

La normativa europea sui prodotti in laterizio per pavimentazioni esterne

Parte 1^a

DI L. AGOSTINI*, M. LABANTI**

* AGENZIA POLO CERAMICO, FAENZA

** ENEA - CENTRO RICERCHE FAENZA

Nelle pagine che seguono viene presentata un'analisi dei progetti di norma europea prEN 1344 e prEN 1345, attualmente in fase di discussione presso il Comitato Tecnico CEN/TC 178, riguardanti elementi a base di materiali argillosi, laterizi in senso lato, da impiegare per la realizzazione rispettivamente di pavimentazioni flessibili e rigide destinate prevalentemente ad uso esterno per il calpestio e per il traffico veicolare. Quanto proposto viene suddiviso in due parti a causa della vastità degli argomenti trattati all'interno dei due progetti di norma.

INTRODUZIONE

Come già fatto per altre normative a caratura europea, riguardanti altri prodotti in laterizio [1-3], vengono nel seguito esaminati due progetti di norma europei che riguardano i prodotti a base argillosa per pavimentazioni esterne sia flessibili che rigide, destinate al calpestio o al traffico veicolare, attualmente in discussione presso il Comitato Tecnico CEN/TC 178, contrassegnati con i codici prEN 1344 [4] e prEN 1345 [5].

Si tratta di due progetti molto importanti perché, almeno per quanto riguarda la situazione italiana, introducono per la prima volta norme che regolano specifiche di prodotto e metodologie di prova relative a prodotti che fino ad ora venivano assimilati alle piastrelle in ceramica o ai laterizi per murature.

La trattazione che segue, dunque, riveste un notevole interesse per coloro che operano nel settore delle pavimentazioni in laterizio per esterni i quali finalmente potranno qualificare i propri prodotti secondo una normativa tecnicamente e tipologicamente adeguata ed avente, al contempo, una validità europea. L'analisi dei due progetti di norma viene proposta, a causa della vastità degli argomenti affrontati al loro interno, in due parti: la prima riguarderà gli aspetti generali sulla valutazione di conformità dei prodotti, sulle modalità di campionamento e sulle specifiche e le metodologie di prova relative a dimensioni e resistenza al gelo; la seconda parte commenterà le specifiche e le metodologie di prova relative al carico di rottura trasversale (solo per la prEN 1344), alla resistenza all'abrasione, alla resistenza alla scivolosità e alla resistenza agli acidi (solo per la prEN 1344).

Va, in particolare, sottolineato che molte delle argomentazioni riguardanti i requisiti di accettazione dei prodotti all'interno dei due progetti di norma, così come le relative metodologie di prova previste, sono del tutto uguali, tranne in alcuni aspetti concernenti la diversa destinazione d'uso dei prodotti.

SCOPO

Entrambi i progetti hanno l'obiettivo di definire una normativa che, per così dire, metta ordine, dal punto di vista tecnico, nel settore delle pavimentazioni in laterizio per uso esterno.

Infatti, le due norme definiscono, rispettivamente nella prEN 1344 e nella prEN 1345, i requisiti ed i metodi di prova per gli elementi (di forma rettangolare o di differente forma) ottenuti da materiali argillosi, laterizi in senso lato, destinati alla realizzazione di pavimentazioni flessibili (posa su un letto di sabbia con giunti riempiti con sabbia) e di pavimentazioni rigide (posa su un letto di malta, con giunti di malta cementizia), principalmente ad uso esterno, soggette a calpestio o a traffico veicolare (quest'ultimo aspetto è specificatamente trattato nella prEN 1344: pavimentazioni flessibili).

Sono esclusi i prodotti refrattari, per applicazioni ingegneristiche e le piastrelle ceramiche.

All'interno delle due normative vengono, inoltre, definiti gli aspetti inerenti la valutazione di conformità dei prodotti alle norme stesse, affrontando anche il tema del campionamento e gli aspetti legati alla marcatura della produzione.

Si tratta, dunque, di norme che affrontano il problema della qualificazione di prodotto in maniera estesa e che entrano nel merito, anche se con indicazioni generiche, degli aspetti di controllo dell'intero processo di produzione.

VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ

Ogni produttore deve dimostrare che la propria produzione è conforme con quanto previsto dalla norma. A tale proposito sono previsti strumenti differenziati, e talvolta fra loro complementari, per consentire la valutazione di conformità dei prodotti, costituiti da "prove tipo", cioè prove di laboratorio da eseguirsi sui prodotti finiti, e controlli sulle materie prime, sul processo di produzione e sullo stoccaggio a piazzale del materiale.

PROVE TIPO

Ogni prodotto nuovo deve essere testato secondo "prove tipo" riguardanti i seguenti parametri:

- forma e dimensioni (lunghezza, larghezza, spessore);
- resistenza al gelo: metodi A, B, C, D;
- carico di rottura trasversale (solo per prEN 1344);
- resistenza all'abrasione;
- resistenza alla scivolosità;
- resistenza agli acidi (solo per prEN 1344).

Le "prove tipo" devono essere ripetute ogni qual volta intervenga una modifica nell'impasto, nelle materie prime e nel processo di produzione.

Si tratta di un approccio molto simile a quello attualmente in essere, ad esempio, per i prodotti per coperture in laterizio.

Pur non facendo menzione alcuna sulla valutazione dell'aspetto dei prodotti, nelle due norme vengono, tuttavia, definiti, in occasione dei criteri di accettazione dei provini a seguito delle prove di resistenza al gelo, una serie di difetti considerati causa di rigetto del prodotto stesso.

Oltre alle "prove tipo", le norme prevedono che vengano eseguiti con una frequenza di almeno una volta all'anno, i seguenti controlli sul prodotto finito:

- resistenza al gelo: metodi A, B, C, D;
- resistenza all'abrasione;
- resistenza alla scivolosità;
- resistenza agli acidi (solo per prEN 1344).

CONTROLLO DELLA PRODUZIONE

Lo stabilimento deve dotarsi di un sistema di controllo interno della produzione in modo tale da garantire che i prodotti immessi nel mercato siano conformi alla normativa e con i valori dichiarati dal produttore.

In particolare il controllo interno deve prevedere procedure dettagliate concernenti le ispezioni, le verifiche e i test su materie prime, attrezzature, processo di produzione e prodotto finito.

Il sistema di controllo adottato deve essere adeguatamente documentato.

MATERIE PRIME

Le norme prevedono genericamente che il produttore debba definire le specifiche delle materie prime da impiegare ed indicare le procedure per verificarne la loro adeguatezza. Non forniscono assolutamente alcuna indicazione sui metodi di prova né sulla relativa frequenza annuale.

CICLO PRODUTTIVO

Per quanto riguarda il controllo del processo di produzione occorre definire e documentare le parti fondamentali dell'impianto e del ciclo produttivo, fornendo la frequenza dei test e delle verifiche ispettive ed i criteri richiesti sia sulle attrezzature che sull'attività di processo in corso. Va anche specificato quali siano le azioni da intraprendere laddove vengano identificate delle non conformità.

Gli strumenti di misura dovranno essere calibrati e le procedure e la frequenza di taratura degli stessi documentate in modo appropriato.

PRODOTTO FINITO

La documentazione deve prevedere un piano di campionamento relativo ai test da eseguirsi per il controllo del prodotto finito. I risultati vanno registrati, tutti gli strumenti calibrati e la frequenza di taratura e le procedure adottate incluse in un'adeguata documentazione. Deve essere altresì documentata la frequenza con cui si eseguono i test.

A tale proposito, sul prodotto finito sono previste le seguenti prove di routine:

- determinazione del valore medio delle tre dimensioni;
- determinazione del carico di rottura trasversale (solo per la prEN 1344).

