

Tenuta all'acqua del foro finestra: come caratterizzare serramento e sistema di posa per evitare infiltrazioni

Di Dario Poletti – Ingegnere, Responsabile Tecnico ANFIT

La tenuta all'acqua rappresenta una delle proprietà più importanti che caratterizzano il foro finestra. Questo tema si declina sia in termini di prodotto, sia di installazione. In relazione al solo serramento è oggetto di Marcatura CE e di Dichiarazione di Prestazione, mentre in relazione alla posa può essere verificato in opera tramite specifiche procedure.

Il foro finestra e la tenuta all'acqua

Il **sistema foro finestra** rappresenta uno degli elementi più delicati dell'involucro edilizio. Ciò deriva dalle discontinuità geometriche, materiche e prestazionali che caratterizzano il passaggio dall'involucro opaco a quello trasparente.

Una progettazione e una realizzazione in linea con i tempi richiedono quindi di dedicare particolare attenzione a questo elemento, al fine di garantire un livello di uniformità di facciata tale da assicurare agli utilizzatori il dovuto confort.

Questo ragionamento si può applicare in relazione a numerosi aspetti di grande rilevanza, alcuni dei quali ([termica](#), [acustica](#) e [resistenza al vento](#)) sono stati trattati in precedenza sempre per Ingenio.

Nel presente contenuto ci si concentra su un altro degli aspetti più importanti: la **tenuta all'acqua**.

La tenuta all'acqua offerta da un prodotto ne **rappresenta la capacità di resistere alla sollecitazione esercitata da tale agente atmosferico**. Nel caso specifico di un **serramento**, ci si riferisce alla **capacità di resistere alla penetrazione dell'acqua fino ad una certa pressione differenziale**, sotto condizioni di prova specificate, **senza che si verifichino infiltrazioni oltre i limiti ammessi**.

Nel prosieguo vengono caratterizzati gli aspetti preponderanti in questa tematica. Si parte con il definire il **quadro legislativo e normativo**, per poi valutare come la tenuta all'acqua sia affrontata in ambito di **CPR** e di **normativa armonizzata**, quindi si passa a caratterizzare le **modalità di test e di classificazione** di tale proprietà, fino a concludere con la verifica del **contributo offerto dal sistema di posa** in opera al comportamento complessivo del foro finestra in relazione alla tenuta all'acqua.

Quadro legislativo Europeo e normativo

Il tema della tenuta all'acqua offerta dal foro finestra è caratterizzato sia a livello legislativo, sia a livello normativo. Nella prima categoria spicca il Regolamento Europeo dedicato ai Prodotti da Costruzione, o CPR, ma rientrano anche le norme tecniche armonizzate ai sensi del Regolamento stesso (quindi aventi valore di legge), mentre della seconda fanno parte le normative tecniche volontarie.

Quadro legislativo Europeo

Il **Regolamento Europeo** dedicato ai **Prodotti da Costruzione** rappresenta il testo più importante nell'ambito della disciplina edilizia continentale, fissando le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione, stabilendone i requisiti base e disciplinando, di conseguenza, il tema della Marcatura CE.

Tale documento consta in un testo trasversale per il settore dell'edilizia che deve però essere applicato in combinazione con le norme armonizzate relative agli specifici prodotti e procedure.

La versione attualmente in vigore del CPR è la 3110/2024, che ha recentemente preso il posto del Regolamento UE 305/2011, ma questo aspetto verrà sviscerato successivamente.

Di seguito vengono riportati i riferimenti alle più importanti normative tecniche armonizzate legate al tema oggetto di analisi:

- **EN 14351-1** "Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali". La norma identifica le caratteristiche prestazionali indipendenti dei materiali, fatte salve le caratteristiche di resistenza e controllo del fumo, applicabili a finestre (comprese finestre da tetto, finestre da tetto con caratteristiche di resistenza al fuoco dall'esterno e porte finestre), porte esterne pedonali (e loro assemblaggi, comprese porte di vetro senza telaio, porte su vie di fuga) e serramenti doppi o accoppiati.
- **EN 1027** "Finestre e porte - Tenuta all'acqua - Metodo di prova". La norma definisce il metodo di prova che deve essere utilizzato per determinare la tenuta all'acqua di porte e finestre, realizzate in qualsiasi materiale e completamente assemblate, quando sottoposte a prova sotto pressione positiva o negativa. Il presente metodo di prova considera le condizioni di utilizzo, quando la finestra o la porta è installata in conformità alle specifiche del fabbricante e ai requisiti delle norme europee pertinenti e dei codici di pratica.
- **EN 12208** "Finestre e porte - Tenuta all'acqua - Classificazione". La norma definisce la classificazione dei risultati di prova di finestre e porte, di qualsiasi materiale, sottoposte alla prova di tenuta all'acqua.

