



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**NORMAS Y CONTROL DE CALIDAD DEL PISO CERÁMICO
EN PRODUCTO TERMINADO**

Edy Orlando Cárcamo Ambrosio
Asesorado por Ing. Hugo Rolando Bosque

Guatemala, julio de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**NORMAS Y CONTROL DE CALIDAD DEL PISO CERÁMICO
EN PRODUCTO TERMINADO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

EDY ORLANDO CÀRCAMO AMBROSIO

ASESORADO POR EL: ING. HUGO BOSQUE

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia Garcia Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oscar Humberto Montes Estrada
EXAMINADOR	Ing. Clero Uriel Gamarro Cano
EXAMINADOR	Ing. Jorge Maldonado Barrios
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

NORMAS Y CONTROL DE CALIDAD DEL PISO CERÁMICO EN PRODUCTO TERMINADO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, el 01 de junio de 2004.

Edy Orlando Cárcamo Ambrosio

DEDICATORIA

A Dios, fuente de toda sabiduría, dador de la vida, guía de mis pasos y fortaleza de mi alma.

A mis padres, David Alfredo Cárcamo Recinos y Telma Graciela Ambrosio Vivar de Cárcamo, por el apoyo y sacrificio que me manifestaron día a día, para realizar uno de los sueños que más anhelé y se está cumpliendo gracias a su amor y paciencia.

A mi esposa y a mi hija, porque siempre han sido un motivo para seguir adelante, dándome siempre el apoyo necesario para sentirme querido y acompañado en tan difícil camino que he recorrido, a mis hermanos, Osman David, Ana Carolina y José Daniel, por estar conmigo en todo momento, A mi cuñada María del Carmen por su apoyo y comprensión en momentos difíciles de mi vida y a toda mi familia.

A la Facultad de Ingeniería y todo el cuerpo de catedráticos que contribuyeron para formar en mí un hombre competente.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

A todos mis amigos y compañeros que me apoyaron en momentos difíciles y que compartieron conmigo instantes especiales dentro y fuera de la Universidad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI

1. GENERALIDADES DEL PISO CERÁMICO

1.1. Generalidades.....	1
1.2. Piso cerámico como elemento decorativo.....	3
1.3. Apariencia del piso cerámico.....	3
1.4. Higiene y facilidad de mantenimiento.....	4
1.5. Resistencia a la humedad y eflorescencias.....	4
1.6. Durabilidad.....	4
1.6.1 Dureza o resistencia.....	4
1.7. Comodidad al caminar.....	5
1.8. Calidad de los productos cerámicos.....	6
1.9. Ventajas del Piso cerámico.....	6
1.10. Desventajas Del Piso Cerámico.....	6
1.11. Uso Del Piso Cerámico.....	7

2. MATERIALES UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DEL PISO CERÁMICO

2.1. Arcilla.....	9
2.1.1. Tipos de Arcillas.....	9
2.1.2. Materiales.....	9
2.1.3 Aspecto del material.....	10
2.1.4 Agua expresada en porcentaje.....	10

3. NORMAS Y CONTROL DE CALIDAD REALIZADOS AL PISO CERÁMICO EN PRODUCTO TERMINADO

3.1. Muestras y bases para la aceptación (Norma ISO 10545-1.....	11
3.1.1 Tipo de ensayo.....	11
3.1.2 Definiciones.....	11
3.1.3 Muestras para inspección.....	12
3.1.4 Inspección.....	12
3.1.5 Aceptabilidad de inspección de muestras.....	12
3.2 Dimensiones y Calidad de Superficie (Norma ISO 10545-2, EN 98 y ASTM C 499 – 83).....	17
3.2.1 Medida de ancho y longitud.....	17
3.2.1.1 Tipo de ensayo.....	17
3.2.2 Aparato.....	17
3.2.3 Especímenes de prueba.....	17
3.2.4 Procedimiento.....	17
3.2.5 Resultados.....	18
3.2.6 Informe de la prueba.....	18
3.2.7 Medidas de grosor.....	19
3.2.7.1 Tipo de ensayo.....	19
3.2.8 Aparato.....	19
3.2.9 Especímenes de prueba.....	19
3.2.10 Procedimiento.....	19
3.2.11 Resultados.....	19
3.2.12 Medida de rectitud de lados.....	20
3.12.1 Tipo de ensayo.....	20
3.2.13 Definición.....	20
3.2.14 Aparato.....	20
3.2.15 Especímenes de prueba.....	20
3.2.16 Procedimiento.....	21

3.2.17	Informe de la prueba.....	21
3.2.18	Medida de ortogonalidad.....	21
3.2.18.1	Tipo de Ensayo.....	21
3.2.19	Definición.....	21
3.2.19.1	Desviación de ortogonalidad.....	21
3.2.20	Aparato.....	22
3.2.21	Especímenes de prueba.....	22
3.2.22	Procedimiento.....	22
3.2.23	Informe de la prueba.....	23
3.2.24	Medida de superficie plana, curvatura y alabeo.....	25
3.2.24.1	Tipo de Ensayo.....	25
3.2.25	Definición.....	25
3.2.25.1	Superficie plana.....	25
3.2.25.2	Curvatura central.....	25
3.2.26	Alabeo.....	25
3.2.27	Aparato.....	28
3.2.28	Especímenes de prueba.....	28
3.2.29	Procedimiento.....	28
3.2.30	Informe de la prueba.....	29
3.2.31	Aspecto superficial, defectos de superficie y efectos Intencionales.....	30
3.2.31.1	Tipo de ensayo.....	30
3.2.32	Aparato.....	32
3.2.33	Especímenes de prueba.....	32
3.2.34	Procedimiento.....	32
3.2.35	Resultados.....	33
3.2.36	Informe de la prueba.....	33
3.3	Absorción de Agua (Norma ISO 10545-3 y EN 99).....	33
3.3.1	Tipo de ensayo.....	34

3.3.2	Principio.....	34
3.3.3	Aparatos.....	34
3.3.4	Especímenes de prueba.....	35
3.3.5	Procedimiento.....	35
3.3.5.1	Impregnación de agua.....	36
3.3.6	Reporte de la prueba.....	39
3.4	Resistencia a la flexión (Norma ISO 10545-4).....	39
3.4.1	Tipo de ensayo.....	40
3.4.2	Aparatos.....	40
3.4.3	Especímenes de prueba.....	42
3.4.4	Procedimiento.....	43
3.4.5	Resultados.....	43
3.4.6	Reporte de la prueba.....	44
3.5	Resistencia al Impacto por medio del coeficiente de restitución (Norma ISO 10545-5).....	44
3.5.1	Velocidad.....	44
3.5.2	Tipo de ensayo.....	44
3.5.3	Principio.....	45
3.5.4	Aparatos.....	45
3.5.5	Especímenes de prueba.....	45
3.5.6	Descripción del informe de unidades de prueba.....	46
3.5.7	Resultados.....	46
3.5.8	Calibración.....	47
3.5.9	Informe de la prueba.....	47
3.6	Abrasión profunda (Norma ISO 10545-6, EN 102 y ASTM C 1027-84).....	49
3.7	Abrasión Superficial (Norma ISO 10545-7, EN 154 y ASTM C 1027-84).....	54
3.7.1	Tipo de ensayo.....	54

3.7.2	Principio.....	54
3.7.3	Carga abrasiva.....	54
3.7.4	Aparato de abrasión.....	55
3.7.5	Especímenes de prueba.....	58
3.7.6	Preparación.....	59
3.7.7	Procedimiento.....	59
3.7.8	Resultados.....	62
3.7.9	Informe de la prueba.....	63
3.8	Expansión de Humedad (Norma ISO 10545-10 y EN 155).....	63
3.8.1	Principio.....	64
3.8.2	Tipos de Ensayo.....	64
3.8.3	Aparatos.....	64
3.8.4	Especímenes de prueba.....	65
3.8.5	Procedimiento.....	65
3.8.6	Resultados.....	66
3.8.7	Informe de la prueba.....	66
3.9	Resistencia al Craquelado (Norma ISO 10545-11, EN 105 y ASTM C 684-84).....	67
3.9.1	Tipo de ensayo.....	67
3.9.2	Aparatos.....	67
3.9.3	Especímenes de prueba.....	68
3.9.4	Procedimiento.....	68
3.9.5	Informe de la prueba.....	69
3.10	Ataque Químico (Norma ISO 10545-13 y ASTM C 650-83).....	69
3.10.1	Tipo de ensayo.....	69
3.10.2	Principio.....	69
3.10.2.1	Prueba de solución acuosa.....	69
3.10.2.2	Ácidos y álcalis.....	70
3.10.3	Aparatos.....	71

3.10.4	Especímenes de prueba.....	71
3.10.5	Procedimiento pisos cerámicos no vidriados.....	72
3.10.6	Resultados.....	73
3.10.7	Procedimiento pisos cerámicos vidriados.....	74
3.10.8	Determinación de clase.....	75
3.10.9	Informe de la prueba.....	78
3.11	Resistencia a las manchas (Norma ISO 10545-14).....	78
3.11.1	Principio.....	79
3.11.2	Tipo de ensayo.....	79
3.11.3	Agentes marchantes.....	79
3.11.4	Limpieza.....	80
3.11.5	Aparato auxiliar.....	80
3.11.6	Especímenes de prueba.....	81
3.11.7	Procedimiento.....	82
3.12	Coefficiente de Fricción (Norma ISO 10545-17).....	82
3.12.1	Tipo de ensayo.....	82
3.12.1	Definición.....	83
3.12.3	Principio.....	83
3.12.4	Método de prueba.....	84
3.12.5	Especímenes de prueba.....	85
3.12.6	Procedimiento.....	85
3.12.7	Informe de la prueba.....	85
3.12.8	Anexo A. Normativa.....	86
3.12.8.1	Método A: Deslizador.....	86
3.12.9	Aparto y materiales.....	86
3.12.9.1	Aparato.....	86
3.12.10	Materiales.....	87
3.12.11	Especímenes de prueba.....	87
3.12.12	Procedimiento.....	88

3.12.13	Anexo B: Normativo.....	92
3.12.13.1	Método B: Deslizador estático.....	92
3.12.14	Aparato y materiales.....	92
3.12.14.1	Aparatos.....	92
3.12.14.2	Materiales.....	93
3.12.15	Especímenes de prueba.....	94
3.12.16	Procedimiento.....	94
3.12.17	Anexo C: Normativa.....	98
3.12.17.1	Método C: Plataforma Inclínada.....	98
3.12.18	Aparatos.....	98
3.12.19	Especímenes de prueba.....	99
3.12.20	Área de prueba.....	99
4.	COSTOS	
4.1	Equipo.....	104
4.1.1	Dimensiones y Calidad de superficie.....	104
4.1.1.1	Costo de equipo.....	104
4.1.2	Absorción de agua.....	104
4.1.2.1	Costo de equipo.....	104
4.1.3	Resistencia a la flexión.....	106
4.1.3.1	Costo de equipo.....	106
4.2	Tarifa de cobro por cada ensayo de laboratorio.....	108
	CONCLUSIONES	109
	RECOMENDACIONES	111
	BIBLIOGRAFÍA	113
	APÉNDICE	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Calibrador Vernier Digital.....	24
2. Calibrador Vernier Manual	24
3. Dimensiones y Calidad de Superficie.....	26
4. Desviación de Rectitud de Lados.....	27
5. Separador o Soporte.....	37
6. Olla de Aluminio.....	37
7. Estufa.....	38
8. Cronometro CR5E3 0-700 kg	41
9. Resistencia al Impacto y Coeficiente de Restitución.....	48
10. Aparatosa medir Resistencia a la abrasión.....	53
11. Aparato para medir Abrasión Superficial	57
12. Aparato para Observar Abrasión Superficial.....	61
13. Aparatosa medir Coeficiente de Fricción	89
14. Aparatosa medir Coeficiente de Fricción	90
15. Aparatosa medir Coeficiente de Fricción	91
16. Aparatosa medir Coeficiente de Fricción	100

