in accordo con i risultati delle prove di resistenza al vento a pressioni di prova positive e negative. Le pressioni di prova sono fornite dal prospetto sotto riportato.

La presente classificazione può essere usata unitamente ad altre norme o codici di pratica appropriati e può quindi essere usata per fornire una correlazione con esigenze climatiche effettive.

Classificazione del carico di vento

Classe	P1	P2 ^{a)}	P3
0	Non sottoposto a prova		
1	400	200	600
2	800	400	1 200
3	1 200	600	1 800
4	1 600	800	2 400
5	2 000	1 000	3 000
E _{xxxx} ^{b)}	xxxx		
a) Questa pressione viene ripetuta 50 volte. b) Il campione sottoposto a prova con carico del vento superiore a classe 5, vengono classificati E_{xxxx} – dove xxxx è la pressione reale di prova P1 (per esempio 2 350 ecc.)			

CLASSIFICAZIONE DELLA FRECCIA RELATIVA FRONTALE

La freccia relativa frontale dell'elemento più deformato del telaio sottoposto a prova, misurata ad una pressione di prova P1, deve essere classificata come prescritto dal prospetto seguente:

Classificazione della freccia relativa frontale

Classe	Freccia relativa frontale
A	< 1/150
B	< 1/300
C	< 1/300

REQUISITI

Al fine di poter classificare il prodotto devono tra l'altro essere soddisfatti i seguenti requisiti.

Sotto pressione del vento P1 e P2

Nessun difetto visibile nel corso di un controllo eseguito con osservazione visiva normale e corretta ad una distanza di 1 m con luce naturale

Il campione deve rimanere in buono stato di funzionamento e l'aumento massimo dalla permeabilità all'aria risultante dalle prove di resistenza al vento a P1 e P2, non deve essere maggiore del 20% rispetto alla permeabilità all'aria massima ammissibile per la classificazione di permeabilità all'aria ottenuta precedentemente.

La classificazione per P1 e P2 dipende dalle prove di permeabilità all'aria che dovrebbe essere eseguita prima della prova di resistenza al vento.

Sotto pressione del vento P3

Devono essere consentiti difetti come flessione e/o svergolamento di qualsiasi elemento accessorio e la fessurazione o formazione di crepe di qualsiasi elemento componente del telaio qualora non si verificano distacchi di singole parti e che il campione sottoposto a prova rimanga chiuso. Comunque se si rompe il vetro è consentito sostituire e ripetere la prova un'altra volta.

CLASSIFICAZIONE DELLA RESISTENZA AL CARICO DEL VENTO

I carichi del vento e la corrispondente freccia relativa frontale devono essere combinati in una classificazione globale come indicato nel prospetto seguente:

Resistenza al vento – classificazione

Classe di pressione del vento	Freccia relativa frontale		
	A	B	C
1	A1	B1	C1
2	A2	B2	C2
3	A3	B3	C3
4	A4	B4	C4
5	A5	B5	C5
Exxxx	AExxxx	BExxxx	CExxxx

Nota – Nella classificazione della resistenza al carico del vento la cifra si riferisce alla classe di carico del vento, vedere prospetto 1, e la lettera si riferisce alla freccia relativa frontale, vedere prospetto 2.

2) PROGETTARE IL RISPARMIO ENERGETICO

Legge 10/91 e Serramenti in PVC

Nel 1991 è stata emessa la legge 10 con la ferma intenzione di promuovere il risparmio energetico cercando di colmare le lacune delle leggi precedenti.

Alcuni strumenti importanti sono stati emessi:

- Gli impianti ed i relativi componenti sono ben normati
- Gli edifici devono essere mantenuti a temperature massime definite
- Un importante parco di norme sui componenti e sul loro comportamento è stato emesso con un importante sforzo di armonizzazione a livello europeo
- Ai progettisti è stato imposto di redigere una relazione (più o meno comprensibile) da cui si può dedurre il comportamento dell'edificio nelle diverse stagioni.

Da quanto esposto può sembrare che gli argomenti più importanti siano stati affrontati. Purtroppo non è così.

La legge 10 ed i relativi regolamenti presentano tre punti di difficile risoluzione:

- La legge 10 nel suo complesso è estremamente complicata da attuare
- Non vi sono controlli su quanto dichiarato e realizzato
- Non è ancora stato emesso il decreto che evidenzia la volontà di perseguire il risparmio energetico come sistema ottimale per ridurre inquinamento e spesa energetica.

Nella situazione sopra descritta il progetto del nostro edificio deve percorrere una via tortuosa ma che diviene semplice se ben segnalata.

Ogni edificio è composto da due parti responsabili del possibile risparmio energetico:

- I tamponamenti opachi (muri)
- Gli elementi trasparenti (finestre)

Il comportamento dei serramenti interessa:

- Le finestre
- Le porte finestre
- I sistemi di oscuramento (tapparelle, persiane)

I serramenti possono essere realizzati con i seguenti materiali:

- Legno
- Alluminio
- PVC
- Misti
- Acciaio

Oggi il risparmio energetico non è così legato solamente al risparmio energetico ma sempre di più all'effetto sul clima e sull'ambiente.