Quadro normativo

La normazione tecnica è, per sua natura, sempre volontaria, eccetto in casistiche specifiche quale l'armonizzazione a livello europeo o il richiamo diretto nella legislazione statale. Ciò nulla toglie al fatto che sia caratterizzata da importanza decisiva, in quanto rappresenta la migliore regola dell'arte e il riferimento che viene utilizzato in sede di contenzioso.

Di seguito vengono riportati i riferimenti alle normative tecniche nazionali più significative nell'ambito della tenuta all'acqua dei serramenti esterni:

- **UNI 11773** "Serramenti esterni e facciate continue - Criteri di scelta delle caratteristiche prestazionali di permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al carico del vento". La norma fornisce i criteri per la scelta, in fase progettuale, di serramenti esterni (finestre, portefinestre, finestre su tetto, porte esterne pedonali) e facciate continue in relazione alle caratteristiche prestazionali di permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al carico del vento in funzione del contesto ambientale e della morfologia dell'edificio. La norma si riferisce alle tipologie di serramenti esterni, manuali e motorizzati (escluse le porte esterne pedonali motorizzate), e di facciate continue oggetto di applicazione delle rispettive norme di prodotto UNI EN 14351-1 UNI EN 16361 e UNI EN 13830.
- **UNI 11673-1** "Posa in opera di serramenti – Parte 1: Requisiti e criteri di verifica della progettazione". La norma definisce le metodologie di verifica dei requisiti di base dei progetti di posa in opera dei serramenti e fornisce indicazioni di carattere progettuale al fine garantire la coerenza tra le prestazioni dei serramenti e quelle dei giunti di installazione. La norma si applica alle soluzioni di posa in opera di serramenti esterni considerati in UNI EN 14351-1, con specifica esclusione delle finestre da tetto, di porte interne pedonali considerate in prEN 14351-2:2014 e di porte industriali, commerciali e da garage considerate UNI EN 13241-1, limitatamente alle prestazioni dei giunti di installazione correlate alle prestazioni del prodotto dichiarate dal fabbricante.
- **UNI 11673-4** "Posa in opera dei serramenti – Parte 4: Requisiti e criteri di verifica dell'esecuzione". La presente norma definisce le metodologie di verifica in opera delle prestazioni dei giunti di installazione, così come definite nella norma UNI 11673-1, e la loro coerenza alle prestazioni dei serramenti anche ai fini della verifica finale in opera (collaudo) e della qualificazione dell'esecuzione della posa in opera dei serramenti.

Tenuta all'acqua dei serramenti: dal CPR alla normativa armonizzata

Per illustrare compiutamente il tema della tenuta all'acqua dei serramenti è necessario calarlo nella disciplina normativa europea, che in estrema sintesi si può riassumere in due elementi: da una parte il **Regolamento Europeo dedicato ai Prodotti da Costruzione (CPR)**, ossia il testo trasversale che disciplina tutto il comparto dell'edilizia europea, e dall'altra la specifica **norma armonizzata** dedicata al settore dei serramenti esterni, che si innesta verticalmente sul CPR e definisce la specifica caratterizzazione di tale tipologia di prodotti e delle relative prestazioni.

Si procede, quindi, a descrivere come la tenuta all'acqua dei serramenti sia inquadrata in relazione a tali temi.

Tenuta all'acqua dei serramenti e CPR: caratteristiche essenziali, DoP/DoPC e NPD

Per quanto riguarda il **CPR** è necessario partire da una premessa: attualmente tale strumento è oggetto di una **transizione** decisiva ed epocale. Infatti, il CPR che abbiamo maneggiato negli ultimi 3 lustri, **Regolamento Europeo 305/2011**, è **in via di dismissione in favore** della nuova versione introdotta dal **Regolamento Europeo 3110/2024**. Quest'ultimo è approvato in Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea il 18/12/2024, i relativi contenuti sono entrati in vigore il 07/01/2025 e sono diventati applicabili a partire dall'08/01/2026, a seguito di un transitorio di un anno.

