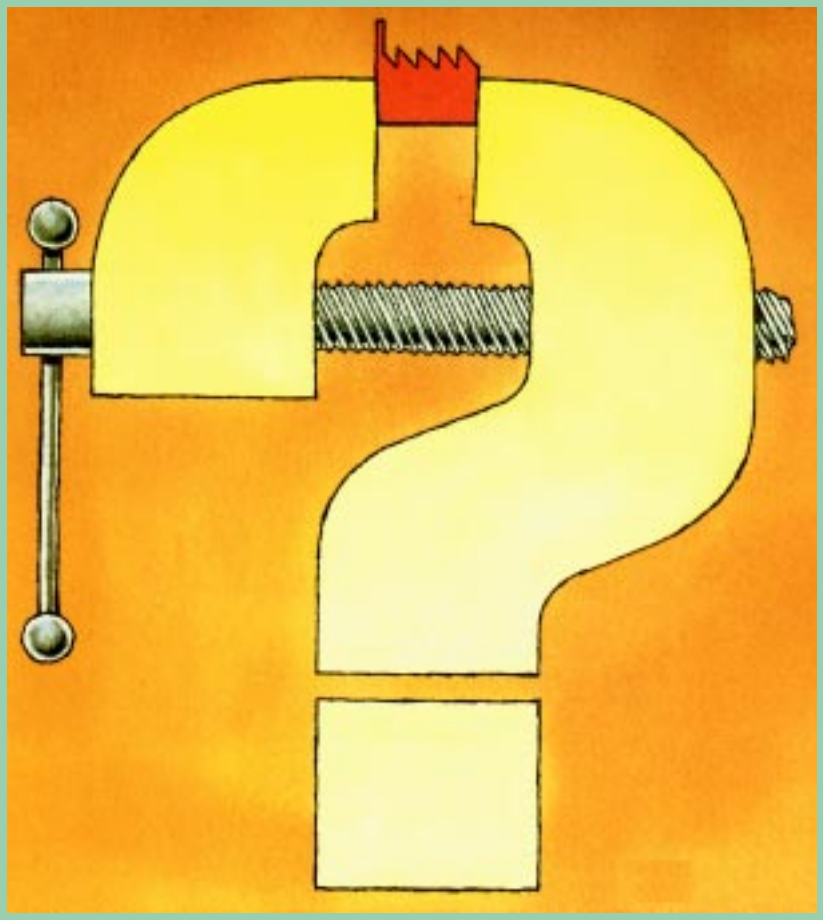
ASSOPIASTRELLE

CENTRO CERAMICO
BOLOGNA

Carlo PALMONARI
Giordana CARANI

LE PIASTRELLE DI CERAMICA SOTTO CONTROLLO



CERAMICA DI QUALITA'

Abcdefghilm
12345 Hoppet

Ministero delle Attività Produttive
Consiglio Nazionale Ceramico

Carlo PALMONARI
Giordana CARANI

LE PIASTRELLE DI CERAMICA SOTTO CONTROLLO

Testi a cura di:

Carlo PALMONARI
Giordana CARANI
Centro Ceramico Bologna

Progetto grafico e impaginazione:

Stefania BORTOLOTTI
Centro Ceramico Bologna

© Centro Ceramico, Bologna 2005
CENTRO CERAMICO BOLOGNA
Via Martelli 26 - 40138 BOLOGNA
Tel. 051-534015 - Fax 051-530085
E_mail: centro.ceramico@cencerbo.it
Internet: www.cencerbo.it

Stampa: LITOSEI, Rastignano (BO)

Questa guida è stata realizzata, in collaborazione con Assopiastrelle, nell'ambito del progetto "La ceramica italiana di qualità", condotto dal Centro Ceramico di Bologna e finanziato dal Ministero delle Attività Produttive, nell'ambito del D.M. 16/05/2003 recante "Criteri e modalità di utilizzo delle risorse finanziarie assegnate ai sensi dell'art. 13, comma 1 della legge n. 273 del 12 dicembre 2002, a favore delle produzioni ceramiche".

Carlo Palmonari è Direttore del Centro Ceramico di Bologna fin dalla sua fondazione. È professore ordinario di Scienza e Tecnologia dei Materiali e Docente di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna. Il suo impegno nella ricerca applicata nel campo delle piastrelle di ceramica è stato solennemente riconosciuto, nel 2001, con il conferimento della Laurea Honoris Causa da parte dell'Università di Castellón. È presidente del Comitato Tecnico del CEN che si occupa delle norme sulle piastrelle di ceramica (CEN TC 67) e presidente della Commissione Tecnico-Scientifica della CET (Federazione Europea dei produttori di piastrelle di ceramica).

ASSOPIASTRELLE

CENTRO CERAMICO
BOLOGNA

Carlo PALMONARI
Giordana CARANI

LE PIASTRELLE DI CERAMICA SOTTO CONTROLLO

Ministero delle Attività Produttive
Consiglio Nazionale Ceramico

PRESENTAZIONE

L'intensa attività normativa che da molti anni caratterizza il settore delle piastrelle di ceramica ha determinato la definizione e l'approvazione di un'articolata serie di norme tecniche a livello nazionale, europeo ed internazionale.
Queste norme rappresentano un importante e consolidato riferimento per tutti, produttori ed utilizzatori.
Tuttavia, la terminologia e le indicazioni tecniche contenute nelle norme, benché di uso comune nel settore, possono talvolta risultare poco familiari ai non addetti ai lavori.
Pertanto Assopiastrelle, nell'intento di favorire la più ampia comprensione e diffusione di questi strumenti e su iniziativa della Commissione Normazione Tecnica costituita nel proprio ambito, ha ritenuto opportuno arricchire con il presente testo la collana di pubblicazioni di carattere tecnico da essa promosse.
In quest'ottica, si è inteso realizzare una pubblicazione che prende in esame direttamente le diverse caratteristiche tecniche delle piastrelle di ceramica, svolgendo in forma semplice e lineare un approfondimento su ciascuna di esse.
Ciò a conferma del fatto che, oltre al pubblico tradizionale costituito da produttori, distributori, progettisti, costruttori ed altri operatori, la conoscenza delle norme e delle caratteristiche tecniche delle piastrelle di ceramica risulta sempre più importante anche per gli utenti finali, i quali potranno ricavare dalle indicazioni in esse contenute elementi utili per effettuare scelte mirate dei prodotti.

ALFONSO PANZANI
Presidente Assopiastrelle

È dovere del produttore informare l'utilizzatore di quali proprietà è fornito il materiale proposto.
È diritto dell'utilizzatore verificare la conformità e l'aderenza del dichiarato a quanto da lui richiesto.
Queste due cose sono realizzabili correttamente se effettuate con controlli standardizzati, eseguiti perciò con le stesse modalità tecniche.
Gli standard o le norme sono preparati e pubblicati appunto per questo. I testi sono tuttavia spesso complessi e di non facile interpretazione.
Per rendere facile l'applicazione e l'interpretazione delle singole norme, è stata redatta la presente pubblicazione, che certamente favorirà la comprensione e il colloquio fra produttore ed acquirente.
I metodi di prova contemplati nelle norme sono lo strumento tecnico per l'attestazione della conformità di un prodotto - di un lotto - ai requisiti e criteri di qualità specificati nelle norme stesse: dunque, per l'attestazione e certificazione di qualità.
Il marchio "Ceramica di Qualità", istituito dalla Legge 188/90 su "Tutela della ceramica artistica e della ceramica di qualità", è uno strumento efficace per sostenere e promuovere la ceramica industriale - le piastrelle nel caso specifico - di qualità; I metodi qui descritti fanno comprendere più chiaramente il significato di "ceramica di qualità" e le conseguenze, per contro, della non conformità alle norme. L'auspicio è che questo volume contribuisca concretamente alla diffusione, alla conoscenza ed all'uso del marchio "Ceramica di Qualità".

CARLO PALMONARI
Direttore del Centro Ceramico di Bologna
Presidente del CEN TC/67 "Ceramic Tiles"

INDICE

PAGINA

CAPITOLO 1
Le piastrelle di ceramica: definizioni e classificazioni 1

1.1 Definizioni 3

1.2 Classificazione secondo UNI EN 14411 4

1.3 Classificazione tecnico-commerciale 5

1.4 Caratteristiche normalizzate, metodi di misura e requisiti 15

CAPITOLO 2
La normativa internazionale sulle piastrelle di ceramica 17

2.1 La situazione normativa internazionale 19

2.2 La situazione normativa in Europa 19

2.3 La situazione normativa in Italia 20

2.4 La situazione normativa negli USA 20

CAPITOLO 3
I metodi normalizzati di prova delle piastrelle di ceramica 23

UNI EN ISO 10545 - Parte 2
Determinazione delle caratteristiche dimensionali e di aspetto 24, 28

UNI EN ISO 10545 - Parte 3
Determinazione di assorbimento d'acqua, porosità apparente, densità relativa apparente e peso dell'unità di volume 30

UNI EN ISO 10545 - Parte 4
Determinazione del modulo di rottura e del carico di rottura 34

UNI EN ISO 10545 - Parte 5
Determinazione della resistenza all'urto mediante misura del coefficiente di restituzione 38

UNI EN ISO 10545 - Parte 6 e Parte 7
Determinazione della resistenza all'abrasione profonda 42

UNI EN ISO 10545 - Parte 8
Determinazione della dilatazione termica lineare 46

UNI EN ISO 10545 - Parte 9
Determinazione della resistenza agli sbalzi termici 50

INDICE

PAGINA

UNI EN ISO 10545 - Parte 10
Determinazione dell'espansione in vapore 54

UNI EN ISO 10545 - Parte 11
Determinazione della resistenza al cavillo per piastrelle smaltate 58

UNI EN ISO 10545 - Parte 12
Determinazione della resistenza al gelo 62

UNI EN ISO 10545 - Parte 13
Determinazione della resistenza chimica 66

UNI EN ISO 10545 - Parte 14
Determinazione della resistenza alle macchie 70

UNI EN ISO 10545 - Parte 15
Determinazione della cessione di piombo e cadmio da piastrelle smaltate 74

UNI EN ISO 10545 - Parte 16
Determinazione di piccole differenze di colore 76

Resistenza allo scivolamento (Legge 13/1989, DPR n. 503/1996) 78

CAPITOLO 4
Le norme UNI EN ISO sulle piastrelle di ceramica. I requisiti 83

Gruppi A
- Caratteristiche dimensionali e di aspetto 85
- Proprietà fisiche 86
- Proprietà chimiche 87

Gruppi B
- Caratteristiche dimensionali e di aspetto 88, 89, 90
- Proprietà fisiche 91
- Proprietà chimiche 92

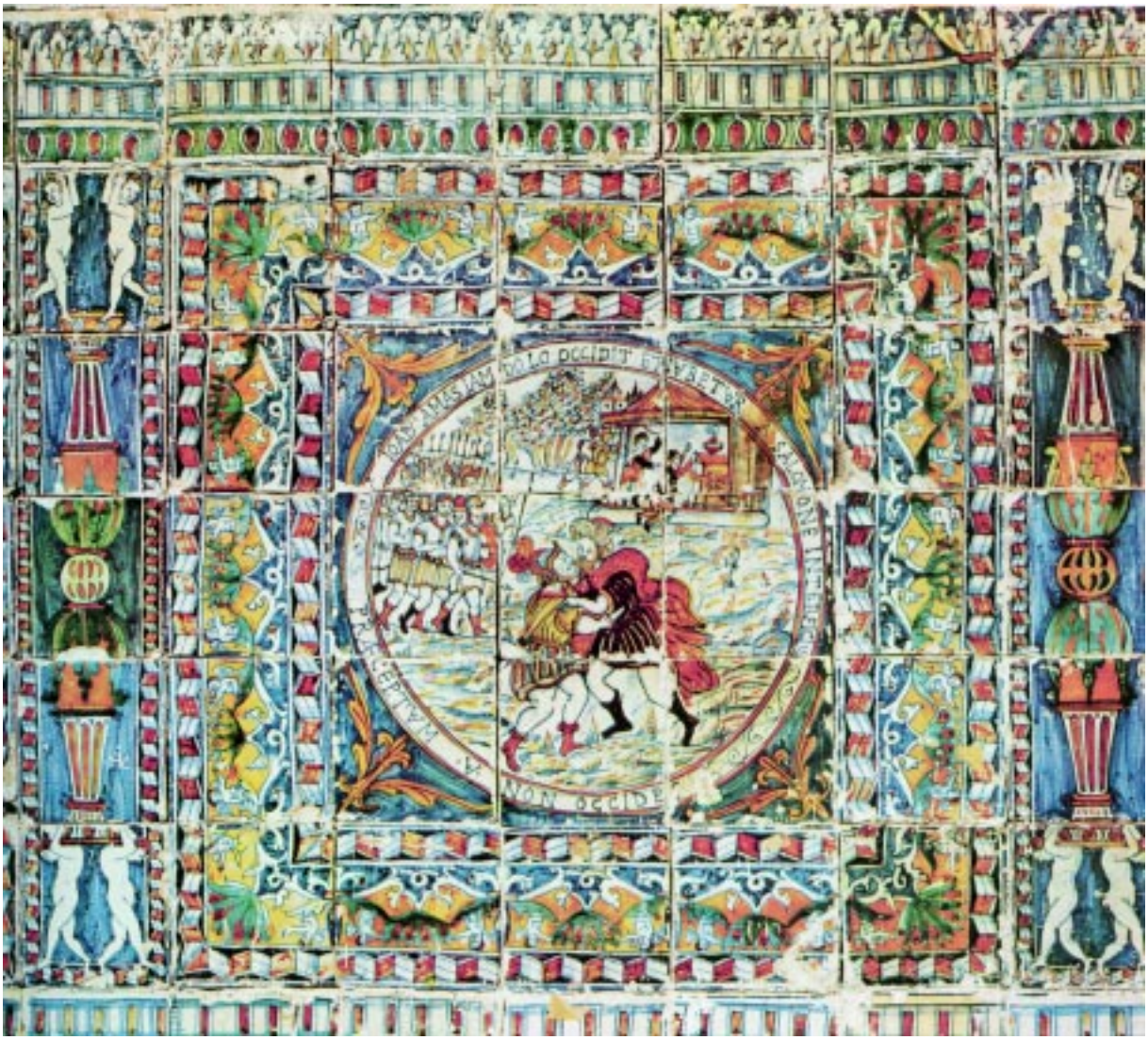
APPENDICI
I marchi di qualità 93

A.1 Marchio CERTIQUALITY-UNI 94

A.2 Marchio CERAMICA DI QUALITÀ 97

A.3 Marchio CE 100

A.4 KEY-MARK 102



Cappella di San Giorgio dei Genovesi, Sciacca. Opera di Giuseppe Mazarato (XVI-XVII secolo).

CAPITOLO 1

LE PIASTRELLE DI CERAMICA: DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI

DEFINITIONS AND CLASSIFICATION

DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONE

1.1 Definizioni

Le piastrelle di ceramica sono delle lastre relativamente sottili e di vario formato di materiale ceramico, utilizzate per rivestire pavimenti e pareti. I formati vanno dal "mosaico", in cui la superficie di ogni singolo elemento è inferiore a 90 cm^2, a dimensioni dei lati fino a 1 m e oltre, mentre lo spessore va da circa 5 mm per talune piastrelle di piccolo formato per il rivestimento di pareti a 20-25 mm per le piastrelle estruse e di grande formato.
Il termine **"ceramica"** definisce la "natura" del materiale costituente le piastrelle, e si applica tradizionalmente a prodotti ottenuti a partire da impasti di argille, sabbia ed altre sostanze naturali. Tali impasti, dopo apposita preparazione, vengono foggiati nella forma desiderata e quindi cotti a temperatura elevata (da 1000 a 1250 °C, a seconda del tipo). Questa cottura modifica in modo sostanziale la struttura del materiale crudo, ed impartisce alle piastrelle di ceramica le tipiche e ben note caratteristiche di durezza, resistenza meccanica, inerzia chimica e fisica (in termini, ad esempio, di sostanziale inalterabilità all'acqua, al fuoco, alla maggior parte delle sostanze chimiche che possono venire a contatto con esse, etc.). La natura ceramica delle piastrelle conferisce loro caratteristiche di resistenza meccanica ed inerzia chimica e fisica, grazie alle quali diversi tipi di piastrelle di ceramica si posizionano su livelli di eccellenza, per quanto concerne la prevedibile durabilità di pavimenti e pareti piastrellate anche in ambienti con condizioni di esercizio molto severe.

I metodi di formatura sono due: l'**estrusione** e la **pressatura.**
Per l'**estrusione** (utilizzata per prodotti quali cotto e clinker) l'impasto delle materie prime viene preparato nella forma di una pasta con un contenuto di umidità variabile, a seconda del tipo di prodotto, fra il 15 e il 20%. Questa pasta è forzata a passare attraverso un'apertura che riproduce la sezione trasversale della piastrella. Da questa apertura esce un nastro continuo, che viene poi opportunamente tagliato.
Per la **pressatura** (la tecnica più utilizzata in Italia, per prodotti quali il grès porcellanato e la monocottura) l'impasto viene preparato nella forma di una polvere ad umidità generalmente oscillante fra il 4 e il 7%. Questa polvere viene compressa da un punzone in uno stampo che riproduce la forma della piastrella da formare. La pressione di pressatura dipende dal tipo di prodotto, e può indicativamente variare da 20 a oltre 40 MPa.

Le piastrelle di ceramica possono essere **smaltate** o **non smaltate.**
Le piastrelle **smaltate** (GL) hanno la superficie ricoperta da uno strato di vetro colorato, che impartisce ad essa importanti caratteristiche estetiche (di colore, lucentezza, decorazione, sfumature, etc.) e tecniche (di durezza, impermeabilità, etc.). Tutte queste caratteristiche, sia tecniche che estetiche, dipendono dal tipo di smalto e possono variare in un campo molto ampio. Nelle piastrelle smaltate si riconosce dunque una discontinuità di composizione e caratteristiche nello spessore, e si distingue lo strato superficiale, dello spessore che va da pochi decimi di millimetro a 1-2 mm nel caso di prodotti particolari, dal supporto sottostante.
Le piastrelle **non smaltate** (UGL) sono invece uniformi in tutto lo spessore, senza nessuna diffe-

renza e discontinuità fra superficie e corpo. Anche se, ad una prima considerazione, questa circostanza appare limitare drasticamente la variabilità di aspetto della superficie di esercizio, pure un'intensa attività di ricerca ha permesso di sviluppare oggi tecniche, materiali e tecnologie di preparazione delle polveri che permettono di ottenere tessiture superficiali ed effetti decorativi prima del tutto sconosciuti per le piastrelle non smaltate.
La gamma degli effetti superficiali è ulteriormente estesa dalla possibilità di applicare tecniche di levigatura, lucidatura, etc.

Come si vedrà nel paragrafo successivo, la norma EN 14411 è la norma di base sulle piastrelle di ceramica e contiene le seguenti informazioni:

1. Classificazione delle piastrelle di ceramica;
2. Elenco delle caratteristiche che le piastrelle debbono possedere, in relazione all'impiego cui sono destinate (con riferimenti alla norma che riporta i rispettivi metodi di misura);
3. Requisiti di accettabilità che le piastrelle di prima scelta, appartenenti a ciascuno dei diversi gruppi, debbono rispettare per ciascuna caratteristica. Specifiche tecniche di riferimento;
4. Modalità e criteri per iscrizioni sugli imballaggi e per la specificazione;
5. Requisiti addizionali ai fini dell'apposizione del Marchio CE.

1.2 Classificazione secondo UNI EN 14411

La classificazione delle piastrelle di ceramica, riportata in tale norma identifica 9 gruppi, in funzione di due parametri: il metodo di formatura (A - Estrusione; B - Pressatura) e l'Assorbimento d'Acqua (Tab. I).
L'Assorbimento d'Acqua è una misura della quantità di acqua che, in particolari condizioni sperimentali di imbibizione, la piastrella può assorbire. Dal momento che tale assorbimento avviene attraverso i pori del materiale che sono in comunicazione con la superficie esterna, l'assorbimento d'acqua costituisce una misura della quantità di tali pori, cioè di quella che si definisce come "porosità

TAB. I
Classificazione delle piastrelle di ceramica secondo la norma UNI EN 14411.

Metodo di formatura	**Assorbimento d'Acqua, AA (%)**				
	AA ≤ 3%		3 < AA ≤ 6%	6 < AA ≤ 10%	AA > 10%
A Estrusione	AI		AIIa	AIIb	AIII
B Pressatura	BIa AA ≤ 0,5%	BIb 0,5% AA ≤ 3%	BIIa	BIIb	BIII

TAB. II
Classificazione delle piastrelle di ceramica secondo le denominazioni tecnico-commerciali.

Denominazione tecnico-commerciale	Superficie		Struttura supporto			Metodo format.		Gruppo EN ISO
	GL	UGL	Poroso	Greif.	AA (%)	Press.	Estr.	
Maiolica	❖		❖		15÷25	❖		BIII
Cottoforte	❖		❖		7÷15	❖		BIIb÷BIII
Terraglia-pasta bianca	❖		❖		10÷20	❖		BIII
Monocottura (rossa/chiara)	❖			❖	2÷7	❖		BIb÷BII
Monoporosa (rossa/chiara)	❖		❖		> 10	❖		BIII
Clinker	❖	❖		❖	0÷6		❖	AI÷AIIa
Cotto	(❖)	❖	❖		3÷15		❖	AII÷AIII
Grès porcellanato	❖	❖		❖	0÷0,5	❖		BIa

aperta" (la "porosità chiusa", al contrario, è formata dai pori non intercomunicanti, e quindi non accessibili dalla superficie esterna). L'assorbimento d'acqua fornisce quindi un'indicazione immediata della struttura del materiale: un elevato assorbimento d'acqua corrisponde ad una struttura porosa, mentre un basso assorbimento d'acqua ad una struttura compatta (greificata).