TABLAS

I. Valores equivalentes.....	1
II. Absorción de agua.....	39
III. Dimensiones de rodillos espesor del caucho y longitud	41
IV. Número mínimo de pisos	42
V. Ensayo de Absorción por vía húmeda	62
VI. Ensayo de Absorción por vía seca	62
VII. Plataforma inclinada	101
VIII. Prueba del zapato	102

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área
mm	Milímetros
δ	Desviación
L	Longitud
%	Porcentaje
M²	Metro Cuadrado
°C	Grados Centígrados
m₁	Masa del Piso Seco
m₂	Masa del Piso Húmedo
E	Absorción de Agua
gr.	Gramos
X	Promedio de resultados de las pruebas
≥	Mayor o igual que
<	Menor que
>	Mayor que
Cm²	Centímetro cuadrado
R	Resultados
F	Ruptura de Carga
L	Espacio entre soportes de apoyo
b	Ancho del espécimen de prueba
h	Espesor mínimo del espécimen de prueba
N	Newton
UN	Modulo de Ruptura
e	Coeficiente de Restitución
e	Excentricidad
V	Velocidad de Salida
U	Velocidad de Retorno

h₁	Altura de caída
h₂	Altura de rebote
S	Altura de rebote en centímetros.
U	Velocidad a máxima altura de rebote.
A	Aceleración debido a la gravedad
t	Intervalo de tiempo
d	Diámetro del disco rotatorio (en mm).
h	Espesor del disco rotatorio (en mm).
α	Ángulo
N	Coefficiente de rugosidad
V	Volumen
°K	Grados Kelvin
Δ/L	Expansión de longitud
g/l	Gramo sobre litro
HCl	Acido Clorhídrico
Mm/s	Milímetros por segundo
COF	Coefficiente
Rd	Registro de las cuatro lecturas de fuerza
N	Número de Tirones
W	Peso del Tacón
Fd	Coefficiente estático de fricción para superficie seca
Fw	Coefficiente de fricción para superficie húmeda
Ac₁	Número de unidades aceptadas por lote inspeccionado
Re₁	Número de unidades rechazadas por lote de inspección
X	Valor Promedio

GLOSARIO

Revestir	Disfrazar la realidad de una cosa añadiéndole otros elementos o adornos.
Aleaciones	mezcla de un metal con otro u otros y con elementos no metálicos.
Manufacturados	Productos que resultan de la transformación industrial de ciertas materias primas.
Ciclo	Serie de fases por que pasa un fenómeno periódico hasta que se produce una fase anterior.
Esmalte	Barniz vítreo que por medio de la fusión se adhiere a la porcelana, materiales, losa, etc.
Impermeable	Que no puede ser atravesado por agua u otro líquido.
Vitrificado	Una sustancia convertida en vidrio o hacer que una cosa adquiera la apariencia de vidrio.
Solado	Revestimiento de pisos con ladrillos, losas, u otro material
Baldosas	Placa de barro cocido que se utiliza para solar.

Dilatación	Aumento de volumen de un cuerpo cuando se eleva su temperatura.
Estucado	Masa de yeso blanco y agua de cola; revestimiento con cal apagada, mármol pulverizado, yeso y creta..
Homogéneo	Compuestos cuyos elementos son de igual naturaleza o condición.
Lote	Cada una de las partes en que se divide un todo que se ha de distribuir entre varias personas.
Rectangularidad	Relativo al ángulo recto que tiene uno o más ángulos rectos.
Especímenes	Muestra o señal..
Ortogonalidad	Perpendicular.
Calibración	Ajustar un instrumento de medida a fin de que tenga la precisión deseada.
Vértice	Punto en el que concurren los dos lados de un ángulo.
Arista	Segmento común a dos superficies de un cuerpo cualquiera por su parte exterior.
Arcilla	Roca sedimentaria clástica poco consolidada constituida por partículas de tamaño inferior a 4 μ .

Abrasión	Acción y efecto de desgastar por fricción
Oxidación	Acción y efecto de oxidar u oxidarse. Se aplica a toda reacción química que implica una reducción de electrones aunque el agente causante no sea el oxígeno.
Torsión	Acción efecto de torcer o torcerse.
Gres	Tipo de Pasta compuesta de arcilla plástica, arena de cuarzo, a la que se añaden con sílice y óxidos, que se somete a cocción entre 1280° y 1300° C y produce una cerámica dura y compacta.
Solado	Revestimiento de un piso con ladrillos, losas u otro material.
Craquelado	Rajadura, Abertura

RESUMEN

El trabajo de graduación Normas y Control de Calidad en Piso Cerámico como Producto Terminado manifiesta lo siguiente en sus diferentes capítulos:

La recopilación de información registra las diferentes características del piso cerámico, como por ejemplo: durabilidad, calidad, higiene, dureza, apariencia, desventajas y ventajas de los mismos.

Se describen las diferentes materias primas, con las cuales se fabrican los pisos cerámicos características y cualidades.

Se describen también los ensayos realizados al piso cerámico como producto terminado, así como las normativas que rigen la realización de cada uno de ellos, en especial los que aplican a Guatemala debido a sus características climáticas.

Por último, se detalla una propuesta y un estudio tarifario de los ensayos que el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) podría realizar a cualquier empresa y público en general que desee realizar estos ensayos al piso.

Tomando en cuenta todo lo anterior, se determinó que la realización de una guía práctica de normas, ensayos y controles de calidad aplicados al piso cerámico en producto terminado beneficiará al Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), empresas y público en general, para la realización de diferentes pruebas al piso cerámico que conllevará a que se tenga mejor panorama de las características físico-mecánicas de los mismos.

OBJETIVOS

GENERALES

1. La investigación pretende que el usuario cuente con una guía práctica de normas, ensayos y controles de calidad aplicados al piso cerámico en producto terminado, que les brinde un mejor conocimiento de sus características generales.
2. Proponer el equipo, métodos y ensayos al Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), con el objeto de gestionar la prestación de un nuevo servicio a quien lo requiera.

ESPECÍFICOS

1. Establecer si el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) cuenta con el equipo necesario para el control de calidad del piso cerámico como producto terminado.
2. Realizar un estudio tarifario de los ensayos al piso cerámico, propuestos al Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).
3. Dar a conocer al público en general el grado y el uso que se le debe dar al piso cerámico.

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad el hombre ha dado distintos usos al piso los cuales han evolucionado conforme el tiempo y la tecnología avanza.

El terreno natural en sí no es apropiado para llenar estas funciones. Así se observa que a través de la historia, el hombre se ha tenido la necesidad de cubrir el terreno natural con materiales de piso.

El piso de cemento líquido fue substituido por el piso de granito, debido a su mejor proceso de fabricación, calidad y precio, y la aparición del piso cerámico esta dando paso a desaparición del piso de granito, debido a su calidad, mejores características físico – mecánicas y precio competitivo.

El piso representa un área considerable en ambientes residenciales, administrativos, comerciales etc., y son usados para una variedad de propósitos, que están sujetos a una serie de abusos durante y después de su construcción, según el interés del usuario.

El presente trabajo de graduación tiene por objeto desarrollar una guía práctica de normas, ensayos y controles de calidad aplicados al piso cerámico en producto terminado; ampliando conocimientos del ingeniero, arquitecto y usuario en general sobre las características del mismo (clase, color, tipo etc.).

Asimismo pretende ser un aporte benéfico para el fortalecimiento y desarrollo del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), que no cuenta con este tipo de guía.

1. GENERALIDADES DEL PISO CERÁMICO

1.1 Generalidades

Los pisos cerámicos, por su belleza y durabilidad, se han utilizado durante mucho tiempo para pavimentar pisos y revestir paredes. Por la abundancia de las materias primas y la sencillez de la tecnología de fabricación, se está produciendo en la mayoría de los países del mundo.

Se entiende por piso, a la superficie terminada de una edificación que está sometida directamente al tránsito de personas, mobiliario, equipo, etc., o sobre la cual se estacionan los mismos elementos.

Es por eso que el piso forma parte importante de la vida humana, ya que tendrá que estar sometido a trato severo, el cual tendrá que resistir, a la vez que tendrá que llenar otras funciones como comodidad al caminar, temperatura confortable, protección contra la humedad, insectos, etc. El terreno natural en sí no es apropiado para llenar estas funciones. Así se entiende que a través de la historia, el hombre ha tenido la necesidad de cubrir el terreno natural con materiales de piso.

Se ha dicho que el piso deberá llenar una serie de requisitos y funciones a efecto que pueda ser considerado para este propósito. Los principales factores a considerar serán: el piso como elemento decorativo y factor psicológico, apariencia, comodidad al caminar, higiene y facilidad de mantenimiento,

resistencia al desgaste, resistencia a la humedad y eflorescencias, resistencia al fuego, al sol y coloración, aislamiento del sonido, indentación y presiones dinámicas, resistencia a ácidos, álcalis, aceites, grasas y costos.

Los pisos cerámicos son productos manufacturados químicamente inorgánicos con excepción de los metales y sus aleaciones, que se obtienen generalmente por tratamientos de alta temperatura.

Los pisos cerámicos deben sus propiedades al reblandecimiento y vitrificación de la pasta con alta temperatura. Comprenden:

- El gres de material compacto
- Las porcelanas cuya pasta es dura, blanca y traslúcida

Los diferentes diseños y tratamientos de fabricación hacen que los pisos cerámicos se adapten a todas las necesidades, y en función a la economía se pueden separar los diferentes ámbitos de una casa, zonificando lugares de mayor desgaste como los accesos, pasillos, cocinas, y otras más limitadas, como baños, y dormitorios.

Los materiales más utilizados para la fabricación de pisos son los esmaltados compuestos por una parte inferior de soporte llamada **bizcocho** y otro superior o externa, más delgada y de naturaleza vítrea, denominada **esmalte**. (Ref. **Todo Arquitectura.com**)

Todos los pisos cerámicos proceden de un ciclo de cocción, efectuado en un horno a temperaturas superiores a los 600 grados centígrados y se pueden realizar en un solo paso con el sistema de monococción, donde el esmalte y el

soporte se hornean simultáneamente; o también con proceso de bicocción con el que se realiza dos etapas, una para el horneado y el soporte y otra para la fijación del esmalte.