Inoltre la posizione del serramento nel mercato dell'edilizia è mutata profondamente.

Il rapporto progettista-imprese, imprese-utente, progettista-utente non risponde ai canoni degli anni passati.

Oggi è necessario che la finestra sia certificata, esistono norme precise, l'utente è più sicuro della scelta del materiale e della durata del componente.

L'argomento viene affrontato mediante l'analisi di quattro argomenti che permettono al serramentista ed al progettista di comprendere la importante posizione che la finestra occupa per raggiungere il fine del risparmio:

1. Il comportamento del serramento
2. La legge 10/91
3. Come si progetta
4. Un esempio numerico di risparmio energetico in seguito alla scelta del materiale con cui viene realizzato il serramento.

1. IL COMPORTAMENTO DEL SERRAMENTO

I disperdimenti di calore dagli ambienti trovano tre vie principali attraverso il serramento:

- le infiltrazioni d'aria esterna, che deve venire riscaldata e/o raffreddata;
- la parte vetrata;
- il telaio.

Ognuna di queste vie comporta problemi e sistemi di calcolo particolari. Le caratteristiche di trasmissione termica dei materiali sono individuate da due grandezze: la conducibilità termica, (λ) e la trasmittanza termica globale, (U). La conducibilità termica, λ , ha la dimensione di W/m K, vale a dire flusso energetico per unità di lunghezza e per grado di temperatura di differenza fra due punti di un corpo.

La trasmittanza termica o coefficiente di trasmissione termica globale, U, è riferita ad una lastra che separa due fluidi, ha la dimensione di W/m² K e fornisce la quantità di calore che viene trasmessa attraverso l'unità di superficie.

Alcuni valori di U per materiali diversi sono riportati nella tabella seguente:

TRASMITTANZA TERMICA DI MATERIALI DIVERSI	
MATERIALE DEI PROFILI	TRASMITTANZA TERMICA U (W/M²K)
LEGNO (SPESSORE 60 MM)	1.5-1.6
ALLUMINIO SENZA TAGLIO TERMICO	5.2-5.8
ALLUMINIO CON TAGLIO TERMICO	2.9-3.9
PVC 1 CAMERA	2.4
PVC 2-3 CAMERE	1.6-1.9
DOPPIO VETRO INTERCAPEDINE ARIA 12 MM	3
DOPPIO VETRO CON FILM SELETTIVO	1.7-2.1
TRIPLO INTERCAPEDINE D'ARIA 12 MM	2.1-2.2
VETRO SEMPLICE	4.5

Le infiltrazioni d'aria partecipano in maniera importante alle perdite termiche di un serramento soprattutto se queste infiltrazioni sono eccessive rispetto a quanto richiesto da un normale ricambio. Dal valore Q di infiltrazione d'aria ricavabile dalla prova di permeabilità all'aria si può calcolare la quantità di calore necessaria in Kcal/k per risaldare alla temperatura ambiente l'aria entrante:

$$C = CP \cdot \delta \cdot Q \cdot (Ti - Te)$$

dove :

Cp = calore specifico dell'aria

Q = portata di aria per infiltrazioni (m³)

δ = densità dell'aria

Ti-Te = differenza di temperatura fra aria esterna e interna

(Cp . δ = 0.3 Kcal/m³)

Il valore di C è anche ottenibile direttamente con le prove di permeabilità all'aria dei serramenti secondo normativa UNI 12207 con questi dati:

CLASSE	PERMEABILITÀ A 100 PA
A1	12 M ³ /H M
A2	6 M ³ /H M
A3	2 M ³ /H M

2. LA LEGGE 10/91

La Legge 9 gennaio 1991 n. 10 “Norme per l’attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”, rappresenta l’evoluzione della regolamentazione per effettuare i calcoli di dispersione del calore degli edifici.

Con la Legge 10/91 è stato introdotto il concetto molto importante: la legge traccia la filosofia e le indicazioni generali del risparmio energetico, i decreti attuativi contengono le cosiddette “regole tecniche” e le norme UNI-CTI riportano le metodologie di calcolo richieste.