Poiché la caratterizzazione di prodotti da costruzione quali i serramenti esterni è frutto della combinazione tra le indicazioni contenute nel CPR e nella specifica normativa armonizzata, attualmente ci si trova in una situazione "mista": da una parte sono entrati in vigore i contenuti del CPR 3110/2024, dall'altra le norme armonizzate sviluppate in conformità al precedente CPR rimangono in vigore fino all'aggiornamento. Il quadro generale è, quindi, significativamente mutato, ma fino a che non verrà aggiornata la normativa armonizzata specifica di prodotto, gli effetti di tale novità non si percepiranno in concreto.

Stabilito ciò andiamo a focalizzarci su tre aspetti che caratterizzano il rapporto tra la tenuta all'acqua dei serramenti e il CPR: la **caratteristica essenziale di prodotto**, la **DoP/DoPC** e la dicitura "**NPD**".

Il concetto di **caratteristica essenziale di prodotto** era stato introdotto dal Regolamento 305/2011 ed è stato sostanzialmente mantenuto immutato nel Regolamento 3110/2024, che all'Articolo 3 definisce come «caratteristiche essenziali» quelle caratteristiche del prodotto che si riferiscono ai requisiti di base delle opere di costruzione di cui all'allegato I, e quelle che sono elencate come caratteristiche ambientali essenziali predeterminate di cui all'allegato II.

Sono poi le specifiche normative armonizzate a definire le caratteristiche essenziali delle diverse famiglie di prodotti, ma questo aspetto sarà esaminato nel paragrafo successivo.

Il tema della **DoP/DoPC** richiede un grado di approfondimento maggiore, costituendo uno dei capisaldi del CPR, nonché un aspetto fortemente influenzato dal passaggio dal Regolamento 305/2011 al 3110/2024.

La **Dichiarazione di Prestazione DoP**, in estrema sintesi, consta in un documento tecnico-giuridico di responsabilità del fabbricante che definisce identità e uso, normativa armonizzata di riferimento e procedure di determinazione delle prestazioni in relazione al prodotto in oggetto. Tale strumento è stato introdotto dal CPR 305/2011 ed è in relazione a esso che è stata sviluppata la normativa armonizzata dedicata ai serramenti esterni attualmente in vigore e non ancora revisionata alla luce del CPR 3110/2024.

La DoP, che aveva a sua volta sostituito la DoC prevista dalla Direttiva Prodotti da Costruzione (CPD 89/106/CEE) che aveva preceduto il CPR 305/2011, è stata superata a sua volta in sede di CPR 3110/2024 dall'introduzione della **Dichiarazione di Prestazione e di Conformità DoPC**. Quest'ultima riprende l'impostazione della DoP, ma ne allarga il perimetro ricomprendendo al suo interno anche la conformità del prodotto ai requisiti ambientali, di sicurezza e funzionali.

Terzo e ultimo aspetto, è quello dedicato alla sigla **NPD**, che abbrevia la dicitura **Prestazione Non Dichiarata**.

Nel caso in cui lo stato nazionale non stabilisse requisiti di regolamentazione su di una certa caratteristica o quest'ultima non fosse pertinente con l'uso previsto, **il Regolamento 305/2011 dava la possibilità di utilizzare in DoP la dicitura NPD in relazione a una caratteristica essenziale per la quale si ritenesse di non dichiarare la prestazione**. Tutto ciò a meno che la caratteristica non fosse soggetta a un livello soglia.

Il Regolamento 3110/2024, invece, **non prevede più tale possibilità**, modificando radicalmente sotto questo aspetto la compilazione della DoPC rispetto all'impostazione della previgente DoP in regime di CPR 305/2011. Questa revisione comporta il seguente effetto: in caso di caratteristica non applicabile al prodotto, la dicitura NPD dovrà essere sostituita da una dichiarazione esplicita che non vi è requisito normativo nazionale applicabile o dalla dichiarazione completa delle caratteristiche pertinenti.

In relazione a questo tema usiamo il tempo verbale al futuro in quanto, pur essendo il CPR 3110/2024 pienamente in vigore, la norma tecnica armonizzata dedicata ai serramenti esterni non è ancora allineata a tale versione del CPR e, quindi, rimane attualmente ancorata all'impostazione del CPR 305/2011 e, perciò, a un'impostazione che prevede la DoP in luogo della DoPC e la possibilità di far riferimento agli NPD. Tale particolare condizione si concluderà nel momento in cui la norma armonizzata di prodotto dedicata ai serramenti esterni sarà aggiornata e allineata in relazione al Regolamento 3110/2024.