Los pisos cerámicos para revestimiento de paredes o pavimentación, ofrecen el más amplio surtido de variaciones decorativas; se producen en forma, tamaños, colores y texturas cada vez más diversos.

1.2 Piso cerámico como elemento decorativo

Puesto que el piso de un cuarto promedio, o ambiente, cubre un área mayor que las de las paredes del mismo descontando puertas y ventanas, en la mayoría de los casos, el color del piso será la base para escoger colores de paredes, mobiliario, adornos, etc. Es así que la adecuada selección de colores, texturas y adornos de pisos pueden contribuir a crear efectos particulares de intimidad, sensación de temperatura, espacio, etc., en combinación con los elementos decorativos de paredes y mobiliario.

Habiendo dado el color del piso, el punto de partida para colores de paredes, mobiliario, etc., los demás colores a usar podrán girar alrededor del mismo, usando diferentes tonos de este color, colores armonizantes, o colores contrastantes. En cada caso, sin embargo, una buena decoración interior requiere que sea un color el dominante y no tratar de hacer una competencia entre los colores tratando de llamar la atención.

1.3 Apariencia del piso cerámico

La apariencia es la parte atractiva del material, sus variedades de color, textura y su valor decorativo en el sentido arquitectónico.

Hay muchas superficies de piso que son muy atractivas cuando se usan adecuadamente, y otros que son atractivos en menor grado dependiendo del color elegido y el tipo de construcción.

1.4 Higiene y facilidad de mantenimiento

Para ser higiénica, una superficie de piso, debe de ser no absorbente o impermeable y de fácil limpieza. Las juntas excesivas y que no sean impermeables pueden ocasionar problemas sanitarios. Los pisos más higiénicos son los de cerámica vitrificada debido a que cumple con las condiciones anteriormente expuestas.

1.5 Resistencia a la humedad y eflorescencias

Los pisos cerámicos son altamente impermeables debido a que estas piezas son sometidas a altas temperaturas de horneado.

En los pisos cerámicos hay posibilidad de eflorescencias, especialmente en usos exteriores. Presenta una superficie dura y ruidosa al caminar.

1.6 Durabilidad

1.6.1 Dureza o resistencia

La dureza y resistencia depende de un buen proceso de fabricación, y sobre todo el tiempo de horneado, con los que se diferencian los distintos tipos y calidades de piso.

Entre los pisos de mayor dureza se encuentran los denominados **Gres Cerámico**, que es un solado tratado con un proceso de cocción de alta temperatura, que le agrega mayor resistencia y variedad de tonos y texturas, y sobre todo una menor porosidad, que evita por completo la absorción del agua.

Estas piezas son producidas a altas temperaturas, con ciclos largos en el horno, produciéndose un endurecimiento desde dentro hacia fuera de la pieza, logrando así baldosas inalterables con el tiempo y resistentes a cualquier tipo de condiciones atmosféricas y ambientales, sin modificar su color y aspecto. Por lo tanto, es un material óptimo para interiores y exteriores. Cuenta con variedades rústicas, esmaltadas o sin esmaltar, gres de tránsito medio-alto, los denominados porcelánicos, que pueden ser naturales o pulidos.

A su vez, cuentan con una innumerable variedad de accesorios y complementos que los jerarquizan e incorporan a los materiales más refinados de la construcción.

Los estampados en sobre relieve, son característicos para pisos de gran resistencia y durabilidad.

1.7 Comodidad al caminar

La comodidad bajo el pie se determina por las características de absorción de impacto, seguridad al caminar, llaneza de la superficie y conductividad. Un piso que sea buen conductor del calor todo el tiempo se sentirá frío generalmente o en ocasiones especiales, muy caliente.

La eficiencia de las personas puede ser afectada seriamente por pisos incómodos en locales como tiendas al menudeo, restaurantes y cocinas

residenciales, corredores de hospitales, etc. El confort bajo el pie obtenido con un piso adecuado puede ayudar considerablemente a evitar la fatiga y aumentar la eficiencia.

1.8 Calidad de los productos cerámicos

Aunque se pretenda producir piso cerámico de la mejor calidad, existen factores incontrolables o controlables hasta cierto punto, especialmente en el quemado, que trae como consecuencia pequeñas diferencias de tonos de color, tamaño, apariencia y uniformidad.

En todo caso, los pisos cerámicos deben estar libres de agujeros y raspaduras, con superficie nítida, uniformidad de color, tonalidad y tamaño.

1.9 Ventajas del piso cerámico

Son productos resistentes al desgaste, impermeables, de muy fácil limpieza y mantenimiento, por lo que forman un piso higiénico. Es incombustible resistente a cambios de temperatura, tiene dilatación mínima, al derramar líquidos o sustancias no se manchan debido a su impermeabilidad.

Debido a la gran variedad de colores, matices y texturas, los pisos cerámicos se prestan para una gran cantidad de aplicaciones y diseños atractivos. El estucado puede hacerse agregando colorantes, con los que se pueden obtener efectos interesantes adicionales.

1.10 Desventajas del piso cerámico

Aunque se trata de un producto resistente al desgaste, tiene ciertas limitaciones. Es por eso que no debe instalarse en lugares de tránsito comercial pesado, sino en aquellos de tipo residencial o comercial liviano.

El estucado que llena las juntas es susceptible a ensuciarse con el tiempo, aunque menos si se estuca con porcelana.

1.11 Uso del piso cerámico

El piso cerámico se utiliza principalmente en los siguientes ambientes: cocinas, laboratorios, lavanderías, hospitales, salas de operaciones, baños y servicios sanitarios, industrias lecheras, cervecerías, etc. En general, en aquellos lugares en que se desee impermeabilidad, belleza e higiene.

Los pisos cerámicos para salas de operaciones son de tipo especial, de alto poder de conducción para absorber las cargas eléctricas electrostáticas.

2. MATERIALES UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DEL PISO CERÁMICO

2.1. Arcilla

El principal componente del piso cerámico es la arcilla compuesta a su vez de silicatos de aluminio y agua en menor proporción.

2.1.1 Tipos de arcillas

El tipo de arcilla utilizado en la fabricación del piso cerámico es el **Caolín o arcilla de China** que da un color más blanco y **Arcilla no calcárea**.

2.1.2 Materiales

Los materiales utilizados en la fabricación del piso cerámico son derivados de la roca madre como:

- Hierro
- Magnesio
- Cuarzo
- Feldespatos

- Pedernal o Sílice
- Esmalte
- Estaño
- Aluminio

2.1.3 Aspecto del material

Sobre el material se debe determinar:

Forma y dimensiones, color y todas las características posibles.

2.1.4 Agua expresada en porcentaje

El porcentaje de agua utilizado para fabricar el bizcocho o la baldosa cerámica se gradúa dependiendo el tamaño del mismo, cada uno contiene un porcentaje de agua distinto. **(BALDOSAS CERÁMICAS DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN, CARACTERÍSTICAS Y MARCADO, VERSIÓN ESPAÑOLA).**

3. NORMAS Y CONTROL DE CALIDAD REALIZADOS AL PISO CERÁMICO EN PRODUCTO TERMINADO

3.1 Muestras y bases para la aceptación (Norma ISO10545-1, EN. 163)

Esta norma mantiene un sistema de inspección, de valores individuales y un método de inspección de valores promedio

El número de pisos para prueba varían según cada propiedad.

3.1.1 Tipo de ensayo

Inspección Visual

3.1.2 Definiciones

Lote de inspección Consiste en una cantidad de pisos sometidos a inspección, manufacturados por un fabricante bajo condiciones y propiedades que se presumen son uniformes.

Muestra Número específico de pisos tomado de un lote de inspección.

Tamaño de la muestra Un número de pisos observados para cada propiedad.

Requisitos La norma internacional requiere identificar una característica específica de la propiedad del producto.

3.1.3 Muestras para inspección

Una inspección consiste en una o más muestras homogéneas o sub muestras homogéneas.

Cualquier muestra que no este homogénea debe ser dividida en sub muestras, las cuales se asumen que son homogéneas y después pueden ser constituidas en la inspección de lotes.

Si la No-homogeneidad no releva las propiedades de las muestras que van a ser probadas, entonces por acuerdo del consumidor y el distribuidor la muestra puede ser tomada como homogénea.

3.1.4 Inspección

La inspección estará sujeta, al acuerdo entre el proveedor y el consumidor y puede depender del tamaño del lote de inspección.

Nota: En principio un rango completo de pruebas sólo puede ser ejecutado para inspeccionar lotes de más de 5000 m² de piso. Las pruebas usualmente no se consideran para inspección en lotes de menos de 1000 m² de piso.

3.1.5 Aceptabilidad de inspección de muestras

Inspección por atributos

- Cuando el número de unidades encontrados en la muestra inicial es igual o menor al número aceptable Ac_1 , indicado en la columna 3 de la tabla I. la inspección del lote en la cual la prueba fue realizada, debe ser considerada como aceptada

- Cuando el número de unidades no conformes, encontradas en la primera muestra es igual o mas grande que el número de rechazos Re_1 , indicado en la (columna 4, tabla I), esto justifica el rechazo de la inspección
- Cuando el número de unidades no conformes encontradas en la muestra inicial cae entre el número de aceptación y el número de rechazos (columna 3 y 4, de la tabla I) una segunda muestra del mismo tamaño que la muestra inicial debe ser tomada y ensayada
- El número de unidades no conformes encontradas en la primera y segunda muestra, deben de ser totalizados
- Si el número de unidades no conformes es igual o menor al número de unidades aceptados en Ac_2 indicado en la (columna 5, tabla I) el lote de inspección debe ser considerado
- Si el número total de unidades no conformes es igual o más grande que el segundo número de rechazos, Re_2 indicado en la (columna 6, tabla I), esto justifica el rechazo del lote de inspección

Inspección por valor promedio

- Si el valor promedio (\bar{X}_1), de los resultados de la primera prueba reúne los requisitos de la inspección, debe de ser aceptada (Tabla I, columna 7)
- Si el valor promedio de los resultados de la segunda prueba no reúne los requisitos, una segunda prueba es necesaria de la misma manera que en la prueba inicial (Tabla I, columna 8)

- Si el valor promedio (\bar{X}_2), de los resultados de la primera y segunda prueba reúne los requisitos, el lote de inspección debe de ser aceptado (Tabla I columna 9)
- Si el valor promedio (\bar{X}_2), no reúne los requisitos, esto justifica el rechazo de la muestra inspeccionada. (Tabla I, columna 10)

Reporte de aceptación

- Referencia a esta norma internacional
- Identificación de los pisos
- Procedimiento de la prueba
- Constitución del lote de inspección
- Determinación de aceptabilidad para cada una de las propiedades ensayadas

Requerimientos para realizar la prueba

- Solo para pisos con áreas individuales $\geq 4 \text{ cms}^2$
- Al menos 1m^2 , con un mínimo de 30 pisos deben ser considerados para la inspección. Cualquier otro número de pisos en 1 m^2 , debe ser redondeada sobre 10 pisos conforme al AQL 2.5% en conformidad con ISO 3951, es una alternativa aceptable para el procedimiento