1.3 Classificazione tecnico-commerciale

Nella pratica commerciale la classificazione delle piastrelle secondo le norme - pur conosciuta ed utilizzata appunto per ogni problematica normativa - non viene solitamente impiegata. È di uso comune invece una classificazione basata su denominazioni tecnico-commerciali.
I principali tipi di piastrelle di ceramica identificati da queste denominazioni sono elencati in Tab. II, la quale riporta anche informazioni su stato della superficie (smaltata o non smaltata), struttura del supporto (poroso o compatto/greificato), e metodo di formatura (pressatura o estrusione). Nell'ultima colonna è riportato il Gruppo EN, e si vede subito come uno stesso tipo di piastrella (ad esempio, la monocottura) secondo questa classificazione possa includere più di un gruppo EN.
Nel seguito si riportano le **schede identificative di ciascun prodotto.**

Maiolica - Cottoforte

Superficie
SMALTATA

Metodo di formatura
PRESSATURA

Assorbimento d'acqua
10-25%

Gruppo di prodotto sec. la classificazione UNI EN 14411
BIII

Specifica tecnica (requisiti e riferimenti per la valutazione)
UNI EN 14411 Appendice L

Ciclo tecnologico
Bicottura, con processo a secco di preparazione dell'impasto

Colore del supporto
Giallo rosa

Struttura del supporto
Porosa

Destinazione prevalente
Maiolica: pareti interne
Cottoforte: pavimenti interni

Terraglia - Pasta bianca

Superficie
SMALTATA

Metodo di formatura
PRESSATURA

Assorbimento d'acqua
10-20%

Gruppo di prodotto sec. la classificazione UNI EN 14411
BIII

Specifica tecnica (requisiti e riferimenti per la valutazione)
UNI EN 14411 Appendice L

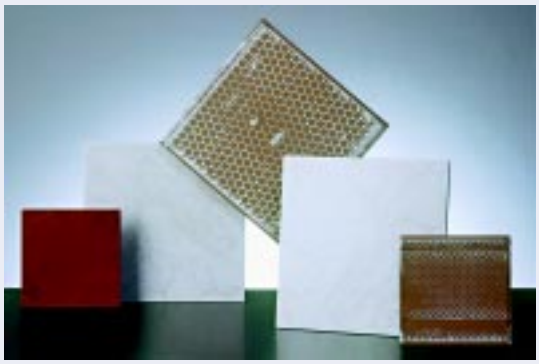
Ciclo tecnologico
Bicottura, con processo a umido di preparazione dell'impasto

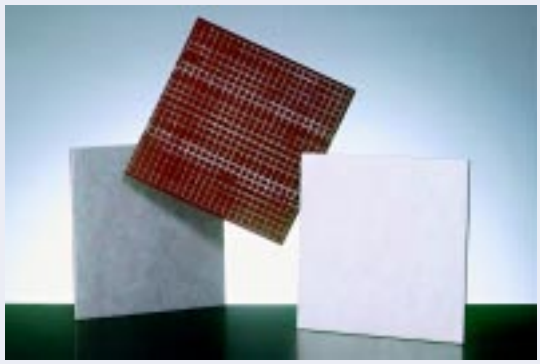
Colore del supporto
Bianco

Struttura del supporto
Porosa

Destinazione prevalente
Pareti interne

Monocottura





Superficie
SMALTATA

Metodo di formatura
PRESSATURA

Assorbimento d'acqua
2-7%

Gruppo di prodotto sec. la classificazione UNI EN 14411
BIb - BIIa - BIIb

Specifica tecnica (requisiti e riferimenti per la valutazione)
UNI EN 14411 Appendice H - J - K

Ciclo tecnologico
Monocottura, con processo a umido di preparazione dell'impasto

Colore del supporto
Chiaro o variamente colorato (rosso)

Struttura del supporto
Compatta

Destinazione prevalente
Pavimenti interni
(Gruppo BIb anche pavimenti esterni)

Monoporosa

Superficie
SMALTATA

Metodo di formatura
PRESSATURA

Assorbimento d'acqua
10-20%

Gruppo di prodotto sec. la classificazione UNI EN 14411
BIII

Specifica tecnica (requisiti e riferimenti per la valutazione)
UNI EN 14411 Appendice L

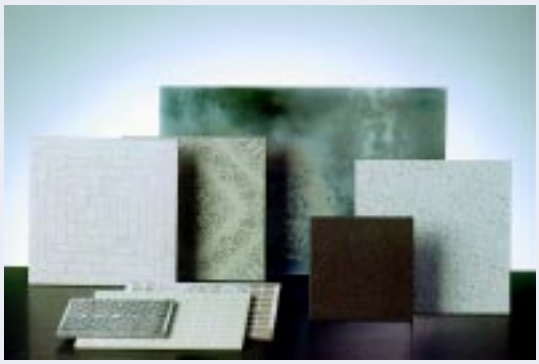
Ciclo tecnologico
Monocottura, con processo a umido di preparazione dell'impasto

Colore del supporto
Chiaro o variamente colorato (rosso)

Struttura del supporto
Porosa

Destinazione prevalente
Pareti interne

Grès porcellanato



Superficie
NON SMALTATA (tal quale o levigata) o SMALTATA

Metodo di formatura
PRESSATURA

Assorbimento d'acqua
< 0,5%

Gruppo di prodotto sec. la classificazione UNI EN 14411
BIa

Specifica tecnica (requisiti e riferimenti per la valutazione)
UNI EN 14411 Appendice G

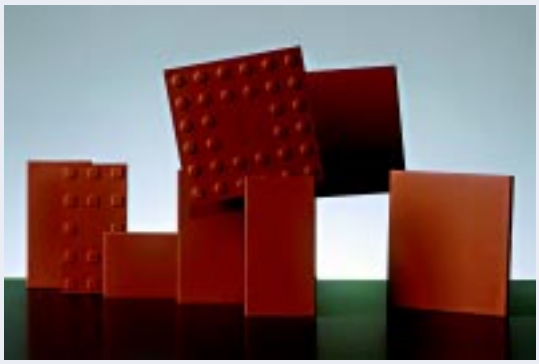
Ciclo tecnologico
Monocottura, con processo a umido di preparazione dell'impasto

Colore del supporto
Vario (prestabilito in relazione alla composizione dell'impasto)

Struttura del supporto
Compatta

Destinazione prevalente
Pavimenti e pareti interne
Pavimenti e pareti esterne

Grès rosso



Superficie
NON SMALTATA

Metodo di formatura
PRESSATURA

Assorbimento d'acqua
1-3%

Gruppo di prodotto sec. la classificazione UNI EN 14411
BIb

Specifica tecnica (requisiti e riferimenti per la valutazione)
UNI EN 14411 Appendice H

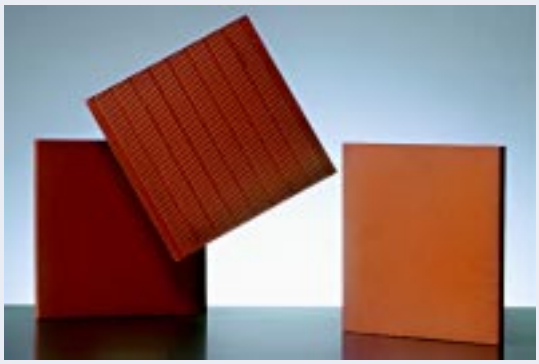
Ciclo tecnologico
Monocottura, con processo a secco o a umido di preparazione dell'impasto

Colore del supporto
Rosso bruno

Struttura del supporto
Compatta

Destinazione prevalente
Pavimenti interni ed esterni

Cotto



Superficie
NON SMALTATA

Metodo di formatura
ESTRUSIONE

Assorbimento d'acqua
3-15%

Gruppo di prodotto sec. la classificazione UNI EN 14411
AIIa - AIIb - AIII

Specifica tecnica (requisiti e riferimenti per la valutazione)
UNI EN 14411 Appendice C - E - F

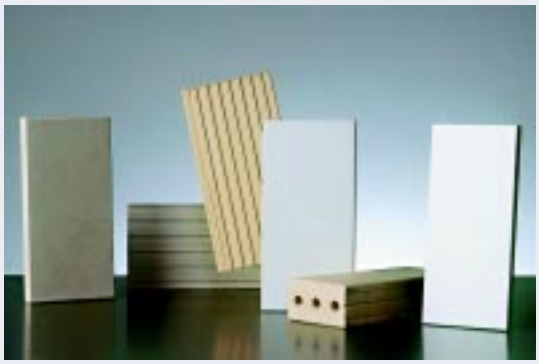
Ciclo tecnologico
Monocottura, con processo a secco di preparazione dell'impasto

Colore del supporto
Rosso

Struttura del supporto
Porosa

Destinazione prevalente
Pavimenti interni ed esterni

Clinker



Superficie
NON SMALTATA
o SMALTATA

Metodo di formatura
ESTRUSIONE

Assorbimento d'acqua
2-8%

Gruppo di prodotto sec. la classificazione UNI EN 14411
AI - AIIa - AIIb

Specifica tecnica (requisiti e riferimenti per la valutazione)
UNI EN 14411 Appendice A - B - D

Ciclo tecnologico
Monocottura, con processo a umido di preparazione dell'impasto

Colore del supporto
Vario

Struttura del supporto
Compatta

Destinazione prevalente
Pavimenti e pareti interne
Pavimenti e pareti esterne

TAB. III
Classificazione delle caratteristiche tecniche delle piastrelle di ceramica contemplate nelle norme vigenti.

Caratteristiche		Metodo di prova Norma EN ISO	Pavimento		Rivestimento	
			Int.	Est.	Int.	Est.
Caratteristiche STRUTTURALI	Assorbimento d'acqua Porosità Densità apparente	10545.3	❖	❖	❖	❖
Caratteristiche di REGOLARITÀ	Dimensioni e aspetto	10545.2	❖	❖	❖	❖
	Differenze di colore	10545.16	❖	❖	❖	❖
Caratteristiche MECCANICHE MASSIVE	Modulo di rottura a flessione Sforzo di rottura a flessione	10545.4	❖	❖	❖	❖
	Resistenza all'impatto	10545.5	❖	❖		
Caratteristiche MECCANICHE SUÌERFICIALI	Resistenza all'abrasione (UGL)	10545.6	❖	❖		
	Resistenza all'abrasione (GL)	10545.7	❖	❖		
Caratteristiche TERMO-IGROMETRICHE	Resistenza al gelo	10545.12		❖		❖
	Resistenza agli shock termici	10545.9	❖	❖	❖	❖
	Dilatazione termica	10545.8	❖	❖	❖	❖
	Dilatazione all'umidità	10545.10	❖	❖	❖	❖
	Resistenza al cavillo (GL)	10545.11	❖	❖	❖	❖
Caratteristiche CHIMICHE	Resistenza all'attacco chimico	10545.13	❖	❖	❖	❖
	Resistenza alle macchie	10545.14	❖	❖	❖	❖
Caratteristiche di SICUREZZA	Cessione di Pb e Cd (GL)	10545.15	❖		❖	
	Resistenza allo scivolamento (coeff. di attrito)		❖	❖		

TAB. IV
Riferimenti normativi per la specifica tecnica dei diversi tipi di piastrelle.

Gruppi A Piastrelle formate per estrusione		Gruppi B Piastrelle formate per pressatura	
L'allegato normativo	riporta la specifica tecnica del gruppo	L'allegato normativo	riporta la specifica tecnica del gruppo
A	AI	G	BIa
B	AIIa - Parte 1	H	BIb
C	AIIa - Parte 2	J	BIIa
D	AIIb - Parte 1	K	BIIb
E	AIIb - Parte 2	L	BIII
F	AIII		

1.4 Caratteristiche normalizzate, metodi di misura e requisiti

Le caratteristiche che le piastrelle debbono possedere, in relazione all'uso cui sono destinate (che include il rivestimento di pavimenti e pareti anche di ambienti pubblici), sono elencate sempre in EN 14411, e riportate in Tab. III, classificate per tipo.
I metodi di misura di tutte le caratteristiche sopra elencate sono riportati nella norma EN ISO 10545. Essa è articolata in 16 parti, ciascuna relativa a un metodo di prova, come indicato in Tab. III (a parte EN ISO 10545.1, che stabilisce i criteri e le procedure che debbono essere seguiti nel campionamento e nel controllo di un lotto di piastrelle). Per la resistenza allo scivolamento esistono quattro diversi metodi, per ora non inclusi in EN ISO 10545, sui quali torneremo più oltre.
I metodi di misura delle caratteristiche più importanti sono descritti nel Cap. 3.

I requisiti di accettabilità per ciascuna delle caratteristiche sono riportati nella specifica tecnica di riferimento di ciascuno dei 9 Gruppi. Queste specifiche tecniche sono accluse come "allegati normativi" alla norma EN 14411 (Tab. IV), e forniscono un importante supporto per la valutazione delle caratteristiche delle piastrelle, e dunque per posizionare i diversi prodotti in una idonea graduatoria valutativa.

Per i gruppi AIIa e AIIb sono pubblicate due diverse specifiche tecniche. I requisiti contenuti nella Parte 1 sono più severi di quelli riportati nella Parte 2. Con riferimento alla classificazione secondo le denominazioni tecnico-commerciali, oggetto del prossimo capitolo, la specifica tecnica "Parte 1" si applica al clinker, mentre la "Parte 2" si applica al cotto.
Un compendio dei requisiti per i diversi gruppi è riportato nel Cap. 4 di questo volume.

Chiesa di San Donato a Castelli, Teramo (1635).

CAPITOLO 2

LA NORMATIVA INTERNAZIONALE SULLE PIASTRELLE DI CERAMICA

INTERNATIONAL STANDARDS

È fatto ormai ampiamente noto che, per le piastrelle ceramiche, sono state messe a punto in sede internazionale ISO (International Standard Organisation) normative relative a definizioni, criteri di classificazione, requisiti, metodi di prova e criteri di campionamento allo scopo di rendere disponibile un linguaggio comune, affidabile e condiviso per la loro commercializzazione. In questo modo la "carta d'identità" di una piastrella prodotta, ad esempio (!), a Sassuolo può essere letta e soprattutto compresa in gran parte del mondo.
È forse meno noto che una norma ISO in sè non è un "documento operativo"; in altre parole, una norma pubblicata da ISO non assume automaticamente lo status di norma nazionale, neppure in quelle nazioni i cui organismi di normazione hanno partecipato ai lavori di messa punto di tale norma.
Affinché una norma ISO assuma lo status di norma nazionale, l'organismo nazionale di normazione (ad esempio UNI in Italia, DIN in Germania, Afnor in Francia, BS in Inghilterra, SS a Singapore, etc.) la deve "recepire", cioè pubblicarla ufficialmente nella lingua nazionale e con la codifica appropriata: da quella data, la norma sarà vigente in quella nazione.
Un'ulteriore opportuna puntualizzazione: vigente non significa cogente; le norme tecniche sono infatti documenti di tipo volontario. Il rispetto dei requisiti normativi assume, in generale, carattere cogente solo quando oggetto di garanzia da parte chi produce e/o commercializza il prodotto (ad esempio attraverso cataloghi, schede tecniche, capitolati, etc.) o quando tali requisiti sono ripresi da riferimenti legislativi.

2.1 La situazione normativa internazionale

In sede internazionale ISO sono state messe a punto due norme per le piastrelle di ceramica:

- **ISO 10545:** è relativa ai metodi di prova previsti per la misura delle caratteristiche qualificanti le piastrelle ceramiche in funzione del loro utilizzo. Questa norma si compone di 17 parti, una per metodo di prova. In realtà, la parte 17 relativa alla resistenza allo scivolamento, è "vuota", in quanto non prevede metodi di prova, su cui non si è trovato accordo.
- **ISO 13006:** è relativa a definizioni, criteri di classificazione e requisiti. Una delle novità sostanziali presenti in questa norma è rappresentata dalla introduzione, nella classificazione delle piastrelle, del gruppo Bla nel quale confluiscono le piastrelle di ceramica ottenute mediante formatura per pressatura ed aventi assorbimento d'acqua, misurato secondo ISO 10545 parte 3, non superiore a 0,5%; a questo gruppo sono riconducibili gran parte delle piastrelle, smaltate e non smaltate, denominate commercialmente "grès porcellanato". Per quanto riguarda il requisito relativo alla resistenza allo scivolamento, di cui sopra, è prescritto solamente di specificare il metodo di prova impiegato.

2.2 La situazione normativa in Europa

In sede **europea CEN,** il recepimento delle norme ISO di cui sopra è completo; precisamente:

- i metodi di prova sono stati integralmente recepiti e, quindi, pubblicati come norma EN ISO 10545, suddivisa nelle sue 16 parti effettive.

• La norma ISO 13006 è confluita come parte "normativa" nella più ampia norma EN 14411 (2003). La norma EN 14411 contiene una parte normativa, cioè volontaria, rappresentata integralmente dalla ISO 13006 ed una parte "informativa" degli aspetti cogenti, cioè obbligatori, contenuta negli annessi informativi ZA e ZB che "informano" circa le modalità operative relative alla applicazione della marcatura CE per le piastrelle ceramiche. La marcatura CE per le piastrelle ceramiche, sarà obbligatoria in tutto il territorio della UE in quanto discende dalla direttiva europea 89/106 per la **marcatura CE** dei prodotti da costruzione.

2.3 La situazione normativa in Italia

In **Italia** l'organismo nazionale di normazione **UNI** ha completato il recepimento delle norme ISO, infatti:

• i metodi di prova sono stati integralmente recepiti e pubblicati in italiano come norma UNI EN ISO 10545 nelle sue 16 parti effettive, di cui già detto, fin dal 2000 sostituendo le precedenti e corrispondenti norme UNI EN.

• La norma EN 14411, quindi anche la ISO 13006 in essa contenuta è stata pubblicata ufficialmente in Italiano come UNI EN 14411 nell'agosto 2004. Ciò risolve i problemi legati alla coesistenza, dal 2000, di "vecchi" requisiti normativi (UNI EN 87 e norme collegate, ad esempio UNI EN 176, 177, etc.) con metodi di prova "nuovi" non sempre compatibili o raccordabili con quei requisiti.

2.4 La situazione normativa negli USA

Se l'esportazione di piastrelle ceramiche italiane in varie nazioni del mondo è una realtà ormai consolidata da decenni, con cifre che possono definirsi imponenti, è solo negli anni più recenti che il mercato degli Stati Uniti si è aperta all'importazione di piastrelle ceramiche italiane in termini quantitativamente interessanti e, soprattutto, in costante crescita.

Gli Stati Uniti hanno partecipato molto attivamente ai lavori per la preparazione delle norme ISO per le piastrelle di ceramica: si ricorda che il comitato tecnico ISO TC 189, istituito nel 1985, aveva come segreteria l'ANSI (uno dei due organismi di normazione statunitensi) e segreteria operativa il Dipartimento di Ceramica della Rutgers Univerity (New Brunswick, NJ, USA).

Non altrettanto attivo si sta dimostrando il processo di recepimento delle norme ISO in questi ultimi anni e chi deve esportare piastrelle verso quel mercato deve tenere conto di norme per molti aspetti sostanzialmente diverse. I motivi di questo rallentamento sono diversi anche se il principale pare essere la differenza di unità di misura. Per inciso, la differenza delle unità di misura delle varie grandezze (lunghezza, peso, forza, etc.) deve essere comunque tenuta in considerazione nelle contrattazioni verso gli Stati Uniti. Vediamo, nel seguito, una panoramica del quadro normativo relativo alle piastrelle ceramiche, premettendo che negli Stati Uniti abbiamo due organismi di normazione:

• **ANSI (American National Standard Institute):** predispone le definizioni, i criteri di classifi-

cazione e marcatura ed i requisiti. Per le piastrelle di ceramica la norma di riferimento vigente è la ANSI A 137.1 (1988).

- **ASTM (American Society for Testing and Materials):** predispone ed aggiorna i metodi di prova.

La **classificazione** prevista dalla ANSI A 137.1 si articola su tre parametri:

- assorbimento d'acqua misurato secondo ASTM C 373
  - IMPERVIOUS TILE: assorbimento d'acqua minore o uguale a 0,5%
  - VITREOUS TILE: assorbimento d'acqua superiore a 0,5% ed inferiore o uguale a 3%
  - SEMI VITREOUS TILE: assorbimento d'acqua superiore a 3% ed inferiore o uguale a 7%
  - NON VITREOUS TILE: assorbimento d'acqua superiore a 7%.

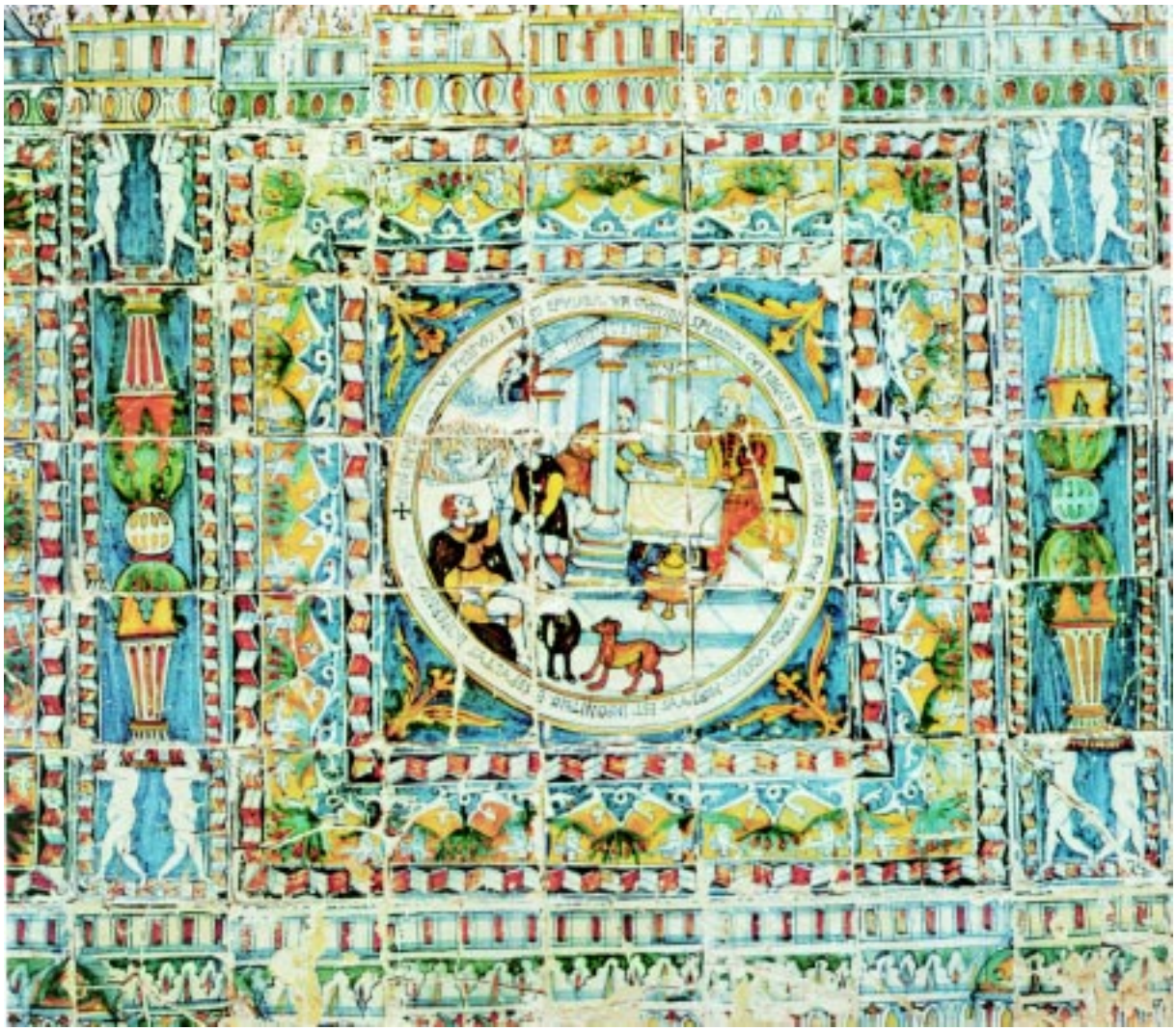
Si ricorda che il metodo ASTM C 373 è diverso dal metodo ISO 10545.3, pertanto valori di assorbimento misurati con quest'ultimo metodo potrebbero indurre errori nella classificazione secondo ANSI.

- Stato della superficie: piastrelle smaltate (GL) e non smaltate (UGL)

- Tipologia

Denominazione	Impervious	Vitreous	Semi-Vitreous	Non-Vitreous
Mosaic tile - UGL Mosaic tile - GL	❖ ❖	❖ ❖		
Quarry tile - UGL Quarry tile - GL	❖ ❖	❖ ❖	❖ (5% max) ❖ (5% max)	
Paver tile - UGL Paver tile - GL	❖ ❖	❖ ❖	❖ (5% max)	
Wall tile - GL	❖	❖	❖	❖ (20% max)

È importante ricordare che quando alle tipologie si associa il termine **"PORCELAIN"** (ad esempio porcelain paver tile), le piastrelle **devono** essere IMPERVIOUS, cioè avere assorbimento d'acqua non superiore a 0,5 %, misurato secondo ASTM C 373.

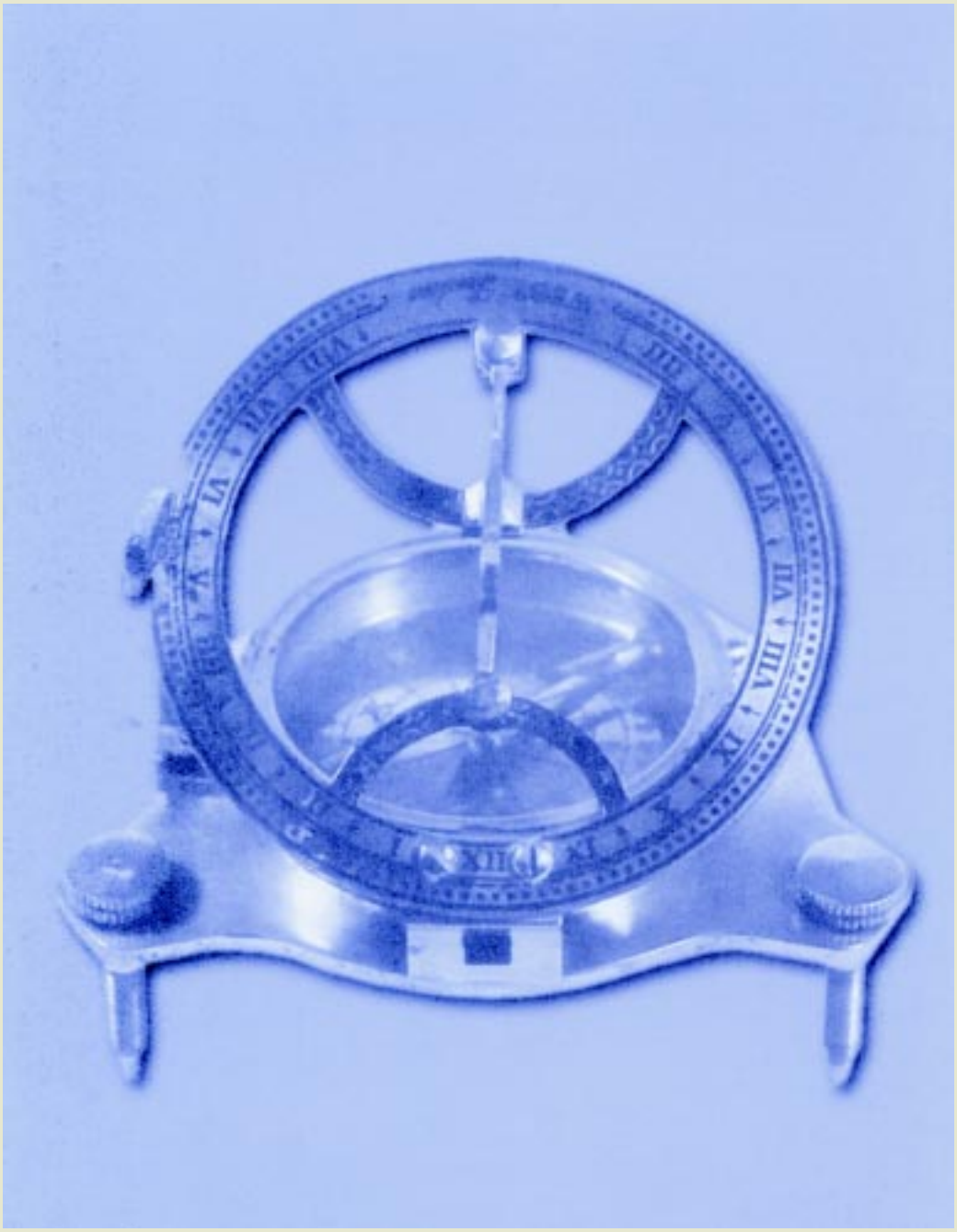


Cappella di San Giorgio dei Genovesi, Sciacca. Opera di Giuseppe Mazarato (XVI-XVII secolo).