Tenuta all'acqua dei serramenti e normativa armonizzata: la EN 14351-1

Le norme tecniche armonizzate, che in quanto tali fanno a tutti gli effetti parte del diritto dell'Unione e, quindi, hanno valore di legge, sono caratterizzate dall'**Annex o Appendice ZA**. Essa rappresenta il collegamento principale tra il CPR e la normativa armonizzata e costituisce il cuore della procedura di Marcatura CE.

È proprio l'**Appendice ZA a stabilire quali siano le caratteristiche essenziali di una tipologia di prodotto** e a indicare in relazione a ciascuna di esse quale sia la procedura di determinazione e il responsabile.

In relazione al comparto dei **serramenti esterni**, e alla valutazione della relativa tenuta all'acqua, la normativa armonizzata è la **EN 14351-1**.

Essa stabilisce due fondamentali aspetti:

- 1) **la tenuta all'acqua è una caratteristica essenziale per i serramenti esterni;**
- 2) **il test e la classificazione** della tenuta all'acqua da parte dei serramenti esterni devono avvenire, rispettivamente, in relazione alle norme **EN 1027 e 12208**.

D'altra parte, essendo strutturata sulla base dell'impostazione del CPR 305/2011, la EN 14351-1 da un lato impone che la tenuta all'acqua deve sempre comparire in DoP, ma, dall'altro, consente la possibilità di indicare in relazione a essa la sigla NPD in quanto nella legislazione italiana non sono presenti requisiti di regolamentazione in materia di tenuta all'acqua offerta dai serramenti esterni.

Tenuta all'acqua: test e classificazione del comportamento del serramento

Sviluppato approfonditamente il tema del rapporto tra la tenuta all'acqua di un serramento e i test del CPR e della norma di prodotto armonizzata, di seguito, si passa ad analizzare le **procedure di test** e di **classificazione** di tale caratteristica, basate sulle succitate norme EN 1027 e 12208.

Prove di tenuta: la EN 1027

Le prove atte a determinare la tenuta all'acqua di un infisso sono indicate come obbligatorie da parte della norma armonizzata EN 14351-1 e debbono essere svolte secondo quanto prescritto dalla norma armonizzata EN 1027.

Essa introduce, fin dal capitolo dedicato a scopo e campo di applicazione, tre considerazioni di partenza legate al metodo di prova:

- vale a prescindere dal materiale di cui il serramento è costituito;
- è valido in relazione a prodotti installati nel rispetto delle specifiche del fabbricante;
- non è applicabile ai giunti tra il telaio fisso del serramento e la muratura.

La prova consiste nell'irrorare la superficie esterna del provino con una quantità specifica di acqua, simulando l'azione della pioggia. Ciò può avvenire in relazione a due diversi metodi:

- **Metodo A:** l'acqua viene irrorata uniformemente su tutta la superficie del provino. È adatto per testare la tenuta all'acqua di prodotti **pienamente esposti**, quali serramenti posti in facciata e privi di "riparo";
- **Metodo B:** l'acqua viene irrorata in modo mirato e concentrato su alcuni punti specifici della superficie del provino. È adatto per testare la tenuta all'acqua di prodotti **parzialmente esposti**, quali serramenti posti in corrispondenza di logge e balconi.

La procedura si sviluppa tramite l'applicazione di incrementi di pressioni a intervalli regolari durante i quali si registra la quantità dell'eventuale penetrazione d'acqua.

L'irrorazione si applica prima con la pressione di prova di 0 Pa per 15 minuti quindi aumentando la pressione di prova ogni 5 minuti. La durata totale dipende dalla tenuta all'acqua del provino. La durata di ciascuno degli incrementi di pressione deve essere entro una tolleranza di minuti. La pressione di prova deve essere applicata in incrementi di 50 Pa fino a 300 Pa e da 300 Pa in incrementi di 150 Pa.

