

NUOVI STRUMENTI PER la misura delle lastre ceramiche

di S.Fazio, L.Sanseverino, M. C.Bignozzi, P.Carrino, G.Carboni *



CUP di PROGETTO: E32116000010007



L'evoluzione tecnologica che negli ultimi anni ha determinato lo sviluppo delle grandi lastre ceramiche è avvenuta attraverso importanti cambiamenti dal punto di vista produttivo ed impiantistico, mentre non è seguito, altrettanto velocemente, un aggiornamento delle norme esistenti per la certificazione del prodotto finito. Ancora oggi infatti le normative internazionali e nazionali fanno principalmente riferimento a metodi di prova ideati per le piastrelle di formato tradizionale.

Un caso emblematico è rappresentato dalla norma EN ISO 10545-2: "Determinazione delle caratteristiche dimensionali e della qualità della superficie". Per la determinazione delle dimensioni delle grandi lastre è infatti necessario l'impiego di sistemi di misura alternativi a quelli tradizionali ma che garantiscano, al contempo, un adeguato livello di affidabilità. Il data-plucometro orizzontale (Fig.1), ad esempio, presenta delle criticità quando le

dimensioni delle piastrelle superano il formato 60x60 cm. Inoltre nel caso di grandi dimensioni, le lastre si possono infieltrare sotto il proprio peso così come le piastre di calibrazione impiegate come riferimento per l'esecuzione della prova, influenzando così i risultati finali. Infine, i disagi dovuti alla movimentazione dei prodotti durante la prova contribuiscono alle difficoltà della misura nei laboratori.

Per ovviare a tutti questi aspetti, il Centro Ceramico ha iniziato a prendere in esame per i laboratori sistemi di misura alternativi, già da parecchi anni in uso nel settore della meccanica avanzata. La ricerca è uno dei task del progetto



Fig. 1 - Data-plucometro orizzontale, solitamente impiegato per la misura delle caratteristiche dimensionali secondo la norma EN ISO 10545-2.



Fig. 2 - Macchina di misura a coordinate, CMM

regionale "Innovazione di processo per la filiera della piastrella ceramica sostenibile" [IPERCER], finanziato dalla Regione Emilia Romagna con fondi POR-FESR 2014-2020, Asse 1 Ricerca e Innovazione, Azione 1.2.2.

In particolare, ci si è focalizzati sull'utilizzo di una macchina di misura a coordinate CMM (Fig.2), ed un braccio di misura tridimensionale portatile (Fig.3). È stata avviata una campagna sperimentale di misure per confrontare i risultati ottenuti con data-plucometro orizzontale ed i due sistemi sopraccitati, su tre lotti di piastrelle di formato 20x20, 40x40 e 60x60 cm, eseguendo tutte le determinazioni (lunghezza e larghezza, rettilineità degli spigoli, ortogonalità, planarità, curvatura del centro, curvatura dello spigolo, svergolamento), in accordo alla procedura descritta nella normativa (Tab.1). Allo scopo di confrontare le tre tecniche, escludendo l'influenza di eventuali irregolarità dei campioni testati, sono inoltre state eseguite le stesse misure su una piastra di calibrazione di dimensioni 30x30 cm (Tab.2).

Al fine di operare in conformità alla norma EN ISO 10545-2, per braccio di misura portatile e CMM è stato necessario effettuare, in via preliminare, un importante lavoro di messa a punto del metodo di misura e del software che li gestisce. Per ogni misura (dimensioni, rettilineità degli spigoli, ortogonalità, etc.) si è individuato un sistema di allineamento ed alcuni elementi geometrici necessari a creare virtualmente le condizioni materiali che si hanno quando la misura viene effettuata con data-plucometro.