- El tamaño de la muestra depende del número de pisos
- El ensayo se aceptará únicamente con pisos que posean áreas faciales individuales $\geq 0.04 \text{ m}^2$. en el caso de pisos que pesan $< 50 \text{ g}$, un número suficiente debe de ser tomado para formar 5 especímenes de prueba, cada uno que pese entre 50 y 100 g.
- L = Límite específico inferior
- U = Límite específico superior
- Solo para pisos con longitudes $\geq 18 \text{ mm}$
- Número de medidas
- Número de especímenes de prueba
- Según solución de prueba

Las muestras de las pruebas varían según el método

Tabla I. Valores equivalentes

Propiedades	Tamaño de Muestra		Inspección por cualidad, si procede				Inspección por valor promedio, si procede				Método ISO10545
			Muestra Inicial		Inicial + 2da. Muestra		Muestra Inicial		Inicial + 2da. Muestra		
	Inicial	Segunda	Número de aceptación Ac1	Número de rechazo Re1	Número de aceptación Ac2	Número de rechazo Re2	Aceptable Si	Segunda Muestra que se analizará	Aceptable Si	Rechazo Justificado Si	
Dimensiones	10	10	0	2	1	2	-	-	-	-	2
	30	30	1	3	3	4	-	-	-	-	
	40	40	1	4	4	5	-	-	-	-	
	50	50	2	5	5	6	-	-	-	-	
	60	60	2	5	6	7	-	-	-	-	
Calidad de la Superficie	70	70	2	6	7	8	-	-	-	-	2
	80	80	3	7	8	9	-	-	-	-	
	90	90	4	8	9	10	-	-	-	-	
	100	100	4	9	10	11	-	-	-	-	
	1 m ²	1 m ²	4%	9%	5%	>5%	-	-	-	-	
Absorción de Agua	5 ⁴	5 ⁴	0	2	1	2	$\bar{X}1 > L^5$	$\bar{X}1 < L$	$X2 > L$	$X2 < L$	3
	10	10	0	2	1	2	$X1 < U^6$	$\bar{X}1 > U$	$X2 < U$	$X2 > U$	
Módulo de Ruptura	7	7	0	2	1	2	$\bar{X}1 > L$	$\bar{X}1 < L$	$X2 > L$	$X2 < L$	4
	10	10	0	2	1	2					
Resistencia a Ruptura	7 ⁷	7 ⁷	0	2	1	2	$\bar{X}1 > L$	$\bar{X}1 < L$	$X2 > L$	$X2 < L$	4
	10	10	0	2	1	2					
Absorción Profundo	5	5	0	2 ⁸	1 ⁸	2 ⁸	-	-	-	-	6
Coefficiente lineal a la expansión termal	2	2	0	2 ⁹	1 ⁹	2 ⁹	-	-	-	-	8
Resistencia al Craquelado	5	5	0	2	1	2	-	-	-	-	11
Resistencia Química	5	5	0	2	1	2	-	-	-	-	13
Resistencia a las Manchas	5	5	0	2	1	2	-	-	-	-	14
Resistencia al Hielo	10	-	0	1	-	-	-	-	-	-	12
Resistencia al choque termal	5	5	0	2	1	2	-	-	-	-	9
Expansión a la humedad	5	-	-	Declaración de manufactura por atribución						10	
Resistencia a la absorción GL	11	-	-	Declaración de manufactura por atribución						7	
Coefficiente de Fricción	-(12)	-	-	Declaración de manufactura por atribución						17	
Diferencia de color	5	-	-	Declaración de manufactura por atribución						16	
Resistencia al impacto	5	-	-	Declaración de manufactura por atribución						5	
Lanzamiento de Paladio y Cadmio	5	-	-	Declaración de manufactura por atribución						15	

3.2 Dimensiones y calidad de superficie (Norma ISO 10545-2, EN 98 y ASTM C 499 - 83)

Esta norma internacional define los métodos para determinar características, dimensionales (longitud, ancho, grosor, rectitud de cantos, ortogonalidad y planitud de superficie) y la calidad de la superficie de pisos cerámicos de todo tipo.

Los pisos con áreas menores a 4 cm² se excluyen de las dimensiones de longitud, ancho, rectitud de cantos, ortogonalidad y planitud de superficie.

3.2.1 Medida de ancho y longitud

2.2.1.1 Tipo de ensayo

Calibración.

3.2.2 Aparato

Calibradores vernier u otro aparato conveniente para la medidas lineales.

3.2.3 Especímenes de prueba

Se probaran 10 pisos enteros de cada tipo.

3.2.4 Procedimiento

Medir todos los lados de cada una de las baldosas sometidas a ensayo a 5 mm de los vértices de cada ángulo.

Las medidas deben realizarse con una precisión mínima de 0.1 mm.

3.2.5 Resultados

Las dimensiones de pisos cuadrados son el promedio de cuatro lecturas. La dimensión de la muestra es el promedio de 40 lecturas.

Las dimensiones de largo y ancho de la muestra son el promedio de 20 lecturas de cada uno.

3.2.6 Informe de la prueba

- Referencia a esta norma internacional.

- Descripción de los pisos

- Todas las dimensiones de ancho y longitud

- Tamaño de cada piso cuadrado; y la medida de ancho y longitud y para cada piso Rectangular

- Reportar la desviación promedio en %, del tamaño de cada piso (2 ó 4 lados) según el tamaño del trabajo

- Reportar la desviación promedio en % para cada piso (2 ó 4 lados) según el tamaño en promedio de 10 especímenes ensayados (20 ó 40 lados)

3.2.7 Medidas de grosor

3.2.7.1 Tipo de ensayo

Calibración.

3.2.8 Aparato

Micrómetro con palpadores de 5 a 10 mm de diámetro u otro instrumento adecuado.

3.2.9 Especímenes de prueba

Se probarán 10 pisos enteros de cada tipo.

3.2.10 Procedimiento

Para todos los pisos, excepto los pisos extruídos dobles, trazar las diagonales y medir el espesor en el punto de máximo grosor en cada una de las cuatro secciones. Medir el grosor de cada piso en los cuatro puntos con una precisión mínima de 0.1 mm.

Medir en el punto de máximo grosor de cada línea.

3.2.11 Resultados

Para todos los pisos, la dimensión promedio individual es el promedio de cuatro lecturas.

El grosor promedio de la muestra es el promedio de 40 lecturas.

3.2.12 Medida de rectitud de lados

3.2.12.1 Tipo de ensayo

Calibración

3.2.13 Definición

Para los propósitos de esta norma internacional se aplica la definición siguiente. **Rectangularidad de Lados:** Es la medida de la desviación del centro de un lado del piso respecto del centro del lado de la placa patrón. La medida solo es pertinente en los lados rectos del piso.

3.2.14 Aparato

- Un aparato como el mostrado en la (**figura 1 y 2**) u otro aparato conveniente.
- Una placa patrón construida de acero, de dimensiones exactas y cuyos lados son rectos y planos.

3.2.15 Especímenes de prueba

Se probarán 10 especímenes de prueba de cada tipo.

3.2.16 Procedimiento

Para medir la ortogonalidad, colocar una regla u otro aparato conveniente a lo largo de cada arista y medir la ortogonalidad con los calibradores de espesor.

Medir con una precisión de 0.1 mm.

3.2.17 Informe de la prueba

- Referencia a esta norma internacional
- descripción de los pisos
- Todas la dimensiones de la rectangularidad de lados
- La desviación máxima de la rectangularidad, en porcentajes relacionados a los tamaños de trabajo

3.2.18 Medida de ortogonalidad (perpendicular)

3 .2.18.1 Tipo de ensayo

Calibración

3.2.19 Definición

El propósito de esta norma internacional aplica la siguiente definición:

3.2.19.1 Desviación de ortogonalidad (perpendicular): Al comparar un ángulo de una baldosa con en ángulo de una placa patrón exacta, la desviación de la ortogonalidad se define como:

$$\delta/L \times 100\%$$

Donde

L = Es la longitud del lado adyacente del piso

δ = Desviación del ángulo anterior de un lado del piso (medir 5 mm del vértice contiguo), respecto al lado interno de la placa patrón.

3.2.20 Aparato

- Un aparato como el mostrado en la (**figura 1 y 2**), u otro aparato conveniente.
- Una placa patrón construida de acero, de dimensiones adecuadas y cuyos lados son rectos y planos.

3.2.21 Especímenes de Prueba

Se probarán 10 pisos enteros de cada tipo.

3.2.22 Procedimiento

Seleccione un aparato con dimensiones apropiadas de forma que cuando se coloque el piso se den las lecturas correctas y con precisión.

3.2.23 Informe de la prueba

- Referencia de esta norma internacional
- Descripción de los pisos
- Todas las dimensiones de ortogonalidad
- Desviación máxima de ortogonalidad, en porcentaje relacionado a la medida de fabricación del lado correspondiente

Figura 1. Calibrador Vernier Digital



Figura 2. Calibrador Vernier Manual



3.2.24 Medida de superficie plana, curvatura y alabeo

3.2.24.1 Tipo de ensayo

Calibración.

3.2.25 Definición

3.2.25.1 Superficie plana

Se define en función de medidas obtenidas respecto a tres puntos de la superficie de los pisos. Los pisos con relieves en la cara vista que impidan la medición, deben ser medidas, cuando sea posible, por la cara posterior.

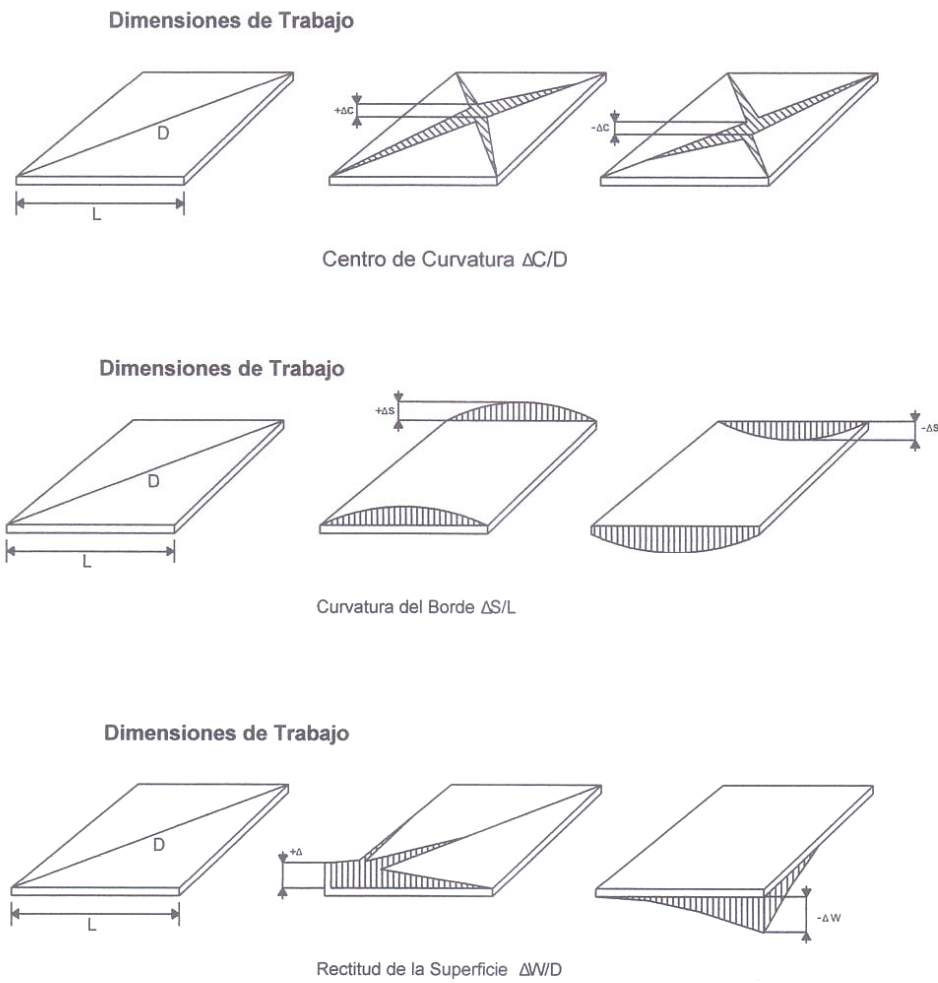
3.2.25.2 Curvatura central

Es la desviación del Centro de un piso respecto del plano definido por tres de sus cuatro vértices, Ver (**figura 3**).