Per quanto riguarda i decreti di applicazione della Legge 10/91, quelli di maggiore interesse per il contenimento del consumo energetico degli edifici sono:

- il DPR 26/8/1993 n. 412 pubblicato sulla G.U. del 14/10/93
- il DM 13/12/93 pubblicato sulla G.U. del 24/08/94
- il DM 02/04/98 attuativo art. 32 “Certificazioni dei componenti e dei materiali”
- il DPR attuativo art. 4 comma 1 “Criteri tecnico-costruttivi e tipologie per l’edilizia sovvenzionata e convenzionata, per l’edilizia pubblica e privata, anche riguardo alla ristrutturazione degli edifici esistenti”
(da emanare alla data di pubblicazione)
- il DM attuativo art. 4 comma 2 “norme al cui rispetto è condizionato il rilascio delle autorizzazioni e la concessione e l’erogazione di finanziamenti e contributi per la realizzazione di opere pubbliche”
(da emanare alla data di pubblicazione)
- il DPR attuativo art. 30 “Certificazione energetica degli edifici”
(da emanare alla data di pubblicazione)

Il DPR n. 412 stabilisce le norme relative alla progettazione, all’installazione, all’esercizio e alla manutenzione degli impianti termici.

Il DPR 13/12/93 riguarda i modelli tipo per la compilazione della relazione tecnica da presentare al Comune, secondo schemi precisi differenziati per le diverse tipologie di edifici.

Il DM 02/04/98 attuativo dell’art. 32 fissa le modalità di certificazione dei materiali e dei componenti che assolvono una o più funzioni energeticamente significative all’interno dell’edificio.

Il DM 06/08/94 sancisce il recepimento delle norme tecniche UNI attuative del DPR 412 citato sopra e dettagliate nel seguito e precisa che nella formula del valore limite del FEN il Cd sta per Cd limite del coefficiente di dispersione volumica.

Il DPR attuativo dell’art. 4 comma 1 fissa i criteri tecnico-costruttivi e le caratteristiche tipologiche di intervento idonei a facilitare l’impiego di fonti rinnovabili ed il risparmio di energia; il DM attuativo dell’art. 4 comma 2 riguarderà per gli stessi aspetti le opere pubbliche e gli edifici ad uso pubblico.

Il DPR attuativo dell'art. 30 dovrà stabilire i criteri e le procedure per la redazione della cosiddetta "pagella energetica" degli edifici, la quale si baserà su un sistema di controllo non solo della relazione tecnica di progetto, ma anche della rispondenza in cantiere, mediante sopralluoghi, dei materiali previsti (compresi i materiali isolanti!)

Gli edifici verranno così classificati in base al loro consumo di energia e saranno riconoscibili, energeticamente, dalla classe di merito alla quale appartengono.

In sintesi, fino alla emanazione dei decreti relativi alla progettazione dell'involucro edilizio (art. 4 comma 1 e 2) per effettuare i calcoli inerenti gli impianti di riscaldamento il progettista dovrà fare riferimento, (oltre che al DPR 412, al DM 31/12/93 e al DM 06/08/94), al DPR 1052/77 (per le parti non abrogate dalla legge 10/91) e al DM 30/07/86. questi decreti riguardano rispettivamente il riferimento al calcolo del Cd e i valori limite ammessi.

La nuova Legge 10/91 impone, come fatto innovativo, che nella progettazione termica degli edifici vengano considerate non solo le caratteristiche dell'involucro edilizio, ma anche tutte le caratteristiche ambientali e impiantistiche che influenzano il bilancio energetico dell'edificio.

I fattori complessivi che il progettista deve valutare sono pertanto i seguenti:

- **Fattori ambientali**

- condizioni climatiche locali, nelle diverse condizioni stagionali, quali temperatura, umidità relativa, ventosità ed irraggiamento solare;
- caratteristiche dell'area, quali orientamento, morfologia del terreno, vegetazione, presenza e/o disponibilità di corsi o specchi d'acqua.

- **Fattori tipologici**

- caratteristiche tipologiche dell'insediamento e reciproca disposizione degli edifici;
- orientamento e relativa distribuzione delle unità abitative e dei singoli locali costituenti l'edificio con riferimento alla loro destinazione d'uso prevalente;
- distribuzione, orientamento e sistemi di protezione delle superfici trasparenti, loro rapporto rispetto alla superficie opaca, in relazione allo sfruttamento degli apporti solari diretti nel periodo invernale, al controllo dell'irraggiamento nel periodo estivo e all'ottenimento di un'adeguata illuminazione naturale;
- utilizzo di sistemi solari passivi per lo sfruttamento degli apporti solari diretti e indiretti;
- azione dei venti dominanti sull'involucro edilizio e sui serramenti, come fattore di infiltrazione e raffreddamento invernale e di raffreddamento estivo;

- **Fattori tecnico-costruttivi**

- caratteristiche della struttura dell'edificio in relazione al suo comportamento in regime termico stazionario e variabile;
- caratteristiche delle strutture in relazione agli aspetti relativi alla condensazione superficiale e interstazionale, alla presenza di ponti termici ed ai parametri di Banessera;
- caratteristiche specifiche dei materiali e dei componenti e loro certificazioni ai fini energetici;

- **Fattori impiantistici** mirati a:

- alta efficienza nei nuovi impianti e migliorata efficienza in quelli da ristrutturare;
- recupero del calore di scarto nella ventilazione;

- controllo della purezza dell'aria e igiene negli ambienti;
- utilizzo di fonti rinnovabili, quali collettori solari, pompe di calore, impianti di cogenerazione o altro.