CAPITOLO 3

I METODI NORMALIZZATI DI PROVA DELLE PIASTRELLE DI CERAMICA

DIMENSIONS



DIMENSIONI

Cosa è

Le caratteristiche dimensionali delle piastrelle ceramiche sono un insieme di parametri che ne identificano la geometria. Le piastrelle, da un punto di vista geometrico, sono riconducibili a lastre piane; nella maggior parte dei casi sono di forma quadrata o rettangolare. I parametri qualificanti la loro geometria sono il perimetro, lo spessore e la planarità della superficie di esercizio.

Perché e quando si misura

La possibilità di realizzare rivestimenti di pavimenti e pareti con piastrelle dipende primariamente dalla compatibilità geometrica delle piastrelle tra di loro. Le piastrelle non solo devono avere forme che ne permettano l'assemblaggio, ma anche caratteristiche di regolarità geometrica: solo così è possibile ottenere una superficie piastrellata fruibile in senso sia estetico che funzionale. Per questi motivi le caratteristiche dimensionali devono essere misurate su tutte le piastrelle e devono essere note a chi le installa: infatti le misure dimensionali vengono eseguite a fine ciclo produttivo, prima del confezionamento, con dispositivi di misura (calibratrici, planar, etc) opportunamente regolati rispetto alle tolleranze previste dalle norme di riferimento. Controlli periodici vengono eseguiti anche con strumentazione di laboratorio secondo il metodo nel seguito descritto.

Come si misura

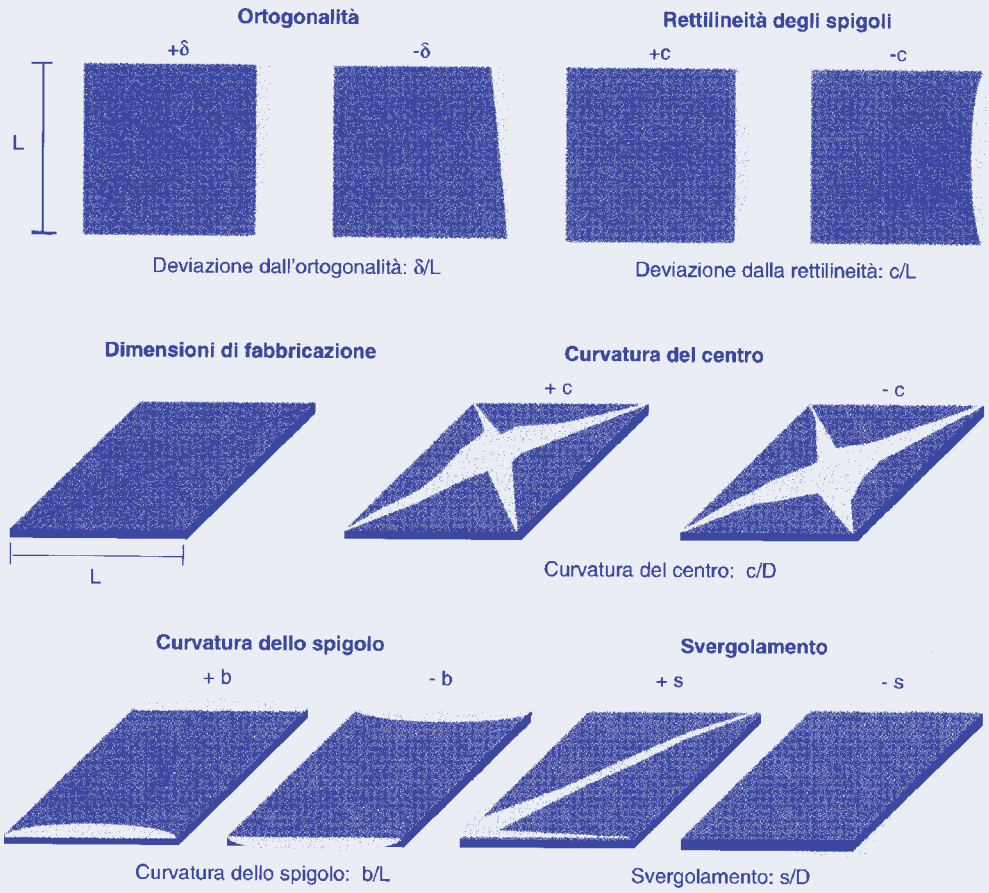
Il metodo di misura messo a punto in sede internazionale è descritto nella norma UNI EN ISO 10545.2 e prevede di valutare le caratteristiche dimensionali delle piastrelle in termini di deviazioni rispetto alle corrispondenti dimensioni di piastre di riferimento di precisione prefissata. Per una adeguata comprensione ed utilizzazione delle misure di regolarità dimensionale occorre avere ben chiare le seguenti definizioni:

- **Dimensione nominale:** dimensione che viene impiegata per designare il prodotto (ad esempio, 20x20 cm);

- **Dimensione di fabbricazione (o "calibro"):** dimensione prefissata per la produzione, alla quale la dimensione reale della piastrella deve avvicinarsi entro i limiti di tolleranza ammessi dalle norme (vedi Cap. 4). Secondo le norme EN ISO, la dimensione di fabbricazione (lati e spessore) deve essere scelta in un intorno della dimensione nominale (intorno variabile in funzione del gruppo di appartenenza) e deve essere indicata sugli imballaggi delle piastrelle dopo la dimensione nominale, e preceduta dalla lettera W, secondo l'esempio seguente: **20x20 cm (W 198x198x10 mm)**

- **Dimensione reale:** dimensione ottenuta misurando una piastrella secondo i metodi della norma UNI EN ISO 10545.2.

FIG. 1
Schema delle caratteristiche dimensionali.



La norma UNI EN ISO 10545.2 prevede di eseguire (Fig. 1):

- **Misure relative ai lati:**
  - dimensioni dei lati e spessore;
  - rettilineità degli spigoli: viene controllata verificando che i lati non presentino curvature verso l'esterno o verso l'interno, nel piano della piastrella;
  - ortogonalità: viene controllata verificando che i lati della piastrella siano perpendicolari fra loro.

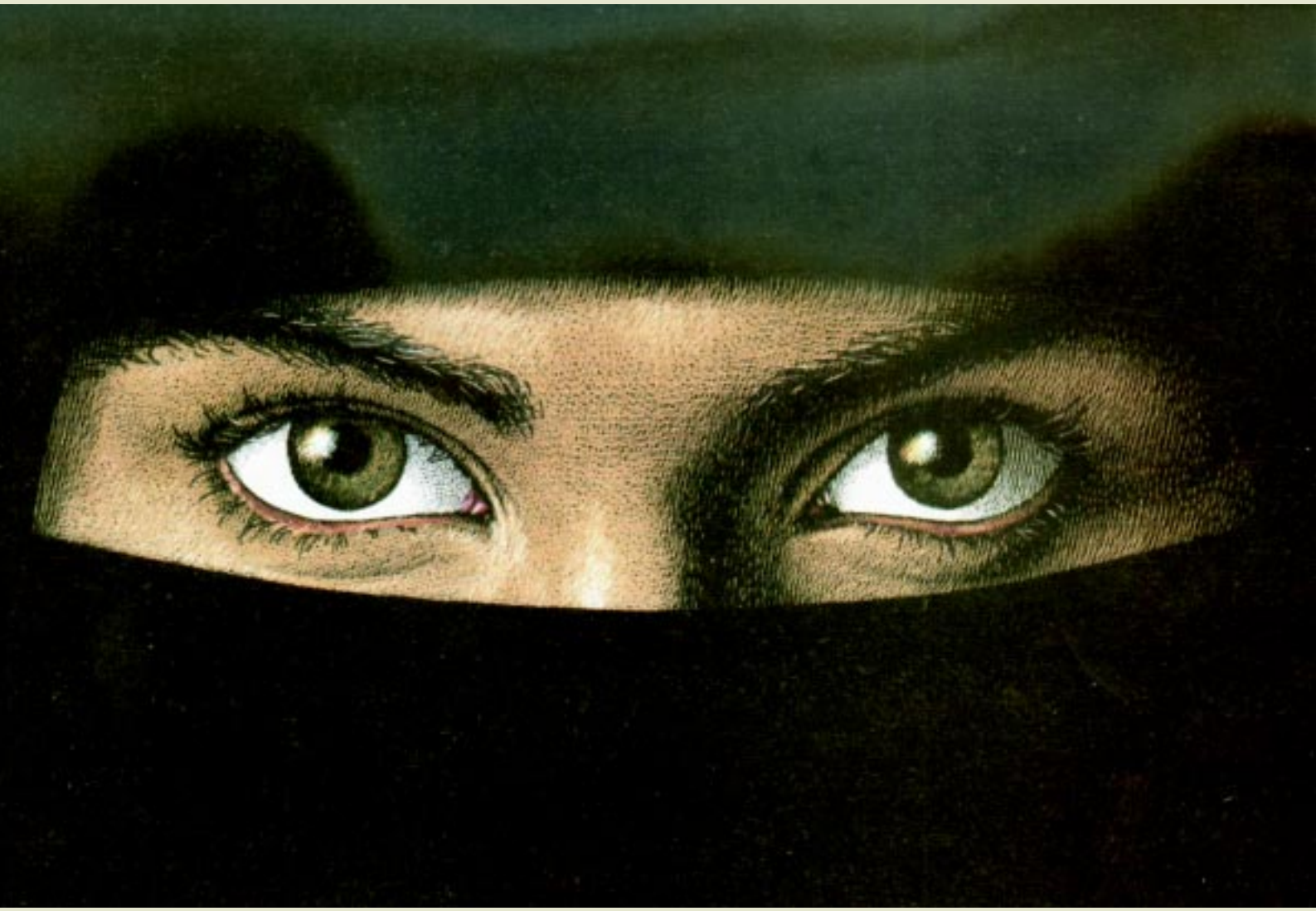
- **Misure relative alla planarità:**
  - curvatura del centro (distanza del centro della piastrella dal piano individuato da 3 dei 4 angoli);
  - curvatura dello spigolo (distanza del centro dello spigolo dal piano in cui giacciono 3 dei 4 angoli);

- svergolatura (distanza del quarto angolo di una piastrella dal piano in cui giacciono gli altri tre).

Come si valuta

I risultati delle misure eseguite devono essere confrontati con le tolleranze riportate nelle appendici da A a L della norma UNI EN 14411 (ISO 13006), in funzione del gruppo al quale le piastrelle misurate appartengono. La conformità a tali riferimenti assicura la regolarità geometrica delle piastrelle.

SURFACE QUALITY



LA QUALITÀ DELLA SUPERFICIE

Cosa è

La qualità della superficie delle piastrelle è definibile come l'assenza di difetti tali da renderne inaccettabile l'aspetto, in funzione dell'utilizzo previsto.
Infatti, la percezione visiva su singole piastrelle, anche poche, di effetti incompatibili con il messaggio estetico complessivo atteso dal loro assemblaggio, può pregiudicare la fruizione estetica di una superficie piastrellata altrimenti accettabile per le altre caratteristiche prestazionali.

Perché e quando si misura

La qualità dell'aspetto si misura per individuare ed identificare piastrelle aventi difetti di aspetto quali:

- fratture
- cavilli
- ritiri di smalto
- disuniformità
- crateri
- devetrificazione dello smalto
- punti e macchie
- difetti sotto smalto
- difetti di decorazione
- scagliature
- rigonfiamenti
- irregolarità sui bordi
- accumuli di smalto sui bordi

Come già osservato per le caratteristiche dimensionali e per analoghi motivi, anche la caratteristiche di aspetto devono essere determinate su tutte le piastrelle. Prima del confezionamento tutte le piastrelle sono valutate, sulle linee di scelta, o visivamente da operatori, oppure da dispositivi muniti di sofisticate telecamere. Controlli periodici vengono eseguiti anche con strumentazione di laboratorio secondo il metodo nel seguito descritto.

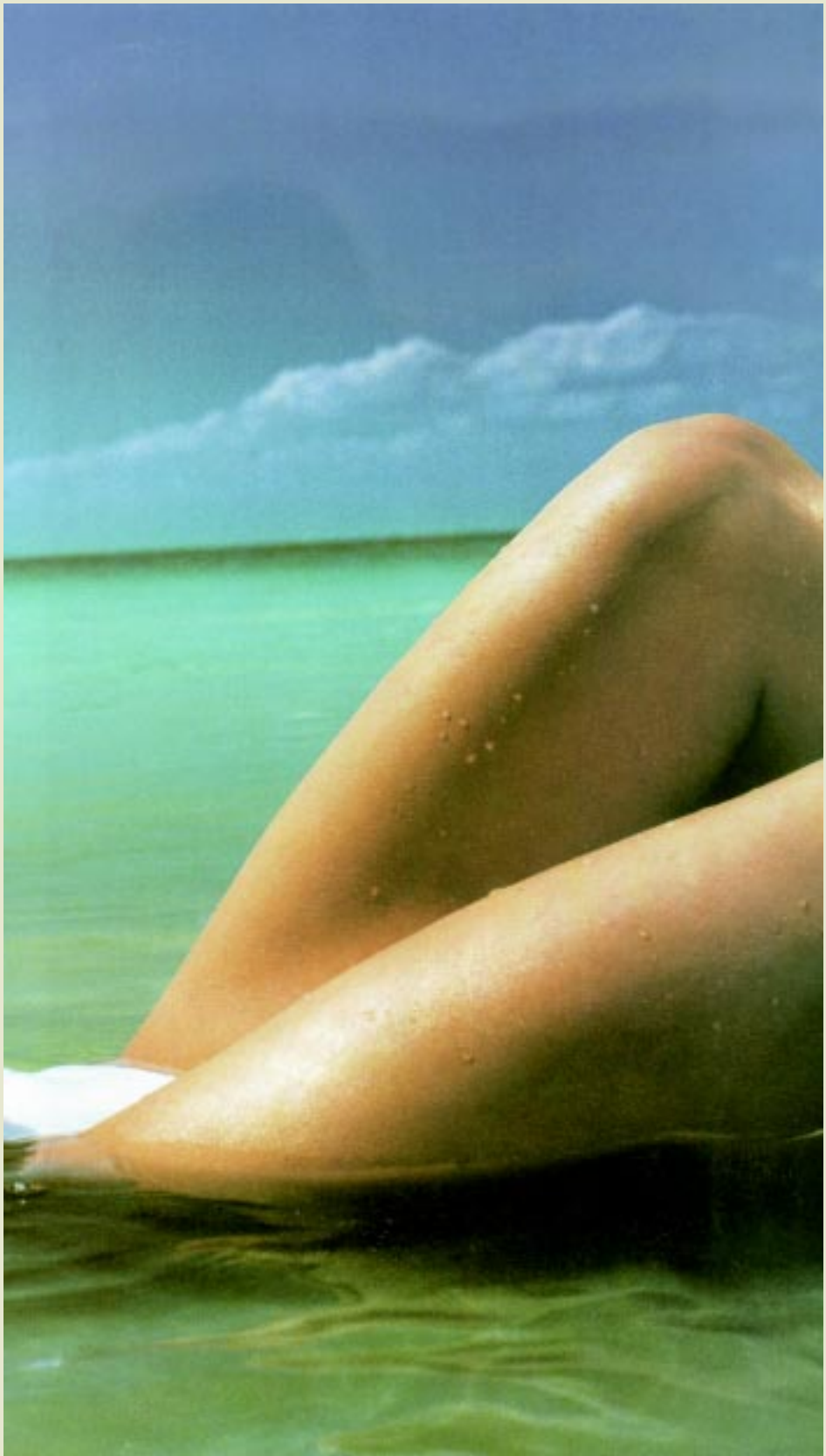
Come si misura

Il metodo di misura messo a punto in sede internazionale è descritto nella norma UNI EN ISO 10545.2 § 7.
Per la valutazione occorre una superficie di almeno 1 m^2 e un minimo di 30 piastrelle.
Le piastrelle devono essere opportunamente poste sotto una sorgente luminosa, con un illuminamento di 300 lux sulla loro superficie, e osservate a occhio nudo dalla distanza di 1 metro. La qualità della superficie si esprime come percentuale di piastrelle senza difetti. Effetti intenzionali nella superficie non devono essere considerati difetti, mentre fratture, scagliature di bordi e di angoli non possono essere considerati difetti intenzionali.

Come si valuta

I risultati delle misure eseguite devono essere confrontati con i requisiti riportati nelle appendici da A a L della norma UNI EN 14411 (ISO 13006), in funzione del gruppo al quale le piastrelle misurate appartengono; per tutti i gruppi è comunque stabilito che almeno il 95% delle piastrelle deve essere esente da difetti visibili che danneggiano l'aspetto della superficie.

WATER ABSORPTION



ASSORBIMENTO D'ACQUA

Cosa è

L'assorbimento d'acqua è la misura convenzionale della porosità di una piastrella di ceramica: ogni piastrella deriva da un delicato equilibrio tra materie prime naturali (ad es. argille) ed un processo produttivo antico ed articolato del quale la cottura è il perno.
Ebbene la porosità è il DNA della piastrella in quanto è la risultante dell'elaborazione produttiva delle materie prime e ne determina l'insieme delle prestazioni offerte durante la sua vita in esercizio.

Perché e quando si misura

La porosità, in termini di assorbimento d'acqua, si misura sia per valutare il raggiungimento del risultato voluto dal connubio materie prime - ciclo produttivo, sia per classificare le piastrelle finite rispetto a criteri stabiliti per le destinazioni d'uso. La misura si esegue, quindi, al termine del ciclo produttivo, prima dell'immissione sul mercato. Secondo le norme vigenti, l'assorbimento d'acqua è uno dei parametri (l'altro è il metodo di formatura) che classificano le piastrelle (Tab. I); tale classificazione deve comparire sugli imballaggi delle piastrelle stesse.

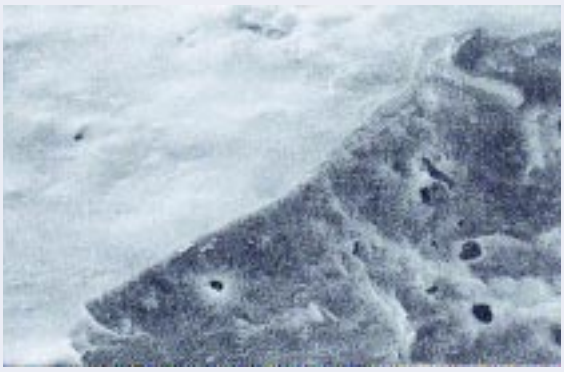
Come si misura

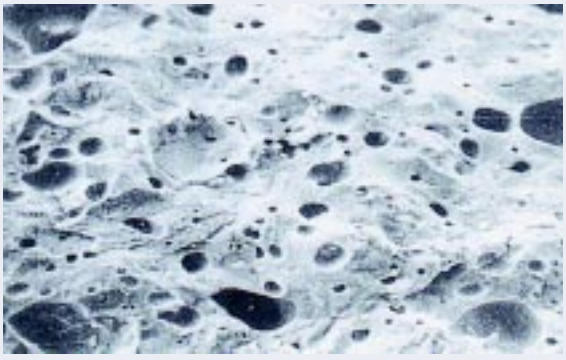
Il metodo di misura messo a punto in sede internazionale è descritto nella norma UNI EN ISO 10545.3 e prevede di esprimere la porosità in termini di percentuale di acqua assorbita dalla piastrella in condizioni prefissate. In pratica le piastrelle vengono essiccate, pesate, mantenute in acqua in ebollizione per due ore ed infine ripesate: la differenza tra i due pesi è la massa di acqua entrata nella porosità aperta. Tale differenza di peso viene rapportata percentualmente al peso della piastrella essiccata prima dell'ebollizione ed il valore ottenuto si indica con il simbolo E_b.

TAB. I
Classificazione delle piastrelle ceramiche secondo l'assorbimento d'acqua E_b.

Classificazione secondo assorbimento d'acqua E_b	Descrizione
Gruppo I (piastrelle con basso assorbimento d'acqua)	Piastrelle estruse con $E_b < 3\%$
Gruppo Ia (piastrelle con basso assorbimento d'acqua)	Piastrelle pressate con $E_b < 0{,}5\%$
Gruppo Ib (piastrelle con basso assorbimento d'acqua)	Piastrelle pressate con $0{,}5\% < E_b \leq 3\%$
Gruppo IIa (piastrelle con medio assorbimento d'acqua)	Piastrelle estruse e pressate con $3\% < E_b \leq 6\%$
Gruppo IIb (piastrelle con medio assorbimento d'acqua)	Piastrelle estruse e pressate con $6\% < E_b \leq 10\%$
Gruppo III (piastrelle con alto assorbimento d'acqua)	Piastrelle estruse e pressate con $E_b > 10\%$

Tre esempi della porosità della ceramica al microscopio.





Quando in un catalogo o in una scheda tecnica si legge ad es.: "assorbimento d'acqua = 12%" significa che i pori aperti di ogni kg della piastrella hanno un volume potenzialmente in grado di assorbire 120 grammi di acqua. Una piastrella di questo tipo ha un volume "vuoto" piuttosto elevato che le conferisce leggerezza e, quindi, attitudine alla posa anche in rivestimenti verticali (pareti); ovviamente l'elevata porosità ne sconsiglia l'esposizione a basse temperature (uguali o inferiori a 0 °C) in presenza di acqua: in queste condizioni, infatti, l'acqua assorbita dai pori solidifica, cioè gela, aumentando di volume e ciò può portare al deterioramento delle piastrelle stesse.
Quando, invece, una piastrella ha un assorbimento d'acqua basso o molto basso, fino a percentuali dell'ordine dei decimi o dei centesimi (0,1% o 0,01%, etc.) le prestazioni prevedibili in termini di resistenza al gelo ne permettono la collocazione in pavimentazioni o rivestimenti anche in condizioni climatiche severe. Analogo ragionamento e per le stesse motivazioni può essere fatto rispetto alle prestazioni meccaniche.
Il metodo UNI EN ISO 10545.3 prevede anche la determinazione di altri parametri correlati e deducibili dalla misura dell'assorbimento d'acqua: assorbimento d'acqua sotto vuoto, porosità apparente, densità relativa apparente e densità apparente. L'insieme di questi parametri fornisce un quadro complessivo della microstruttura della massa ceramica della piastrella.

Come si valuta

La misura dell'assorbimento d'acqua, come si diceva, fornisce un parametro per la classificazione delle piastrelle secondo lo schema riportato: quindi il valore dell'assorbimento d'acqua non è da considerare indicativo della buona o cattiva qualità di una piastrella, ma ne identifica (insieme al metodo di formatura) la classe di appartenenza e quindi le corrispondenti prestazioni ed il loro livello.

MODULUS OF RUPTURE AND BREAKING STRENGTH

RESISTENZA A FLESSIONE E FORZA DI ROTTURA

Cosa è

La **resistenza a flessione** è l'indicatore per eccellenza della resistenza meccanica delle piastrelle ceramiche; è associato alla forza con cui una piastrella risponde quando è sottoposta a sollecitazioni che tendono a "spezzarla". Le piastrelle in esercizio sono sottoposte a flessione quando non sono vincolate al sottofondo in modo continuo, ad esempio perché lo strato legante non è uniformemente distribuito o perché il sottofondo è debole o incoerente. In questi casi la piastrella è costretta a svolgere una funzione portante che non le compete, arrivando anche a spezzarsi. Sollecitazioni di flessione, sia pure di entità non elevata, possono aversi anche durante le operazioni di movimentazione in fase di confezionamento e, successivamente, di posa.