Principio degli Incrementi della pressione di prova

Legenda

- Y Pressione di prova, in Pa
- t Tempo, in minuti
- a Incrementi aggiuntivi della pressione di prova

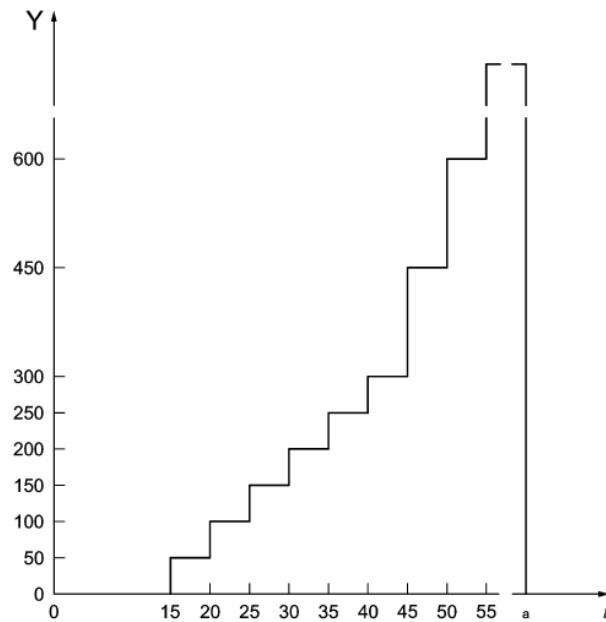


Figura 1 – Figura A.7, Appendice A, norma EN 1027.

I risultati della prova consistono nell'annotazione della pressione in corrispondenza della quale l'acqua è penetrata nel provino, del tempo in relazione al quale tale pressione è stata mantenuta prima che l'acqua penetrasse e del **limite di impermeabilità**, ossia del **livello di pressione massima Pmax fino alla quale il provino resta impermeabile nelle condizioni di prova per il tempo specificato**.

Classificazione: la EN 12208

La classificazione dei risultati ottenuti tramite le prove di tenuta svolte nel rispetto delle indicazioni della EN 1027 deve essere effettuata in base a quanto prescritto dalla norma armonizzata EN 12208.

Nello specifico la norma fornisce una classificazione determinata in base al metodo di prova utilizzato (A o B) e al valore del limite di impermeabilità **P_{max}** misurato.

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

Figura 2 - Prospetto 1, norma EN 12208.

La tabella mostra come la classificazione sia distinta in base al fatto che sia stato utilizzato il Metodo A o il Metodo B e che alle 9 classi base previste dal primo metodo se ne aggiungono ulteriori. Esse sono caratterizzate tramite la lettera E seguita da un pedice che indica il valore di pressione massima di prova utilizzata in sede di test e vengono attribuite a prodotti caratterizzati da prestazioni superiori alla classe massima tabulata.

Tale classificazione prevede, quindi, l'utilizzo di una pressione superiore a quella prevista in classe 9A, ed è proprio tale valore, espresso in Pascal, a essere riportato a seguito della lettera E.

In relazione a quest'ultimo aspetto, può essere utile un esempio: se nell'ambito di un test di tenuta all'acqua di un serramento effettuato tramite Metodo A si è arrivati a un limite di impermeabilità misurato pari a 900 Pa, allora la classificazione sarà E900.

Scelta delle classi di tenuta in funzione della pressione del vento di esercizio

Chiarito come determinare le prestazioni di tenuta all'acqua di un serramento e come collegare tali risultati all'opportuna classificazione, resta un terzo decisivo passaggio prima di arrivare alla messa in opera dei prodotti.

A questo punto, infatti, ci si può chiedere in base a cosa si debba scegliere se installare un serramento 8A o 5B o E900. La risposta a tale domanda è fornita dalla normativa tecnica **UNI 11773**, che tratta proprio dei criteri di scelta delle caratteristiche dei serramenti in relazione alle condizioni di sollecitazione di esercizio previste per l'edificio in questione.

La UNI 11773, in sostanza, suggerisce **le corrispondenze più idonee tra il carico del vento di servizio** (di progetto dell'edificio) **e le classi di tenuta all'acqua definite dalla EN 12208**.

Tramite questo utile strumento, il progettista può individuare la tipologia di serramento più corretta in termini di classe di tenuta all'acqua partendo dalla conoscenza della zona di vento (più nello specifico, dal carico di vento) che caratterizza il luogo di installazione.