La Legge 10/91, così come da precedente Legge 373/76, definisce una “dotazione di calore disperdibile specifica” per ogni tipo di edificio, in funzione della sua tipologia e ubicazione. Questa dotazione è sufficiente a mantenere, all'interno dei locali riscaldati, la temperatura massima si 20°C + 2°C, prevista per gli edifici residenziali e assimilabili (uffici, scuole, ospedale, ecc.) e di 18°C + 2°C per gli edifici industriali ed artigianali (artt. 3 e 4, DPR 26 agosto 1993 n. 412).

Gli impianti termici devono essere progettati in modo tale garantire un prefissato valore di “rendimento medio stagionale”, legato, attraverso una formula logaritmica, alla potenziale utile nominale del generatore.

Vengono inoltre introdotti dei parametri nuovi, come ad esempio il Fabbisogno Energetico Normalizzato (F.E.N.), che verranno dettagliatamente trattati di seguito.

È fatto obbligo al committente di presentare al Comune una documentazione che dimostri la rispondenza del progetto a quanto previsto dalla legge.

Il Comune è **obbligato** a controllare la rispondenza dei valori e dei progetti depositati, entro cinque anni dalla data di ultimazione dei lavori, oppure in corso d'opera e, in caso di difformità, vengono erogate sanzioni amministrative nei confronti dei trasgressori.

A differenza della precedente Legge 373/76, sono regolamentati dalla Legge 120/91 tutti gli edifici, pubblici e privati, di nuova costruzione e soggetti a ristrutturazione, qualunque sia la loro destinazione d'uso.

3. Come si progetta

Riepilogando, con l'emissione del DPR 412, del DM 13/12/93 e del DM 6/8/94 si modificano notevolmente i criteri di progettazione degli impianti termici e con essi i criteri di verifica del fabbisogno energetico degli edifici.

La verifica del fabbisogno energetico, che si basa comunque ancora sul concetto di Cd così come è stato definito dalla UNI 7357, viene estesa a considerare anche gli apporti gratuiti interni ed esterni e i rendimenti degli impianti di riscaldamento (UNI 10348 – UNI 10389). Si calcola quindi un fabbisogno energetico reale dell'edificio (F.E.N.) con somma dei fabbisogni mensili nel periodo di riscaldamento (UNI 10344 e UNI 10379).

Le nuove norme UNI-CTI, da adottare per legge per il calcolo del fabbisogno, forniscono nuovi criteri per la stima delle dispersioni verso il terreno (UNI 10346), attraverso i serramenti (UNI EN10077) e attraverso i muri (UNI 10346); questi criteri devono essere adottati anche per il calcolo del Cd oltre che per il F.E.N. . Viene inoltre aggiornata la tabella sui valori di dispersione reali dei materiali (UNI 10351).

Calcolo del F.E.N.

Il DPR del 26/08/93 n. 412 all'art. 8 commi 1 e 2, definisce come Fabbisogno Energetico Normalizzato (FEN) per la climatizzazione invernale, la seguente quantità:

$$\text{F.E.N.} = \frac{Q}{GG \cdot V} \quad (\text{KJ/GGm}^3)$$

dove:

Q è il fabbisogno energetico convenzionale per la climatizzazione invernale, cioè la quantità di energia primaria globalmente richiesta, durante l'anno, per mantenere negli ambienti la temperatura interna costante, con un adeguato ricambio d'aria (KJ).

V è il volume dell'edificio individuato dalla porzione di spazio, al lordo delle tratture, delimitata dall'involucro edilizio e riscaldata con energia prodotta da un unico impianto (m³)

GG gradi giorno della località

Il termine normalizzato deriva dal fatto che si divide Q per il volume dell'edificio e i gradi giorno e quindi si cerca di rendere questa quantità indipendente dalla tipologia e collocazione dell'edificio. In sostanza con questa formula si esprime un bilancio energetico fra l'edificio e l'impianto termico, tenendo conto sia degli apporti di calore gratuiti (centrale termica, sole, elettrodomestici, illuminazione, ecc.) sia delle perdite (trasmissione, ventilazione, rendimenti dell'impianto, ecc.)

Il calcolo del FEN deve essere fatto per ciascuna porzione di spazio riscaldata con energia prodotta da un unico impianto. Lo scopo di questa normativa, con il calcolo del FEN, non è quello di calcolare la potenza termica necessaria per il dimensionamento del generatore di calore come accadeva per la 373, ma invece il fabbisogno di energia stagionale.