3.2.26 Alabeo

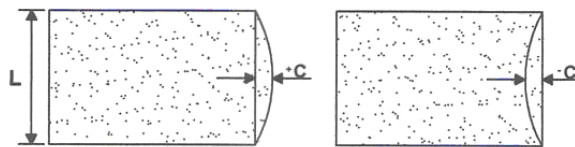
Es la desviación del cuarto vértice de un piso, respecto del plano definido por otros tres vértices, ver (**figura 4**).

Figura 3. Dimensiones y calidad de superficie

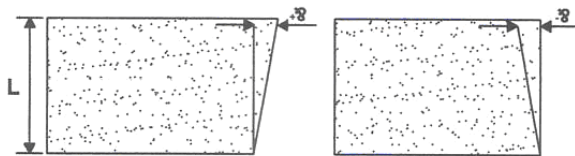


DIMENSIONES Y CALIDAD DE SUPERFICIE

Figura 4. Desviación de rectitud de lados; medida de rectitud C/L



Desviación de Rectitud de Lados;
Medida de Rectitud C/L



3.2.27 Aparato

- Para pisos más largos de 40 mm x 40 mm.
- muestra en la (**figura 1 y 2**) o cualquier otro instrumento conveniente.
- Una placa patrón perfectamente plana, de metal o de vidrio de un grosor mínimo de 10 mm
- Para pisos con dimensiones de 40 mm x 40 mm o menos.
- Una regla metálica.
- Calibrador que mida espesor.

3.2.28 Especímenes de prueba

Se probarán 10 especímenes enteros de cada tipo.

3.2.29 Procedimiento

Pisos con dimensiones de 40 mm x 40 mm

Elegir un aparato de medida apropiada y colocar la placa patrón correspondiente exactamente en posición entre los tres soportes, adecuadamente situados.

El centro de cada soporte y los dos comparadores exteriores deben quedar situados a 10 mm del lado del piso.

Ajustar los tres comparadores a un valor conocido adecuado.

Retirar la placa patrón y colocar los pisos en el aparato con la cara vista hacia abajo y anotar las lecturas de los tres comparadores. Girar el piso si es cuadrado, para obtener cuatro medidas de cada una de las propiedades. Repetir este proceso para cada piso.

Pisos con dimensiones de 40 mm x 40 mm o menos

Para medir la curvatura lateral, colocar una regla a lo largo de cada arista y medir la desviación mediante los calibradores de espesor. Determinar la curvatura central en la misma forma, pero a lo largo de las diagonales. No se mide el alabeo.

Resultados

- La curvatura central, se expresa como un porcentaje de la longitud de la diagonal.
- La curvatura de los lados, se expresa como un porcentaje de la longitud y ancho de los pisos rectangulares; y el tamaño para pisos cuadrados.
- El alabeo, se expresa en porcentaje de la longitud de la diagonal. Las medidas de los pisos con espaciadores debe expresarse en mm.

3.2.30 Informe de prueba

- Referencia a esta norma internacional.

- Todas las dimensiones de curvatura central

- Todas las dimensiones de curvatura lateral
- Todas las medidas de alabeo
- Todas la dimensiones de la curvatura de la superficie
- La curvatura máxima del centro; en porcentaje o milímetros (requerido por el producto normal), relacionado a la diagonal, calculado por el tamaño del trabajo
- La curvatura lateral máxima, en porcentaje o milímetros (requerido por el producto normal), relacionado al tamaño del trabajo
- El alabeo máximo, en porcentaje o milímetros (requerido por el producto normal), relacionada a la diagonal calculada por el tamaño del trabajo

3.2.31 Aspecto superficial, defectos de superficie y efectos intencionales

3.2.31.1 Tipo de ensayo

Inspección Visual.

Los criterios para valoración del aspecto superficial de los pisos esmaltados son los siguientes:

- Fracturas
- Cuarteado

- Falta de esmalte
- Ondulado
- Cráteres
- Agujeros
- Desviación del esmalte
- Puntos y manchas
- Defectos bajo el esmalte
- Defectos de decoración
- Destonificación
- Astillado de cantos
- Despuntado

Para poder juzgar si un efecto decorativo intencional es aceptable o si hay un defecto, referirse a la cláusula pertinente de la norma del producto. Las fracturas de los bordes de las esquinas no pueden ser efectos intencionales.

3.2.32 Aparato

- Lámpara fluorescente con una temperatura de 6,000 K a 6,500 K.
- Una regla de un metro de longitud o cualquier otro medio para medir distancias.
- Un fotómetro.

3.2.33 Especímenes de Prueba

Por lo menos se probará 1 m² y un mínimo de 30 pisos.

3.2.34 Procedimiento

- Colocar los pisos de forma que su cara vista pueda ser normalmente observada a una distancia de un metro. Exponer los pisos a una intensidad de luz uniforme de 300 lux. En la superficie de los pisos y comprobar la intensidad de la luz en el centro y las cuatro esquinas del piso en observación.
- Examinar los pisos a simple vista, (con ayuda de gafas si se usa habitualmente).
- La preparación del piso a observar y el ensayo no deben ser realizado por las mismas personas.
- Los defectos intencionales en la superficie no deben de ser considerados como defectos.

3.2.35 Resultados

La calidad de la superficie se expresa como el porcentaje de los pisos que no tienen defectos.

3.2.36 Informe de la prueba

- Referencia a esta norma internacional
- Identificación de los pisos
- Número de pisos sometidos a ensayo
- Valoración de los criterios adoptados
- Porcentaje de pisos sin defectos

3.3 Absorción de agua (Norma ISO 10545-3 y EN-99)

Esta norma internacional describe los métodos para determinar la absorción de agua, porosidad, densidad relativa y densidad de volumen de los pisos cerámicos. Hay dos métodos para obtener la impregnación de agua de los poros abiertos de las muestras; ebullición e inmersión bajo vacío. El método por ebullición impregnará fácilmente los poros; el método de vacío no llena por completo los poros abiertos.

El método de ebullición se usará para la clasificación de los pisos y especificaciones del producto.

El método de vacío se usará para determinar la porosidad, densidad relativa, y absorción de agua.

3.3.1 Tipo de ensayo

Absorción de agua.

3.3.2 Principio

Los pisos secos son impregnados con agua y luego sumergidos en agua. La relación seco - saturado, y el peso sumergido, permiten el cálculo de las propiedades.

3.3.3 Aparatos

- Un horno capaz de funcionar a (110 ± 5) °C
- Un aparato calorífico construido de material inerte adecuado, en el cual se lleve a cabo la ebullición del material
- Una Estufa
- Un balanza capaz de pesar con una precisión de 0.01% la masa de un espécimen de prueba
- Agua des ionizada o destilada
- Un desecador
- Lana de gamuza

3.3.4 Especímenes de prueba

- La prueba se realizará con 10 pisos enteros de cada tipo
- Si el área de la superficie de un piso es mayor de 0.04 m², entonces se usarán sólo 5 pisos enteros de cada tipo para realizar la prueba
- Cuando la masa de cada piso esta por debajo de 50 g, un número suficiente de pisos se tomarán de modo que cada espécimen de prueba alcance una masa de 50 g a 100 g
- Pisos con un lado mayor de 200 mm, pueden cortarse en pedazos más pequeños, pero todos los pedazos serán incluidos en la medida. Con pisos no rectangulares, poligonales y otros el largo y ancho deben ser las de su rectángulo circunscrito

3.3.5 Procedimiento

- Secar el piso en el horno a (110 ± 5) °c hasta que alcance una masa constante, es decir, cuando la masa entre dos pesos medidos en un intervalos de 24 horas sea menor a 0.1%. Enfriar los pisos en el microondas, sobre gel de sílice u otro desecador apropiado (no se deben utilizar ácidos) hasta temperatura ambiente.
- Pesar cada piso anotar el resultado con la precisión que muestra la (tabla II).

3.3.5.1 Impregnación de agua

Método de ebullición

Coloque los pisos, verticalmente sin contacto entre ellos, ver (**figura 5**) dentro del agua desionizada o destilada contenida en una fuente de calor de forma que el nivel de agua, por encima y por debajo de los pisos sea de 5 cm. mantener constante el nivel de 5cm. de agua por encima de los pisos, ver (**figura 6**).

Calentar el agua hasta ebullición y mantener la ebullición durante 2 horas. Retirar seguidamente la fuente de calor, ver (**figura 7**) y dejar enfriar los pisos, todavía totalmente sumergidas, durante 4 horas.

Colocar gamuza sobre la superficie plana y secar tomar lana de gamuza, empaparla de agua y escurrirla a mano, colocar la con ella ligeramente el agua superficial de las caras de cada piso.

Sacudir ligeramente las superficies en relieve con la gamuza. Inmediatamente después de esta operación pesar cada piso y anotar los resultados con la misma precisión prescrita para el peso en seco (tabla II)

Figura 5. Separador o soporte



Figura 6. Olla de aluminio



Figura 7. Estufa



ABSORCIÓN DE AGUA

Para cada piso calcule la absorción de agua como un porcentaje de la masa seca que usa la expresión.

$$E = \frac{M_2 - M_1}{m_1} \times 100$$

Donde:

M₁ = masa del piso seco.

m₂ = masa del piso húmedo.

Los resultados deben ser expresados con una cifra decimal.

Calcular la absorción de agua, obtenida de la muestra como media aritmética de los resultados individuales.

3.3.6 Reporte de la prueba

- Referencia A esta norma internacional
- Descripción de los pisos
- La absorción de agua de cada baldosa
- La absorción media de agua de la muestra

Tabla II. Absorción de agua

MASA DE LA BALDOSA (gr.)	PRECISIÓN DE LA MEDIDA (gr.)
Más de 50 a 100	0.02
Más de 100 a 500	0.05
Más de 500 a 1000	0.25
Más de 1000 a 3000	0.50
Más de 3000	1.00

3.4 Resistencia a la flexión (Norma ISO 10545-4 y EN 100)

Esta norma internacional define un método de prueba de flexión que es aplicable a todos los pisos cerámicos.