La resistenza a flessione è quantificata attraverso due grandezze:

- **la forza (F)** che "spezza" a metà la piastrella e che dipende sia dalla natura del materiale costituente la massa della piastrella stessa che dalla geometria complessiva, cioè forma e dimensioni;
- il **modulo di rottura a flessione (R o σ = sigma)** che dipende esclusivamente dalla natura della massa ceramica ed, in particolare, dalla sua microstruttura.

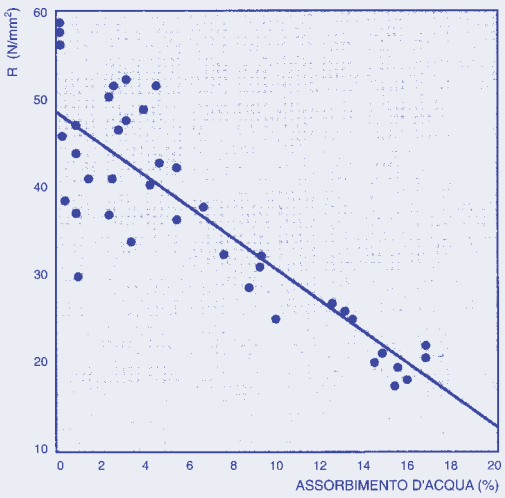
Perché e quando si misura

La misura della resistenza a flessione ha due fondamentali scopi:

- valutare la prestazione delle piastrelle prodotte rispetto ai requisiti. previsti dalle norme di riferimento per lo specifico gruppo di appartenenza, quindi per la destinazione d'uso;
- valutare la "riuscita" del processo produttivo in alternativa alla misura dell'assorbimento d'acqua.

Infatti il modulo di rottura a flessione è strettamente correlato alla porosità e quindi all'assorbimento: minore è la porosità, maggiore è la compattezza della massa della piastrella e maggiore è il modulo che, ovviamente, poi diminuisce all'aumentare della porosità. Questo è intuitivo, oltre che documentato sperimentalmente (Fig. 1), perché diminuendo la porosità aumenta la sezione piena della piastrella che si oppone alle sollecitazioni di flessione. La misura della resistenza a flessione comporta tempi significativamente inferiori a quelli necessari alla determinazione dell'assorbimento d'acqua (pochi minuti contro alcune ore) e pertanto è preferita per il controllo di processo.

FIG. 1
Andamento del modulo di rottura R in funzione dell'assorbimento d'acqua, per un campione di piastrelle dei Gruppi B (piastrelle formate per pressatura).



La misura, per quanto osservato, viene eseguita normalmente a fine ciclo produttivo prima della scelta e confezionamento del prodotto.
La misura della resistenza a flessione si rende necessaria anche quando sulla piastrellatura si manifestano rotture o lesioni, al fine di verificare la qualità delle piastrelle impiegate e la correttezza della scelta fatta rispetto alle sollecitazioni esistenti.

Come si misura

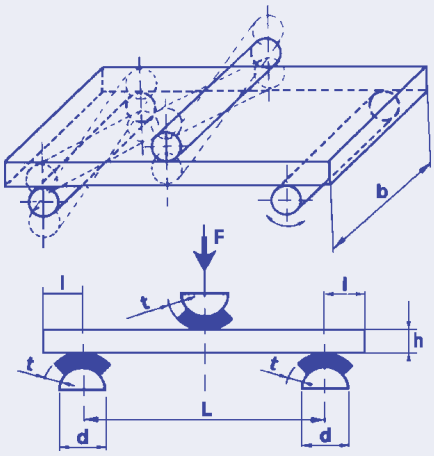
Il metodo di misura messo a punto in sede internazionale è riportato nella norma UNI EN ISO 10545.4 e si applica a tutti i tipi di piastrelle ceramiche. Ciascuna piastrella costituente il lotto di prova (da 7 a 10 in funzione delle dimensioni) viene appoggiata su due rulli mentre una forza crescente viene applicata, attraverso un terzo rullo, lungo l'intera mezzeria della superficie di esercizio fino alla rottura della piastrella (Fig. 2). Il valore della forza di rottura **F** viene espresso in N (Newton - si ricorda che 1 kgf equivale a circa 9,81 N). Dato che il valore di questa forza dipende, tra l'altro, dalla forma delle piastrelle, ad esempio se quadrate o rettangolari, per potere confrontare questa prestazione tra piastrelle di forma diversa, e quindi con diverso rapporto tra le dimensioni dei lati, la norma prevede di considerare non direttamente la forza F, bensì il cosiddetto **sforzo di rottura S** così calcolato:

$$S = FL/b$$

dove L e b sono rispettivamente la distanza tra i rulli su cui appoggia la piastrella e la larghezza della piastrella, ovviamente uguale alla mezzeria della superficie di esercizio su cui appoggia il rullo che trasmette la forza F. Entrambe queste dimensioni sono misurate ed espresse in mm.
Il modulo di rottura a flessione R viene calcolato con la formula:

$$R = 3\ FL/2bh^2$$

FIG. 2
Schema di carico per la misura della resistenza a flessione.



Dove h è lo spessore minimo (in mm) della sezione di rottura della piastrella e quindi deve essere misurato dopo la prova. Facendo le opportune semplificazioni R è espresso in N/mm^2.
Queste unità di misura possono fare pensare ad una forza per unità di superficie, cioè una resistenza a compressione; in realtà si ha al numeratore il prodotto di una forza per una lunghezza, quindi un lavoro, ed al denominatore il prodotto di un'area per una lunghezza cioè un volume. Pertanto il valore di R può essere

TAB. I
Requisiti minimi di accettazione per il modulo di rottura (valore medio) ed il carico di rottura (valore medio, per spessori maggiori di 7.5 mm), misurati secondo EN ISO 10545 Parte 4.

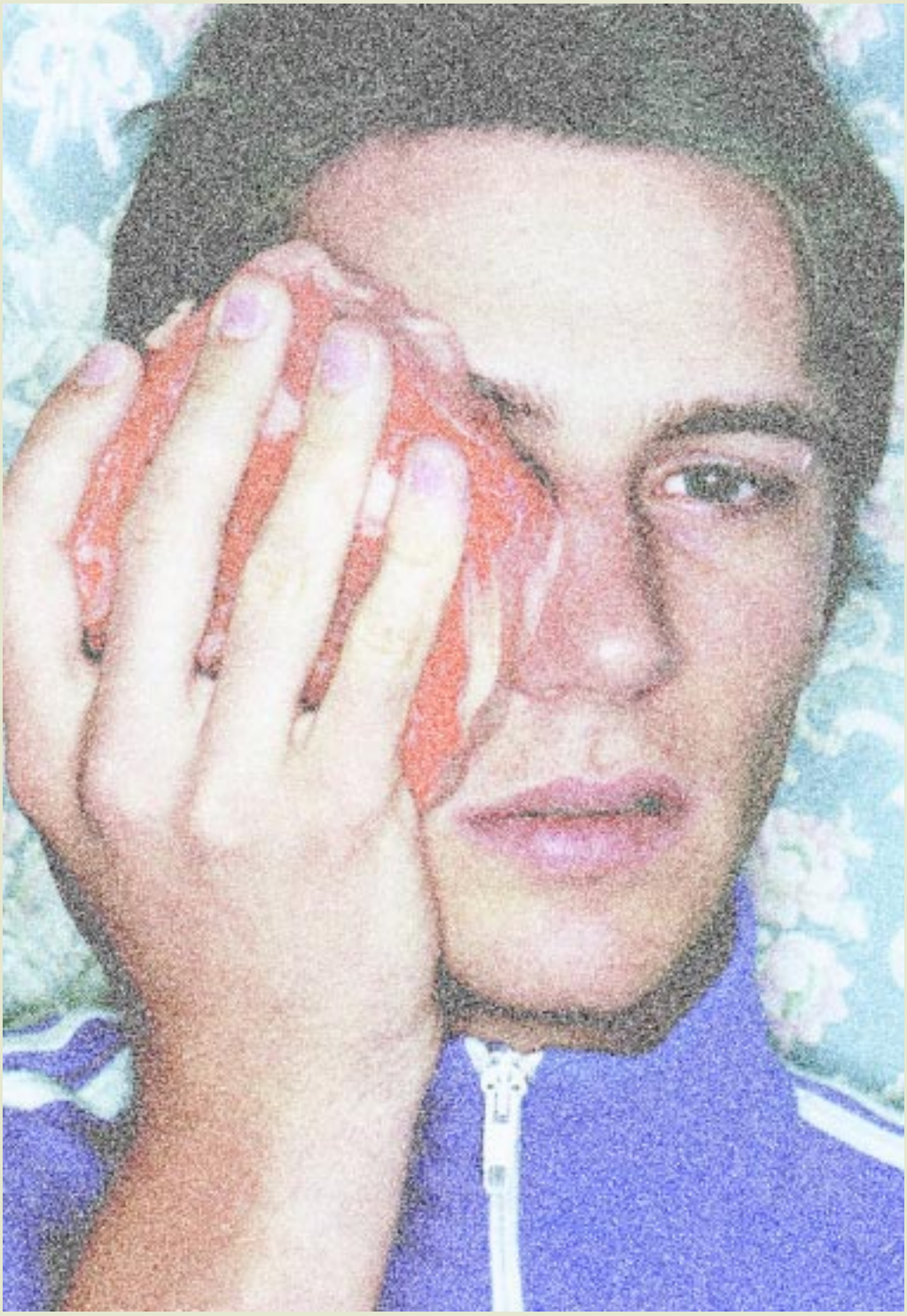
Gruppi A - piastrelle formate per estrusione			Gruppi B - Piastrelle formate per pressatura		
	R [N/mm^2) (valore min)	S [N] (valore min)		R [N/mm^2) (valore min)	S [N] (valore min)
AI	23	1100	BIa	35	1300
AIIa - parte 1	20	950	BIb	30	1100
AIIa - parte 2	13	800	BIIa	22	1000
AIIb - parte 1	17,5	900	BIIb	18	800
AIIb - parte 2	9	750	BIII	15	600
AIII	8	600			

schematicamente considerato come il lavoro necessario a spezzare un cubo di lato unitario (1 mm) ricavato dalla massa della piastrella ed è, per questo motivo indipendente dalla geometria (forma e dimensioni) della piastrella stessa, ma dipende esclusivamente dalla microstruttura del materiale costituente. È quindi chiaro che non deve essere confuso con la resistenza a compressione ed è altrettanto chiaro che la sua importanza è carattere progettuale e di controllo di processo.

Come si valuta

Anche in questo caso i risultati delle misure eseguite devono essere confrontati con le tolleranze riportate nelle appendici da A a L della norma UNI EN 14411 (ISO 13006), in funzione del gruppo al quale le piastrelle misurate appartengono. I parametri oggetto di requisito sono lo sforzo di rottura S ed il modulo di rottura R (Tab. I).

IMPACT RESISTANCE



RESISTENZA ALL'URTO

Cosa è

La resistenza all'urto è la capacità della superficie di esercizio di una piastrella ceramica di subire la caduta di corpi senza manifestare alterazioni irreversibili quali rotture, fessurazioni, distacchi di materiale, ecc. Quando ciò avviene il danno non è solo estetico ma anche funzionale, in quanto viene compromessa l'integrità della piastrella ed in particolare della superficie di esercizio. Si ricorda che la prestazione di resistenza all'urto di una piastrella in esercizio dipende anche dalle modalità con cui è inserita nella pavimentazione e dalla natura e costituzione degli strati sottostanti; di ciò deve essere tenuto conto all'atto della progettazione e realizzazione della superficie piastrellata.

Perché e quando si misura

La resistenza all'urto è associata alla resilienza di un materiale; le piastrelle, come la generalità dei materiali ceramici, non sono resilienti, per cui l'impatto meccanico di un oggetto che cade potrebbe innescare processi di frattura. La limitata attitudine delle piastrelle ceramiche a resistere agli urti è riconducibile alla fragilità, caratteristica tipica dei materiali ceramici e di molti altri materiali.

Fragilità, però, in questo caso non é sinonimo di debolezza: fragile si dice di un materiale che, sottoposto ad una sollecitazione meccanica, una volta esaurito il campo di deformazione elastica, arriva a rottura senza che abbiano potuto verificarsi deformazioni permanenti, cioè deformazioni plastiche. Un materiale fragile ha normalmente una bassa resilienza, anche se è caratterizzato da valori elevatissimi del modulo e del carico di rottura; vi sono acciai speciali particolarmente duri e resistenti, ma fragili nel senso più sopra illustrato. Nel caso specifico delle piastrelle, e della ceramica in generale, la fragilità non deve pertanto essere riguardata come un difetto, ma come una caratteristica deter-

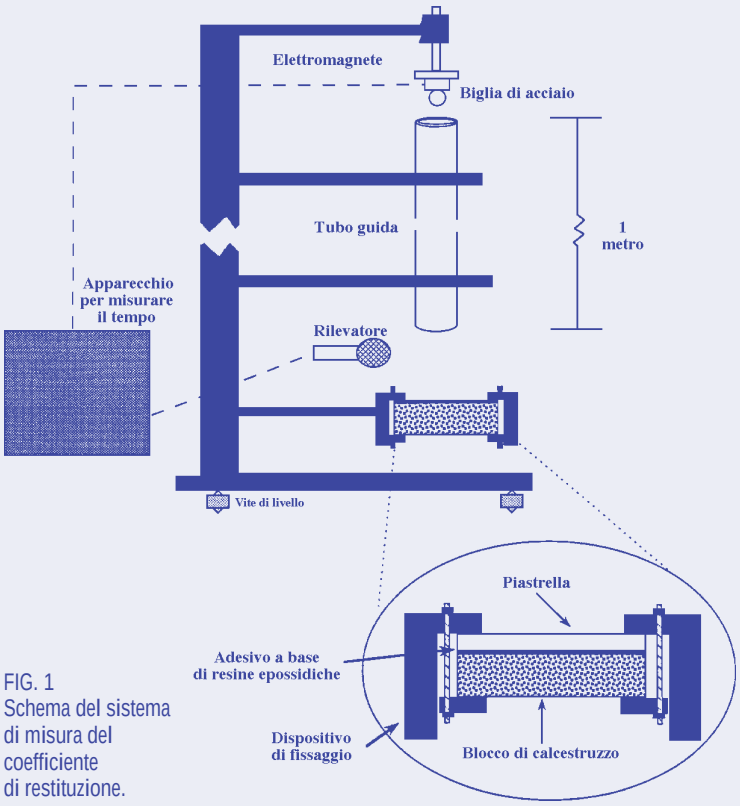


FIG. 1
Schema del sistema di misura del coefficiente di restituzione.

minata e condizionata, così come tutte le altre caratteristiche meccaniche, chimiche e fisiche, dalla particolare natura, dal tipo di legame chimico, dal tipo di microstruttura che contraddistinguono appunto la ceramica.
All'interno della classe piastrelle ceramiche i livelli di resistenza all'urto si diversificano prevalentemente in funzione della microstruttura della massa e della superficie di esercizio: per questo motivo è importante rendere disponibile all'utilizzatore e particolarmente al progettista i valori misurati, in modo che la piastrella sia collocata in ambienti e con modalità compatibili.

Come si misura

La resistenza all'impatto viene determinata, secondo la norma EN ISO 10545.5, attraverso la misura del coefficiente di restituzione (e): si misura e si elabora, in pratica, il tempo intercorso fra la caduta ed il successivo rimbalzo di una biglia di acciaio sulla superficie di una piastrella posata in condizioni definite su un apposito supporto (Fig. 1). Il risultato della prova fornisce un'indicazione del comportamento elastico di una piastrella in condizioni standardizzate (ha pertanto valore eminentemente comparativo).

Come si valuta

Nelle appendici da A a L della norma UNI EN 14411 (ISO 13006), non sono riportati requisiti obbligatori per la resistenza all'urto, ma viene semplicemente detto "metodo di prova disponibile". Indicazioni sono fornite nell'appendice informativa P. Questa prova è raccomandata per piastrelle destinate ad ambienti nei quali la resistenza all'urto è ritenuta essere di particolare importanza. Un valore di coefficiente di restituzione pari a 0.55 é considerato sufficiente per normali impieghi a basso livello di sollecitazione; valori più alti sono richiesti nel caso di sollecitazioni previste più gravose. In generale, si può dire che quanto più alto è il coefficiente di restituzione, tanto più elevata è la resistenza all'impatto.

RESISTANCE TO ABRASION

RESISTENZA ALL'ABRASIONE

Cosa è

La resistenza all'abrasione rappresenta la resistenza che la superficie oppone alle azioni di usura connesse con il movimento di corpi, superfici o materiali a contatto con essa. I corpi che si muovono a contatto con una superficie piastrellata possono essere diversi, in particolare allorché tale superficie costituisce un pavimento: ad esempio, le suole delle calzature delle persone che frequentano il pavimento, le ruote di carrelli o altri veicoli, i mobili, le sedie, ed altri carichi che a volte vengono trascinati sulla superficie, etc. Fra i corpi citati e la superficie piastrellata possono poi essere interposti materiali diversamente abrasivi. Anche le operazioni di pulizia e manutenzione ordinaria, effettuate mediante scope, strofinacci, detersivi in polvere, etc. sono all'origine di movimenti relativi di materiali duri a contatto con la superficie piastrellata.

Si tratta in ogni caso di azioni abrasive i cui effetti, in generale, possono essere di due tipi:

- l'asportazione di materiale dalla superficie, che quindi viene progressivamente consumata;
- l'alterazione delle caratteristiche estetiche della superficie stessa, con perdita di brillantezza, variazione di tonalità cromatica, etc.

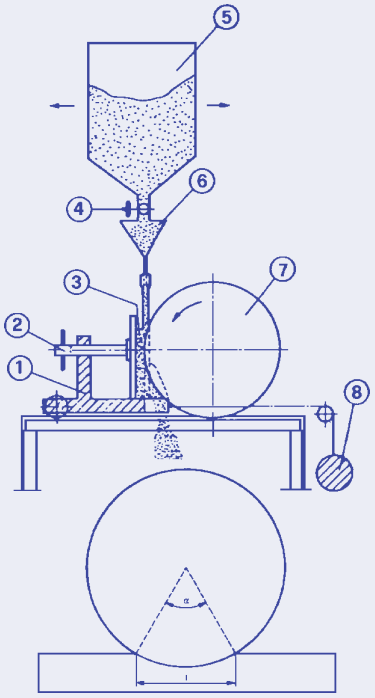
Perché e quando si misura

Gli effetti dell'usura sono diversi, non sempre concomitanti e spesso neppure correlabili: nel senso che, ad esempio, una notevole asportazione di materiale in superficie non sempre e non necessariamente si accompagna ad un grave deterioramento estetico, e viceversa. Il tipo di degrado è legato anche alla natura della superficie: per questo esistono metodi di prova diversi per le piastrelle smaltate e non smaltate.

Giova sottolineare un altro aspetto molto importante: indipendentemente dagli effetti estetici immediati, in generale la rimozione di materiale ha come effetto quello di provocare un certo indebolimento strutturale della superficie, e di portare alla comparsa di porosità e microfessurazioni le quali, ancorché invisibili se non al microscopio, pure forniscono punti di tenace attacco per sporcizia, residui, etc. Questa influenza, che l'abrasione può

FIG. 1
Schema di abrasimetro per la misura della resistenza all'abrasione delle piastrelle non smaltate.

LEGENDA
1. Morsetto portacampioni
2. Vite di bloccaggio
3. Campione di prova
4. Valvola
5. Tramoggia per materiale abrasivo
6. Imbuto a flusso uniforme
7. Disco di acciaio
8. Contrappeso



esercitare su alcune importanti caratteristiche funzionali della superficie, quali ad esempio la resistenza all'attacco chimico o alle macchie, e la pulibilità, rappresenta un aspetto di indubbia rilevanza.
Quindi la determinazione della resistenza all'abrasione deve essere eseguita sia in fase di qualificazione iniziale delle piastrelle sia quando variazioni estetiche e/o funzionali della superficie di esercizio facciano pensare ad un peggioramento delle prestazioni rispetto alle sollecitazioni.

TAB. I
Classificazione della resistenza all'abrasione delle piastrelle smaltate (metodo PEI).

Stadio di abrasione: danneggiamento visibile (giri)	Classe
100	0
150	1
600	2
750, 1500	3
2100, 6000, 12000	4
> 12000 (*)	5

Come si misura

I metodi di misura - ENISO 10545.6 per le piastrelle non smaltate; EN ISO 10545.7 (Metodo PEI) per le piastrelle smaltate - sono diversi, in quanto diverso è l'effetto dell'abrasione rispettivamente considerato. Nel caso delle piastrelle non smaltate, viene misurato (Fig. 1) il volume rimosso in particolari condizioni di abrasione (abrasione profonda). Una piastrella è considerata tanto più resistente quanto minore è il volume di materiale rimosso. Per le piastrelle smaltate, viene simulato un processo di abrasione superficiale attraverso cicli di usura di intensità crescente, e la valutazione degli effetti conseguenti viene condotta mediante un esame visivo in condizioni di osservazione specificate. In funzione dell'esito di tali osservazioni, alla piastrella misurata viene assegnata una classe di resistenza all'abrasione (Classe PEI 0, I, II, III, IV, V, in ordine crescente di resistenza - Tab. I). Va sottolineato che la classe di resistenza PEI V viene assegnata a piastrelle che, oltre a non evidenziare effetti visivi dopo abrasione, dimostrano di mantenere una adeguata resistenza alle macchie, e quindi una adeguata pulibilità.

Come si valuta

Per le piastrelle non smaltate nelle appendici da A a K della norma UNI EN 14411 (ISO 13006), sono riportati requisiti obbligatori per la resistenza all'abrasione in termini di massimo volume di materiale rimosso. Nessun requisito è previsto per le piastrelle pressate non smaltate con assorbimento superiore al 10%, in quanto la loro presenza sul mercato non è significativa in termini quantitativi.
Per quanto riguarda le piastrelle smaltate appartenenti a tutti i gruppi, le appendici da A ad L richiedono che il produttore riporti la classe di abrasione ed il numero di cicli associato.

Nell'appendice informativa N alla norma UNI EN 14411 (ISO 13006) sono riportate le destinazioni d'uso per le piastrelle smaltate corrispondenti alle varie classi PEI.
Si ricorda, inoltre che piastrelle in classe PEI 0 non sono consigliate per pavimenti.

Appendice N alla norma UNI EN 14411
(informativa)

Classificazione delle piastrelle smaltate per pavimento ìn base alla loro resistenza all'abrasione

Questa classificazione approssimativa viene fornita solo a scopo di guida (vedere ISO 10545-7) Non dovrebbe essere utilizzata per fornire prescrizioni di prodotto in relazione a requisiti particolari.

Classe 0
Piastrelle in questa classe non sono consigliate per il rivestimento di pavimenti.

Classe 1
Rivestimenti di pavimenti in aree soggette a calpestio con scarpe a suola morbida o a piedi nudi senza sporco abrasivo (per esempio bagni e camere da letto in edifici residenziali, senza accesso diretto dall'esterno),

Classe 2
Rivestimenti di pavimenti in aree soggette a calpestio con scarpe a suola morbida o normale con, tutt'al più, piccoli quantitativi occasionali di sporco abrasivo (per esempio stanze nelle zone giorno di abitazioni private, ad eccezione di cucine, ingressi ed altre stanze ad alto traffico), Questo non si applica nel caso di calzature non normali, quali ad esempio scarpe chiodate

Classe 3
Rivestimenti di pavimenti in aree soggette a calpestio con scarpe normali e con presenza frequente di piccole quantità di sporco abrasivo (per esempio cucine in edifici residenziali, sale, corridoi, balconi, logge e terrazze). Questo non si applica nel caso di calzature non normali, quali ad esempio scarpe chiodate,

Classe 4
Rivestimenti di pavimenti in aree soggette a calpestio da traffico ordinario con sporco abrasivo, per cui le condizioni sono più severe di quelle riportate alla Classe 3 (per esempio ingressi, cucine commerciali, hotel, negozi ed aree vendita).

Classe 5
Rivestimenti di pavimenti soggetti a traffico pedonale intenso per periodi di tempo prolungati con sporco abrasivo, cosicché le condizioni sono le più severe nelle quali si possono utilizzare piastrelle smaltate per pavimento (per esempio aree pubbliche come centri commerciali, sale di aeroporti, ingressi di hotel, passaggi pedonali pubblici e applicazioni industriali).

Questa classificazione è valida per le applicazioni riportate in normali condizioni. Si dovrebbero prendere in considerazione le scarpe, il tipo di traffico ed i metodi di pulizia prevedibili, ed i pavimenti dovrebbero essere adeguatamente protetti dallo sporco abrasivo all'ingresso degli edifici mediante interposizione di sistemi di pulizia delle scarpe. In casi estremi di traffico molto pesante e di abbondanza di sporco abrasivo, si possono prendere in considerazione piastrelle non smaltate per pavimento dei Gruppo I.