I metodi di prova sono quelli previsti dalle normative, mentre la frequenza di campionamento e di esecuzione delle prove deve essere:

- basata su principi statistici, descritti nella documentazione, in modo tale da assicurare che il prodotto sia conforme ai requisiti previsti ed ai valori dichiarati dal produttore, *oppure*
- in assenza di un regime di controllo e test basato su principi statistici, essere:
 - giornaliera, per le dimensioni;
 - settimanale, per il carico di rottura trasversale (solo per la prEN 1344).

Test aggiuntivi possono essere eseguiti a discrezione del produttore, mentre eventuali correlazioni con i test contemplati dalle norme vanno dimostrate attraverso evidenze statistiche.

CONTROLLO SULLO STOCCAGGIO

A tale proposito entrambe le norme prevedono che venga dettagliato il controllo sullo stoccaggio dei prodotti finiti assieme alle procedure per trattare le non conformità rilevate sui prodotti.

MARCATURA

Le norme prevedono che vengano apposte sul pacco, sui documenti di spedizione e sui certificati le seguenti informazioni riguardanti i prodotti:

- nome, marchio o altro per identificare il produttore;
- il numero della norma a cui si riferiscono i test;
- i mezzi di identificazione di ciascun elemento (prodotto) relativamente a quanto previsto nella norma, includendo la classe di designazione o i valori dichiarati per le applicazioni specificate;
- quando appropriato, una dichiarazione relativa al trattamento chimico eseguito dopo cottura;
- quando appropriato, una dichiarazione che il prodotto ha una sporgenza superiore ai 7 mm sia in larghezza che in profondità (solo per prEN 1344).

CAMPIONAMENTO

CAMPIONAMENTO PER TEST INDIPENDENTI

Come regola generale, il campionamento deve essere fatto in accordo fra le parti, produttore e cliente.

In caso di disaccordo, il numero richiesto di elementi necessari per determinarne la rispondenza alle specifiche sarà campionato alla consegna, prima della posa, in modo tale che il campione non superi i 300 m² di pavimento posato. La procedura di campionamento, quando possibile, deve portare ad un prelievo casuale, nel senso che ogni elemento deve avere un'eguale possibilità di essere selezionato come provino.

Se il campionamento casuale non è praticabile, o non è conveniente, deve essere usata una procedura di campionamento comunque rappresentativa della produzione. In tal caso la consegna o la pila di prodotti deve essere suddivisa in 10 sezioni immaginarie ognuna delle quali di dimensioni simili. Un numero non superiore alle 4 unità dovrà essere scelto casualmente da ciascuna di esse per avere il numero richiesto di provini per eseguire i test. Se la campionatura eseguita serve per diverse prove, ciascun provino, per ogni singola prova, deve essere selezionato comunque casualmente.

CAMPIONAMENTO PER LE PROVE TIPO

Il numero richiesto di provini per le prove tipo deve essere prelevato dall'impianto di produzione o dall'area di immagazzinamento.

Le scorte dalle quali prelevare i provini non devono

rappresentare una produzione inferiore a quella giornaliera. La scelta del metodo di campionamento sarà dettata dalla forma fisica della scorta ed il campionamento potrà essere di tipo casuale o rappresentativo, come descritto in precedenza.

CAMPIONAMENTO PER TEST DI ROUTINE

I criteri per il campionamento da un lotto di produzione dovranno essere tali che ogni elemento abbia un'uguale possibilità di essere selezionato. Il piano di campionamento deve essere documentato.

REQUISITI E METODI DI PROVA

Per quanto riguarda la forma, a causa della differente destinazione e posa, le due norme prevedono requisiti diversi. Nel caso della prEN 1344 gli elementi devono essere rettangolari (fig. 1) o di forma regolare per permettere la loro posa secondo un schema ripetitivo. Possono avere gli spigoli smussati (fig.2). Se lo smusso ha dimensioni nominali superiori a 7 mm in larghezza o profondità, questo deve essere dichiarato dal produttore. Possono essere forniti di sporgenze distanziatrici.

Nel caso della prEN 1345, gli elementi devono essere rettangolari (fig. 1) o di forma regolare per permettere la posa in combinazione fra loro, separati solamente da un giunto nominale di malta di 10 mm di spessore.

DIMENSIONI

La determinazione delle dimensioni viene eseguita attraverso la misura di lunghezza, spessore e larghezza di ciascun provino (fig. 1). Il numero dei provini da sottoporre a prova è di 10 unità.

Le dimensioni nominali devono essere riportate in mm ed inoltre (solo per la prEN 1344) il produttore deve dichiarare con quale orientamento devono essere posati gli elementi, cioè qual è o quali sono le superfici visibili dopo la posa.

Per entrambe le norme la geometria di elementi non rettangolari e degli accessori deve essere fornita, se necessario, attraverso disegni in scala e quotati con le dimensioni nominali.

Lo spessore nominale deve essere, secondo la prEN 1344, non meno di 40 mm in quanto uno spessore

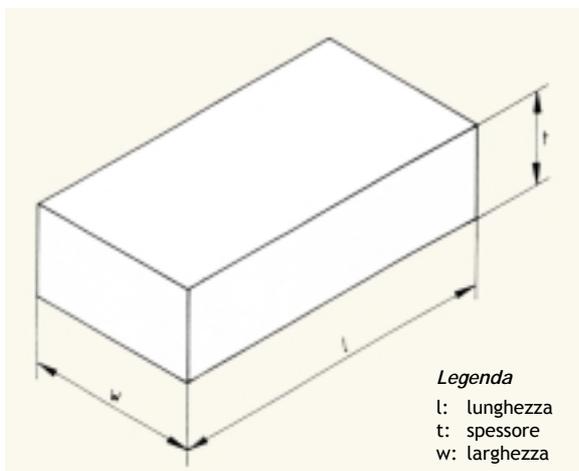


Fig. 1 - Forma e dimensioni di un elemento di laterizio per pavimentazioni flessibili e rigide.

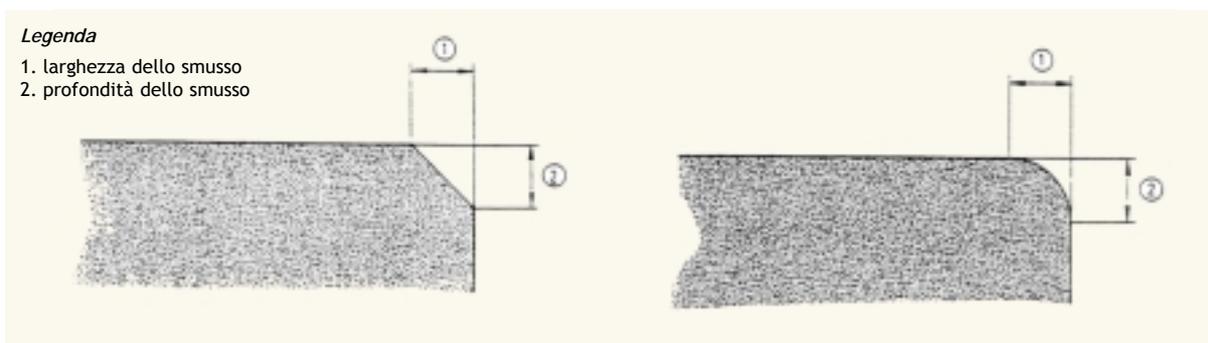


Fig. 2 - Tipo, larghezza e profondità di smusso di un elemento di laterizio per pavimentazioni flessibili.

inferiore può causare un inadeguato interbloccaggio fra gli elementi. Le dimensioni nominali devono essere tali che il rapporto fra la lunghezza maggiore e lo spessore non superi il valore 6.