Carico del vento di servizio (di progetto dell'edificio) calcolato (espresso in Pa)	Classe di tenuta all'acqua dei serramenti esterni pienamente esposti (secondo UNI EN 12208)
$p \leq 400$	5A
$400 < p \leq 500$	6A
$500 < p \leq 600$	7A
$600 < p \leq 900$	8A
$900 < p \leq 1200$	9A
$1200 < p \leq 1500$	E750
$1500 < p \leq 1800$	E900
$1800 < p \leq 2100$	E1050
$2100 < p \leq 2400$	E1200

Figura 3 - Prospetto 2, norma UNI 11773.

Le classi di tenuta all'acqua indicate in tabella sono da considerarsi minime in relazione al carico del vento di servizio calcolato e da riferirsi ai serramenti **pienamente esposti**.

Il concetto di esposizione piena o parziale, sulla base del quale avviene anche la scelta tra i metodi di test A o B, è introdotto nella EN 1207, ma la UNI 1173 ne fornisce una definizione geometrico/quantitativa.

Infatti, la norma stabilisce che **un serramento sia da considerare non pienamente esposto quando la profondità "L" dell'oggetto che lo protegge e la distanza "d" tra quest'ultimo e il serramento siano tali da soddisfare la seguente relazione:**

$$L < d/0,44$$

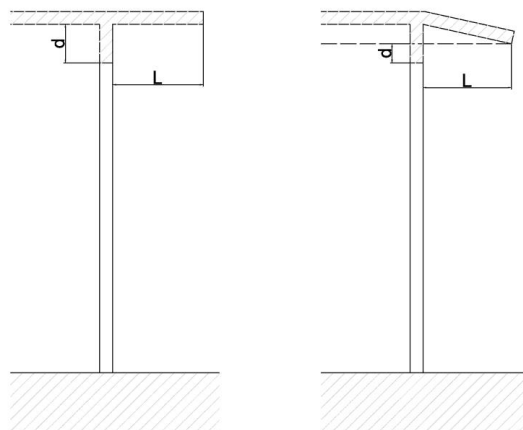


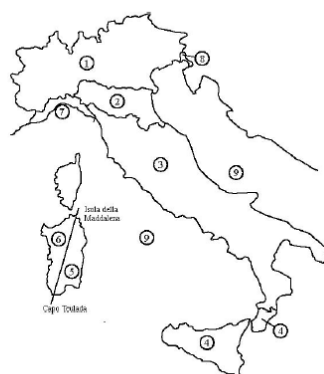
Figura 4 – Figura 1, norma UNI 11773.

Le correlazioni tabellari tra carico del vento di servizio e classe di tenuta all'acqua sono riferite al caso di serramenti pienamente esposti ed è quindi necessario stabilire come comportarsi anche nell'altra casistica, ossia quella di serramento parzialmente (o non pienamente) esposto. In relazione a tale fattispecie la UNI 11173 indica come sia possibile procedere tramite due diverse modalità: o tramite una riduzione delle classi richieste rispetto a quelle previste per i serramenti pienamente esposti (attraverso accordo formale) oppure avvalendosi del metodo di prova e del criterio di classificazione dei risultati (metodo B) previsti dalla norma EN 12208.

L'individuazione del carico del vento di progetto dell'edificio rientra tra i compiti del progettista e si sviluppa sulla base di una procedura codificata in sede di NTC 2018. Senza scendere in dettagli che esulano dal tema oggetto di trattazione, si evidenziano 3 aspetti fondamentali:

- Geolocalizzazione dell'edificio;
- Caratterizzazione dell'architettura dell'edificio;
- Caratterizzazione del contesto in cui si trova l'edificio.

Il primo tema deve essere posto in correlazione con la suddivisione del Paese in zone ventose, mentre gli altri due consentono di calcolare una serie di parametri che, in combinazione con i dati caratteristici di quella zona di vento, portano all'individuazione del carico del vento di progetto dell'edificio.



Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Figura 5 – Figura 3.3.1 e Tabella 3.3.1, NTC 2018.

Progettazione e verifica in situ della tenuta all'acqua del sistema di posa: UNI 11673

La tenuta all'acqua del sistema foro finestra è data dalla combinazione del contributo a tal scopo offerto dal prodotto (serramento) e dal relativo sistema di installazione (posa in opera). Nei paragrafi precedenti è stato approfonditamente sviscerato il quadro relativo al primo tema, mentre resta da analizzare quello corrispondente al secondo.

Come per altre tipologie di prestazioni, nell'ambito dei serramenti esterni la relazione tra posa in opera e tenuta all'acqua è disciplinata dal pacchetto normativo **UNI 11673**, con particolare riferimento alle parti 1 e 4, rispettivamente riferite alla **progettazione della posa** e alla **verifica dell'esecuzione** della stessa.