LINEAR THERMAL EXPANSION

DILATAZIONE TERMICA LINEARE

Cosa è

La dilatazione termica è la caratteristica per cui qualunque materiale subisce delle variazioni dimensionali reversibili allorché ne viene variata la temperatura: più precisamente, subisce una dilatazione, qualora la temperatura aumenti, mentre invece si contrae, se la temperatura diminuisce.

Queste variazioni avvengono in tutte le direzioni, quindi nel caso delle piastrelle, le dilatazioni o i ritiri coinvolgono sia lo spessore che i lati e la piastrella vede aumentare o diminuire complessivamente il suo volume; tenuto conto però che nella maggior parte delle piastrelle le dimensioni della superficie, quindi dei lati, prevalgono significativamente sullo spessore è fondamentale conoscere le variazioni dimensionali nelle direzioni parallele ai lati perché le variazioni dimensionali dello spessore sono trascurabili. Per quanto detto, nel caso delle piastrelle, è quindi sufficiente quantificare l'entità della dilatazione termica lineare.

Perché e quando si misura

Non è solo sufficiente conoscere l'entità della dilatazione termica lineare di una piastrella ceramica, ma è anche assolutamente necessario: occorre infatti considerare che, nel pavimento o rivestimento finiti, le piastrelle, rigidamente ancorate al piano di posa, non sono libere di dilatarsi o contrarsi, per cui eventuali variazioni di temperatura possono indurre stati tensionali anche relativamente elevati.

Le variazioni di temperatura cui una superficie piastrellata è esposta, soprattutto se ubicata all'esterno, possono poi essere di notevole entità, dell'ordine anche di diverse decine di gradi centigradi, ed è perciò indispensabile prevenire il rischio che, per effetto di dilatazione, lo strato di rivestimento entri in compressione, col rischio di distacchi e conseguenti sollevamenti dal piano di posa. Tale prevenzione viene effettuata predisponendo, soprattutto in superfici di grande estensione, giunti di dilatazione adeguatamente dimensionati.

Infine, è importante controllare il coefficiente di dilatazione termica delle piastrelle, tenendone poi conto, in rapporto a quello degli altri materiali che costituiscono il sistema pavimento/rivestimento, in fase di progettazione ed esecuzione della posa.

Come si misura

Il metodo di misura descritto dalla UNI EN ISO 10545.8 è applicabile a tutti i tipi di piastrelle e prevede di operare su due barrette ricavate dalla parte centrale di una piastrella, ad angolo retto una rispetto all'altra: si sottolinea questo dettaglio operativo a conferma di quanto prima detto circa la prevalenza delle variazioni dimensionali lineari, piuttosto che quelle volumetriche, associate alle variazioni di temperatura.

Le barrette così ottenute vengono riscaldate da temperatura ambiente fino a 100 °C (Fig. 1) subendo

una variazione di temperatura Δt di circa 80 °C. ed una conseguente variazione dimensionale ΔL rispetto alla lunghezza iniziale L_0.
La dilatazione termica lineare viene espressa in termini di coefficiente di dilatazione termica lineare α attraverso questa semplice formula:

$$\alpha = \Delta L/(L_0 \Delta t)$$

Il coefficiente α rappresenta quindi l'allungamento che ogni unità di lunghezza iniziale della piastrella esaminata subisce quando la temperatura aumenta di un grado centigrado.
Se è noto α e le sollecitazioni termiche previste nell'ambiente di destinazione, per il progettista risulta assolutamente semplice dimensionare i giunti dilatazione, o altri accorgimenti, idonei a compensare le variazioni dimensionali associate.

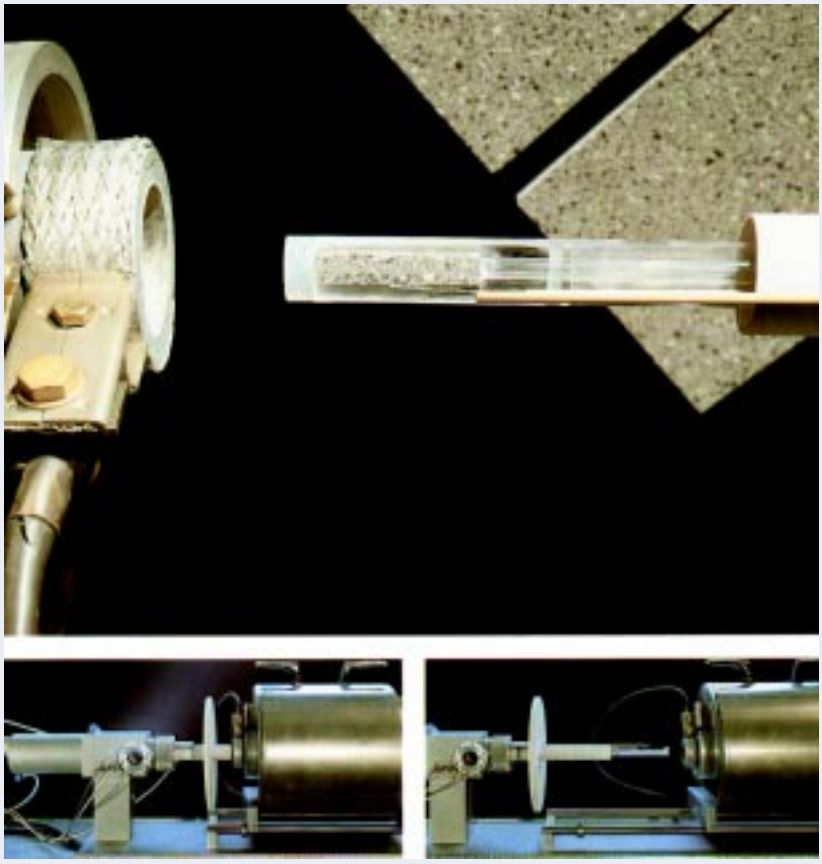


FIG. 1
Strumento per la misurazione di dilatazione termica lineare.

Come si valuta

Anche in questo caso, come già visto per la resistenza all'urto, nelle appendici da A a L della norma UNI EN 14411 (ISO 13006), non sono riportati requisiti obbligatori, ma viene semplicemente indicato "metodo di prova disponibile".
Nell'appendice informativa P si precisa ulteriormente che "la maggior parte delle piastrelle di ceramica ha valori bassi di dilatazione termica lineare" e che "questa prova è destinata a piastrelle che vengono posate in condizioni di alte variazioni termiche". Questo è nella direzione della responsabilizzazione reciproca committente/fornitore per la scelta della piastrella giusta tra le tante piastrelle di ottima qualità disponibili.

RESISTANCE TO THERMAL SHOCK

RESISTENZA AGLI SBALZI TERMICI

Cosa è

Alle variazioni di temperatura sono associate variazioni delle dimensioni di una piastrella, come osservato a proposito della dilatazione termica; quando, però le variazioni di temperatura sono molto rapide le conseguenze potrebbero essere più gravi. Pensiamo, ad esempio, ad una superficie piastrellata di un piano cucina su cui viene appoggiata una pentola bollente: la superficie della piastrella aumenta bruscamente la sua temperatura e si dilata conseguentemente mentre gli strati sottostanti sono via via meno caldi e, quindi, meno dilatati; finchè la temperatura non si stabilizza in tutto il pezzo, questo stato di disunifomità termica tende a fare deformare la piastrella che essendo essenzialmente rigida può fessurarsi o rompersi.

A parte il semplice esempio fatto, sollecitazioni da brusche variazioni di temperatura le ritroviamo facilmente in piastrellature in esterno o, ancora, in ambienti industriali: nell'industria alimentare è frequentissimo l'impiego di getti di vapore ad alta pressione e temperatura (oltre i 100 °C) per la pulizia delle superfici.

Ciò premesso la resistenza agli sbalzi termici può essere definita come la capacità delle piastrelle ceramiche di sopportare, senza danneggiamenti, stati tensionali conseguenti a deformazioni (dimensionali) indotte da brusche variazioni di temperatura soprattutto nel caso in cui queste ultime si ripetano più volte.

Perché e quando si misura

La resistenza agli sbalzi termici deve essere misurata per evitare l'impiego di piastrelle non resistenti, in situazioni in cui non possono essere affidabilmente escluse brusche variazioni di temperatura nell'ambiente di destinazione.

È opportuno sottolineare che deve essere posta attenzione a piastrelle con geometria particolare, ad esempio pezzi speciali o gradini dove la forma può amplificare gli effetti connessi alle tensioni da sbalzo termico; o, ancora, a piastrelle con dimensioni elevate, in cui quindi il raggiungimento dell'uniformità della temperatura in tutto il pezzo richiede tempi piuttosto lunghi. Infine, la misura di questa caratteristica si rende necessaria quando si hanno rotture delle piastrelle in esercizio non riconducibili ad altre cause, quali bassa resistenza meccanica o inidonee procedure d'installazione e/o utilizzo della pavimentazione.

Nel caso di piastrelle smaltate bruschi sbalzi di temperatura non sempre portano alla rottura del pezzo, ma possono avere come effetto la fessurazione del solo strato di smalto (formazione di cavilli) che perde la sua continuità e quindi la sua funzionalità: anche in questo caso la piastrella è da ritenersi danneggiata in modo irreversibile e quindi non resistente agli sbalzi termici.

Come si misura

Il procedimento consiste nel fare subire alle piastrelle di prova 10 rapide variazioni termiche tra la temperatura minima di 15 °C e la temperatura massima di 145 °C. La temperatura più alta viene raggiunta mantenendo i campioni in stufa per almeno 20 minuti; la temperatura più bassa viene invece raggiunta con due diverse modalità:

- mediante immersione completa in acqua a 15 °C nel caso di piastrelle con assorbimento d'acqua non superiore al 10%;
- mediante contatto diretto della superficie di esercizio con granuli di alluminio mantenuti alla temperatura di 15 °C.

Al termine dei 10 cicli i campioni sono esaminati visivamente per individuare la presenza di alterazioni visibili, eventualmente con l'ausilio di soluzioni coloranti per evidenziare fessurazioni.

Come si valuta

La norma UNI EN 14411 (ISO 13006), non prevede requisiti obbligatori, ma indica “metodo di prova disponibile”. Nell’utilissima appendice informativa P si precisa ulteriormente che “tutte le piastrelle di ceramica resistono alle temperature elevate” e che “questa prova si può applicare a piastrelle di ceramica che possono essere soggette a sbalzi termici localizzati”.
Questo è, come già ampiamente osservato, nell’ottica di una scelta consapevole da parte del committente/utilizzatore delle piastrelle in funzione di particolari, ma prevedibili, sollecitazioni in esercizio.

MOISTURE EXPANSION

ESPANSIONE IN VAPORE

Cosa è

La dilatazione all'umidità corrisponde all'espansione dimensionale che la massa ceramica di una piastrella può subire a seguito di esposizione all'umidità. La tendenza ad evidenziare questo comportamento è essenzialmente riconducibile e correlabile con la porosità e la microstruttura del materiale. Si è visto che la dilatazione termica è una variazione dimensionale reversibile: la piastrella aumenta le sue dimensioni quando la temperatura aumenta, ma torna alle dimensioni iniziali quando la temperatura diminuisce; nel caso, invece, della dilatazione dovuta all'umidità si tratta di un fenomeno irreversibile e progressivo nel tempo; le dimensioni iniziali possono essere ripristinate solo con una vera e propria ricottura delle piastrelle. Infine è importante sottolineare che la dilatazione termica e la dilatazione dovuta all'umidità sono tra loro indipendenti, in quanto conseguenti a fenomeni di natura diversa, ed i loro effetti, cioè le variazioni dimensionali, si sommano algebricamente.

Perché e quando si misura

La conoscenza del valore di dilatazione dovuta all'umidità è importante principalmente per due ragioni:

- in analogia a quanto detto per la dilatazione termica, per potere adeguatamente dimensionare e posizionare nella superficie piastrellata dispositivi che compensino le eventuali variazioni dimensionali impedendo l'insorgere di stati tensionali tali da portare al distacco e/o sollevamento delle piastrelle. Questi dispositivi sono essenzialmente sistemi di giunti di dilatazione.
- In particolari piastrelle smaltate, in genere con supporto chiaro ed assorbimento d'acqua superiore al 10%, l'incremento dimensionale del supporto è tale da provocare la fessurazione dello smalto, che ovviamente non è sensibile all'umidità; questo effetto indesiderato è noto come "cavillo tardivo". Il termine "tardivo" è dovuto al fatto che la dilatazione dovuta all'umidità è un fenomeno, come prima osservato, lento e che progredisce nel tempo, per cui può succedere che piastrelle posate o stoccate, dopo mesi o anni inizino a presentare cavilli pur essendo risultate resistenti al cavillo secondo la prova prevista dalla norma UNI EN ISO 10545.11.

La maggior parte delle piastrelle disponibili oggi sul mercato presenta valori di dilatazione dovuta all'umidità praticamente trascurabili; tenuto anche conto che tali valori dipendono dalla composizione della massa ceramica del supporto, la misura di questa caratteristica può essere limitata al controllo delle tipologie di supporti prodotti. Ovviamente la misura è necessaria anche quando si manifestano le patologie sopra descritte e queste non sono riconducibili ad altra causa.

Come si misura

Lo scopo della prova prevista dalla norma UNI EN 10545.11 è quello di quantificare la massima dilatazione per umidità che una piastrella potenzialmente può raggiungere; poiché il fenomeno inizia già dall'uscita forno, quando le piastrelle vengono sottoposte alla prova potrebbero già avere subito un aumento dimensionale non noto. Per ripristinare le dimensioni iniziali minime le piastrelle ven-

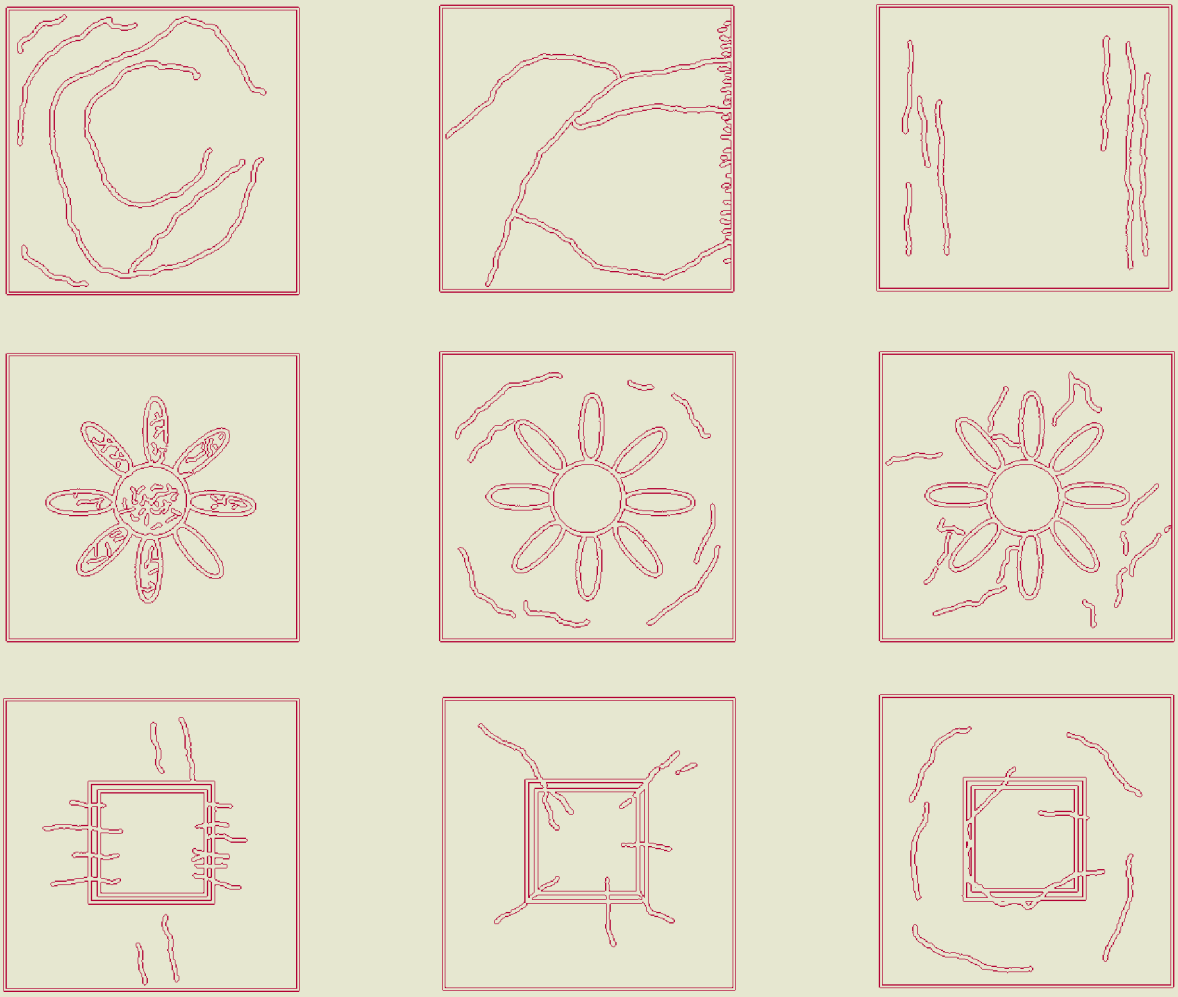
San Gimignano,
Siena

gono sottoposte ad un trattamento termico di ricottura e quindi misurate; successivamente vengono mantenute in acqua in ebollizione a pressione atmosferica per 24 ore ed infine nuovamente misurate. La dilatazione per umidità viene espressa in millimetri per metro lineare (mm/m) ed è calcolata attraverso la semplice formula 1000 x $\Delta l/L$ dove Δl è la differenza dimensionale in mm subita a seguito del trattamento in acqua bollente e L è la lunghezza media in mm dei provini.

Come si valuta

La norma UNI EN 14411 (ISO 13006), non prevede requisiti obbligatori, ma indica “metodo di prova disponibile” e nell’appendice informativa P si precisa ulteriormente che “la maggior parte delle piastrelle smaltate e non smaltate ha una dilatazione trascurabile all’umidità; questa dilatazione non contribuisce ai problemi di posa quando le piastrelle sono correttamente fissate. Tuttavia, con pratiche di posa non soddisfacenti o in determinate condizioni climatiche, una dilatazione all’umidità che superi lo 0,06% (0,6 mm/m) può contribuire all’insorgere di problemi”. Per quanto riguarda il problema del cavillo tardivo, i dati disponibili per le particolari piastrelle che possono presentare questo problema, indicano come critici valori di dilatazione del supporto a partire da 0,3 mm/m.

CRAZING RESISTANCE



RESISTENZA AL CAVILLO

Cosa è

Il cavillo è un effetto che si manifesta occasionalmente sulle superfici smaltate delle piastrelle ceramiche: trattasi di una o più sottili fessurazioni ad andamento variamente irregolare, simili nell'aspetto, appunto, a capelli. In generale, nel campo delle piastrelle ceramiche, è un difetto; in casi particolari può essere un effetto intenzionale, cioè espressamente creato nel corso della fabbricazione allo scopo di conferire alla superficie un aspetto "antico" (si pensi al "craquelé" di certi vasi antichi).

In primo luogo occorre segnalare che le fessurazioni in esame, per quanto estremamente fini e per quanto diversamente profonde nello spessore dello strato di smalto, tuttavia costituiscono un'interruzione nella continuità dello smalto, cui corrisponde, oltre che un'alterazione visiva, estetica della superficie, anche una perdita di impermeabilità della superficie di esercizio.

Le cause del cavillo sono riconducibili ad un cattivo accordo dilatometrico fra lo smalto ed il supporto, in conseguenza del quale, in particolari condizioni termiche (ma anche igrometriche) lo smalto viene ad essere sottoposto a sollecitazioni di trazione cui, per le sue caratteristiche microstrutturali e per il piccolo spessore, non può resistere.

Il tempo di effettiva insorgenza del difetto è piuttosto variabile: questo può infatti comparire al termine del ciclo produttivo (può cioè accadere che le piastrelle vengano estratte dal forno già cavillate), o ad alcuni giorni dalla posa in opera, oppure dopo anche molti mesi di esercizio (il cosiddetto "cavillo tardivo"). In questi casi, tuttavia, all'eventualmente congenita predisposizione della piastrella a cavillare possono associarsi anche altre cause (ad esempio: dilatazione del supporto poroso per assorbimento di umidità).

Perché e quando si misura

La formazione di cavilli, tranne nei casi in cui è intenzionalmente indotta per l'ottenimento di particolari effetti este-

tici, rappresenta sempre una perdita irreversibile di funzionalità delle piastrelle smaltate; pertanto tutte le piastrelle dovrebbero essere sottoposte alla prova nel seguito descritta per garantirne affidabilmente la resistenza nella maggior parte delle situazioni in esercizio.
Ovviamente devono essere verificate anche piastrelle che in esercizio manifestino problemi di cavillo. A tale proposito ed in aggiunta a quanto fin qui detto ed a quanto osservato a proposito del cavillo tardivo associabile alla dilatazione dovuta all'umidità, si segnala la possibilità della formazione di cavilli per cause non dipendenti dalle prestazioni delle piastrelle. Un tipico esempio è rappresentato dalla posa in opera delle piastrelle utilizzando adesivi con contenuti in cemento molto elevati: in questo caso l'adesivo si ancora tenacemente al retro della piastrella a partire dalle zone perimetrali. Le reazioni di presa dell'adesivo, però, comportano forti ritiri dello stesso che, trasmettendosi alla piastrella, la fanno flettere causando la rottura della sua parte più fragile, cioè lo smalto.

Come si misura

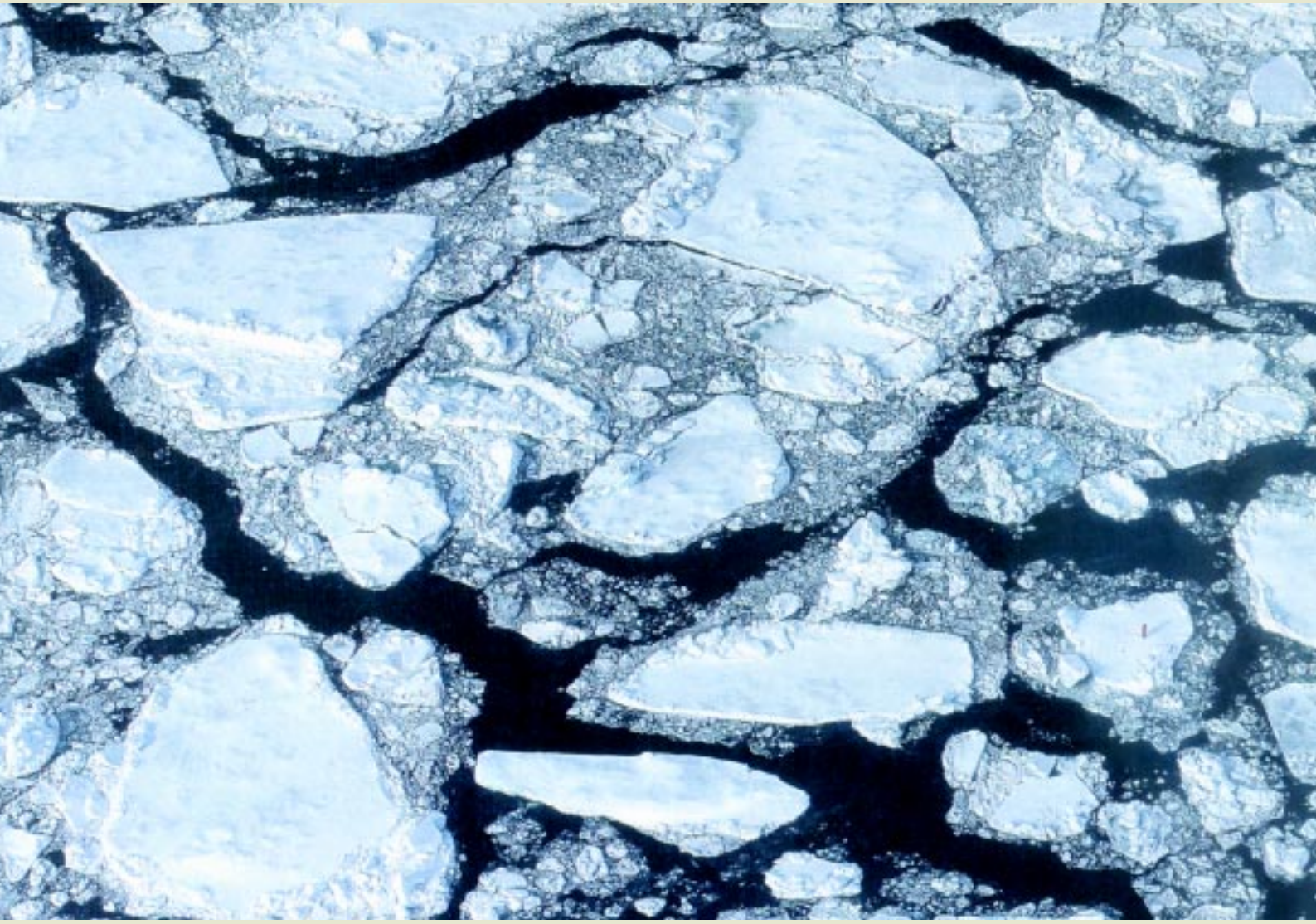
Il metodo di prova applicabile a tutte le piastrelle di ceramica smaltate ad eccezione di quelle in cui il cavillo è una caratteristica intrinseca del prodotto è descritto nella norma UNI EN ISO 10545.11.
La prova viene effettuata su almeno 5 piastrelle intere che, solo se eccezionalmente grandi, possono essere tagliate; all'inizio della prova tutti i campioni devono essere esenti da cavillo.
Posti i campioni in autoclave, la pressione è aumentata gradualmente fino a 500 kPa (t = 159 °C) e mantenuta a tale valore per 2 h.