Per quanto riguarda la prEN 1345, l'unica restrizione riguarda lo spessore nominale che deve essere non meno di 30 mm.

Per ogni dimensione il valore medio degli scarti (dal valore dichiarato dal produttore) delle 10 misure effettuate non deve essere superiore a 0.4 volte la radice quadrata del valore dichiarato stesso (d).

Inoltre, solo per la prEN 1344, deve essere dichiarato a quale delle due classi di seguito riportate appartiene la differenza fra la misura più elevata e quella più piccola rilevate durante il test:

R0: nessun requisito

R1: $0.6 \sqrt{d}$.

RESISTENZA AL GELO

I requisiti ed i metodi di prova per la determinazione della resistenza al gelo sono esattamente gli stessi, sia per gli elementi per pavimentazioni flessibili che per pavimentazioni rigide.

I metodi previsti per la determinazione della resistenza al gelo sono quattro, rispettivamente chiamati metodo A, B, C, D. Al contrario di quanto previsto dalla norma per le coperture in laterizio [6], i metodi descritti non sono relativi alla zona geografica di destinazione del prodotto, ma sono forniti unicamente in attesa di completare un programma di ricerca adeguato in grado di paragonare e calibrare i metodi esistenti.

L'obiettivo finale è quello di sviluppare un singolo metodo di prova che armonizzi e sostituisca i quattro metodi di prova.

Ciascun metodo simula i cicli alternati di gelo/disgelo a cui i prodotti in laterizio sono sottoposti in condizioni di esercizio quando vengono saturati con acqua e sono successivamente esposti agli effetti di gelo/disgelo.

Le condizioni di gelo/disgelo vengono generalmente riprodotte all'interno di una cella frigorifera dotata di un programmatore in grado di controllare l'intero ciclo. Solamente per il metodo A le condizioni di gelo/disgelo vengono riprodotte nell'ambiente di laboratorio su una piastra di metallo in grado di assicurare condizioni termiche particolari (raffreddamento).

Per ogni metodo è previsto un pretrattamento dei provini per immersione in acqua in modo tale da portarli alla saturazione prima di sottoporli ai cicli di gelo/disgelo.

La valutazione del prodotto viene effettuata attraverso una prova di aspetto sui difetti riscontrati dopo i cicli di gelo/disgelo effettuati.

La classificazione dei prodotti relativamente alle loro proprietà di resistenza al gelo deve essere indicata con apposita marcatura nel seguente modo:

F0: nessun requisito

F1: resistente al gelo.

METODO A

Il numero di provini previsto dal metodo di prova A è 10, di cui 7 da sottoporre a prova e 3 da utilizzare per una verifica sulla riduzione di massa dovuta alla perdita di sali solubili.

I provini, dopo essiccazione in stufa a $110 \pm 5^\circ\text{C}$, vengono inseriti in un contenitore stagno, portati in condizioni di vuoto parziale a $9.33 \pm 0.13 \cdot 10^4$ Pa per un'ora e successivamente immersi progressivamente in acqua in 30 min., per un periodo totale di trattamento di 2 h e 15 min.

Ogni ciclo di gelo/disgelo viene simulato collocando la superficie dei provini che sarà visibile dopo la posa su una piastra di metallo avente una temperatura di $-15 \pm 5^\circ\text{C}$, all'aperto nell'ambiente di laboratorio, e per un periodo di 4 h.

I provini vengono, poi, lasciati sgelare sulla piastra per 3-5 h e successivamente immersi in acqua alla temperatura di $15 \pm 5^\circ\text{C}$ per almeno 15 h. In tabella I viene sintetizzato il ciclo appena descritto. I cicli di gelo/disgelo devono essere ripetuti per 25 volte.

A completamento dei cicli, e dopo che i provini sono stati essiccati in stufa, viene determinata la perdita di massa P_M . Nell'eventualità che la perdita di massa sia compresa fra 1 ed il 3% occorre eseguire sui tre provini di riserva alcuni cicli di immersione ed essiccazione per determinare la perdita di massa causata dalla presenza di eventuali sali solubili e determinare di conseguenza la perdita di massa corretta di ciascuno dei sette provini precedentemente testati.

Il metodo definisce la stima del danno da gelo/disgelo attraverso la valutazione dei difetti formati e della perdita di massa. Un prodotto risulta conforme se su ciascun provino non è stato rilevato alcun difetto strutturale o di superficie (delaminazione, cricche superficiali, frattura, ecc.) e non è stata riscontrata una perdita di massa superiore all'1% (compresa di correzione). Altri tipi di difetti devono essere ignorati purché non comportino una perdita di peso superiore all'1%.

METODO B

Al contrario del metodo precedente, ogni faccia del provino è direttamente esposta alle condizioni di gelo durante la prova. I provini vengono sottoposti ai cicli di gelo/disgelo all'interno di una cella frigorife-

Tab. I - Metodo A. Descrizione sintetica di un ciclo di gelo/disgelo.

OPERAZIONI	DURATA
posizionamento sulla lastra in metallo a $T = -15 \pm 5^\circ\text{C}$	4 h
disgelo sulla piastra	3-5 h
immersione in acqua a $T = 15 \pm 5^\circ\text{C}$	15 h

ra il cui diagramma schematico è riprodotto in figura 3.

Il numero di provini da sottoporre a prova è 10. Un ulteriore provino verrà utilizzato come campione di riferimento all'interno del quale, lungo l'asse longitudinale, verrà praticato un foro di 5 mm di diametro e profondo 50 mm nel quale verrà inserita una termocoppia per il controllo della temperatura.

Ciascun provino viene essiccato in stufa a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ e, dopo raffreddamento, immerso parzialmente in acqua e, poi, completamente sommerso (durata complessiva: 96 h).

I provini, dopo immersione, vengono sottoposti a condizioni di gelo fino a che la temperatura all'interno del provino di riferimento raggiunge $-15 \pm 2^\circ\text{C}$. La formazione del ghiaccio dovrà avvenire, in un intervallo di temperatura compreso fra $+1$ e -2°C , in un tempo di 110 ± 10 min (fig. 4). La temperatura di -15°C verrà mantenuta per un periodo di 60 min; segue il disgelo in acqua alla temperatura di $20 \pm 2^\circ\text{C}$ per un periodo di 60 min. I cicli di gelo/disgelo cui sottoporre i provini sono pari a 25.

La valutazione dei provini, dopo i cicli, deve essere fatta mediante esame visivo degli eventuali danni causati da gelo (cricche, scheggiature e scagliature). Il prodotto risulta conforme se dopo i 25 cicli di gelo/disgelo subiti non presenta nessuno dei difetti sopra indicati.

METODO C

I provini vengono assemblati in modo da costituire un pannello di prova da sottoporre a condizioni gelive all'interno di una camera climatica dotata di programmatore per il controllo dei cicli da eseguire (fig. 5). Il numero di provini da utilizzare per la prova è 10.