3.4.1 Tipo de ensayo

Impacto.

3.4.2 Aparatos

- Un horno capaz de funcionar a ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$)
- Un aparato que registre datos con un mínimo de 2% de precisión, Ver **(figura 8)**
- Dos rodillos metálicos de soporte, cuyas partes en contacto con la probeta estén recubiertas con caucho de dureza DIDC 50 ± 5 , medida según ISO 48-1,979
- Un rodillo debe poder oscilar ligeramente ver y el otro debe poder girar ligeramente alrededor de su propio eje, ver (tabla III para las dimensiones correspondientes)
- Un rodillo central, del mismo diámetro que los soportes y recubrimiento de caucho del mismo tipo, que transmita la carga F. Este rodillo deberá también poder oscilar ligeramente, ver, ver (tabla 3, para las dimensiones correspondientes)

Tabla III. Diámetros de los rodillos, espesor del caucho y longitud (L)

Dimension del Piso	Diámetro del Apoyo D	Espesor del Caucho T	Distancia Entre los Puntos de Apoyo y el Extremo del Piso
mm	mm	mm	mm
≥ 95	20	5	10
$< 95 \geq 48$	10	2.5	5
$< 48 \geq 18$	5	1	2

Figura 8. Cronómetro CR5E3 0-700 Kg.



3.4.3 Especímenes de prueba

El número mínimo de especímenes de prueba para cada muestra, se da en la (tabla IV).

Siempre que sea posible, hacer los ensayos sobre pisos enteros. No obstante puede ser necesario cortar pisos excepcionalmente grandes (cuando su longitud pase de los 300 mm) así como pisos de forma rectangular a fin de poderlas introducir en el aparato. En este caso de deberán cortar probetas rectangulares la mayor cantidad posible, de tal manera que sus centros coincidan con los centros de los pisos.

En caso de duda, serán siempre preferibles los resultados obtenidos usando pisos enteros a los obtenidos con pisos cortados.

Tabla IV. Número mínimo de pisos

Dimensiones del Piso en (mm)	Número Mínimo de Pisos
≥ 48	7
$< 48 \geq 18$	10

3.4.4 Procedimiento

Para ensayar probetas que hayan sido cortadas, secarlas en el horno a $(110 \pm 5^\circ\text{C})$, hasta llegar a un peso constante, es decir, hasta que la diferencia entre dos pesos sucesivos con 24 horas de intervalo sea inferior al 0.1%.

Colocar la probeta sobre los rodillos de soporte, con la cara esmaltada o la cara vista hacia arriba de manera que sobrepase una longitud (1), ver (tabla 3) por el exterior de cada apoyo.

Colocar el rodillo central a igual distancia de los rodillos de apoyo. Aplicar la carga, repartida uniformemente, de tal manera que el esfuerzo aumente $(1 \pm 0.02 \text{ N/mm}^2 \text{ por segundo})$; el esfuerzo puede ser calculado utilizando la fórmula del inciso siguiente.

3.4.5 Resultados

El módulo de ruptura (UN), expresado en N/mm^2 se calcula por medio de la expresión:

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

Donde

F = Ruptura de carga expresado en (N/mm^2) .

L = Espacio entre los soportes de apoyo expresado en (mm) .

b = Ancho del espécimen de prueba expresado en (mm) .

h = Espesor mínimo del espécimen de prueba expresado en (mm) , medido después que el espécimen de prueba se ha roto del borde.

Calcular la resistencia a la flexión medida de la muestra, como la medida de los resultados aceptables.

3.4.6 Informe de la prueba

- Identificación de los pisos
- Los valores d, t, L, y F
- La resistencia a la flexión media

3.5.1 Resistencia al impacto por medio del coeficiente de restitución (Norma ISO 10545-5, No tiene referencia en Norma EN y ASTM) Internacional

Esta norma internacional define un método de prueba para determinar la resistencia al impacto de los pisos cerámicos, midiendo el coeficiente de restitución.

3.5.1 Velocidad

El coeficiente de restitución (**e**) entre dos cuerpos impactados, es definido como la velocidad relativa de partida, dividida por la velocidad relativa de llegada.

3.5.2 Tipo de ensayo

Impacto.

3.5.3 Principio

La determinación del coeficiente de restitución se mide dejando caer una esfera de acero de una altura fija sobre un espécimen de prueba, midiendo el rebote de la esfera.

3.5.4 Aparatos

- Pelota de acero de cromo de 19 mm de diámetro.
- **Aparato de descarga de esferas (figura 9)**: consiste en una base pesada de acero en la cual se nivelan tornillos con una barra de acero vertical a la cual se le ajusta un electro magneto; un tubo guía y un tubo de soporte de prueba.

La unidad de prueba se ajusta firmemente en una posición, para que cuando la esfera sea liberada, caiga exactamente en el centro de la superficie horizontal del piso. Un dispositivo de fijación se muestra, pero cualquier otro dispositivo adecuado puede utilizarse.

- **Cronometrado electrónico** Por medio de un micrófono se miden intervalos de tiempo entre el primer y segundo impacto, cuando la esfera se deja caer sobre el espécimen de prueba. Este aparato es optativo.

3.5.5 Especímenes de prueba

Un mínimo de 5 pedazos cortados de 5 pisos que miden 75 mm x 75 mm se usaran. Pisos con dimensiones faciales menores a 75 mm se pueden usar.

3.5.6 Descripción del Informe de unidades de prueba

Las unidades de prueba consisten en especímenes adheridos por medio de resina de epoxipropano rígido para ablandar los bloques de concreto.

3.5.7 Resultados

Para una esfera que impacta, el coeficiente de restitución de una superficie estática horizontal es:

$$e = V/u$$

Donde

V = Velocidad de salida (rebote)

U = Velocidad de retorno

Si **h1** = altura de caída y

h2 = altura de rebote entonces:

$$V = \sqrt{h2/h1}$$

Si la altura de rebote es determinada permitiendo que la esfera rebote en dos ocasiones, y midiendo el intervalo de tiempo en dos ocasiones, la ecuación de movimiento es:

$$S = ut + \frac{1}{2} at^2$$

Donde:

S = Altura de rebote en centímetros.

U = Velocidad a máxima altura de rebote

a = Aceleración debido a la gravedad (g)

$$t = T/2$$

Donde

T = intervalo de tiempo en segundos.

$$S = 122.6 (T^2).$$

3.5.8 Calibración

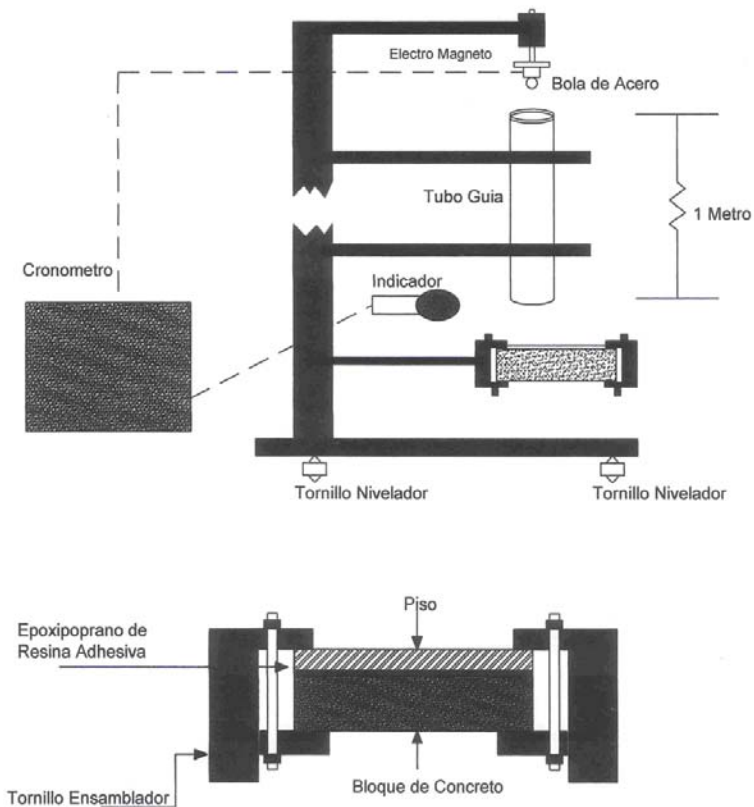
Ensamble 5 unidades usando (8 mm \pm - 0.5 mm) de espesor para pisos esmaltados del grupo B1a (pisos con absorción de agua \leq 0.5). Con superficie plana. Que de acuerdo con la sección anterior. El promedio de altura de rebote (h2) debe ser 72.5 cm \pm 1.5 cm, para que el coeficiente de restitución sea de 0.85 \pm 0.01.

3.5.9 Informe de prueba

- Referencia a esta norma internacional
- Descripción de los pisos
- Coeficiente de restitución de cada uno de los 5 especímenes de prueba
- El promedio del coeficiente de restitución

- Cualquier indentación o grieta en el piso de prueba

Figura. 9 Aparato para medir resistencia al impacto y coeficiente de restitución



APARATO PARA MEDIR LA RESISTENCIA AL IMPACTO Y COEFICIENTE DE RESTITUCIÓN

3.6 Abrasión profunda (Norma ISO 10545-6, EN 102 y ASTM C 1027 – 84)

Esta norma internacional define un método de prueba para determinar la resistencia a la abrasión profunda de pisos cerámicos no vidriados.

3.6.1 Tipo de ensayo

Abrasión.

Principio

La resistencia a la abrasión PROFUNDA se mide por medio de la longitud de la ranura producida en la superficie del espécimen, por medio de un disco rotatorio bajo condiciones definidas y con el uso de material abrasivo adecuado.

Aparato

- La máquina de abrasión, ver (**figura 10**), se compone esencialmente de un disco rotativo, una tolva de alimentación provista de un regulador para material abrasivo, un porta probetas y un contrapeso.

El disco debe ser de acero reconocido, Fe 360A (ISO 360-1980) de (200 ± 0.2) mm de diámetro y de (10 ± 0.1) mm, de espesor, capaz de girar a una velocidad de 75 revoluciones /min. La presión de las probetas contra el disco de acero debe ser determinada calibrando el aparato con granito austriaco patrón. La presión debe ser ajustada de manera que después de 300 revoluciones se produzca una huella de 32 mm de longitud.

El disco de acero debe ser reemplazado cuando su diámetro disminuya a 199 mm.

- Un instrumento de medida con precisión de 0.12 mm.

Material abrasivo

Oxido de aluminio fundido blanco, de tamaño granular F80 8486-1986.

Especímenes de prueba

Se utilizarán un mínimo de 5 pisos enteros, las pruebas se deben de llevar a cabo usando pisos enteros de dimensiones adecuadas. Antes de realizar la prueba los especímenes pequeños deben ser fijados con un adhesivo sobre un fondo grande, evitando juntas.

Preparación

Los especímenes de prueba se usarán limpios y secos.