Ventilazione

La verifica della ventilazione si effettua per controllare che sia assicurato un rinnovo dell'aria negli ambienti sufficiente a garantire, anche nel periodo invernale, il benessere degli utenti e la protezione delle strutture edilizie dai fenomeni di condensazione, l'energia termica scambiata per ventilazione con l'ambiente esterno è data in effetti dalla ventilazione degli ambienti e dall'infiltrazione d'aria attraverso i serramenti e l'involucro edilizio.

La ventilazione può essere naturale o forzata.

Sia nel caso di ventilazione naturale che di ventilazione forzata, il valore di progetto deve essere confrontato con il valore limite. Il valore limite è stato fissato per gli edifici residenziali in 0.5 ricambi ora dal DPR 412.

a) Ventilazione naturale

La ventilazione è legata all'ambiente esterno (apertura campagna, città, presenza di montagne, ecc.), alla permeabilità all'aria dei serramenti, alla velocità e direzione del vento e alla differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno.

Se si vuole quantificare la portata d'aria di infiltrazione attraverso i serramenti si deve procedere calcolando la portata d'aria per infiltrazione.

$$\varnothing = P_0 V / 3600 \quad [m^3/S]$$

dove:

V è il volume riscaldato (m³), ricavabile dal volume lordo moltiplicato per i coefficienti correttivi

P₀ è la permeabilità dell'involucro edilizio calcolabile con la relazione:

$$P_{O=} = \frac{\Delta p}{V} \left[\begin{array}{l} q \quad r \\ \sum_{j=1} (mA)_j + \sum_{i=1} (vL)_i \end{array} \right]$$

q è il numero dei serramenti

r è il numero dei cassonetti

Δp è la differenza di pressione fra interno ed esterno (Pa)

m è il coefficiente di permeabilità all'aria del serramento j-esimo (di finestre e porte) (m^3/hm^2)

A è l'area del serramento j-esimo (m^2)

v è il coefficiente di permeabilità del cassonetto j-esimo (m^3/hm)

L è la lunghezza del cassonetto j-esimo (m).

Il valore della differenza di pressione tra interno ed esterno è dato dalla ventosità della zona (p_v) e dalla permeabilità all'aria dell'edificio (p_c), si calcola con la formula:

$$\Delta p = (p_v^2 + p_c^2) \quad [Pa]$$

$$\text{con} \quad \sqrt{p_v = a_1 \cdot h^{b_1}} \quad p_c = a_2 \cdot h^{b_2}$$

dove:

h altezza edificio (m)

a_1, a_2, b_1, b_2 sono coefficienti

Qualora il valore effettivo risultasse minore di quello limite, che è considerato un valore ottimale, si dovrà assicurare la portata complementare attraverso un impianto di estrazione meccanica.

Ad esempio se da il calcolo della ventilazione dovuta ad infiltrazione dei serramenti risulta un valore di ricambi $n=0.2$, bisogna integrare il restante 0.3 (per arrivare al limite $n=0.5$) con ventilazione forzata. Si moltiplica 0.3 per il volume dell'ambiente, si calcola in questo modo la portata d'aria necessaria, ad esempio, attraverso un'aspirazione dai bagni.

b) Ventilazione forzata

In presenza di ventilazione forzata con recuperatore di calore, la quantità d'aria scambiata dipende dalla portata d'aria del sistema di ventilazione, dalla portata d'aria del sistema di espulsione e dal numero di ore di funzionamento dell'impianto. Il valore medio della portata d'aria \emptyset è dato da:

$$\emptyset = \frac{V[n_o t_{sp} + (n_f + n_x) t_{ac}]}{t_{sp} + t_{ax}} \quad [m^3/S]$$

dove:

V è il volume riscaldato della zona (m^3)

n_f è il numero di ricambi d'aria derivanti dall'impianto di ventilazione (1/s)

n_o è il numero di ricambi d'aria a impianto di ventilazione spento e si determina come nel caso della ventilazione naturale (1/s)

n_x è il numero di ricambi d'aria dovuti alle infiltrazioni naturali (se presenti) con impianto in funzione e dipende dalle caratteristiche di permeabilità dell'edificio e dalle caratteristiche di ventosità della località e compare solo quando l'ambiente non è tenuto in sovrappressione dall'impianto di ventilazione; può essere considerato nullo salvo casi particolari (1/s)

t_{sp} è il periodo di tempo in cui l'impianto di ventilazione è spento (s)

t_{ac} è il periodo di tempo in cui l'impianto di ventilazione è acceso (s)

Per impianti di ventilazione funzionanti continuamente e in presenza di recuperatore di calore di espulsione, il valore di n è dato da:

$$n = n_f (1 - n_v) + n_x \quad [1/s]$$

dove n_v è l'efficienza del recuperatore.

Per impianti a funzionamento intermittente, il valore di n è dato da

$$n = [n_f (1 - n_v) + n_x] \left[\frac{t_{ac} + n_o t_{sp}}{t_{ac} + t_{sp}} \right] \quad [1/s]$$

dove n_x è quasi sempre trascurabile.