Il pacchetto UNI 11673 si sviluppa attorno a un concetto fondamentale: **il sistema di posa in opera deve essere progettato e realizzato in maniera tale da risultare non peggiorativo rispetto alla caratterizzazione del serramento in sede di prova di laboratorio**. In altre parole viene stabilito come tutto il sistema foro finestra debba essere caratterizzato nel proprio complesso da prestazioni in linea con quelle del serramento.

La tenuta all'acqua nella progettazione della posa in opera: UNI 11673-1

Tale indicazione vale anche in relazione alla tenuta all'acqua, in merito alla quale la UNI **11673-1** evidenzia l'importanza di sviluppare un progetto di posa tale da ottenere l'impermeabilità alle infiltrazioni di acqua dei giunti di installazione e volto a garantire:

- La regolarità della sigillatura esterna di entrambi i giunti lungo tutto il perimetro del foro, con particolare focus sulla sigillatura del quarto lato del giunto primario;
- La continuità del piano funzionale di tenuta agli agenti atmosferici dell'involucro edilizio;
- La compatibilità chimico-fisica tra i vari materiali di posa e l'efficacia del relativo raccordo;
- L'utilizzo di prodotti di posa singolarmente caratterizzati da prestazioni in ambito di tenuta all'acqua testate e conformi alle indicazioni contenute nella seguente tabella:

Tipologia	Caratteristiche prestazionali	Limite ammesso	Metodo di prova	Metodo di prova
Sigillanti	-	-	-	
Nastri autoespandenti	Tenuta alla pioggia battente	≥ 600 Pa	UNI EN 1027	
		BG1 sul piano di tenuta agli agenti atmosferici BG2 sul piano di isolamento termico-acustico	DIN 18542	
Nastri autoespandenti multifunzione	Tenuta alla pioggia battente	BG1 sul piano di tenuta agli agenti atmosferici BG2 sul piano di isolamento termico-acustico	UNI EN 1027 DIN 18542	Tenuta alla pioggia battente

Figura 6 – Rielaborazione del Prospetto 3 della norma UNI 11673-1.

In relazione all'ultimo punto, si evidenzia come la norma, che attualmente sta iniziando la procedura di revisione, affronti esclusivamente la caratterizzazione della tenuta all'acqua battente per quanto riguarda i nastri espandenti, trascurando la caratterizzazione dei sigillanti della caratteristica di resistenza all'acqua stagnante tipica dei nastri a celle chiuse.

La tenuta all'acqua nella verifica della posa in opera: UNI 11673-4

La UNI **11673-4** esplicita come debba essere eseguita la verifica post operam della tenuta all'acqua e a riguardo indica due possibili metodi alternativi: **verifica senza differenziale di pressione interno/esterno**, che simula l'azione della pioggia in assenza di vento, e **verifica con differenziale di pressione interno/esterno**, che simula l'azione della pioggia in presenza di vento.

La due prove si svolgono utilizzando in opera i dispositivi e le modalità di spruzzaggio previsti nella norma EN 1027, pur senza potersi sostituire ad essa e alla EN 12208 in materia di caratterizzazione della tenuta all'acqua del solo serramento. Di seguito, quindi, si descrive come i contenuti della EN 1027 vengano calati nel contesto delle due procedure di verifica.

La **prova senza differenziale di pressione interno/esterno** è tipicamente finalizzata al collaudo in opera, a procedure di perizia oppure a indagare le cause di infiltrazioni d'acqua attraverso i serramenti e/o i giunti di installazione.

Lo scopo è quello di verificare la tenuta del/i giunto/i di posa in relazione alla pioggia intensa, permettendo quindi di valutare l'efficacia dei **materiali di sigillatura adoperati e la continuità del piano di tenuta all'acqua**.

Il principio consiste nel simulare una pioggia battente sul serramento installato, applicando senza differenziale di pressione acqua sulla superficie esterna (comprendente telaio, ante, vetrazioni e giunti di posa) mediante un sistema di spruzzatura e monitorando al contempo l'ambiente interno al fine di individuare infiltrazioni.