Ciascun provino viene essiccato in stufa a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ e, dopo raffreddamento a temperatura ambiente per

Legenda

- 1. bocca d'entrata d'acqua
- 2. provino
- 3. unità di raffreddamento
- 4. sostegno
- 5. bocca d'uscita d'acqua
- 6. ventilatore

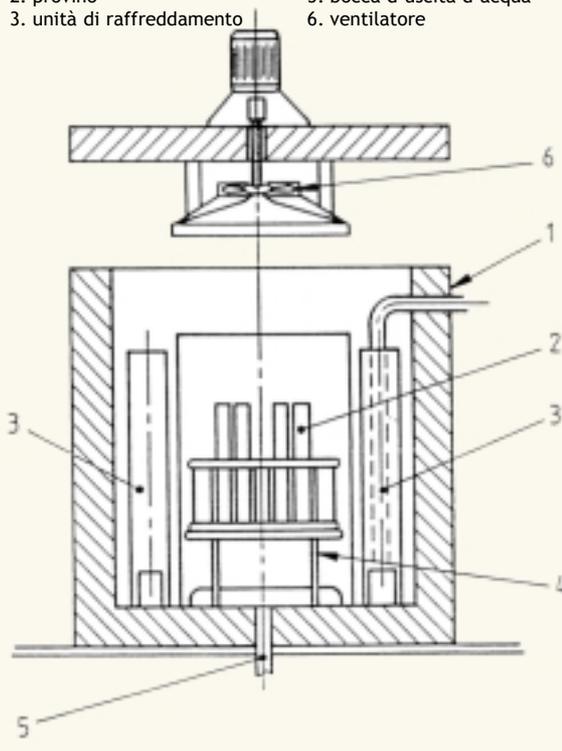


Fig. 3 - Schema della cella frigorifera controllata con programmatore (metodo B).

almeno 4 h, viene posto in un contenitore ed immerso completamente in acqua a temperatura ambiente. Successivamente, la temperatura viene aumentata, in 5 ± 0.5 h, fino a $80 \pm 1^\circ\text{C}$, mantenendo tali condizioni per 40 h; viene, poi, abbassata alla temperatura ambiente in 2 ore e mantenuta in tali condizioni per 24 h prima di iniziare i cicli di gelo/disgelo. Per ciascun provino deve essere determinato l'assorbimento d'acqua.

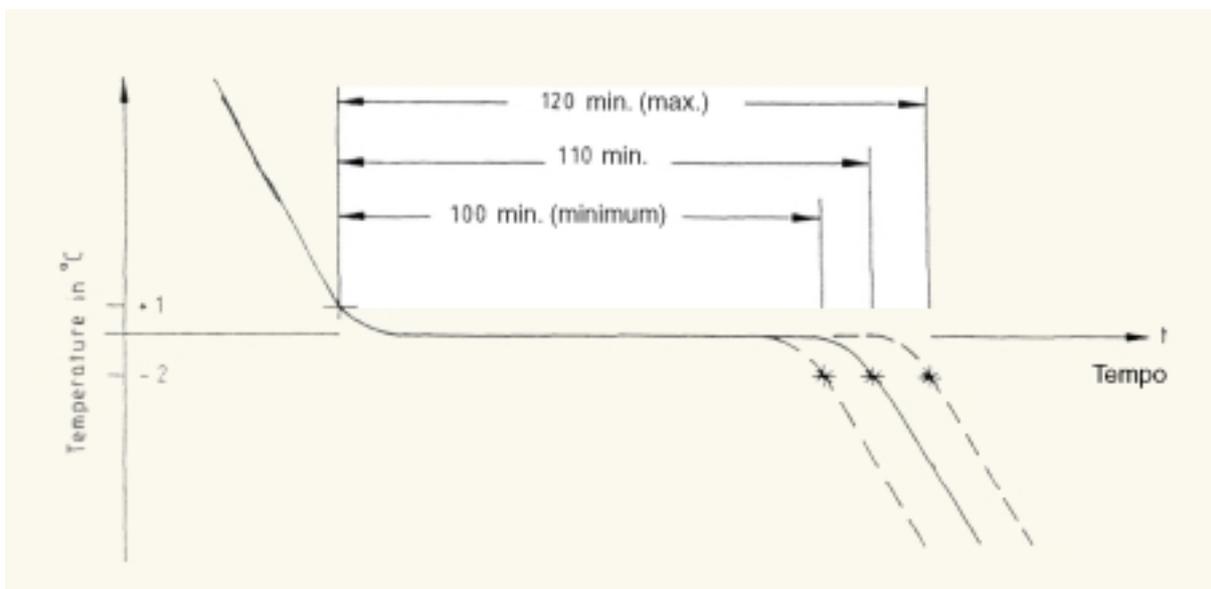


Fig. 4 - Curva di raffreddamento per il provino di riferimento (metodo B).

I provini così preparati vanno messi in un vassoio di metallo perforato ed isolato su cinque lati mediante polistirolo espanso dello spessore di 30 mm e perforato sul fondo in modo da permettere il drenaggio dell'acqua. I provini vanno, inoltre, posti l'uno accanto all'altro, su uno strato di ghiaia, con dimensione dei grani di 2-4 mm, depositata su una stuoia con funzioni di filtro.

Una termocoppia va posta sotto il provino con l'assorbimento d'acqua più elevato.

Il vassoio con i provini, posto successivamente nella macchina per l'esecuzione dei cicli di gelo/disgelo, viene immerso completamente in acqua alla temperatura di $18 \pm 3^\circ\text{C}$ per un periodo di 8 h. Il vassoio subirà fasi di gelo alternativamente alle temperature di $-15 \pm 3^\circ\text{C}$ e di $-5 \pm 1^\circ\text{C}$ per la durata di 16 ± 0.1 h. Ad ogni fase di gelo seguirà la fase di scongelamento della durata di 8 ± 0.1 h mediante immersione in acqua alla temperatura di $18 \pm 3^\circ\text{C}$. L'immissione dell'acqua di raffreddamento e la sua rimozione per il ciclo successivo di gelo dovranno durare circa 15 min. e dovranno essere compresi nella fase di raffreddamento. In tabella II viene riassunto quanto appena descritto. I cicli di gelo/disgelo devono essere ripetuti 24 volte.

A completamento dei cicli i provini devono essere prelevati e valutati secondo una prova visiva dei difetti eventualmente formati a seguito dell'esposizione avvenuta. I difetti presi in considerazione (cricche, delaminazioni, crateri, ecc.) sono suddivisi secondo una scala di gravità crescente da 0 ad 8. Il prodotto viene considerato resistente al gelo se nessuno dei provini mostra un danno pari o superiore al grado 4.

Tab. II - Metodo C. Descrizione sintetica di 2 cicli di gelo/disgelo.

OPERAZIONE	DURATA
immissione di acqua a $T = 18 \pm 3^\circ\text{C}$	15 min.
immersione in acqua a $T = 18 \pm 3^\circ\text{C}$	7 h e 30 min.
rimozione acqua	15 min.
gelo fino a $T = -15 \pm 3^\circ\text{C}$	16 ± 0.1 h
immissione di acqua a $T = 18 \pm 3^\circ\text{C}$	15 min.
immersione in acqua a $T = 18 \pm 3^\circ\text{C}$	7 h e 30 min.
gelo fino a $T = -5 \pm 1^\circ\text{C}$	16 ± 0.1 h

METODO D

Anche nel caso del metodo D i provini vengono assemblati per realizzare un pannello campione da sottoporre alla prova di gelo/disgelo all'interno di una macchina adeguatamente equipaggiata il cui schema è riportato in figura 6. Il numero dei provini da utilizzare per la prova è 12.

I provini vengono essiccati in stufa a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ e pesati fino al raggiungimento della massa costante. In seguito vengono completamente immersi in acqua ad una temperatura di $15 \pm 5^\circ\text{C}$ per un periodo di almeno 7 giorni e non superiore ad 8.

I 12 provini così preparati vengono assemblati in un pannello a 2 colonne e con le facce visibili dopo la posa esposte all'aria. I lati ed il retro del pannello così realizzato vengono isolati con polistirolo espanso di spessore pari a 25 mm.