Dopo avere fatto diminuire la pressione il più velocemente possibile fino a pressione ambiente e avere lasciato raffreddare i campioni, sulla superficie smaltata di questi viene applicata una soluzione acquosa di blu di metilene che viene poi asportata. La superficie smaltata dei campioni di prova viene esaminata per verificare la presenza o meno del cavillo, avendo cura di non confondere il cavillo con graffi preesistenti e senza tenere conto di fratture.

Come si valuta

La norma UNI EN 14411 (ISO 13006), nelle appendici da A a L richiede la resistenza al cavillo per tutte le piastrelle smaltate, tranne nel seguente caso testualmente citato “certi effetti decorativi provocano una tendenza al cavillo. Questi devono essere indicati dal fabbricante, nel quale caso non si applica la prova del cavillo secondo la ISO 10545.11”.

FROST RESISTANCE



RESISTENZA AL GELO

Cosa è

La resistenza al gelo è la caratteristica che alcune tipologie di piastrelle ceramiche possiedono di resistere all'azione del gelo in ambienti umidi ed a temperatura inferiore a 0 °C.
Il meccanismo di azione del gelo prevede due stadi distinti: il primo stadio è rappresentato dalla penetrazione di acqua proveniente dall'ambiente all'interno dei pori delle piastrelle (acqua meteorica, nel caso di piastrelle posate all'esterno; acqua di lavaggio o di processo, nel caso di piastrelle posate in ambienti interni particolari, quali celle frigorifere); il secondo stadio consiste nella solidificazione di tale acqua all'interno dei pori stessi.
Come è ben noto, il passaggio da acqua a ghiaccio comporta un aumento di volume, per la minore densità che il ghiaccio possiede rispetto all'acqua; le porosità sono dunque sottoposte, allorché l'acqua in esse contenuta gela, ad una rilevante sollecitazione meccanica, che può portare all'innesco di fessurazioni ed al distacco di porzioni di materiale. L'azione del gelo può dunque provocare la comparsa, sulle piastrelle non resistenti, di fratture e scagliature abbastanza tipiche, il più delle volte di tipo concoide.

Perché e quando si misura

In base al meccanismo prima descritto, la resistenza al gelo di un materiale è influenzata e determinata da due parametri: dalla presenza e dalla quantità di pori, quindi dalla possibilità che l'acqua penetri all'interno del materiale; dalla forma e dalle dimensioni di questi pori, cui è riconducibile la possibilità, legata ad un più o meno completo riempimento dei pori stessi, che l'acqua abbia a disposizione dello spazio per espandersi nel corso della solidificazione, ciò che determina il livello dello stato tensionale indotto.
Esiste dunque una certa correlazione fra resistenza al gelo ed assorbimento d'acqua, nel senso che quanto più basso è l'assorbimento d'acqua, tanto più elevata è la probabilità che il materiale sia resistente al gelo, in quanto più difficile è la penetrazione dell'acqua stessa all'interno del materiale.
Va però precisato che esistono materiali ceramici per edilizia molto porosi e tuttavia dotati, come la quotidiana esperienza può confermare, di resistenza al gelo: si pensi ai alle tegole in laterizio, il cui assorbimento d'acqua può superare il 10%. Il buon comportamento al gelo di tali materiali è interpretabile facendo riferimento alla particolare distribuzione della forma e delle dimensioni dei pori che li caratterizza.
Quindi la misura della resistenza al gelo deve sempre essere eseguita qualora le piastrelle siano destinate ad impieghi nelle condizioni prima descritte e quindi quando il fornitore "garantisce" la prestazione di resistenza al gelo oppure, ovviamente, quando la prestazione è richiesta da riferimenti normativi.
Un aspetto importante da ricordare è il seguente: la garanzia di resistenza al gelo non deve essere espressa in termini generici (ad esempio con termini come "piastrelle ingelive") ma deve sempre essere accompagnata dalla norma, la UNI EN ISO 10545.12, relativa al metodo di prova che, come si vedrà, definisce le condizioni operative rispetto alle quali la prestazione di resistenza al gelo viene misurata. In altre parole: una piastrellatura in esercizio, può in certi casi, manifestare danneggiamenti attribuibili

all'azione del gelo e che ovviamente si evidenziano sulle piastrelle stesse; questo non necessariamente però è causato da scarse prestazioni delle piastrelle, ma spesso è dovuto ad inadeguatezza delle operazioni di installazione e/o di manutenzione.

Come si misura

Il metodo riportato dalla norma UNI EN ISO 10545.12 è applicabile a tutte le piastrelle di ceramica che devono essere utilizzate in condizioni di gelo in presenza d'acqua.
La prova, che deve essere effettuata su una superficie minima pari a 0,25 m^2 e non meno di 10 piastrelle intere esenti da difetti, si suddivide schematicamente nelle seguenti tre fasi:

1. impregnazione in acqua (sottovuoto) con determinazione dell'assorbimento d'acqua iniziale (E_1);

2. esecuzione, in idonea cella climatica, di 100 cicli di gelo/disgelo. Ogni ciclo è così articolato:
- raffreddamento delle piastrelle fino a temperatura inferiore a -5 °C;
- permanenza a temperatura inferiore -5 °C per 15 minuti;
- introduzione di acqua a 20 °C per portare le piastrelle a temperatura superiore a +5 °C;
- permanenza a temperatura +5 °C per 15 minuti;

3. esame visivo per rilevare la presenza di qualsiasi danno sulla superficie di esercizio e sui bordi delle piastrelle; determinazione dell'assorbimento d'acqua finale E_2.

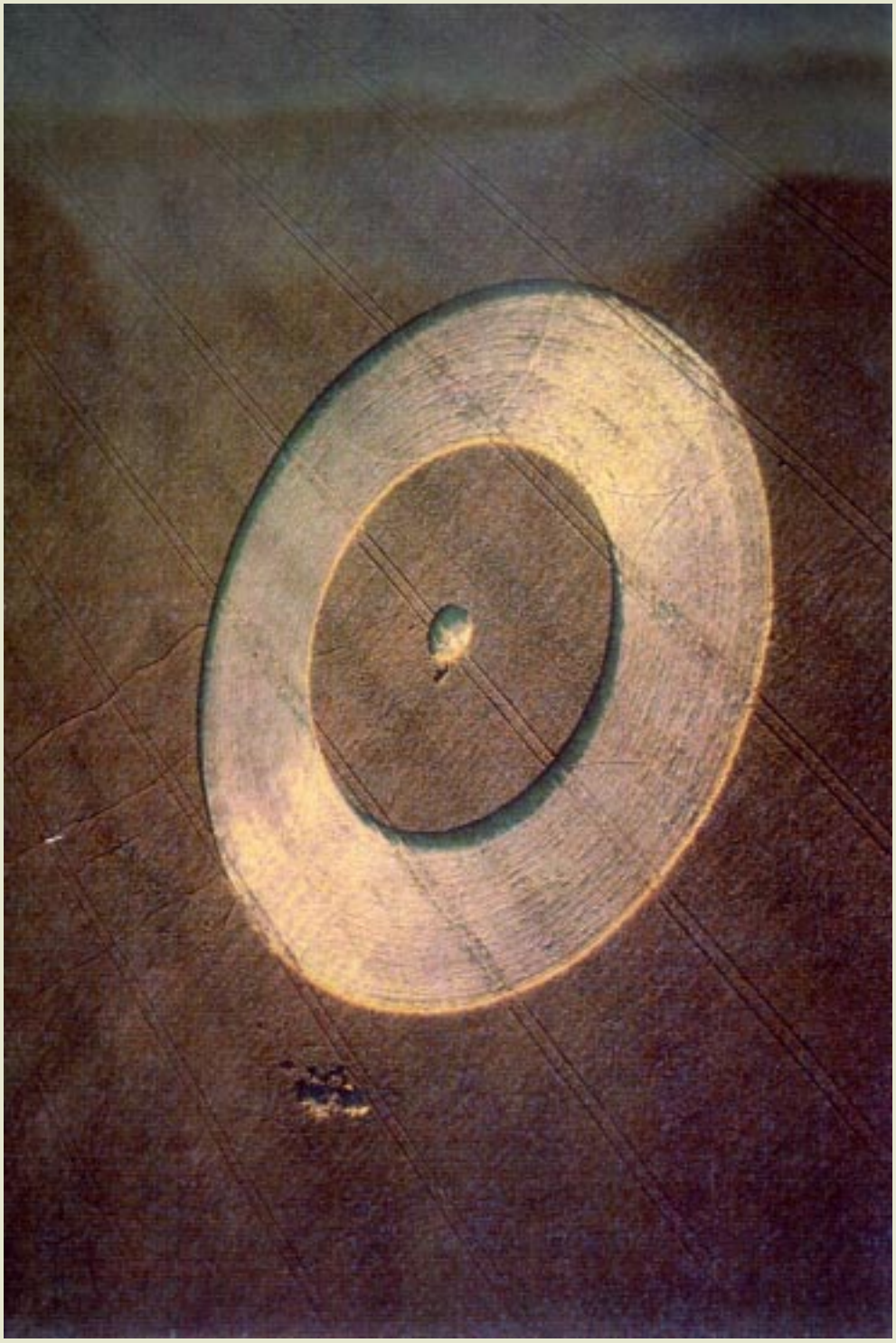
In assenza di danni visibili, variazioni significative dell'assorbimento d'acqua prima e dopo i cicli di gelo/disgelo sono un sintomo di variazioni microstrutturali che potrebbero preludere al probabile cedimento dei pezzi: quindi anche se le piastrelle sono da considerarsi resistenti al gelo, è bene valutare le sollecitazioni prevedibili in esercizio, limitando l'esposizione a condizioni di gelo gravose e, soprattutto, frequenti. È noto infatti che il danno da gelo è funzione soprattutto del numero di cicli (cioè del passaggio attraverso la temperatura di 0 °C in corrispondenza della quale avviene il passaggio di stato acqua-ghiaccio) piuttosto che della bassa temperatura; è anche

molto importante la velocità di raffreddamento (in particolare in prossimità di 0 °C), a cui è legata la velocità di formazione del ghiaccio e l'instaurarsi di tensioni che possono portare alla rottura della piastrella. La norma riporta "ripetere il ciclo per un minimo di 100 volte", indicando implicitamente che, qualora particolari condizioni climatiche lo richiedano, si può concordare fra cliente e fornitore la resistenza ad un numero maggiore di cicli.
Le altre numerose condizioni naturali esistenti nella pratica e che hanno incidenze sul comportamento al gelo dei materiali ceramici, non sono contemporaneamente riproducibili in laboratorio. Per questo motivo si è internazionalmente convenuto che il fatto che un materiale superi la prova di laboratorio deve essere considerato come un'attestazione di buona propensione a resistere al gelo anche nelle condizioni di esercizio, ma non una garanzia assoluta che in talune situazioni e condizioni di esercizio il materiale non debba presentare questo tipo di danno.
Con "buona propensione" si intende una percentuale pari al 70-80%; esiste perciò un 20-30% di possibilità che le piastrelle, risultate resistenti alla prova di laboratorio, nella pratica non lo siano.

Come si valuta

La norma UNI EN 14411 (ISO 13006) richiede la resistenza al gelo solo per le piastrelle estruse e pressate con assorbimento d'acqua non superiore al 3%, quindi per i gruppi AI, BIa e BIb. Per gli altri gruppi è indicato "metodo di prova disponibile".

CHEMICAL RESISTANCE



RESISTENZA CHIMICA

Cosa è

La resistenza all'attacco chimico è la caratteristica che definisce il comportamento della superficie ceramica a contatto con agenti chimicamente aggressivi, ossia potenzialmente in grado, per la loro composizione e caratteristiche chimiche, di reagire con la superficie ceramica stessa, alterandone le prestazioni funzionali e/o estetiche.

Aggressivi chimici, acidi o basici, possono costituire diversi liquidi di processo (ad esempio, il latte in un caseificio, grassi ed oli lubrificanti in un'officina meccanica, sangue in un macello, reagenti chimici in un laboratorio), altri materiali che possono venire casualmente a contatto con le piastrelle del pavimento o rivestimento (ad esempio, in un'abitazione privata, alimenti, inchiostri, etc.), oltre che i detergenti usati nella pulizia e nelle manutenzioni ordinarie e straordinarie.

Per l'azione deteriorante che gli agenti citati possono esercitare sulla superficie di piastrelle ceramiche si possono ipotizzare, in generale, due distinti meccanismi: un'azione chimica vera e propria, secondo la quale l'alterazione della superficie ceramica è dovuta ad una reazione chimica fra l'agente aggressivo e qualche costituente della superficie stessa (in generale tutte le superfici ceramiche sono relativamente inerti nei confronti degli aggressivi citati; l'unica eccezione è costituita dall'acido fluoridrico); un'azione fisica, di assorbimento, secondo la quale l'agente aggressivo riesce a penetrare, per cosÏ dire, all'interno della superficie, cosÏ da esservi trattenuto in modo, se non permanente, comunque tale da renderne estremamente difficoltosa la rimozione.

Perchè e quando si misura

La resistenza chimica si misura per stabilire - così come si fa per qualunque caratteristica per la quale vi siano dei requisiti di accettabilità o dei riferimenti per la valutazione - se la piastrella è di buona qualità, e quindi conforme ai requisiti di norma; ma anche e soprattutto quando si debbano selezionare piastrelle per rivestire pavimenti e pareti esposte a sollecitazioni chimiche particolarmente severe: i laboratori, gli ambienti industriali in genere, molti ambienti pubblici, etc. Il risultato della prova può fornire utili indicazioni sul livello di prestazione delle piastrelle rispetto a queste sollecitazioni, e quindi consentire la scelta di un prodotto in grado di assicurare una conveniente durabilità anche nelle severe condizioni di esercizio in esame.

Come si misura

Il metodo UNI EN ISO 10545.13 è applicabile a tutte le piastrelle di ceramica sia smaltate che non smaltate.

Le soluzioni di prova considerate e riportate in Tab I, rappresentano categorie di prodotti chimici diversi per composizione e reattività, ma che comunque possono venire in contatto con le piastrelle nei normali impieghi in ambienti ad uso civile ed in gran parte degli ambienti ad uso industriale.

Ogni soluzione deve essere provata su almeno 5 campioni di prova che sono:

- ricavati per taglio (50x50 mm) nel caso di piastrelle non smaltate;
- piastrelle intere o parti, nel caso di piastrelle smaltate.

TAB. I

Soluz. acquose di prova	Bassa concentraz. (L)	Alta concentraz. (H)	Durata attacco (GL)	Durata attacco (UGL)
Cloruro d'ammonio	(100 g/l)	(100 g/l)	24 h	12 gg
Ipoclorito di sodio	(20 mg/l)	(20 mg/l)	24 h	12 gg
Acido cloridrico	3% (V/V)	——	4 gg	12 gg
Acido cloridrico		18%(V/V)	4 gg (1)	12 gg
Acido citrico	100 g/l	——	4 h	12 gg
Acido lattico		5 % (V/V)	4 gg (1)	12 gg
Idrossido di potassio	30 g/l	——	4 gg	12 gg
(4.3.2)Idrossido di potassio		100 g/l	4 gg (1)	12 gg

(1) solo se richiesto

TAB. II

Soluzioni di prova	Nessun effetto visibile (A)	Effetti visibili sui bordi tagliati (B)	Effetti visibili sui bordi tagliati, non tagliati e sulla superficie di esercizio (C)
Cloruro d'ammonio / Ipoclorito di sodio	UA	UB	UC
Soluzioni L	ULA	ULB	ULC
Soluzioni H	UHA	UHB	UHC

TAB. III

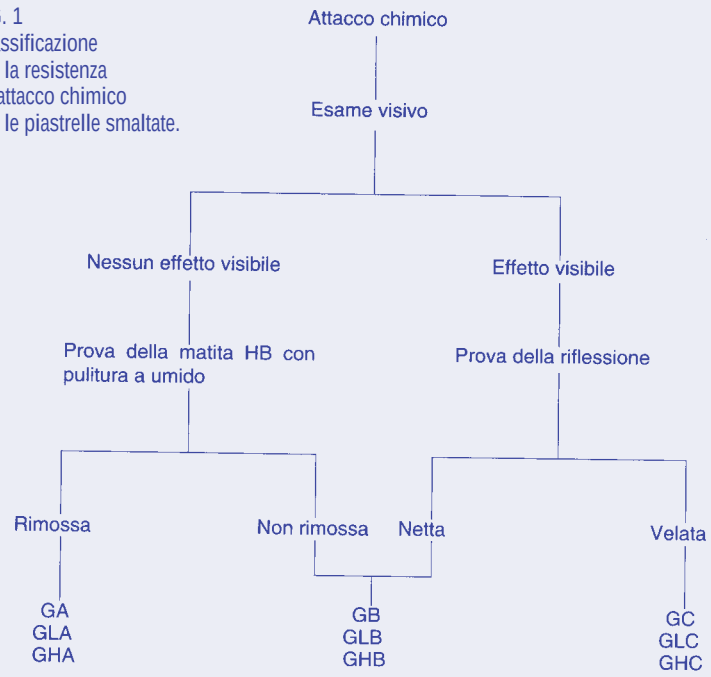
Soluzioni di prova	Nessun effetto visibile (A)	Netta variazione dell'aspetto (B)	Perdita parziale o completa della superficie originale (C)
Cloruro d'ammonio / Ipoclorito di sodio	GA(V)	GB(V)	GC(V)
Soluzioni L	GLA(V)	GLB(V)	GLC(V)
Soluzioni H	GHA(V)	GHB(V)	GHC(V)

Il procedimento di misura e di espressione dei risultati sono diversi per piastrelle non smaltate e piastrelle smaltate.

• Piastrelle non smaltate

I campioni ricavati dalle piastrelle non smaltate, dopo essere rimasti parzialmente immersi nelle soluzioni di prova per 12 giorni, sono lasciati sotto l'acqua corrente per 5 giorni, bolliti in acqua per 30 minuti, essiccati e quindi esaminati visivamente per rilevare variazioni sulla superficie di esercizio, sui bordi tagliati e non tagliati. Sulla base degli effetti riscontrati si ha classificazione di Tab. II.

FIG. 1
Classificazione per la resistenza all'attacco chimico per le piastrelle smaltate.



• Piastrelle smaltate

Le soluzioni di prova sono mantenute sulla superficie smaltata delle piastrelle per i tempi previsti in Tab.I, dopodiché la superficie viene pulita, essiccata e quindi vengono valutati gli effetti indotti dalle soluzioni secondo lo schema di Fig. 1. Qualora la prova matita non sia applicabile, le piastrelle sono indicate come "Classificazione normale non possibile" e vengono classificate sulla base dell'esame visivo secondo lo schema di Tab. III.

Come si valuta

I requisiti previsti dalla norma UNI EN 14411 (ISO 13006) sono schematizzati nel Cap. 4. Gli schemi di classificazione sopra riportato fornisce comunque i riferimenti necessari per la valutazione delle prestazioni delle piastrelle per quanto concerne la resistenza alle macchie e la facilità ed efficacia di pulizia.

STAIN RESISTANCE

RESISTENZA ALLE MACCHIE

Cosa è

La resistenza alle macchie, strettamente collegata alla resistenza all'attacco chimico, definisce il comportamento della superficie ceramica a contatto con sostanze macchianti, ed è valutata in funzione dell'efficacia - e della facilità - con cui le macchie di definite sostanze, applicate sulla superficie stessa in condizioni specificate, possono venire rimosse. La resistenza alle macchie permette dunque di valutare la "pulibilità" di una superficie ceramica.
È una caratteristica importante, sia perchè sono diverse le sostanze macchianti che possono venire a contatto con una piastrellatura nelle normali condizioni di esercizio, sia perchè la pulibilità rappresenta un qualificante "punto di forza" delle piastrelle ceramiche rispetto a tutti i materiali concorrenti.
La compattezza della superficie di esercizio, smaltata o non smaltata che sia, è certamente un fattore di primaria importanza rispetto a questa caratteristica: quanto più compatta è la superficie, tanto minori sono le possibilità che le sostanze macchianti hanno di penetrarvi, aderendovi in modo stabile.

Perchè e quando si misura

La resistenza alle macchie deve essere misurata, ovviamente, per valutare la prestazione attesa da una piastrella prima della sua commercializzazione per permetterne un impiego adeguato rispetto

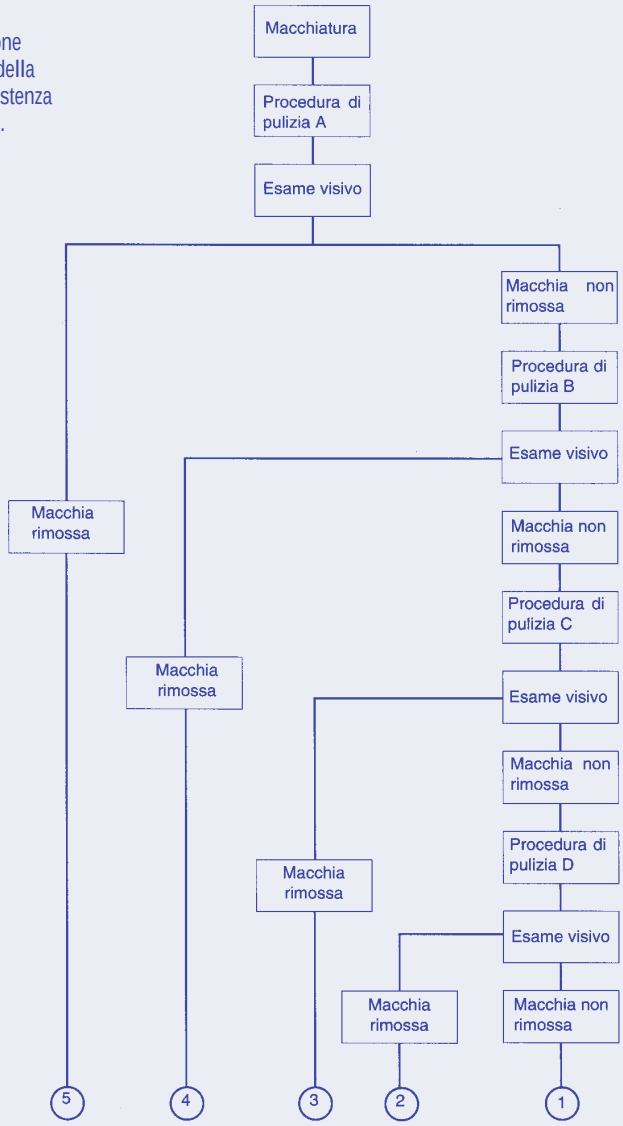
TAB. I
Materiali e condizioni di prova.

Agenti macchianti
• Agente macchiante verde in olio leggero (agente macchiante rosso per piastrelle verdi) • Iodio in soluzione alcolica • Olio di oliva

Agenti pulitori
1) Acqua calda 2) Agente pulitore commerciale debole 3) Agente pulitore commerciale forte 4) Solventi (acido cloridrico, idrossido di potassio, acetone, altri da indicare)

Procedure di pulizia
A) Acqua calda corrente B) Pulizia manuale con agente pulitore commerciale debole C) Pulizia meccanica con agente pulitore commerciale forte D) Immersione in idoneo solvente (acido cloridrico, idrossido di potassio, acetone, altri da indicare

FIG. 1
Classificazione dei risultati della prova di resistenza alle macchie.



alle sollecitazioni attese nell'ambiente di destinazione. Si ricordano altri due casi in cui la prova di resistenza alle macchie trova una significativa applicazione:

- la valutazione del mantenimento della prestazione di pulibilità su piastrelle sottoposte a sollecitazione di usura (vedere a tale proposito quanto detto nella sezione dedicata alla norma UNI EN ISO 10545.7 per la classe PEI 5);
- come controllo indiretto della porosità delle piastrelle non smaltate. Assumendo, pur con tutte le semplificazioni del caso, la porosità aperta presente sulla superficie di esercizio delle piastrelle non smaltate come rappresentativa della porosità della piastrella descritta nella sezione dedicata all'assorbimento d'acqua, la maggiore o minore facilità di rimozione di appropriate soluzioni macchianti, può essere ritenuta indicativa dell'assorbimento d'acqua stesso e delle caratteristiche connesse.