4) Esempio numerico

Vengono ipotizzati esempi applicativi e dati di riferimento per avvallare l'importanza di utilizzare finestre isolanti come quelle realizzate in profili di PVC a confronto di serramenti di uso più tradizionale.

Il consumo annuo di energia è dato da:

$$C = (U \times S \times D \times 24 \times 3.6) / n \text{ MJ/m}^2$$

U = trasmittanza termica elemento

Caso A = finestra tradizionale 2.5 W/Km^2

Caso B = finestra isolante 1.0 W/Km^2 (PVC)

S = 1 m^2 superficie di riferimento

D = gradi giorno 2100

n = 0.85 efficienza impianto

si otterrà:

Ca = 533.65 MJ/m² anno

Cb = 213.46 MJ/m² anno

Ipotizzando una vita dell'edificio di 50 anni, l'energia globale consumata sarà:

Eb 26682 MJ/m²

Ea 10673 MJ/m²

16009 MJ/m² differenza di energia risparmiata

per il riscaldamento viene fatto riferimento al combustibile gasolio con il seguente rapporto energetico:

1 Kg di gasolio = 42.6 MJ

la quantità di gasolio risparmiata sarà:

$$\frac{16009 \text{ MJ/m}^2}{42.6 \text{ MJ/Kg}} = 376 \text{ Kg/m}^2$$

La combustione di gasolio per riscaldamenti produce sostanze che giungono in atmosfera.

Queste possono essere sintetizzate nei 4 gruppi più importanti con la relativa quantità riferita all'energia utilizzata:

CO2	85	g/MJ
SO2	0.1	g/MJ
Nox	0.12	g/MJ
Particolato	25	mg/MJ

Tali sostanze moltiplicate per la quantità di energia risparmiata nei 50 anni di funzionamento (ovvero 16.009 MJ/m²) si ottiene la quantità globale di materiali che non saranno entrati in atmosfera:

CO2	1905.0	Kg
SO2	2.241	kg
Nox	2.69	Kg
Particolato	0.56	Kg

1) L'ISOLAMENTO ACUSTICO

LEGGE 447/ E DPCM 5.12.97

Premessa

In data 30 ottobre 1995, sul supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 254, è stata pubblicata la

“Legge quadro sull'inquinamento acustico” – Legge 26 ottobre 1995 n. 447 che stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela del rumore prodotto dall'ambiente esterno e dall'ambiente abitativo, ai sensi e per gli effetti dell'art. 117 della Costituzione.

L'articolo 3 della suddetta legge fissa le competenze dello Stato ed in particolare, al comma 1) lettera e), al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore, affida al Ministero dell'Ambiente, di concerto con il Ministero della Sanità e con quelli dei Lavori Pubblici e dell'Industria, l'incarico di stabilire, a mezzo decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici stessi e dei loro componenti in opera.

In ottemperanza ai disposti sopra citati, in data 22 dicembre 1997 sulla gazzetta Ufficiale n. 297 è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 Dicembre 1997 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”.

Sintesi del DPCM 5/12/97

Art. 1 – Campo di applicazione

L'art. 1 precisa che, in attuazione dell'art. 3 comma 1) lettera e) della Legge 26 ottobre 1995 n. 447, il decreto determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore.

I requisiti acustici di sorgenti sonore diverse da quelle sopra indicate vengono invece determinati da altri provvedimenti attuativi della legge 447/95.

Art. 2 – Definizioni

Ai fini dell'applicazione del decreto gli ambienti abitativi sono distinti nelle categorie indicate nella tab. A del documento, di seguito riportata.

Tab. A – Classificazione degli ambienti abitativi (art. 2)

Categoria A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
Categoria B	Edifici adibiti a uffici e assimilabili
Categoria C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
Categoria D	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
Categoria E	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
Categoria F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
Categoria G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Al comma 2) di questo articolo sono definiti componenti degli edifici sia le partizioni orizzontali che quelle verticali.

Il comma 3) definisce servizi di funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria.

Il comma 4) definisce servizi a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aereazione e condizionamento.

Infine il comma 5) rimanda all'Allegato A del decreto la definizione delle grandezze acustiche cui fare riferimento.

Art. 3 – Valori limite

Al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore sono indicati in tab. B, qui di seguito riportata, i valori limite delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne, definiti nell'allegato A del DPCM.

Tab. B – Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologico (art. 3)

Categorie di cui alla tab. A	R^2_w (*)	$D_{2m,n} T_w$	$L^2_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

(*) Valori di R^2_w riferiti a elementi di separazione fra due distinte unità immobiliari

Le grandezze di riferimento riportate nella tab. B, che caratterizzano i requisiti acustici degli edifici, da determinare con misure in opera sono:

- il tempo di riverberazione (T)
- il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione tra ambienti (R^2). Tale grandezza rappresenta il potere fonoisolante degli elementi di separazione tra alloggi e tiene conto anche delle trasmissioni laterali (db).