I cicli di gelo/disgelo dovranno iniziare non più tardi di 20 min. dal prelievo dei provini dall'acqua. Il pan-

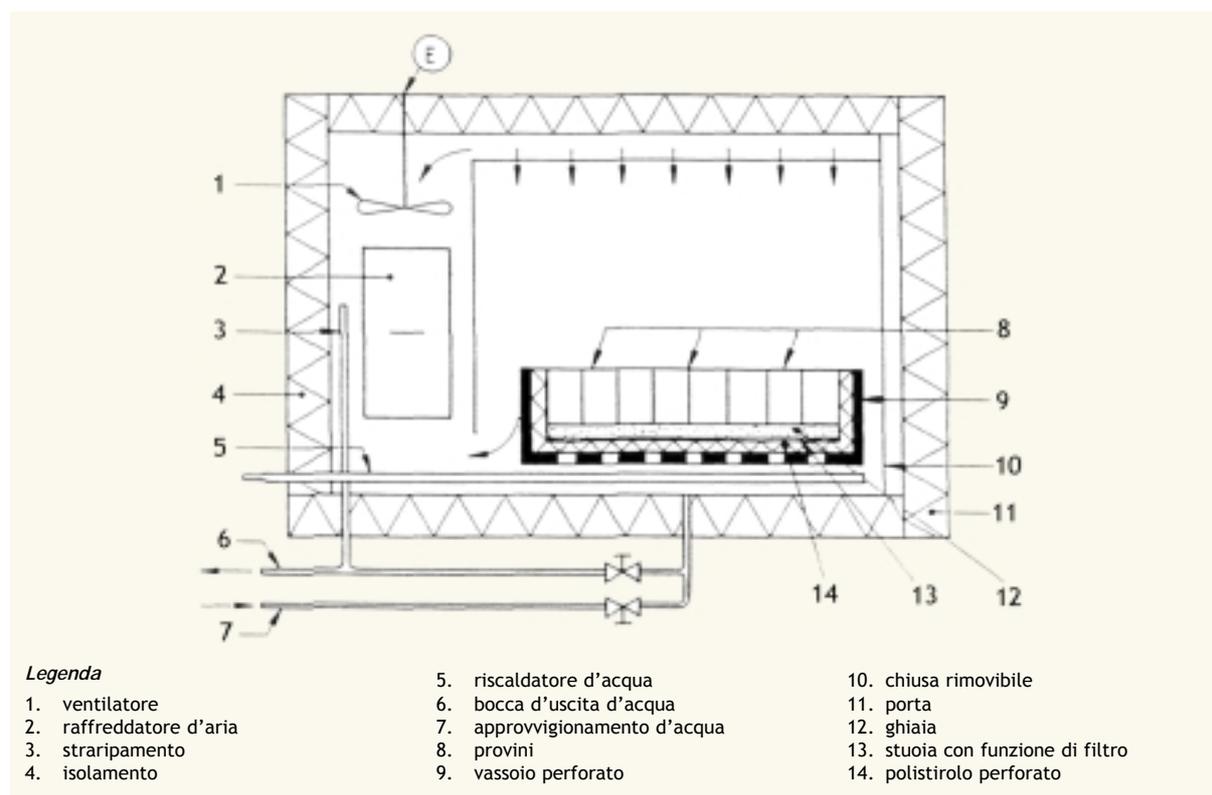


Fig. 5 - Schema della cella frigorifera controllata con programmatore (metodo C).

Legenda

- | | | |
|--------------------------------|------------------------------|--|
| 1. refrigeratore | 5. spruzzo d'acqua | 9. drenaggio |
| 2. pannello di controllo | 6. riscaldatore | X. posizioni delle termocoppie durante la calibrazione |
| 3. registratore di temperatura | 7. pannello di prova | |
| 4. cabina isolata | 8. sensore della temperatura | |

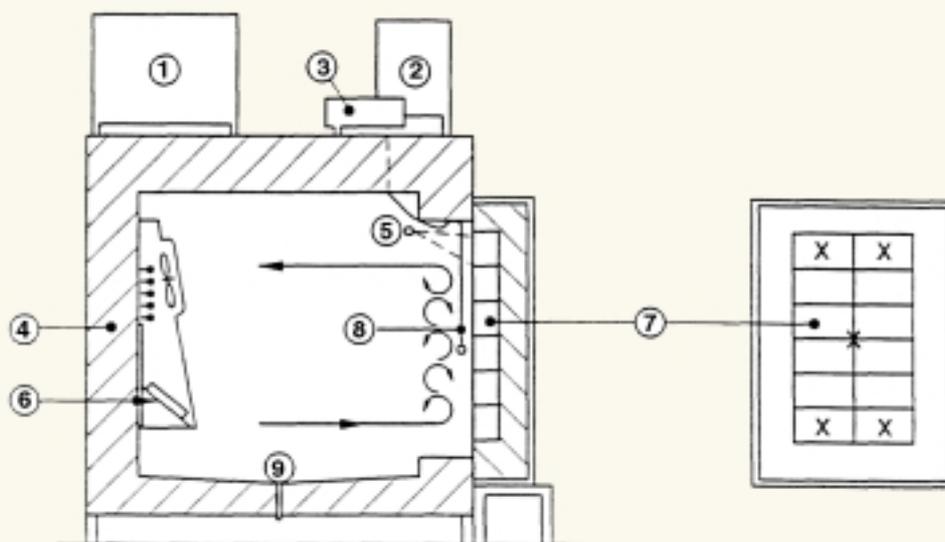


Fig. 6 - Schema dell'equipaggiamento per la prova di gelo/disgelo (metodo D).

Tab. III - Metodo D. Descrizione sintetica di 1 ciclo di gelo/disgelo.

OPERAZIONE	DURATA
raffreddamento fino a $T = -15 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$	30 min.
permanenza a $T = -15 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$	90 ± 1 min.
disgelo fino alla temperatura di $25 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$	22 ± 0.5 min.

nello assemblato dovrà essere posto all'interno della cella frigorifera in posizione verticale.

Durante la prova 5 termocoppie dovranno essere posizionate ad una distanza di 25 mm dalla superficie delle facce esposte come in figura 6.

La prova inizierà con un ciclo di gelo fino al raggiungimento, in un tempo di 30 min., della temperatura di $-15 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$, misurata dalla termocoppia centrale di figura 6. La temperatura registrata dalle altre termocoppie non dovrà differire più di $3 \text{ } ^\circ\text{C}$.

L'intero ciclo di gelo deve avere una durata di 120 ± 1 min.

Il flusso di calore dalle facce esposte verso l'aria viene misurato da un flussimetro posizionato nel mezzo del pannello. La perdita di calore, quando la superficie del pannello è di $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ e la temperatura dell'aria è di $-15 \text{ } ^\circ\text{C}$, deve essere pari a $400 \pm 50 \text{ W/m}^2$. Ogni ciclo di disgelo deve avere una durata di 22 ± 0.5 min durante il quale l'aria deve raggiungere una temperatura di $25 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$ misurata ad una distanza di 25 mm dal centro della faccia esposta. Durante gli ultimi due minuti di disgelo la faccia esposta deve essere irrorata uniformemente con acqua a pioggia alla temperatura di $15 \pm 5 \text{ } ^\circ\text{C}$ a partire dalla

cima del pannello con una variazione di 2 l/min. in modo tale da assicurare un film continuo lungo la faccia esposta.

Al termine dei 2 min. di irrorazione, occorre, prima di iniziare il successivo ciclo di gelo, lasciare un tempo di 2 min. affinché l'acqua defluisca completamente.