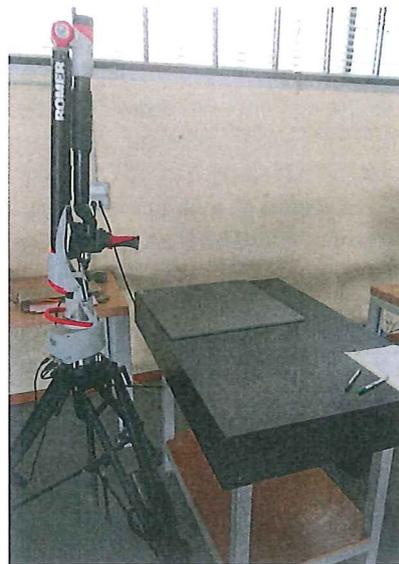


Fig.3 - Braccio di misura tridimensionale portatile.



I risultati ottenuti ad oggi hanno mostrato un ottimo accordo tra le tre tecniche (Tab.1). Il confronto delle caratteristiche dimensionali, calcolate secondo la procedura prevista dalla norma EN ISO 10545-2, evidenzia differenze massime nell'ordine di pochi decimi percentuali, dimostrando così la possibilità di eseguire le misure dimensionali delle piastrelle di ceramica in accordo alla normativa vigente sia con il braccio portatile tridimensionale che con la macchina CMM.

La ricerca condotta ha anche messo in luce alcuni limiti dell'attuale normativa sulla determinazione delle caratteristiche dimensionali, in particolar modo legate alla rappresentatività dei punti selezionati nel corso della prova per descrivere le caratteristiche geometriche del prodotto. La norma EN ISO 10545-2 infatti prevede che siano presi

in esame soltanto 21 punti sulla singola piastrella (9 sulla superficie e 12 sui lati, Fig.4), che, soprattutto nel caso di lastre ceramiche di grande formato, potrebbero non essere sufficienti ad individuare eventuali difettosità.

L'attività condotta ha inoltre permesso di evidenziare le **principali differenze** tra data-plucometro e le due tecnologie CMM e braccio di misura portatile. Tali differenze, di seguito elencate, possono essere lette, in alcuni casi, come punti di forza di una tecnologia rispetto all'altra:

- con il data-plucometro la misura viene effettuata per comparazione con una piastra di calibrazione – si tratta pertanto di una **misura indiretta** – mentre con CMM e braccio di misura portatile la misura viene effettuata facendo l'allineamento con un piano

Max. differenza per ciascuna caratteristica dimensionale

Prove condotte su tre lotti di 10 piastrelle per ogni campione

	Δ (PL-CMM)	Δ (PL-Braccio)	Δ (CMM-Braccio)
Lunghezza e larghezza (%)	0.05	0.05	-0.05
Rettilinearità degli spigoli (%)	0.0	0.0	0.1
Ortogonalità (%)	-0.3	-0.2	0.1
Curvatura del centro (%)	0.0	0.0	0.0
Curvatura dello spigolo (%)	0.1	0.1	-0.1
Svergolamento (%)	-0.1	-0.1	0.0

Tab.1 - Massime differenze ottenute con le tre tecniche – plucometro (PL), CMM e braccio di misura. Caratteristiche dimensionali determinate in accordo alla norma EN ISO 10545-2 "Determinazione delle caratteristiche dimensionali e della qualità della superficie".

	Δ (PL-CMM)	Δ (PL-Braccio)	Δ (CMM-Braccio)
Tutte le caratteristiche Valori assoluti (mm)	0.0	0.0	0.0

Tab.2 - Differenze ottenute con le tre tecniche su una piastra di calibrazione 300x300 mm

teorico calcolato mediante la misura di tre punti sulla piastrella – si tratta pertanto di una **misura diretta**;

- con il data-plucometro la misura viene eseguita con la piastrella **capovolta**, appoggiata su punte di appoggio, che definiscono un piano, mentre con CMM e braccio di misura portatile la piastrella viene appoggiata con il retro su un piano avente una opportuna finitura superficiale. In entrambi i casi le misure vengono effettuate sulla superficie di esercizio della piastrella. Però, mentre nel caso del plucometro la piastrella deve es-

sere ruotata 4 volte per effettuare la misura, con CMM e braccio di misura, una volta che la piastrella viene appoggiata, non viene più spostata fino al termine della prova;