Dai valori R^2 , espressi in funzione della frequenza (terzi di ottava) si passa all'indice di valutazione R^2_w del potere fonoisolante apparente delle partizioni fra ambienti facendo ricorso ad una apposita procedura.

L'indice di valutazione permette quindi di caratterizzare con un solo numero le proprietà fonoisolanti della partizione.

- L'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT}$) definito da

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log T/T_0$$

dove

$$D_{2m} = L_{1,2m} - L_2 \text{ è la differenza di livello sonoro (dB)}$$

$L_{1,2m}$ è il livello di pressione sonora medio nell'ambiente ricevente (dB).

T è il tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente in s.

T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento pari a 0,5 s.

Dai valori $D_{2m,nT}$, espressi in funzione della sequenza, si passa all'indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT}$) facendo ricorso ad una apposita procedura.

L'indice di valutazione permette quindi di caratterizzare con un solo numero le proprietà fonoisolanti della facciata.

- Il livello di calpestio normalizzato (L_{2n})

Dai valori L_{2n} espressi in funzione della frequenza (terzi di ottava), si passa all'indice L_{nw}^2 del livello di calpestio del solaio di rumori di impatto.

- $L_{A,S \max}$ è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A, con costante di tempo slow, prodotta da servizi a funzionamento discontinuo.
- L_{Aeq} è il livello massimo di pressione sonora ponderata A, prodotta dai servizi a funzionamento continuo.

Art. 4 – Entrata in vigore

Poiché il DPCM entra in vigore sessanta giorni dopo la sua pubblicazione sulla Gazzetta ufficiale n. 297 del 22 dicembre 1997, lo stesso diviene operante dal 21 febbraio 1998.

OSSERVAZIONI IN MERITO AL DCPM 5/12/97

Molte sono le osservazioni che potrebbero farsi a partire dagli errori, imprecisioni ecc. che sono contenuti nel DCPM per cui si auspica che vengano a breve introdotte tutte le necessarie modifiche per rendere più applicabile il decreto.

Ciò permesso in questa sede illustreremo brevemente le conseguenze pratiche che si avranno, ad esempio nell'edilizia residenziale, per rispettare l'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ il cui valore, inteso come indice di valutazione, è fissato in 40 dB.

Per quanto riguarda l'isolamento acustico delle facciate occorre ricordare che di norma nell'edilizia residenziale le stesse sono costituite da tre parti:

- il muro ed il suo isolamento termico
- le finestre (vetro più telaio)
- i cassonetti, nel caso di sistemi tradizionali di oscuramento con tapparelle.

Affinchè l'influenza della parte opaca, opportunamente mediata con quella trasparente, risulti trascurabile sull'isolamento globale della parete esterna, è necessario in ogni caso che la stessa abbia un potere fonoisolante R_w superiore ai 50 dB.

Bisogna poi tenere presente che l'isolamento acustico delle facciate è pesantemente condizionato dalla presenza dei serramenti e a sua volta questi ultimi da quella dei cassonetti e dalla qualità di tenuta e dal peso dei telai.

Infatti per ottenere un potere fonoisolante del complesso vetro+telaio+cassonetto R_w maggiore od eguale a 40 dB occorre:

- un vetro-camera, ben sigillato sul telaio e con la camera d'aria riempita possibilmente di uno speciale gas che ne aumenta considerevolmente il potere fonoisolante ($R_w = 40$ dB circa);
- un telaio di potere fonoisolante non inferiore a quello del vetro e quindi con R_w di 40 dB. Ciò può essere ottenuto solo con serramenti particolari, piuttosto pesanti e possibilmente a taglio termico;
- telai ermetici sia lungo i giunti tra parti fisse e parti mobili che tra telaio e controtelaio;
- un cassonetto con potere fonoisolante R_w 35-38 dB.

Da quanto esposto si evince che un potere fonoisolante del complesso telaio+vetro+cassonetto di circa 40 dB può quindi essere ottenuto solo adottando soluzioni abbastanza complesse e non ancora note alla maggior parte dei progettisti.

ESEMPIO:

La certificazione dei serramenti in PVC

Lo schema di certificazione dell'Istituto Italiano dei Plastici consiste di tre fasi precedute dalla certificazione dei profili che verranno utilizzati per la costruzione dell'infisso con il Marchio IIP-UNI in conformità alla norma UNI 8648 + F.A.1: "Profilati di PVC rigido (non plastificato) per serramenti esterni - Tipi, requisiti e prove".