Come si misura

Le sostanze macchianti che vengono utilizzate per la prova sono diverse e sono state scelte in modo da rappresentare i tipici meccanismi di azione di una sostanza macchiante: azione tracciante (da sostanze come gli inchiostri), azione chimica/ossidante (ad esempio, tintura di iodio), azione filmante (ad esempio, olio).

Il principio della prova consiste nell'applicare le sostanze macchianti sulla superficie della piastrella

e nel cercare successivamente di rimuoverle con una opportuna combinazione di agenti pulitori e procedure di pulizia. In Tab. I sono citate tali condizioni.
Il metodo è riportato nella norma UNI EN ISO 10545.14 ed è applicabile a tutte le piastrelle di ceramica. In Fig. 1 è riportato lo schema delle prove, fino alla classificazione finale dei risultati. Tale classificazione avviene mediante esame visivo: la classe 5 corrisponde alla maggiore facilità di rimuovere una certa macchia, la classe 1 alla impossibilità di rimuovere l'agente macchiante o al danneggiamento irreversibile della superficie di esercizio.

Come si valuta

I requisiti previsti dalla norma UNI EN 14411 (ISO 13006) sono schematizzati nel Cap. 4. Lo schema sopra riportato fornisce comunque i riferimenti necessari per la valutazione delle prestazioni delle piastrelle per quanto concerne la resistenza alle macchie e la facilità ed efficacia di pulizia.

LEAD AND CADMIUM RELEASE

CESSIONE DI PIOMBO E CADMIO

Cosa è

La cessione di piombo e cadmio viene annoverata fra le caratteristiche di sicurezza, in quanto la sua conoscenza ha l'obiettivo di tutelare il consumatore rispetto a rischi per la salute.
Il piombo ed il cadmio sono due metalli a volte presenti negli smalti ceramici che, se ingeriti, sono nocivi. Certe sostanze alimentari sono potenzialmente in grado di estrarre il piombo ed il cadmio dalla superficie smaltata delle piastrelle. Ne può risultare una contaminazione degli alimenti.

Perché e quando si misura

Da quanto premesso, è ovvio che il controllo di questa caratteristica è imprescindibile quando le piastrelle sono destinate a rivestire superfici di ambienti dove sono presenti sostanze alimentari (macelli, industrie conserviere, industrie lattiero-casearie, piani cucina, ecc.) proprio per prevenire la possibilità che queste sostanze nocive entrino nella catena alimentare. Si ricorda che le piastrelle di ceramica, per le loro elevate caratteristiche di resistenza chimica, di pulibilità, di imputrescibilità, di resistenza al calore, ecc, trovano un largo utilizzo nell'industria alimentare, quindi l'attenzione alla caratteristica in esame è dovuta.
La misura, applicabile ovviamente alle sole piastrelle smaltate, deve essere eseguita quando le piastrelle vengono proposte per gli impieghi di cui sopra oppure quando tali impieghi non sono esclusi a priori. La misura della cessione di piombo e cadmio è prevista anche nel contesto della marcatura CE per le piastrelle ceramiche ed in tal caso la determinazione deve essere fatta da un laboratorio notificato dai ministeri competenti.

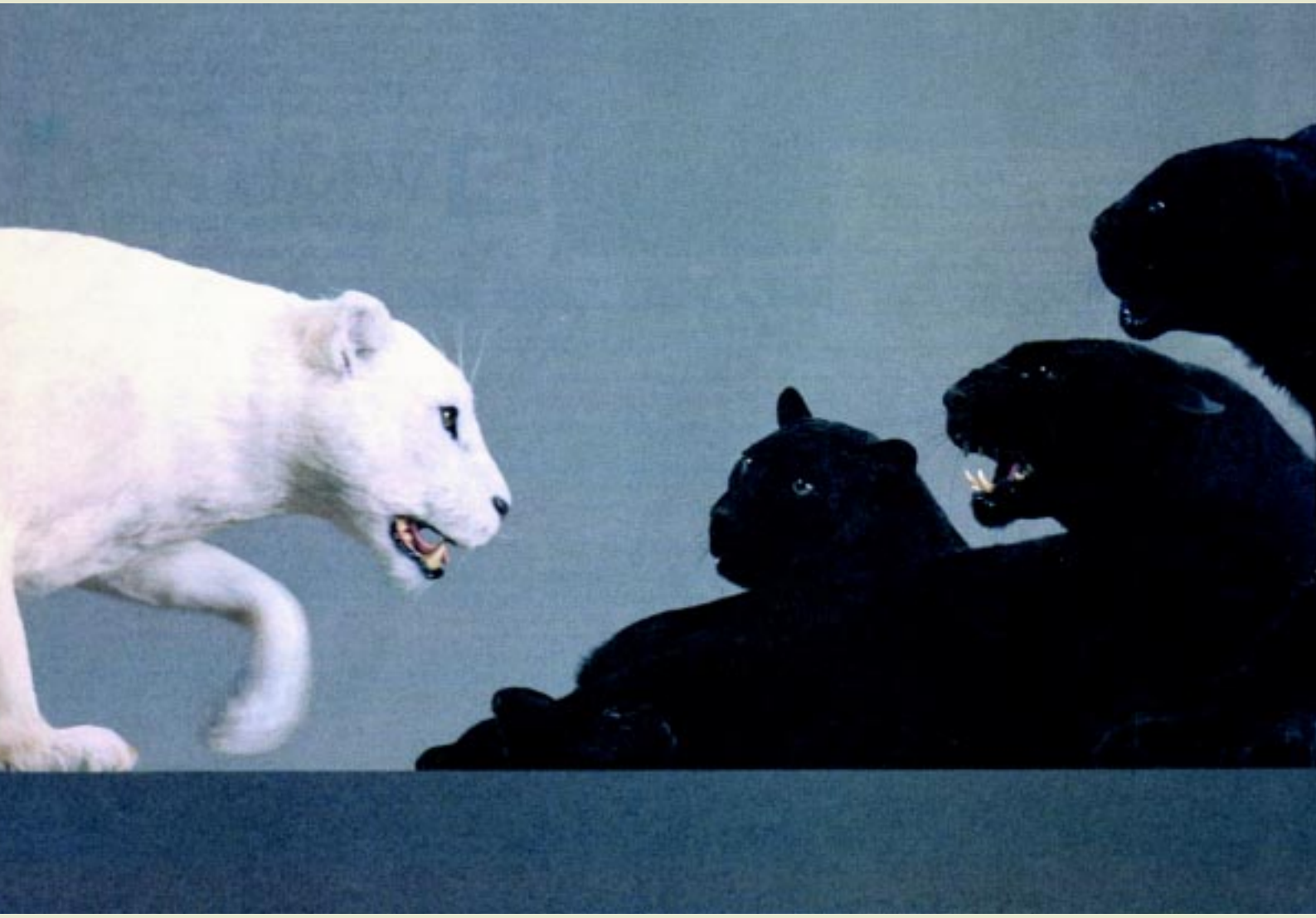
Come si misura

Il metodo di misura descritto dalla norma UNI EN ISO 10545.15 è applicabile alle superfici di esercizio di tutte le piastrelle di ceramica smaltate. Questo metodo deriva dal metodo americano ASTM C-895 e riguarda la determinazione delle quantità di piombo e cadmio che possono essere portati in soluzione ad opera di un solvente acido (acido acetico) dallo smalto.
La determinazione deve essere eseguita su almeno tre piastrelle intere la cui superficie viene preventivamente pulita, essiccata ed opportunamente preparata.
L'estrazione viene effettuata con soluzione di acido acetico al 4% (V/V) per 24 ore; la determinazione quantitativa viene eseguita mediante metodo idoneo, ad esempio mediante spettrofotometria di assorbimento atomico, ed espressa in termini di massa di metallo estratto per unità di superficie di esercizio.

Come si valuta

La norma UNI EN 14411 (ISO 13006) non prevede requisiti ma indica "metodo di prova disponibile". Quando necessario in funzione della destinazione d'uso si può fare riferimento a requisiti di legge o contrattuali.

SMALL COLOUR DIFFERENCES



PICCOLE DIFFERENZE DI COLORE

Cosa è

Questa caratteristica può essere considerata in parte un caso “molto” particolare della più ampia famiglia delle caratteristiche di aspetto esaminate nella sezione dedicata alla qualità della superficie e complementare a quelle. Deve essere presa in considerazione quando si vuole realizzare una superficie piastrellata in tinta unita: in questa caso il pregio estetico dell’intera opera è primariamente connesso all’uniformità del colore dei singoli elementi componenti, cioè le piastrelle.

Perché e quando si misura

La misura di questa caratteristica è necessaria nel caso di piastrelle in tinta unita quando, oltre la valutazione visiva dell’uniformità di aspetto, è necessario quantificare le differenze di colore; le piastrelle in tinta unita che sono attualmente disponibili sul mercato sono prevalentemente piastrelle smaltate. Questa misura non viene fatta usualmente e in genere non è riportata su cataloghi o su altro materiale informativo.Tra tutte le caratteristiche considerate dalle norme per le piastrelle di ceramica, quella in esame è sicuramente la caratteristica tipicamente oggetto di accordo contrattuale in sede di fornitura, cioè quando è nota la precisa destinazione d’uso ed i dati di progetto che la supportano in relazione ai parametri colorimetrici.

Come si misura

Il metodo di misura descritto dalla norma UNI EN ISO 10545.16 è applicabile alle superfici di esercizio di tutte le piastrelle di ceramica a tinta unita smaltate che sono progettate per essere di colore uniforme e comparabile.
Questo metodo è ripreso dal metodo descritto nella norma ASTM C-609 ed essenzialmente consiste nella misura di differenze di colore fra il campione in prova ed uno di riferimento; la validità dei risultati è assicurata solo nel caso di misure su piastrelle a tinta unita e piane.
La prova si basa sull’impiego di idonea strumentazione, ad esempio spettrofotometro di riflettanza o colorimetro tristimolo.

Come si valuta

La norma UNI EN 14411 (ISO 13006) non prevede requisiti ma indica “metodo di prova disponibile”. Quando necessario ed in funzione della destinazione d’uso, occorre riferirsi alle specifiche contrattuali.

COEFFICIENT OF FRICTION

RESISTENZA ALLO SCIVOLAMENTO

Cosa è

La resistenza allo scivolamento, così come la cessione di piombo e cadmio, è una caratteristica che ricade su sicurezza e salute degli utilizzatori, ovviamente nel caso di pavimentazioni. Le superfici scivolose sono potenziali cause di infortuni, anche gravi, sia in ambito civile che negli ambienti di lavoro; non solo: una superficie scivolosa rappresenta di per sé una vera e propria barriera architettonica rendendo difficoltosa o impossibile la normale deambulazione in particolare in condizioni di handicap fisici momentanei o permanenti.
La grandezza che quantifica la resistenza allo scivolamento è il coefficiente di attrito (statico o dinamico), al quale è proporzionale la forza, parallela alla superficie di contatto, che occorre applicare perché si abbia moto relativo fra due corpi, e quindi anche la forza che ne definisce le condizioni di equilibrio. Quanto più alto è il coefficiente di attrito, tanto minore è la scivolosità.

Perché e quando si misura

In generale, la resistenza allo scivolamento di una superficie piastrellata coinvolge i materiali costituenti il pavimento, la progettazione e la realizzazione del pavimento stesso, nonché le operazioni di manutenzione e conservazione in esercizio.
Risulta ovvio da quanto detto che per il progettista la conoscenza della resistenza allo scivolamento delle piastrelle è fondamentale per procedere alla realizzazione di una pavimentazione il cui livello di sicurezza rispetto allo scivolamento sia commisurato al rischio di scivolamento prevedibilmente associato al tipo di ambiente in cui quelle piastrelle verranno collocate ed ai requisiti di legge applicabili.
Pertanto la misura della resistenza allo scivolamento deve essere eseguita sulle piastrelle prima di procedere alla loro installazione; inoltre, in molti casi, la misura viene ripetuta sulla superficie piastrellata prima dell'entrata in servizio nell'ambito dei controlli eseguiti dagli organi competenti al rilascio dell'abitabilità /licenza d'uso degli edifici. Si ricorda, infine, che la scivolosità è prevista nell'elenco delle caratteristiche considerate nella marcatura CE delle piastrelle ceramiche (EN 14411 - Appendice ZA).

Come si misura

Attualmente non è disponibile un metodo di misura standardizzato a livello internazionale e questo nonostante lunghi ed intensi lavori portati avanti sia in sede ISO che CEN.
La maggior parte delle nazioni ha metodi propri derivati da leggi, disposizioni antinfortunistiche o altre regolamentazioni di carattere nazionale; ciò è aggravato dal fatto che molti di questi metodi di misura non solo sono diversi tra loro, ma non sono neppure correlabili tra loro né su base teorica né su base sperimentale. Questa situazione porta a confusione negli utilizzatori, in particolare i progettisti che devono garantire l'adempimento delle disposizioni cogenti applicabili, ed a notevoli difficoltà per i produttori all'atto della caratterizzazione delle piastrelle prima della commercializzazione. Infatti, non essendo quasi mai nota la destinazione finale delle piastrelle, la misura della resistenza allo

FIG. 1
Strumento per la misurazione del coefficiente di attrito delle piastrelle di ceramica (BCR Tortus).

scivolamento da indicare nei cataloghi o nella documentazione tecnica di presentazione dei prodotti deve essere fatta secondo molti e diversi metodi. Per quanto riguarda l'Italia esistono disposizioni di legge relative alle prescrizioni tecniche ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche, specificamente:

- **Legge 13 del gennaio 1989** ed il successivo Decreto Ministeriale 14 giugno 1989, n. 236 relativi alle "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata ed agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche";
- **DPR 24 Luglio 1996, n. 503** "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici".

Il metodo preso in considerazione è di derivazione inglese (BCR - Tortus) e misura il coefficiente di attrito dinamico mediante un dispositivo mobile portatile (Fig. 1); tale apparecchio mobile é dotato di motore elettrico e si muove a velocità costante sulla superficie delle piastrelle da provare. Si misura il coefficiente di attrito che si esercita fra le piastrelle ed un opportuno elemento di contatto (elemento scivolante), rivestito di materiale standardizzato e caricato con un peso prefissato. Si determina il

coefficiente di attrito dinamico, sia medio che puntuale, in definite condizioni della superficie Questo metodo può essere impiegato sia in laboratorio che sul campo.

Come si valuta

Tutte le leggi sopra elencate stabiliscono di eseguire la prova con elemento scivolante in cuoio su superficie asciutta e con elemento scivolante in gomma dura su superficie bagnata con acqua; in entrambi

Appendice ZA
(informativa)

Piastrelle di ceramica per pavimentazioni
Punti di questa norma europea inerenti le disposizioni della Direttiva UE sui Prodotti da costruzione

Scopo
Questa appendice ZA ha lo stesso scopo dei punto 1 di questa norma europea, integrata dall'appendice Q.
In riferimento al punto 1, questa appendice ZA si applica alle piastrelle di ceramica da utilizzarsi per finiture edili di pavimentazioni (interne ed esterne), fissate con adesivi o malta cementizia o meccanicamente.
Non sono incluse le piastrelle pressate a secco non smaltate con assorbimento d'acqua maggiore dei 10% e le piastrelle fabbricate con altri processi (diversi dall'estrusione e dalla pressatura a secco).

ZA.1 Generalità
Questa norma europea è stata elaborata nell'ambito di un mandato conferito al CEN dalla Commissione Europea e dall'Associazione Europea di Libero Scambio.
I punti di questa norma europea, indicati in questa appendice, soddisfano i requisiti del Mandato M/119 Pavimentazioni conferito nell'ambito della Direttiva UE relativa ai Prodotti da costruzione (89/106/CEE).
La conformità ai presenti punti conferisce una presunta idoneità dei prodotti da costruzione trattati da questa norma europea all'/agli impiego/impieghi previsto/i.

AVVERTENZA: Altri requisiti ed altre Direttive UE, che non riguardano l'idoneità all'/agli impiego/impieghi previsto/i, si possono applicare ai prodotti da costruzione che rientrano nello scopo di questa norma europea.

Nota - In aggiunta ai punti specifici relativi a sostanze pericolose contenuti in questa norma europea possono esservi altri requisiti applicabili ai prodotti che rientrano nel suo scopo (per esempio legislazione europea trasposta e leggi nazionali, regolamenti e disposizioni amministrative). Per soddisfare le disposizioni della Direttiva UE relativa ai prodotti da costruzione anche questi requisiti devono essere rispettati quando e dove si applicano, Una banca dati informativa relativa alle disposizioni europee e nazionali sulle sostanze pericolose è disponibile al sito Internet Construction su EUROPA (CREATE, cui si accede via http://europa.eu.int).

Prodotto/i da costruzione:	Piastrelle di ceramica (vedere il punto 3 Definizioni ed il punto 4 Classificazione di questa norma europea).
Impiego/impieghi previsto/i:	Pavimentazioni interne ed esterne.

i casi il valore medio del coefficiente di attrito dinamico deve essere superiore a 0,40 (si ricorda che il coefficiente di attrito viene usualmente indicato con il simbolo μ ed è adimensionale, essendo un rapporto tra forze).
È opportuno sottolineare che la rispondenza ai requisiti di legge è prioritaria, ma non preclusiva della rispondenza ad ulteriori requisiti concordati tra le parti in sede contrattuale. A titolo esemplificativo si consideri un ambiente di lavoro ad elevato rischio di scivolamento: il progettista può chiedere la rispondenza a disposizioni diverse da quelle stabilite dalla legge italiana purché, però, si accerti sempre della rispondenza ai requisiti di cui sopra.

CAPITOLO 4

LE NORME EN ISO SULLE PIASTRELLE DI CERAMICA

I REQUISITI

Gruppi A
- Caratteristiche dimensionali e di aspetto
- Proprietà fisiche
- Proprietà Chimiche

Gruppi B
- Caratteristiche dimensionali e di aspetto
- Proprietà fisiche
- Proprietà Chimiche

REQUISITES

I REQUISITI

Gruppo A - Caratteristiche dimensionali e di aspetto. Prova secondo UNI EN ISO 10545 Parte 2.

Caratteristiche	Gruppo AI UNI EN 14411 AII. A		Gruppo AIIa p. 1 UNI EN 14411 AII. B		Gruppo AIIa p. 2 UNI EN 14411 AII. C		Gruppo AIIb p. 1 UNI EN 14411 AII. D		Gruppo AIIb p. 2 UNI EN 14411 AII. E		Gruppo AIII UNI EN 14411 AII. F	
	DOPPIE	SINGOLE	DOPPIE	SINGOLE	DOPPIE	SINGOLE	DOPPIE	SINGOLE	DOPPIE	SINGOLE	DOPPIE	SINGOLE
LUNGHEZZA E LARGHEZZA Deviazione ammissibile in % della dimensione media di ogni piastrella (2 o 4 lati) dalla dimensione di fabbricazione W	±1,0 fino ad un max di ±2 mm	±2,0 fino ad un max di ±4 mm	±1,25 fino ad un max di ±2 mm	±2,0 fino ad un max di ±4 mm	±1,5 fino ad un max di ±2 mm	±2,0 fino ad un max di ±4 mm	±2,0 fino ad un max di ±2 mm	±2,0 fino ad un max di ±4 mm	±2,0 fino ad un max di ± 2 mm	±2,0 fino ad un max di ±4 mm	±2,0 fino ad un max di ±2 mm	±2,0 fino ad un max di ±4 mm
Deviazione ammissibile in % della dimensione media di ogni piastrella (2 o 4 lati) dalla media dei 10 campioni (20 o 40 lati)	max ±1,0	max ±1,5	max ±1,0	max ±1,5	max ±1,5	max ±1,5	max ±1,5	max ±1,5	max ±1,5	max ±1,5	max ±1,5	max ±1,5
SPESSORE Deviazione ammissibile in % dello spessore medio di ogni piastrella dallo spessore di fabbricazione	Lo spessore deve essere indicato dal produttore ±10											
RETTILINEITÀ DEGLI SPIGOLI (superficie di esercizio) Deviazione massima di rettilineità in % in rapporto alle dimensioni di fabbricazione corrispondenti	±0,5	±0,6	±0,5	±0,6	±1,0	±1,0	±1,0	±1,0	±1,0	±1,0	±1,0	±1,0
ORTOGONALITÀ Deviazione massima di ortogonalità in % in rapporto alle dimensioni di fabbricazione corrispondenti	±1,0											
PLANARITÀ Deviazione massima di planarità in % a) curvatura del centro in rapporto alla diagonale calcolata secondo le dimensioni di fabbricazione	±0,5	±1,5	±0,5	±1,5	±1,0	±1,5	±1,0	±1,5	±1,0	±1,5	±1,0	±1,5
b) curvatura dello spigolo in rapporto alla dimensione di fabbricazione	±0,5	±1,5	±0,5	±1,5	±1,0	±1,5	±1,0	±1,5	±1,0	±1,5	±1,0	±1,5
c) svergolamento in rapporto alla diagonale calcolata secondo la dimensione di fabbricazione	±0,8	±1,5	±0,8	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5
QUALITÀ DELLA SUPERFICIE % di piastrelle esenti da difetti presenti nel lotto	95 min											

Gruppo A - Proprietà fisiche.

Proprietà	Gruppo AI UNI EN 14411 All. A		Gruppo AIIa p. 1 UNI EN 14411 All. B		Gruppo AIIa p. 2 UNI EN 14411 All. C		Gruppo AIIb p. 1 UNI EN 14411 All. D		Gruppo AIIb p. 2 UNI EN 14411 All. E		Gruppo AIII UNI EN 14411 All. F	
	DOPPIE	SINGOLE	DOPPIE	SINGOLE	DOPPIE	SINGOLE	DOPPIE	SINGOLE	DOPPIE	SINGOLE	DOPPIE	SINGOLE
Prova sec. ISO 10545-3 Massa d'acqua assorbita % Valore medio Valore singolo	≤ 3 3,3 max		3 < E ≤ 6 6,5 max		3 < E ≤ 6 6,5 max		6 < E ≤ 10 11,1 max		6 < E ≤ 10 11,1 max		6 < E ≤ 10 11,1 max	
Prova sec. ISO 10545-4 • Forza di rottura (N) a) spessore ≥ 7,5 mm b) spessore < 7,5 mm • Resistenza a flessione (N/mm^2) Non applicabile se la forza di rottura è ≥ 3000 N Valore medio Valore singolo	min 1100 min 600 min 23 min 18		min 950 min 600 min 20 min 18		min 800 min 600 min 13 min 11		min 900 min 900 min 17,5 min 15		min 750 min 750 min 9 min 8		min 600 min 600 min 8 min 7	
Prova sec. ISO 10545-5 Resistenza all'urto	metodo di prova disponibile											
Prova sec. ISO 10545-6 Resistenza all'abrasione profonda delle piastrelle non smaltate V mm^3	max 275		max 393		max 541		max 649		max 1062		max 2365	
Prova sec. ISO 10545-7 Resistenza all'abrasione superficiale delle piastrelle smaltate per pavimenti	riportare la classe di abrasione ed il numero di cicli superati											
Prova sec. ISO 10545-8 Coefficiente di espansione termica lineare dalla temperatura ambiente a 100 °C	metodo di prova disponibile											
Prova sec. ISO 10545-9 Resistenza agli sbalzi termici	metodo di prova disponibile											
Prova sec. ISO 10545-10 Dilatazione all'umidità delle piastrelle non smaltate (mm/m)	metodo di prova disponibile											
Prova sec. ISO 10545-11 Resistenza al cavillo delle piastrelle smaltate	richiesta											
Prova sec. ISO 10545-12 Resistenza al gelo	metodo di prova disponibile											
Prova sec. ISO 10545-16 Differenze di colore	metodo di prova disponibile											
Coefficiente di attrito	per piastrelle da pavimento, riportare il valore ed il metodo usato											

Gruppo A - Proprietà chimiche.