Il numero di cicli di gelo/disgelo è pari a 100.

La valutazione dei provini esposti alle condizioni di gelo/disgelo viene fatta mediante un'analisi dell'aspetto per rilevare la presenza di eventuali danni formati (cricche, danni superficiali, delaminazioni) classificati in tre tipi (A, B, C).

Il prodotto è considerato resistente al gelo se nessuno dei 12 provini testati mostra difetti di tipo A, B o C dopo i 100 cicli di gelo/disgelo subiti.

BIBLIOGRAFIA

- [1] L. Agostini, M. Labanti, M. Marsigli, M. Timpanaro, *La nuova normativa europea sulle coperture in laterizio (parte 1°)*, L'Industria dei Laterizi, nov.-dic. 99, n. 60.
- [2] L. Agostini, M. Labanti, M. Marsigli, M. Timpanaro, *La nuova normativa europea sulle coperture in laterizio (parte 2°)*, L'Industria dei Laterizi, gen.-feb. 2000, n. 61.
- [3] L. Agostini, M. Labanti, *La normativa europea sui prodotti in laterizio per murature*, L'Industria dei Laterizi, mar.-apr. 2000, n. 62.
- [4] prEN 1344. *Clay pavers and complementary fittings for flexible paving: requirements and test methods.*
- [5] prEN 1345. *Clay pavers and accessories for rigid paving: requirements and test methods.*
- [6] UNI EN 539-2. *Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche. Parte 2: prova di resistenza al gelo.*

La normativa europea sui prodotti in laterizio per pavimentazioni esterne

Parte 2^a

DI L. AGOSTINI*, M. LABANTI**

* AGENZIA POLO CERAMICO, FAENZA

** ENEA - CENTRO RICERCHE FAENZA

Nelle pagine che seguono viene presentata la seconda parte di un'analisi riguardante due progetti di norma europea, che definiscono le specifiche di prodotto e le metodologie di prova per elementi a base di materiali argillosi, laterizi in senso lato, da impiegare per la realizzazione rispettivamente di pavimentazioni flessibili e rigide destinate prevalentemente ad uso esterno per il calpestio e per il traffico veicolare.

INTRODUZIONE

Come sottolineato nella prima parte dell'articolo [1], sono in discussione, presso il Comitato Tecnico CEN/TC 178 del Comitato Tecnico Europeo (CEN), due progetti di norma, rispettivamente prEN 1344 [2] e prEN 1345 [3], che riguardano elementi a base argillosa, ovvero prodotti in laterizio, da impiegare per la realizzazione di pavimentazioni esterne, sia flessibili che rigide, destinate al calpestio o al traffico veicolare.

Vale la pena sottolineare, ancora una volta, come si tratti di due progetti di norma molto importanti perché, almeno per quanto riguarda la normativa italiana, introducono per la prima volta criteri che regolano specifiche di prodotto e metodologie di prova relative a prodotti che fino ad ora venivano assimilati alle piastrelle in ceramica o ai laterizi per murature.

Nella prima parte dell'articolo sono state discusse e presentate le problematiche inerenti gli aspetti generali sulla valutazione di conformità dei prodotti, sulle modalità di campionamento e sulle specifiche e le metodologie di prova relative a dimensioni e resistenza al gelo.

In questa seconda parte verranno affrontate le specifiche e le metodologie di prova che riguardano il carico di rottura trasversale (solo per la prEN 1344), la resistenza all'abrasione, la resistenza alla scivolosità e la resistenza agli acidi (solo per la prEN 1344).

CARICO DI ROTTURA TRASVERSALE

La prova per la determinazione del carico di rottura trasversale è previsto solamente per gli elementi destinati alla realizzazione di pavimentazioni flessibili (prEN 1344). La norma descrive il metodo per determinare il carico di rottura trasversale, ovvero la resistenza degli elementi quando sono sottoposti alla flessione su una macchina di prova materiali.

Il numero di provini da sottoporre a prova è 10; essi devono essere selezionati in accordo con i principi di campionamento descritti nella norma (allegato A).

I provini, prima di essere sottoposti a prova, devono essere immersi in acqua alla temperatura di 20 ± 5 °C per un periodo che va dalle 16 alle 72 h.

Ciascun provino, durante la prova, deve essere posto uniformemente su due barre cilindriche di supporto con diametro pari a 25 ± 10 mm. Il carico viene applicato centralmente al provino mediante un barra cilindrica anch'essa con diametro pari a 25 ± 10 mm. Almeno una delle due barre di supporto, così come la barra di applicazione del carico, deve essere in grado di ruotare sul piano verticale rispetto a quello dei provini in modo tale da consentirne posizionamento e caricamento il più corretti e stabili possibile.

Le due barre di supporto devono essere posizionate in modo tale che ciascuna abbia una distanza, pari a 15 ± 1 mm dalle due estremità dei provini.

Durante la prova il carico viene inizialmente applicato con una variazione iniziale di 5 N/mm/s fino alla metà del valore del carico di rottura previsto e, successivamente, con una variazione pari a $1,0 \pm 0,2$ N/mm/s.

A frattura del provino avvenuta viene rilevato il carico di rottura espresso in N. La determinazione del carico di rottura trasversale (N/mm) viene calcolata dividendo il carico di rottura per la larghezza del provino.

Ciascun produttore deve classificare i propri prodotti secondo le categorie indicate in tabella I. Il valore minimo determinato ed il valore medio non devono essere inferiori a quanto dichiarato.

Tali requisiti non si applicano agli accessori o agli elementi la cui lunghezza totale è inferiore a 80 mm.

Inoltre, il produttore può, a sua scelta, dichiarare un valore minimo e medio superiore a quello previsto per la categoria T4.

In aggiunta il produttore può dichiarare il valore minimo e medio della resistenza a flessione, calcolato secondo la seguente formula:

$$\sigma = \frac{3}{2} \frac{LS}{wt^2}$$

dove:

L = carico di rottura in N;

S = distanza fra le barre di supporto in mm;

w = larghezza misurata del provino in mm;

t = spessore misurato del provino in mm.

Tab. I - Classificazione dei valori del carico di rottura trasversale.

CATEGORIA	VALORE MEDIO (N/mm)	VALORE MINIMO (N/mm)
T1	30	15
T2	30	24
T3	80	50
T4	80	64

RESISTENZA ALL'ABRASIONE

Entrambe le norme prevedono che sugli elementi in laterizio per pavimenti flessibili e rigidi venga eseguita la prova di resistenza all'abrasione.

Quest'ultima viene espressa in termini del volume del solco prodotto da un disco rotante, con l'utilizzo di un materiale abrasivo, sulla superficie del provino. In figura 1 viene riprodotto un esempio dello strumento da impiegare per la prova.