- con il data-plucometro è possibile effettuare misure affidabili (in particolare nel caso della planarità) per piastrelle di dimensioni **fino a 60x60 cm**, mentre con CMM e braccio di misura portatile è possibile misurare piastrelle di dimensioni superiori, **fino alle attuali dimensioni di produzione**;
- il data-plucometro permette di ese-

guire misure in maniera piuttosto semplice, mentre la tecnologia CMM e braccio di misura richiedono un certo livello di abilità ed esperienza da parte dell'operatore. Inoltre, con gli attuali software in dotazione a questi strumenti non è immediata la misurazione delle caratteristiche previste dall'attuale normativa, per cui vanno opportunamente modificati/integrati.

C'è poi da considerare il fatto che il braccio di misura è uno strumento facilmente trasportabile. Avendo a disposizione un piano di misura con adeguate caratteristiche di planarità, le misure dimensionali possono essere effettuate da un operatore specializzato anche presso l'azienda, evitando così la movimentazione di lastre di grandi dimensioni e accelerando i tempi di analisi. Anche la CMM, grazie all'elevato grado di automazione, permette uno svolgimento veloce delle analisi da effettuare. Ad oggi i prezzi di queste strumentazioni si aggirano intorno ai 100.000 € per i sistemi CMM ed ai 50.000 €, software incluso, per i bracci di misura portatili. È probabile che questi ultimi con la realizzazione di un software specifico per il settore ceramico, che rappresenta in qualche modo una semplificazione rispetto ai software con cui attualmente vengono venduti, possano essere commercializzati, nel breve termine, ad un prezzo più vantaggioso.

(*) Sandra Fazio, Leonardo Sanseverino, Maria Chiara Bignozzi - Centro Ceramico; Pierpaolo Carrino, Giuseppe Carboni - Reverse&Quality

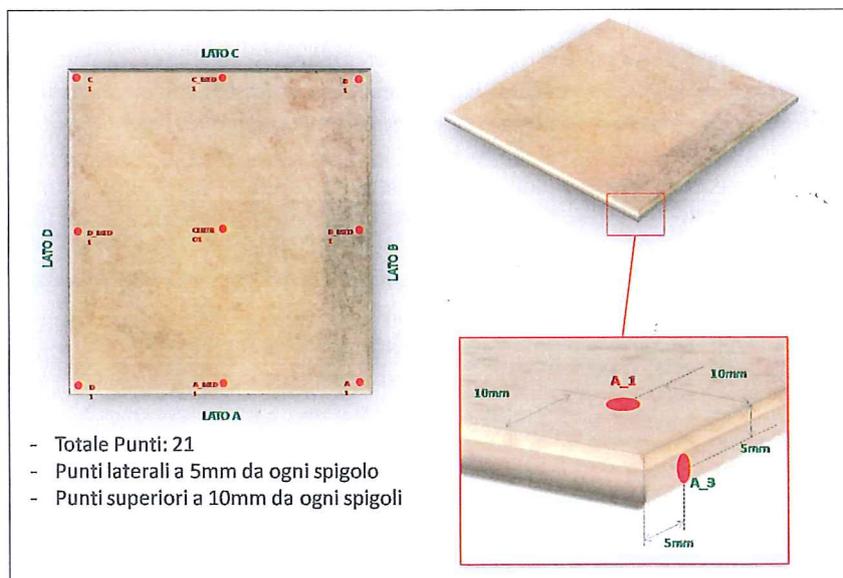


Fig.4 - Immagine in cui sono definiti i punti che vengono presi per effettuare la misura delle caratteristiche dimensionali secondo la norma EN ISO 10545-2.