Proprietà	Gruppo AI - UNI EN 14411 Allegato A Gruppo AIIa - UNI EN 14411 Allegato B-C Gruppo AIIb - UNI EN 14411 Allegato D-E Gruppo AIII - UNI EN 14411 Allegato F
Prova sec. ISO 10545-13 Resistenza agli agenti chimici	
RESISTENZA A BASSE CONCENTRAZIONI DI ACIDI E ALCALI	
a) piastrelle smaltate	riportare la classe di resistenza chimica
b) piastrelle non smaltate	riportare la classe di resistenza chimica
RESISTENZA AD ALTE CONCENTRAZIONI DI ACIDI E ALCALI	metodo di prova disponibile
RESISTENZA AI PRODOTTI CHIMICI D'USO DOMESTICO E AGLI ADDITIVI PER PISCINA	
a) piastrelle smaltate	GB min
b) piastrelle non smaltate	UB min
Prova sec. ISO 10545-14	
RESISTENZA ALLE MACCHIE	
a) piastrelle smaltate	classe 3 min
b) piastrelle non smaltate	metodo di prova disponibile
Prova sec. ISO 10545-15 Cessione di piombo e cadmio	metodo di prova disponibile

Gruppo B - Caratteristiche dimensionali e di aspetto. Prova secondo UNI EN ISO 10545 Parte 2.

Caratteristiche	Gruppo BIa - UNI EN 14411 All. G				Gruppo BIb - UNI EN 14411 All. H			
	Area S del prodotto (cm²)				Area S del prodotto (cm²)			
	S≤90	90<S≤190	190<S≤410	S>410	S≤90	90<S≤190	190<S≤410	S>410
LUNGHEZZA E LARGHEZZA Deviazione ammissibile in % della dimensione media di ogni piastrella (2 o 4 lati) dalla dimensione di fabbricazione W	±1,2	±1,0	±0,75	±0,6	±1,2	±1,0	±0,75	±0,6
Deviazione ammissibile in % della dimensione media di ogni piastrella (2 o 4 lati) dalla media dei 10 campioni (20 o 40 lati)	±0,75	**±0,5**			±0,75	**±0,5**		
SPESSORE	Lo spessore deve essere indicato dal produttore							
Deviazione ammissibile in % dello spessore medio di ogni piastrella dallo spessore di fabbricazione	±10		±5		±10		±5	
RETTILINEITÀ DEGLI SPIGOLI (superficie di esercizio) Deviazione massima di rettilineità in % in rapporto alle dimensioni di fabbricazione corrispondenti	±0,75	±0,5			±0,75	±0,5		
ORTOGONALITÀ Deviazione massima di ortogonalità in % in rapporto alle dimensioni di fabbricazione corrispondenti	±1,0	±0,6			±1,0	±0,6		
PLANARITÀ Deviazione massima di planarità in % a) curvatura del centro in rapporto alla diagonale calcolata secondo le dimensioni di fabbricazione	±1,0	±0,5			±1,0	±0,5		
b) curvatura dello spigolo in rapporto alla dimensione di fabbricazione	±1,0	±0,5			±1,0	±0,5		
c) svergolamento in rapporto alla diagonale calcolata secondo la dimensione di fabbricazione	±1,0	±0,5			±1,0	±0,5		
QUALITÀ DELLA SUPERFICIE % di piastrelle esenti da difetti presenti nel lotto	95 min							

Gruppo B - Caratteristiche dimensionali e di aspetto. Prova secondo UNI EN ISO 10545 Parte 2.

Caratteristiche	Gruppo BIIa - UNI EN 14411 All. J				Gruppo BIIb - UNI EN 14411 All. K			
	Area S del prodotto (cm²)				Area S del prodotto (cm²)			
	S≤90	90<S≤190	190<S≤410	S>410	S≤90	90<S≤190	190<S≤410	S>410
LUNGHEZZA E LARGHEZZA Deviazione ammissibile in % della dimensione media di ogni piastrella (2 o 4 lati) dalla dimensione di fabbricazione W	±1,2	±1,0	±0,75	±0,6	±1,2	±1,0	±0,75	±0,6
Deviazione ammissibile in % della dimensione media di ogni piastrella (2 o 4 lati) dalla media dei 10 campioni (20 o 40 lati)	±0,75	±0,5			±0,75	**±0,5**		
SPESSORE	Lo spessore deve essere indicato dal produttore							
Deviazione ammissibile in % dello spessore medio di ogni piastrella dallo spessore di fabbricazione	±10		±5		±10		±5	
RETTILINEITÀ DEGLI SPIGOLI (superficie di esercizio) Deviazione massima di rettilineità in % in rapporto alle dimensioni di fabbricazione corrispondenti	±0,75	±0,5			±0,75	±0,5		
ORTOGONALITÀ Deviazione massima di ortogonalità in % in rapporto alle dimensioni di fabbricazione corrispondenti	±1,0	±0,6			±1,0	±0,6		
PLANARITÀ Deviazione massima di planarità in % a) curvatura del centro in rapporto alla diagonale calcolata secondo le dimensioni di fabbricazione	±1,0	±0,5			±1,0	±0,5		
b) curvatura dello spigolo in rapporto alla dimensione di fabbricazione	±1,0	±0,5			±1,0	±0,5		
c) svergolamento in rapporto alla diagonale calcolata secondo la dimensione di fabbricazione	±1,0	±0,5			±1,0	±0,5		
QUALITÀ DELLA SUPERFICIE % di piastrelle esenti da difetti presenti nel lotto	95 min							

Gruppo B - Caratteristiche dimensionali e di aspetto. Prova secondo UNI EN ISO 10545 Parte 2.

Caratteristiche	Gruppo BIII UNI EN 14411 All. L	
	PIASTRELLE SENZA DISTANZIATORI	PIASTRELLE SENZA DISTANZIATORI
LUNGHEZZA E LARGHEZZA		
Deviazione ammissibile in % della dimensione media di ogni piastrella (2 o 4 lati) dalla dimensione di fabbricazione W	lato ≤ 12 cm: ±0,75 lato > 12 cm: ±0,50	+ 0,6 - 0,3
Deviazione ammissibile in % della dimensione media di ogni piastrella (2 o 4 lati) dalla media dei 10 campioni (20 o 40 lati)	lato ≤ 12 cm: ±0,50 lato > 12 cm: ±0,30	±0,25
SPESSORE	Lo spessore deve essere indicato dal produttore	
Deviazione ammissibile in % dello spessore medio di ogni piastrella dallo spessore di fabbricazione	±1,0	
RETTILINEITÀ DEGLI SPIGOLI (superficie di esercizio)		
Deviazione massima di rettilineità in % in rapporto alle dimensioni di fabbricazione corrispondenti	±0,3	
ORTOGONALITÀ		
Deviazione massima di ortogonalità in % in rapporto alle dimensioni di fabbricazione corrispondenti	±0,5	±0,3
PLANARITÀ		
Deviazione massima di planarità in % a) curvatura del centro in rapporto alla diagonale calcolata secondo le dimensioni di fabbricazione	+ 0,5 - 0,3	+ 0,8 - 0,2
b) curvatura dello spigolo in rapporto alla dimensione di fabbricazione	+ 0,5 - 0,3	+ 0,8 - 0,2
c) svergolamento in rapporto alla diagonale calcolata secondo la dimensione di fabbricazione	±0,5	0,5 mm per superfici ≤ 250 cm^2 0,75 mm per superfici > 250 cm^2
QUALITÀ DELLA SUPERFICIE		
% di piastrelle esenti da difetti presenti nel lotto	95 min	

Gruppo B - Proprietà fisiche.

Proprietà	Gruppo BIa UNI EN 14411 All. G	Gruppo BIb UNI EN 14411 All. H	Gruppo BIIa UNI EN 14411 All. J	Gruppo BIIb UNI EN 14411 All. K	Gruppo BIII UNI EN 14411 All. L
Prova sec. ISO 10545-3 Massa d'acqua assorbita % Valore medio Valore singolo	≤ 0,5 0,6 max	0,5 < E ≤ 3 3,3 max	3 < E ≤ 6 6,5 max	6 < E ≤ 10 11 max	E > 10 min 9 Se questo valore supera il 20% esso dovrà essere indicato dal fabbricante
Prova sec. ISO 10545-4 • Forza di rottura (N) a) spessore ≥ 7,5 mm b) spessore < 7,5 mm • Resistenza a flessione (N/mm^2) Non applicabile se la forza di rottura è ≥ 3000 N Valore medio Valore singolo	min 1300 min 700 min 35 min 32	min 1100 min 700 min 30 min 27	min 1000 min 600 min 22 min 20	min 800 min 500 min 18 min 16	min 600 min 200 spessore ≥ 7,5: min 15 spessore < 7,5: min 12
Prova sec. ISO 10545-5 Resistenza all'urto	metodo di prova disponibile				
Prova sec. ISO 10545-6 Resistenza all'abrasione profonda delle piastrelle non smaltate V mm^3	max 175	max 175	max 345	max 540	——
Prova sec. ISO 10545-7 Resistenza all'abrasione superficiale delle piastrelle smaltate per pavimenti	riportare la classe di abrasione ed il numero di cicli superati				
Prova sec. ISO 10545-8 Coefficiente di espansione termica lineare dalla temperatura ambiente a 100 °C	metodo di prova disponibile				
Prova sec. ISO 10545-9 Resistenza agli sbalzi termici	metodo di prova disponibile				
Prova sec. ISO 10545-10 Dilatazione all'umidità delle piastrelle non smaltate (mm/m)	metodo di prova disponibile				
Prova sec. ISO 10545-11 Resistenza al cavillo delle piastrelle smaltate	richiesta				
Prova sec. ISO 10545-12 Resistenza al gelo	richiesta		metodo di prova disponibile		
Prova sec. ISO 10545-16 Differenze di colore	metodo di prova disponibile				
Coefficiente di attrito	per piastrelle da pavimento, riportare il valore ed il metodo usato				

Gruppo B - Proprietà chimiche.

Proprietà	Gruppo BIa - UNI EN 14411 Allegato G Gruppo BIb - UNI EN 14411 Allegato H Gruppo BIIa - UNI EN 14411 Allegato J Gruppo BIIb - UNI EN 14411 Allegato K Gruppo BIII - UNI EN 14411 Allegato L
Prova sec. ISO 10545-13 Resistenza agli agenti chimici	
RESISTENZA A BASSE CONCENTRAZIONI DI ACIDI E ALCALI	
a) piastrelle smaltate	riportare la classe di resistenza chimica
b) piastrelle non smaltate	riportare la classe di resistenza chimica
RESISTENZA AD ALTE CONCENTRAZIONI DI ACIDI E ALCALI	metodo di prova disponibile
RESISTENZA AI PRODOTTI CHIMICI D'USO DOMESTICO E AGLI ADDITIVI PER PISCINA	
a) piastrelle smaltate	GB min
b) piastrelle non smaltate	UB min
Prova sec. ISO 10545-14	
RESISTENZA ALLE MACCHIE	
a) piastrelle smaltate	classe 3 min
b) piastrelle non smaltate	metodo di prova disponibile
Prova sec. ISO 10545-15 Cessione di piombo e cadmio	metodo di prova disponibile

APPENDICI

I MARCHI DI QUALITÀ

La conformità delle piastrelle con quanto prescritto dalle norme può essere semplicemente dichiarata dal produttore, con riferimento alla consegna effettuata, o certificata da un ente apposito, il quale, sulla base del controllo del prodotto e della verifica dell'affidabilità della gestione del processo produttivo, concede al prodotto stesso un **Marchio di Qualità,** che viene poi riportato sia sul catalogo, sia sulle singole confezioni del prodotto.

Questa appendice riporta le informazioni di base relative a:

A.1 - Marchio CERTIQUALITY-UNI

A.2 - Marchio "Ceramica di Qualità"

A.3 - Marchio CE

A.4 - Key-Mark

Appendice A.1

Marchio CERTIQUALITY-UNI

MARCHIO CERTIQUALITY-UNI

Il marchio Certiquality-UNI è un marchio che certifica un prodotto, le piastrelle di ceramica, mediante attività di prova, ispezione e controllo in base alle quali è possibile desumere che le piastrelle non solo **rispondono ai requisiti della normativa tecnica di riferimento,** ma anche che vengono controllate adeguatamente durante tutte le fasi del processo produttivo per cui, se anche non è possibile effettuare "on line" tutte le prove, tuttavia **si può ritenere ragionevolmente garantita la costanza qualitativa della produzione.**

Ciò comporta che il produttore deve disporre di un opportuno sistema di controllo della qualità che prevede una raccolta di procedure, un laboratorio con personale tecnico specializzato ed un adeguato sistema di registrazione dei dati per cui, in caso di prodotti non conformi, sia possibile risalire alle cause che hanno originato il difetto.

Per le piastrelle di ceramica sono in vigore le norme UNI EN ISO che prescrivono i requisiti qualitativi per il materiale di prima scelta e descrivono i relativi metodi di prova. Alcuni di questi (è il caso della valutazione della qualità della superficie e dei controlli dimensionali) costituiscono parte integrante delle normali linee di produzione (linee di scelta); altri (ad esempio la resistenza meccanica, chimica, all'abrasione, etc.) sono distruttivi, per cui non si possono applicare "on line" ma vanno effettuati "a campione". Ne consegue che il produttore deve effettuarli o farli effettuare saltuariamente, con una periodicità da determinarsi a seconda della rilevanza della prova ai fini del controllo qualità. Se una prova dà esito negativo occorre che il produttore sia in grado di individuare la o le possibili cause, analizzando i parametri caratteristici delle diverse fasi del ciclo produttivo ed adottando gli opportuni rimedi; infine bisogna identificare i prodotti non conformi, avendo cura di separarli dalla normale produzione.

Tutto ciò rientra in quello che si definisce "Sistema di controllo qualità" ed è la premessa necessaria per l'ottenimento della certificazione di prodotto attestata dal marchio Certiquality-UNI.

Il marchio, registrato dall'UNI (Ente Nazionale Italiano di Certificazione), è oggi gestito da Certiquality e viene rilasciato a chi, fattane domanda, dimostri in primo luogo di avere un adeguato sistema di controllo della qualità; inoltre occorre che il tipo di prodotto per cui si richiede il marchio risponda ai requisiti previsti dalle norme vigenti. Le procedure per l'ottenimento del marchio sono descritte in apposita documentazione predisposta da Certiquality.

Il marchio va richiesto dal **produttore**, cioè "dall'azienda che produce e/o pone sul mer-

Il Marchio Certiquality-UNI.

CERTIQUALITY

UNI

CONFORME ALLA NORMA
UNI EN 14411

cato, sotto suo nome, le piastrelle di ceramica, assumendo la completa responsabilità del prodotto". Ciò significa che il marchio può essere richiesto anche da chi non produce direttamente le piastrelle, ma si limita a commercializzare un materiale (di cui si assume la responsabilità) prodotto ed inscatolato a suo nome da terzi.

Il marchio viene riportato, oltre che sulle scatole, anche su cataloghi, depliants e fogli pubblicitari: dato che esso comporta un criterio qualitativo di premio, è nell'interesse del produttore garantirne la più ampia diffusione e pubblicizzazione tramite azioni di pubblicità sia singole che collettive.
I vantaggi dell'ottenimento del marchio Certiquality-UNI sono in primo luogo quelli intrinseci connessi ad ogni certificazione di prodotto: il cliente può essere interessato ad un'azienda dotata di una certificazione di sistema, ma è indubbiamente attratto da una certificazione di prodotto, cioè da un'attestazione effettuata da una parte terza, indipendente, che certifica la qualità del prodotto.
In secondo luogo il produttore ha un monitoraggio globale, attestato da rapporti di prova, della qualità dei suoi prodotti. Infatti il produttore riceve copia dei rapporti delle prove effettuate ai fini dell'ottenimento e del mantenimento del marchio.

Infine il marchio Certiquality-UNI costituisce un importante passaporto per l'esportazione verso paesi (quali Arabia Saudita, Polonia, Slovenia) per i quali è necessario accompagnare ogni spedizione con un attestato sulla qualità del prodotto.

Il laboratorio ufficiale di prova ed organismo di ispezione per la concessione del marchio Certiquality-UNI è il Centro Ceramico di Bologna.

CENTRO CERAMICO
Via Martelli, 26 - 40138 BOLOGNA
Tel. 051-534015 - Fax 051-530085
centro.ceramico@cencerbo.it

Appendice A.2

Marchio "CERAMICA DI QUALITÀ"

L'Italia ha una forte e riconosciuta tradizione ceramica. Molte città italiane sono sede da secoli di ben note ed apprezzate lavorazioni ceramiche artistiche. Su questa tradizione, nel secolo appena trascorso, si è innestata una forte industria ceramica, che ha trovato fortuna e apprezzamento crescenti sui mercati internazionali: si pensi alle piastrelle per pavimento e rivestimento, alla stoviglieria, ai sanitari, etc. Fortuna e apprezzamento derivano da una qualità estetica basata sulla cultura e sulle tradizioni nazionali, e da una qualità tecnica basata sulla ricerca e lo sviluppo delle tecnologie.
Oggi, con la globalizzazione dei mercati, l'utilizzatore di materiali ceramici si trova di fronte a prodotti apparentemente uguali ma che, rispetto ai prodotti nazionali, sono quasi sempre meno costosi, ma spesso copiati e di qualità "incerta".
Per proteggere l'immagine della ceramica industriale nazionale (ed Europea), il Ministero per le Attività Produttive (MAP) ha istituito il Marchio "Ceramica di Qualità".
Ecco una breve scheda.

Riferimento Legislativo: Legge 188/90 "Tutela della ceramica artistica e della ceramica italiana di qualità"

L'obiettivo di questa legge è la tutela della denominazione di origine delle produzioni italiane di ceramica artistica e tradizionale e dei prodotti industriali, secondo il Disciplinare pubblicato sulla G.U. n. 283 del 04/12/97.

Gruppi di prodotto coperti dal marchio "Ceramica di Qualità"

- ceramica ornamentale
- stoviglieria e ceramica da tavola e ad uso alimentare
- piastrelle
- ceramiche per usi sanitari ed affini

Condizioni per ottenere il marchio

Due sono le condizioni di base per la concessione del marchio "Ceramica di Qualità":

a) *una condizione di* **origine**, *in quanto il prodotto ceramico:*
- deve essere realizzato sul territorio dei paesi membri dell'Unione Europea
- tutte le fasi della produzione debbono avvenire sul territorio dei paesi membri dell'Unione Europea
- non deve prevedere l'utilizzo di prodotti semilavorati provenienti da altri stati.

b) *una condizione di* **qualità**, *in quanto il prodotto ceramico:*
- deve essere regolarmente iscritto nei "registri dei produttori di ceramica di qualità" istituiti dalle Camere di Commercio
- deve essere conforme alle caratteristiche definite dalle norme UNI vigenti e controllato secondo i criteri indicati nell'allegato al Disciplinare.

Integrazioni nei marchi esistenti

In Italia esistono già marchi di qualità di origine privata, quali il marchio Certiquality-UNI per le piastrelle di ceramica, il marchio ENCS per i sanitari, entrambi marchi di conformità alle norme. A livello europeo, per le piastrelle vi è pure il marchio Ecolabel, che è un marchio di eccellenza ambientale.
Il marchio "Ceramica di Qualità" si distingue dagli altri marchi di conformità alle norme per due motivi fondamentali:

- specifica l'origine dei prodotti
- è un marchio "pubblico", istituito da una legge e gestito da enti pubblici.

Va inoltre sottolineato che i prodotti ceramici delle aziende che hanno ottenuto il diritto d'uso del Marchio UNI o di altri marchi equivalenti, sono considerati rispondenti alle norme tecniche citate nel Disciplinare; non sono quindi richieste duplicazioni di attività.
Grazie a questa agevolazione, ci si attende che molte aziende saranno invogliate ad intraprendere il cammino verso l'acquisizione del marchio "Ceramica di Qualità". E qui si inserisce l'attività del Centro Ceramico di Bologna - Centro di Ricerca e Sperimentazione per l'Industria Ceramica, che da sempre cerca di facilitare in modo coerente l'integrazione fra i diversi marchi.
L'auspicio è che questo nuovo marchio sia di aiuto al consumatore ai fini di una scelta consapevole verso prodotti originali e di qualità, rafforzando un settore industriale importante per il nostro paese.

Il Marchio
"Ceramica di Qualità".

Appendice A.3

Marchio CE

MARCHIO CE

Il Marchio CE.

La norma EN 14411 comprende la cosiddetta "appendice armonizzata", pertanto con valore cogente, che specifica gli adempimenti a cui deve rispondere il produttore per poter affiggere il Marchio CE sui suoi prodotti, in ottemperanza alla Direttiva 89/106, avente per oggetto la sicurezza dei materiali da costruzione. Si noti che il Marchio CE è un marchio "di idoneità" e non "di qualità": tutti i prodotti devono essere "sicuri" (idoneità), indipendentemente dalla loro "qualità commerciale" (ad esempio: piastrelle di prima o seconda scelta). Quindi la "qualità" è un aspetto volontario, contrattuale, ed è trattata nella parte "volontaria" della norma. L'"idoneità" è un aspetto obbligatorio ed è trattata nell'allegato armonizzato.

Nell'allegato armonizzato (allegato Q) si riportano:

- le caratteristiche tecniche di riferimento per la marcatura CE: sono solo alcune delle caratteristiche riportate nel resto della norma (ad esempio, in funzione dell'applicazione, la forza di rottura, la resistenza agli sbalzi termici, la cessione di piombo e cadmio, la resistenza al gelo) cui si possono aggiungere altre caratteristiche quali la reazione al fuoco e la resistenza all'adesione. Quanto alla reazione al fuoco, giova ricordare come per le piastrelle di ceramica sia obbligatorio citarla, ma non occorra fare nessuna prova in quanto le piastrelle sono dichiarate "resistenti" (decisione 96/603 EEC) e quindi di Classe A1fl.
- il sistema di attestazione di conformità;
- il contenuto della "dichiarazione di conformità" (preliminare necessario per la marcatura CE) che deve essere predisposta dal produttore;
- un esempio di modello di riferimento per la marcatura CE.

L'obbligatorietà del marchio CE per le piastrelle di ceramica commercializzate in Europa decorre dal 1 Dicembre 2005.

Appendice A.4
Key-Mark

KEY-MARK

Il Keymark è la risposta europea alla necessità di avere un sistema univoco di certificazione della qualità dei prodotti.
Come esiste un denominatore comune in materia di sicurezza, il marchio CE, altrettanto non si poteva dire rispetto alla qualità dei prodotti intesa come ambito contrattuale, volontario. Ogni nazione, infatti, si era dotata di schemi di certificazione che portavano all'attribuzione di marchi nazionali attestanti che il prodotto marcato rispondeva requisiti di qualità stabiliti da norme di riferimento (per lo più nazionali). Ovvio che questo contesto poteva portare alla creazione di barriere alla libera circolazione dei beni all'interno dell'Europa.
Per superare questi ostacoli si è deciso di creare un marchio europeo, il KEYMARK, che potesse fungere da denominatore comune per la certificazione di prodotto, in questo superando e sostituendo i singoli marchi nazionali.
È stato quindi predisposto un Regolamento per l'attribuzione del KEYMARK (CEN Internal Regulations Part 4 - Certification) che fissa i criteri generali; le regole specifiche per i diversi prodotti vengono stabilite da appositi gruppi di lavoro (denominati SDG) che operano sotto il controllo del CEN.
Nelle sue linee generali il KEYMARK segue lo schema tipico della certificazione di prodotto di parte terza. Nel merito specifico delle piastrelle di ceramica ci si è basati sui regolamenti di marchi già esistenti (in particolare il marchio UNI): ne sono scaturite le "Regole particolari per l'attribuzione del KEYMARK alle piastrelle di ceramica", regole che sono sostanzialmente analoghe al regolamento più sopra citato.
Per la concessione del diritto d'uso del marchio si verifica che il produttore abbia, nel sito di produzione, un sistema di controllo della qualità in linea con alcuni punti della ISO 9001 (per il controllo del processo/del prodotto, dei materiali non conformi, delle apparecchiature, delle registrazione e della documentazione di supporto): Durante la verifica ispettiva si prelevano i campioni (secondo un piano di campionamento predefinito) che vengono inviati in laboratorio per le necessarie verifiche tecniche, da effettuarsi sulla base della normativa tecnica europea in vigore. Le "Regole particolari" sono state approvate dal CEN Certification Board, previa verifica ufficiale della loro conformità con il Regolamento Generale.
Posto che lo schema del KEYMARK è riconosciuto dal CEN e che le regole tecniche sono basate su norme riconosciute ed utilizzate dai paesi dell'Unione Europea, ne consegue che anche questa certificazione di prodotto è riconosciuta ed accettata internazionalmente senza la necessità, salvo poche eccezioni, di ripetere prove o ispezioni.
A livello operativo, per le piastrelle di ceramica, Certiquality è l'istituto che si occupa della parte inerente gli aspetti gestionali della certificazione; il Centro Ceramico Bologna cura gli aspetti tecnici inerenti le ispezioni, il campionamento e le prove sul prodotto finito.

Il Key-Mark.

NOTE