La procedura che caratterizza la prova si può riassumere nei seguenti step:

1. **preparazione del sistema foro-finestra**, verificando preliminarmente che l'installazione sia stata effettivamente completata e che le ante siano chiuse e in condizioni di normale esercizio;
2. **installazione del sistema di spruzzatura**, posizionando sull'esterno il dispositivo dotato degli ugelli che simulano la pioggia in modo tale che l'acqua si distribuisca uniformemente sulla superficie del sistema foro-finestra,
3. **spruzzatura**, erogando l'acqua con portata costante per 15 minuti;
4. **controllo visivo**, verificando eventuali gocciolamenti, infiltrazioni o passaggi d'acqua attraverso i giunti.

La prova è volta a **determinare una conformità e non fornisce, quindi, classi di misurazione del comportamento**. I risultati si considerano conformi nel momento in cui attraverso i giunti non si verifichi passaggio di acqua, altrimenti il comportamento osservato si considera non conforme alle disposizioni normative.

Poiché la prova è atta a verificare il comportamento del sistema di posa in relazione all'azione di pioggia in assenza di vento, le verifiche e le misurazioni non devono essere condotte in presenza di vento all'esterno dell'edificio con velocità superiori a 5 m/s.

La **prova con differenziale di pressione interno/esterno** è finalizzata alla verifica del mantenimento in opera delle prestazioni di tenuta all'acqua dei serramenti, così come dichiarate dai fabbricanti, in presenza di differenziale di pressione atto a simulare l'azione del vento dall'esterno.

Lo scopo della prova è quello di verificare la tenuta del/i giunto/i di posa in relazione alla pioggia intensa accompagnata dall'azione del vento, permettendo quindi di valutare l'efficacia dei **materiali di sigillatura adoperati e la continuità del piano di tenuta all'acqua**.

L'azione dell'acqua è simulata tramite un sistema di spruzzatura, mentre quella del vento attraverso l'applicazione di un differenziale di pressione tra interno ed esterno tramite apposita apparecchiatura.

Ciò avviene applicando l'acqua sulla superficie esterna (comprendente telaio, ante, vetrazioni e giunti di posa) in combinazione con la creazione, il mantenimento e l'incremento di un differenziale di pressione. A tal scopo si realizza una "camera di prova" contenente un dispositivo in grado di creare depressioni o sovrappressioni. Il tutto avviene monitorando al contempo l'ambiente interno al fine di individuare infiltrazioni.

La procedura che caratterizza la prova si può riassumere nei seguenti step:

1. **preparazione del sistema foro-finestra**, verificando preliminarmente che l'installazione sia stata effettivamente completata e che le ante siano chiuse e in condizioni di normale esercizio;
2. **costruzione di una camera di prova**, utilizzando tipicamente una struttura leggera e o un telo sigillato;
3. **installazione del sistema di spruzzatura**, posizionando sull'esterno il dispositivo dotato degli ugelli che simulano la pioggia in modo tale che l'acqua si distribuisca uniformemente sulla superficie del sistema foro-finestra,
4. **applicazione del differenziale di pressione tra l'esterno e l'interno**, tipicamente utilizzando un'apparecchiatura blower door;
5. **spruzzatura**, erogando l'acqua con portata costante;
6. **incremento della pressione**, aumentando per step il differenziale di pressione applicato e mantenendo ogni step per un lasso di tempo predeterminato;
7. **controllo visivo**, verificando eventuali gocciolamenti, infiltrazioni o passaggi d'acqua attraverso i giunti.

La prova, come nel caso di test in assenza di differenziale di pressione, **è volta a determinare una conformità e non fornisce, quindi, classi di misurazione del comportamento**. I risultati si considerano conformi nel momento in cui attraverso i giunti non si verifichi passaggio di acqua, altrimenti il comportamento osservato si considera non conforme alle disposizioni normative.

Conclusioni

La tenuta all'acqua è una caratteristica fondamentale per il sistema foro-finestra.

Essa, infatti, viene affrontata nel CPR, nella normativa armonizzata dedicata ai serramenti esterni UEN 14351-1 e in numerose norme tecniche nazionali.

Inoltre, la tenuta all'acqua rientra nel novero delle caratteristiche prestazionali che devono riguardare l'interno sistema foro finestra, Quindi, essa va declinata sia in relazione agli aspetti di "prodotto", ossia attraverso le procedure di test e di classificazione del serramento definite dalle EN 10127 ed EN 12208, sia in relazione agli aspetti in materia di posa in opera, tanto in sede di progettazione, quanto di verifica, come definito dalle UNI 11673-1 e 11673-4.