La prima fase consiste nella determinazione delle caratteristiche del "modello campione" di finestra, porta – finestra o luce fissa da certificare mediante la classificazione in laboratorio delle sue prestazioni di:

- permeabilità all'aria,
- tenuta all'acqua,
- resistenza al vento

e la verifica, sempre in laboratorio, del soddisfacimento dei requisiti meccanici prima e dopo l'effettuazione delle prove di tenuta acqua – aria – vento, in particolare:

- determinazione del momento di apertura e chiusura dell'organo di manovra,
- determinazione della forza in movimento dell'anta,
- verifica della resistenza dell'anta al carico di estremità,
- verifica della resistenza dell'anta allo svergolamento.

Al modello campione viene così attribuita la sua classificazione che si può estendere a tutte le sue varianti.

Il modello campione di finestra o porta - finestra viene generalmente preparato dal produttore del sistema (il fabbricante dei profili in PVC a Marchio IIP-UNI) che verrà poi utilizzato dagli assemblatori.

Al fornitore del sistema viene rilasciato dall'I.I.P. un Certificato di Conformità del sistema serramento – accessori.

La seconda fase della certificazione consiste nella verifica del processo produttivo degli assemblatori che adottano i sistemi già certificati.

Dopo il superamento della verifica iniziale del sistema di produzione per accertarsi che gli assemblatori siano in grado di garantire la costanza della qualità delle finestre, delle porte – finestre o luci fisse da certificare, all'assemblatore viene rilasciato il Certificato di Conformità ed il Marchio IIP-UNI potrà così essere apposto sui serramenti coperti dalla certificazione a testimonianza che quella tipologia serramento ha una classificazione di tenuta acqua – aria – vento certificata.

La terza fase della certificazione consiste nella "sorveglianza continua": per verificare il continuo mantenimento delle condizioni che hanno portato alla certificazione, l'Istituto Italiano dei Plastici effettua verifiche ispettive sia presso il fornitore del sistema certificato che presso gli assemblatori che adottano il sistema certificato e che hanno la licenza di uso del Marchio di conformità IIP-UNI: durante le verifiche ispettive viene verificato il processo di produzione e di assemblaggio, l'effettuazione e la registrazione delle verifiche effettuate per il controllo qualità previste dallo schema di certificazione e vengono prelevati campioni di finestra e porta – finestra certificati per verificare la conformità alla classificazione di permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al

vento ed il superamento delle prove meccaniche. L'I.I.P. può effettuare, senza preavviso, prelievi casuali dei prodotti certificati, sia presso i Licenziatari che sul mercato.

Lo schema di certificazione dell'Istituto Italiano dei plastici prevede che il produttore mantenga in atto un "piano di autocontrollo della produzione". Tale piano di controllo consiste nella verifica eseguita dall'assemblatore sui materiali utilizzati, sulle lavorazioni e sul serramento finito, in base alle prescrizioni dell'I.I.P., al fine di assicurare l'omogeneità qualitativa della produzione e la sua conformità alle norme di riferimento.

Il campionamento che l'assemblatore deve effettuare per il piano di controllo può avvenire, secondo le esigenze e la realtà produttiva e a scelta dell'assemblatore, secondo tre schemi: campionamento per commessa, campionamento per processo o combinazione dei precedenti.

Nel campionamento per commessa il controllo è sequenziale lungo il ciclo di lavorazione e la registrazione dei risultati delle verifiche effettuate è discontinua e fa riferimento ad un numero definito di lotti di produzione o di commesse.

Nel campionamento per processo le verifiche sono eseguite in postazioni fisse lungo il ciclo di lavorazione e la registrazione dei risultati delle verifiche effettuate è sistematica, ha una frequenza prestabilita e permette di risalire ad uno o più lotti di produzione numerati e identificabili durante l'intero ciclo di fabbricazione.

Il sistema di registrazione adottato (per commessa e/o per processo) deve, tra l'altro, garantire la rintracciabilità della documentazione e la correlazione con le materie prime ed i prodotti delle singole commesse o dei singoli lotti di produzione.

I principali controlli che l'assemblatore di un sistema certificato a Marchio IIP-UNI deve effettuare sono:

- controlli dei materiali di acquisto: materiali per i montanti e per le traverse, accessori (ferramenta), guarnizioni di tenuta e fermavetro, vetri, sigillanti per vetro;
- controlli delle lavorazioni: verifiche sui montanti e traverse non assemblate, controllo dell'assemblaggio delle ante e dei telai fissi, controllo delle superfici, esecuzione dei fori di drenaggio ed aerazione, controllo del montaggio degli accessori, controllo del montaggio delle guarnizioni, controllo del montaggio dei vetri e dei tamponamenti, controllo delle saldature;
- controlli del prodotto finito: prove di manovra a serramento ultimato, prova di accoppiamento anta – telaio.

Il Marchio IIP-UNI su una finestra, porta – finestra o luce fissa in PVC fornisce una garanzia all'utente finale che una parte terza indipendente e competente ha verificato le prestazioni del serramento e, mediante ispezioni periodiche presso l'assemblatore del sistema certificato, controlla che il suo processo di produzione sia tale da assicurare la continua costanza della qualità.