Procedimiento

Coloque un espécimen de prueba en el aparato de manera tangencial contra el disco rotatorio. Asegurarse que el caudal de alimentación de material abrasivo sobre la superficie del espécimen sea uniforme a una velocidad de (100 \pm 10 g por 100 revoluciones).

Rote el disco de acero a 150 revoluciones. Retire el espécimen de prueba del aparato y mida la longitud de la ranura con el instrumento de medida, con una

precisión de 0.5 mm. Ensayar cada espécimen en por lo menos 2 sitios perpendiculares sobre la parte esmaltada del piso.

Si la superficie revela interferencia con la determinación de la resistencia a la abrasión, las proyecciones pueden ser tomadas en cuenta, pero los resultados del ensayo no serán los mismos que en pisos similares de superficie plana.

Resultados

La resistencia a la abrasión superficial se expresa como el volumen V de material removido, en mm³. Se calcula la longitud de la ranura, por medio de la expresión:

$$V = \frac{\pi * \alpha - \text{Sen } \alpha}{180} * h * d^2$$

Donde:

$$\text{Seno } \alpha/2 = l/2$$

d = Diámetro del disco rotatorio (en mm).

h = Espesor del disco rotatorio (en mm).

α = Ángulo en (grados) determinado por la cuerda con vértice en el Centro del Disco rotativo.

L = Longitud del cable en (mm).

En la tabla V se dan algunos valores equivalentes.

Informe de la prueba

- Referencia a esta Norma Internacional

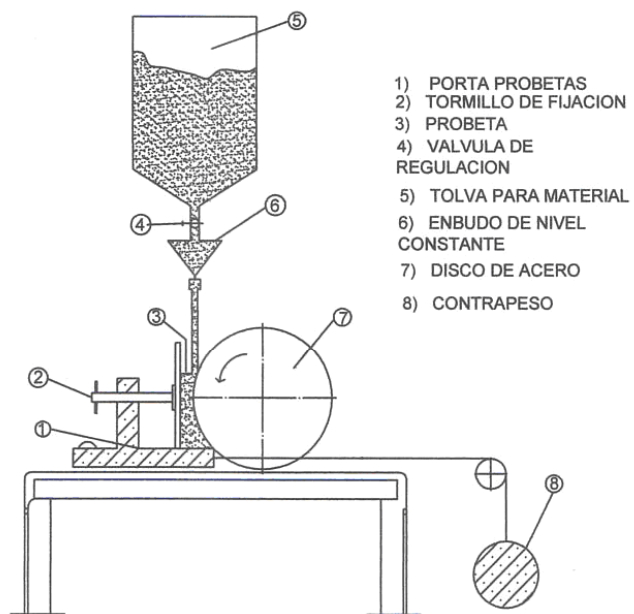
- Descripción de los pisos

- Longitud del cable l de cada ranura cercana a 0.5 mm

- Volumen V, en mm³ para cada ranura individual

- Volumen medio V, en mm³

Figura 10. Aparato para medir resistencia a la flexión



APARATO PARA MEDIR LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

3.7 Abrasión superficial (Norma ISO 10545-7, Europea EN 154 y ASTM C 1027 – 84)

Esta norma define un método de prueba para determinar la resistencia a la abrasión superficial de pisos cerámicos esmaltados utilizados para revestimiento de suelos.

3.7.1 Tipo de ensayo

Abrasión e Inspección visual.

3.7.2 Principio

La resistencia a la abrasión superficial se mide por medio de la rotación de una carga abrasiva sobre la superficie y valoración del desgaste por comparación visual de las muestras de pisos sometidos a ensayos y pisos no sometidos a ensayos.

3.7.3 Carga abrasiva

Carga abrasiva por vía húmeda

La carga total de cada piso de prueba consta de:

- 70 g de bolas de acero de 5 mm de diámetro
- 52.5 g de bolas de acero de 3 mm de diámetro
- 43.75 g de bolas de acero de 2 mm de diámetro

- g de bolas de acero de 1 mm de diámetro
- 10 g de óxido de aluminio fundido blanco de tamaño de un grano F80, según ISO8486 1986
- 20 ml de desionizada o agua destilada

Carga abrasiva para vía húmeda

- Cilindros de porcelana de 20 mm de longitud y 20 mm de diámetro.
- Cilindros de porcelana de 15 mm de longitud y 15 mm de diámetro.
- 10 gr. De polvo de carburo de silicio FEPA 30

3.7.4 Aparato de abrasión

El aparato de abrasión será del tipo PEI., Consta de una caja de acero con un motor eléctrico que mueve un plato con soporte horizontal, con posiciones para un máximo de 9 pisos de dimensiones mínimas de 100 * 100 mm (**figura 11**), aunque puede ser utilizado un aparato con menos posiciones. El diámetro del plato soporte es de 580 mm. La distancia entre el centro del plato soporte y el centro de cada posición será de 195 mm. Y estos serán equidistantes entre si. El plato soporte gira 300 revoluciones / minuto con una excentricidad (**e**) de 22.5 mm., de tal manera que cada piso describe un movimiento circular de 45 mm de diámetro.

Los pisos se sujetan con ayuda de unas abrazaderas metálicas provistas de juntas de goma. El diámetro interior de las abrazaderas es 83 mm., resultando

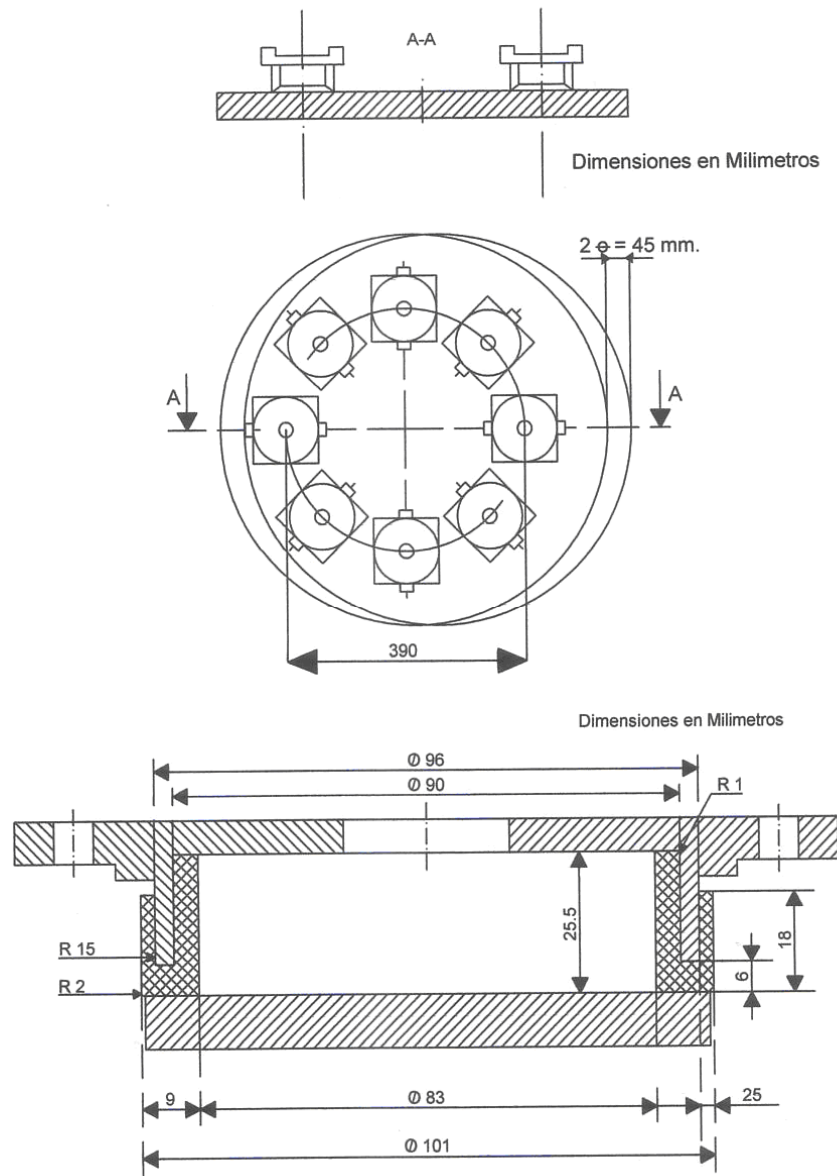
así un área de ensayo de alrededor de 54 cm². El espesor del caucho es de 2.5 mm y la altura del espacio bajo la cazoleta es de 25.5 mm.

El aparato se para automáticamente después de completar un número de revoluciones predeterminado.

El plato soporte con las cazoletas y las probetas tendrá una cubierta de protección durante el funcionamiento.

Es posible emplear un equipo similar de otro tipo, siempre que el resultado del ensayo hecho con él, coincida con el obtenido con el equipo antes descrito.

Figura 11. Aparato para medir abrasión superficial



APARATO PARA MEDIR ABRASIÓN SUPERFICIAL

Aparato para evaluación visual

- Una caja de inspección (**figura 12**), provista con una lámpara fluorescente con una temperatura de 6,000 °K a 6,500 °K colocada verticalmente sobre la superficie de observación proporcionando una iluminación de 300 Lux
- **Un horno:** capaz de funcionar a (110 ± 5)°C
- **Una balanza** (si es preciso determinar la pérdida de peso)

3.7.5 Especímenes de prueba

Los especímenes de prueba serán representativos de la muestra; donde los pisos tienen colores diferentes y efectos decorativos en las partes de la superficie, el cuidado debe tenerse para incluir todas las partes distintivas.

Las dimensiones faciales usuales de prueba son de 10 cm x 10 cm. Las pruebas con dimensiones faciales más pequeñas deben estar sujetas, tapadas y juntas a la vez en un lugar conveniente con material de apoyo.

Se requieren 11 especímenes de prueba para el método PEI. Son necesarios además 8 especímenes para el examen visual.

El procedimiento requiere un espécimen de prueba para cada etapa de abrasión y otros 3 especímenes de prueba adicionales para verificar el resultado del punto de la falla visual. El número total de especímenes depende del método adoptado.

3.7.6 Preparación

Las superficies vidriadas de los especímenes de prueba deben estar limpias y secas.

3.7.7 Procedimiento

La calibración del equipo sólo es necesaria ocasionalmente, o si se tiene duda de la validez de los resultados. Un posible método de calibración se da en el anexo 1.

Sujete la cazoleta de metal a la superficie esmaltada de cada espécimen de prueba en el aparato de abrasión. Introduzca la carga abrasiva en la cazoleta a través de un agujero en su superficie superior. El agujero puede sellarse para prevenir la pérdida de carga abrasiva. El número de revoluciones prefijado en el contador para cada fase de abrasión en el ensayo por vía húmeda es de 150, 300, 450, 600, 750, 900, y 1,500 y de 500, 1,000, 1,500, y 5,000 revoluciones para cada etapa de abrasión en el ensayo por vía seca.

Después de la abrasión, enjuague los especímenes de prueba con agua normal y seque en el horno a una temperatura de (110 ± 5) °C. Si los especímenes de prueba se manchan con el óxido de hierro, pueden limpiarse con ácido clorhídrico al 10% (v/v), antes de enjuagar con agua corriente y el secado.