I provini da sottoporre a test, selezionati in accordo con quanto previsto dalla norma nell'allegato A, sono pari a 5. Durante la prova, ciascun provino viene posto, come in figura 1, sul banco dello strumento in modo tale che la sua superficie di prova sia tangenziale al disco rotante. Il movimento rotatorio del disco, costituito da acciaio Fe 360A e conforme alla norma ISO 630, provoca sulla superficie del provino, assieme all'azione in caduta fra disco e provino del materiale abrasivo costituito da ossido di alluminio (o corindone) con dimensioni di grano F80 conforme alla norma ISO 8486, l'asportazione di un determinato volume di materiale che è una misura della

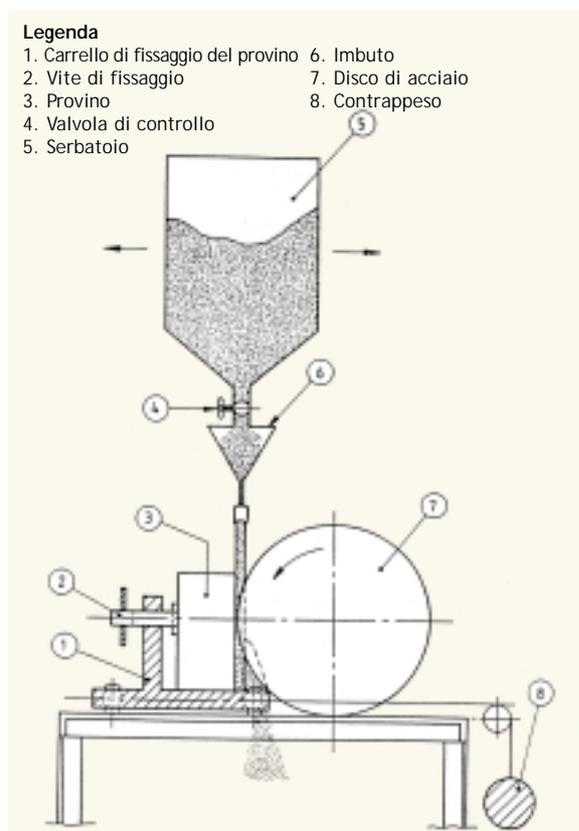


Fig. 1 - Schema dello strumento per la prova di resistenza all'abrasione.

resistenza all'abrasione del prodotto in esame.

La prova termina dopo che il disco ha compiuto 150 giri. Su ogni provino devono essere effettuate due prove su due differenti punti della superficie.

La resistenza all'abrasione, in termini di volume di materiale rimosso espresso in mm³, viene calcolato dalla seguente formula:

$$V = \left(\frac{\pi \alpha}{180} - \sin \alpha \right) \frac{hd^2}{8}$$

dove:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{l}{d}$$

d = diametro del disco in mm;

h = spessore del disco in mm;

α = angolo, in gradi, sotteso al centro del disco dalla corda l (figura 2);

l = lunghezza della corda in mm.

Il produttore deve dichiarare a quale categoria appartiene il proprio prodotto, così come riportato in tabella II. In tal caso il volume abraso medio, misurato su ciascun provino come media di due determinazioni, non deve essere superiore al valore dichiarato.

VALORE DELLA RESISTENZA ALLO SCIVOLAMENTO

La prova per determinare la resistenza allo scivolamento (USRV) è prevista per entrambi i tipi di prodotti destinati alla realizzazione di pavimentazioni. La metodologia di prova e le specifiche di prodotto sono le stesse per entrambe le norme.

Il produttore ha l'obbligo di dichiarare a quale categoria di resistenza allo scivolamento appartengono i propri prodotti.

Il valore della resistenza allo scivolamento (USRV) degli elementi per pavimenti in laterizio deve essere dichiarato dal produttore secondo una delle classi riportate in tabella III.

In tal caso il valore medio delle misure di USRV non deve essere inferiore al valore dichiarato (il produttore può dichiarare valori più elevati di quelli previsti dalle categorie indicate).

Va sottolineato che se i prodotti devono essere utilizzati secondo più di un orientamento, il produttore deve dichiarare differenti valori di USRV.

Nessun tipo di trattamento chimico della superficie dopo la cottura può essere effettuato sui campioni di prova.

Il numero dei provini da sottoporre a prova, secondo i

Tab. II - Classificazione dei valori di resistenza all'abrasione.

CATEGORIA	VOLUME MEDIO ABRASO (mm ³)
A1	2100
A2	1100
A3	450

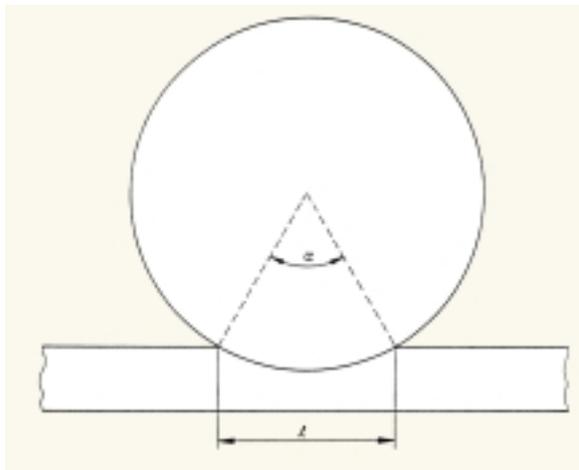


Fig. 2 - Schema per la determinazione dell'angolo α sotteso alla corda l.

piani di campionamento previsti dalla norma nell'allegato A, è pari a 5.

La misura di USRV viene fatta mediante un test di attrito. Il componente impiegato per la misura della resistenza allo scivolamento è costituito da un solido in gomma incollato su una base metallica a sua volta montata, mediante una molla, all'estremità di un pendolo. Il pendolo, durante la prova, viene rilasciato dalla sua posizione di riposo orizzontale in modo tale che la gomma strisci sulla superficie del provino per una definita lunghezza di scivolamento.

Il principio di misura dell'attrito della gomma sul campione è molto simile a quello di misura della resilienza di un campione metallico mediante un pendolo Charpy, basato sulla determinazione dell'energia assorbita, in questo caso, dallo sfregamento della gomma sul campione.

In particolare, l'attrito che si determina fra la gomma e la superficie del provino causa un rallentamento della corsa del pendolo misurato, su una apposita scala, dalla riduzione della altezza dell'oscillazione del pendolo stesso (fig. 3).

La lettura della resistenza allo scivolamento viene eseguita su due scale differenti: la scala C e la scala F, tarate rispettivamente per una lunghezza di scivolamento di 126 mm e di 76 mm.

La scelta della scala deve essere fatta in funzione della dimensione utile della superficie del provino.

Nel caso le dimensioni lo permettano dovrà essere utilizzata la scala C ed in alternativa, solo se il campione è di dimensioni insufficienti, la scala F.

A tal proposito dovrà essere utilizzato, nel primo caso, un solido di gomma di larghezza pari a $76,2 \pm 0,5$ mm, lungo $6,4 \pm 0,5$ mm; nel secondo caso dovrà essere utilizzato un solido di gomma di larghezza pari a $31,8 \pm 0,5$ mm e lungo $6,4 \pm 0,5$ mm.

Prima di eseguire il test, lo strumento di prova deve essere posto in una stanza alla temperatura di 20 ± 2 °C per almeno 30 min.

Inoltre, i provini devono essere preventivamente immersi in acqua alla temperatura di 20 ± 2 °C per almeno 30 min.

Dopo aver selezionato lo "scivolatore" in gomma adeguato alle dimensioni del provino, e quindi la scala su

Tab. III - Classificazione dei valori di resistenza allo scivolamento (USRV).

CATEGORIA	VALORE MEDIO DI USRV
U0	nessun requisito
U1	35
U2	45
U3	55

cui determinare il valore d'attrito, occorre posizionare il campione di prova, rispetto alla sua dimensione più lunga, lungo il cammino del pendolo e centralmente rispetto allo "scivolatore".

Prima di eseguire il test, la superficie del provino e della gomma dello "scivolatore" devono essere bagnati in abbondanza per simulare le condizioni di esercizio.

A questo punto il pendolo ed il puntatore, il quale si muove lungo la scala di riferimento (figura 3), vengono rilasciati dalla loro posizione orizzontale di riposo. L'attrito dello "scivolatore" sulla superficie del provino viene determinato dal puntatore sulla scala selezionata. L'operazione deve essere ripetuta 5 volte avendo cura di riportare ogni volta il pendolo ed il puntatore nella posizione di riposo e di bagnare nuovamente la superficie dello "scivolatore" di gomma e del provino. La determinazione viene eseguita sulla media delle ultime tre letture.

Alla fine delle 5 letture il provino deve essere ruotato di 180° e devono essere ripetute nuovamente le stesse operazioni.

Il valore della resistenza allo scivolamento (USRV) viene determinato come valore medio delle misure effettuate su ciascuno dei 5 provini.

RESISTENZA AGLI ACIDI

La resistenza agli acidi viene determinata solamente per i prodotti utilizzati nella costruzione di pavimentazioni flessibili.

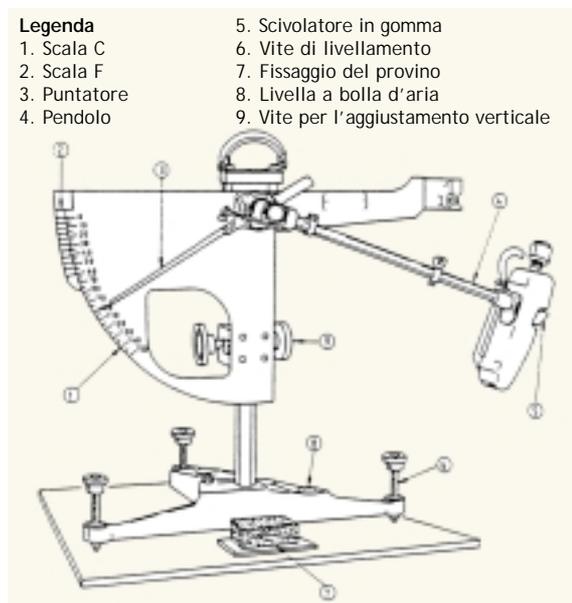


Fig. 3 - Schema dello strumento per la determinazione del valore della resistenza allo scivolamento.

In tal caso il test va eseguito laddove esistano particolari destinazioni d'uso del prodotto, ovvero in certi siti industriali o del settore agricolo.

Il test descritto nella norma non è applicabile per quei prodotti destinati ad applicazioni per l'ingegneria chimica (es: costruzioni di pavimenti o contenitori) che sono continuamente soggette a condizioni chimiche aggressive.

Tuttavia, quando si richiede che il prodotto sia resistente agli acidi, la perdita percentuale di massa di un campione costituito da 5 elementi, campionati secondo quanto previsto dall'allegato A della norma, non deve superare il 7%. In tal caso i prodotti in laterizio aventi queste caratteristiche possono essere dichiarati appartenenti alla "Classe C".

Le norme prevedono che il produttore possa dichiarare un valore più basso del 7%.

Nessun tipo di trattamento chimico della superficie dopo la cottura può essere effettuato sui campioni di prova.

Il metodo di prova prevede che ciascun provino venga inizialmente frantumato e successivamente, dopo adeguata quartatura ed ulteriore campionamento di un determinato quantitativo, macinato e setacciato a 800 µm e 500 µm. La frazione trattenuta dal setaccio a 500 µm viene lavata diverse volte con acqua deionizzata fino a che il liquido surnatante diventa limpido.

Il campione così preparato viene essiccato, pesato e posto in una beuta con capacità di 500 ml ed addizionato con 75 ml di una soluzione di acido solforico al 10% e 25 ml di una soluzione di acido nitrico al 10%. Successivamente la beuta viene collegata ad un condensatore di riflusso ed il contenuto posto in condizione di ebollizione per 1 h ± 2 min.

Dopo questa operazione il contenuto viene sciacquato diverse volte con acqua deionizzata su un setaccio a 150 µm. Il risciacquo continua fino all'eliminazione completa degli acidi precedentemente aggiunti.

La frazione setacciata viene posta in stufa ad essiccare e successivamente pesata.

La resistenza agli acidi, ovvero la perdita di massa dovuta al trattamento con acido, deve essere espressa come percentuale riferita alla massa di campione pesato inizialmente.

CONCLUSIONI

Nelle pagine precedenti, e all'interno della prima parte dell'articolo, è stata presentata un'analisi dei due progetti di norma europea prEN 1344 e prEN 1345, attualmente in fase di discussione presso il Comitato Tecnico CEN/TC 178, riguardanti prodotti a base di materiali argillosi, laterizi in senso lato, rispettivamente per pavimentazioni flessibili e rigide destinate prevalentemente ad uso esterno per il calpestio e per il traffico veicolare.

In tale contesto sono stati discussi i temi legati alla valutazione di conformità, della marcatura, del campionamento dei provini, dei requisiti e dei metodi di prova relativamente a forma e dimensioni, resistenza al gelo, carico di rottura trasversale, resistenza allo scivolamento, resistenza all'abrasione e resistenza agli

acidi. Alcune di queste prove non sono previste dalla normativa per i prodotti da utilizzare per la realizzazione di pavimentazioni rigide (prEN 1345).

Le due norme forniscono indicazioni precise su quali siano i controlli e le prove da eseguirsi per la valutazione dei prodotti ed al contempo prevedono diversi livelli di controllo e di frequenza di esecuzione degli stessi. Sono, infatti, previste prove "tipo" ogni qualvolta venga realizzato un prodotto nuovo o quando intervengano modifiche significative nelle materie prime e/o nel processo di produzione. La maggior parte delle prove "tipo" devono, inoltre, essere ripetute con una frequenza almeno annuale.

Va sottolineato come le due norme non prevedano alcuna prova di aspetto dei prodotti. Vengono, tuttavia, definiti, in occasione dei criteri di valutazione dei provini dopo le prove di resistenza al gelo, una serie di difetti considerati causa di rigetto del prodotto stesso. Da quanto presentato risulta evidente come le norme considerino il controllo del processo di produzione e del prodotto finito come aspetti strettamente connessi fra di loro, invitando ciascun produttore a predisporre un'adeguata documentazione che permetta la rintracciabilità di ciascuna fase di produzione.

Le norme prevedono, inoltre, che ciascun produttore si faccia carico di dichiarare quali siano le caratteristiche dei propri prodotti.

In definitiva, appare evidente il tentativo, da parte del Comitato Tecnico CEN/TC 178, di affrontare il problema della qualificazione dei prodotti in laterizio da destinarsi alle pavimentazioni esterne in maniera estesa prendendo in esame anche quegli aspetti non strettamente riguardanti le metodologie di prova.

In tal senso, tuttavia, la normativa può apparire un po' appesantita, nel senso che i criteri inerenti il controllo di produzione e campionamento avrebbero potuto essere demandati a norme complementari all'interno delle quali affrontare questi argomenti come tematiche di carattere generale, così come è stato fatto per la normativa sulle coperture in laterizio (EN 1304) [4] e per il progetto di norma relativo agli elementi per murature (prEN 771-1) [5] in cui specifiche di prodotto, piani di campionamento e controlli sulla produzione sono separati dalle norme che descrivono le metodologie di prova.

BIBLIOGRAFIA

- [1] L. Agostini, M. Labanti, *La normativa europea sui prodotti in laterizio per pavimentazioni esterne. Parte 1, "L'Industria dei laterizi"*, gen-feb 2001, n. 67.
- [2] prEN 1344. *Clay pavers and complementary fittings for flexible paving: requirements and test methods.*
- [3] prEN 1345. *Clay pavers and accessories for rigid paving: requirements and test methods.*
- [4] EN 1304. *Clay roofing tiles for discontinuous laying. Product definitions and specifications.*
- [5] prEN 771-1. *Specifications for masonry units. Part 1: Clay masonry units.*