Para la inspección visual, colocar el espécimen ensayado, junto a un espécimen no ensayado, exactamente del mismo tipo, bajo una iluminación de 300 lux. Mirar a simple vista o con ayuda de gafas si se usa habitualmente, desde una distancia de 2 mts. Y una altura de 1.65 mts. Anotar el número de

revoluciones al cual el área que ha sido sometida a abrasión puede ser fácilmente distinguida.

El resultado se verifica por repetición del ensayo, hasta la misma etapa de abrasión y hasta las etapas inmediatas superior e inferior a aquellas el resultado no es el mismo, el más bajo de las dos pruebas debe ser elegido para decidir la clasificación.

Se puede efectuar los ensayos, con el método descrito u otro método equivalente para determinar la resistencia a la abrasión del esmalte de los pisos cerámicos. Si los resultados con diferentes métodos no coinciden se aplicará la clasificación basada en el ensayo por vía húmeda.

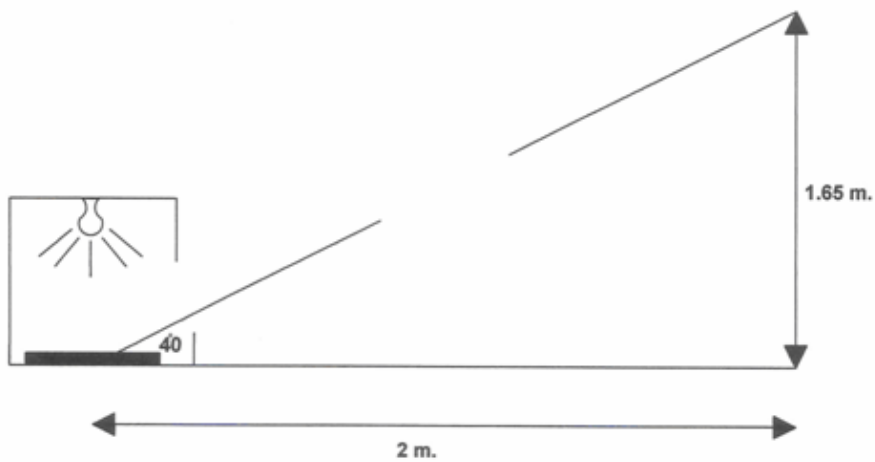
Después de usarlas, limpiar los especímenes con agua después con alcohol desnaturalizado y secarlos completamente para prevenir su oxidación.

Si existe acuerdo para determinar la pérdida de peso ocurrida en el ensayo de abrasión, esta determinación se hará por medio del ensayo de abrasión, por vía húmeda. Medir el peso seco de 3 especímenes, antes del ensayo y después de 6 revoluciones. Otras propiedades pertinentes pueden ser determinadas por acuerdo durante la ejecución de los procedimientos del ensayo, húmedo o seco; Por ejemplo cambios de color o brillo.

Esta información adicional obtenida por acuerdo no será usada para clasificar los pisos.

Figura 12. Aparato para observar abrasión superficial

FIGURA No. 12



Caja de 61 cm. x 61 cm. x 61 cm.

(Plan 61 cm. x 61 cm.)

Para evitar ver la fuente de luz directa, la iluminación de los pisos debe ser de 300 lux y el interior de la caja debe de pintarse de gris.

APARATO PARA OBSERVAR ABRASIÓN SUPERFICIAL

3.7.8 Resultados

- Los especímenes de prueba se clasifican según tablas V y VI

Tabla V. Ensayo de abrasión por vía húmeda

ETAPA DE ABRASIÓN DEFECTO VISIBLE A (REV)	CLASE
150	I
300,450 ó 600	II
750, 900, 1,200 ó 1,500	III
150	IV

Tabla VI. Ensayo de abrasión por vía seca

ETAPA DE ABRASIÓN DEFECTO NO VISIBLE A (REV)	CLASE
500	I
1,000	II
1,500	III
5,000	IV

3.7.9 Informe de la prueba

- Informe con referencia a esta norma de ISO
- Descripción de los pisos
- Preparación de los pisos de prueba
- Clasificación según tablas V y VI
- Fase de la prueba de abrasión en la cual ocurrió la falla visual
- Pérdida de masa, cambio de color, cambio de brillo u otros cambios observados
- La pérdida de peso, cambio de color, cambio de brillo u otras propiedades medidas por acuerdo

3.8 Expansión de humedad (Norma ISO 10545 -10 y Europea EN 155)

Para los propósitos de esta Norma Internacional se aplica la definición siguiente:

La expansión de humedad, es la expansión proporcional acelerada que resulta de someter a los pisos cerámicos a un tratamiento en agua hirviendo.

La expansión de humedad se expresa como $\Delta l/L$ donde Δl es la expansión resultante después del tratamiento en agua hirviendo y L es la longitud inicial.

3.8.1 Principio

La determinación de expansión de humedad acelerada se obtiene sometiendo el pizo a un tratamiento de agua hirviendo y midiendo el cambio proporcional de longitud.

3.8.2 Tipo de ensayo

Absorción de agua.

3.8.3 Aparatos

- Un tipo de marco conveniente para medir con un micrómetro, marcar un cuadrante, o un dispositivo similar, con una exactitud de por lo menos 0.01 mm.
- Barra de referencia de acero de níquel de una longitud aproximada a la de los especímenes de prueba.
- Horno capaz de alcanzar una temperatura de (600 °C) y una velocidad de 150 °C/h y un control de temperatura de (± 15 °C).
- Calibrador Vernier u otro aparato conveniente para medidas lineales cercanas a 0.5 mm.
- Un aparato para mantener los especímenes de prueba en agua hirviendo deionizada o destilada durante 24 horas.

3.8.4 Especímenes de prueba

Una muestra consiste de 5 especímenes de prueba enteros. Si el tamaño del marco es tal que los especímenes de prueba no encajan en el, entonces un espécimen debe cortarse desde el centro con una longitud mínima de 100 mm y un ancho de 35 mm y el espesor total del espécimen.

3.8.5 Procedimiento

Recocido

Si las probetas se han mojado al cortarlas, mantenerlas durante 24 horas a temperatura ambiente.

Recocer los pisos en un horno, con una elevación de temperatura de (50 °C) , por hora manteniéndolas a (600 °C) ., y mantenerlas a temperatura ambiente durante 4 horas.

Dejar enfriar los pisos en el interior del horno por lo menos 20 horas; secarlas cuando la temperatura descienda a (70 °C) ., y mantenerlas a temperatura ambiente por lo menos durante 20 horas en un desecador.

Posteriormente, medir los pisos dos veces, con tres horas de intervalo. Anotar la longitud de cada piso con respecto a la longitud de la barra de referencia de invar., con el objeto de eliminar posibles variaciones del dispositivo de medida.

Determinar la longitud inicial de cada piso ensayado con una aproximación de 5mm.

Tratamiento en agua hirviendo

Sumergir los pisos en agua hirviendo durante 24 horas consecutivas, asegurándose que el nivel de agua se mantenga por lo menos 5 cm., por encima de ellos y que los pisos no se toquen entre ellos o toquen el fondo o las paredes del recipiente.

Secar los pisos y dejarlos enfriar a temperatura ambiente, medirlos después de una hora y una segunda vez después de 3 horas. Anotar todas las medidas.

3.8.6 Resultados

Para cada piso ensayado, calcular la medida de las dos medidas anteriores al tratamiento de agua hirviendo y posteriormente calcular la diferencia entre los dos valores medios.

La expansión por humedad, en milímetros por metro se calcula de la manera siguiente:

$$\Delta I/L \times 1000$$

Donde:

ΔI = Diferencia entre los dos valores medios.

3.8.7 Informe de la prueba

- Referencia a esta Norma Internacional

- Descripción de los pisos, y el tamaño de los mismos
- Expansión de humedad de cada espécimen de prueba, subrayando el valor máximo obtenido
- Medida de expansión de humedad de los pisos

3.9 Resistencia al craquelado (Norma ISO 10545-11, Europea EN 105 y ASTM C 684-84

Esta norma internacional define un método de prueba que se aplica a todos los pisos cerámicos esmaltados excepto cuando el craquelado (rajadura), es en la parte decorativa del producto.

3.9.1 Tipo de ensayo

Calorífico.

3.9.2 Aparatos

Una cámara de vapor de capacidad suficiente para acomodar 5 especímenes de prueba con una separación adecuada. Preferiblemente el vapor debe ser aportado por una fuente exterior a la cámara, con objeto de mantener una presión de 500 (\pm 20) Kpa, es decir una temperatura de vapor de 159 (\pm 1) °C durante 1 hora.

Alternativamente, puede ser usando una cámara de calentado directo.

3.9.3 Especímenes de prueba

Se probarán 5 pisos enteros; opcionalmente los pisos grandes pueden cortarse en pedazos, para introducirlos en la cámara, pero todos los trozos deben ser sometidos al ensayo. Los especímenes de prueba no deben tener rajaduras en el inicio de la prueba. Los especímenes de prueba deben hornearse a una temperatura de (500 °C) y un gradiente no mayor de 150 °C/h. por lo menos durante 2 horas.

3.9.4 Procedimiento

Examinar previamente los pisos en busca de defectos visibles, con el ojo descubierto (o con ayuda de gafas si normalmente se utiliza). Todas las piezas a ensayar deben estar libres de rajaduras al inicio del ensayo. Colocar las piezas a ensayar en la cámara dejando un espacio entre ellas. Elevar gradualmente la presión de la cámara de manera que en 1 hora alcance 500 (± 20) Kpa o 159 (± 1) °C y mantener esta presión durante 1 hora.

Cerrar entonces la estufa de vapor, o la fuente de calor en el caso de la cámara calentados directamente, y dejar la presión atmosférica, dejar enfriar las piezas dentro de la cámara durante ½ hora. Sacar las piezas al ambiente del laboratorio, situarlas separadamente sobre una superficie plana y dejarlas enfriar por un periodo adicional de ½ hora.

Extender sobre la superficie esmaltada de las piezas una tinta adecuada, por ejemplo, una solución acuosa de azul de metileno al 1% a la que se haya añadido una pequeña cantidad de un agente humectador. Enjuagar un minuto después del tinte, con un paño húmedo.

3.9.5 Informe de la prueba

- Referencia a esta norma internacional.
- Descripción de los pisos.
- Número de muestras sometidas a ensayo
- Número de muestras que presentan rajaduras.
- Descripción de la rajadura (mediante informe escrito, dibujos o fotografías).

3.10 Ataque químico (Norma ISO 10545-13, no tiene referencia en Norma Europea EN y ASTM C 650 - 83)

Esta norma define un método de prueba para determinar la resistencia química de pisos cerámicos terminados a temperatura ambiente. El método es aplicable a todos los pisos cerámicos.

3.10.1 Tipo de ensayo

Inspección Visual

3.10.2 Principio

Los especímenes de prueba se sujetan a la acción de soluciones de prueba y los daños son visualmente determinados después de un período de tiempo definido.

3.10.2.1 Prueba de solución acuosa

Químicos de la casa Solución de cloruro de amonio, 100 g/l.

Piscina de Natación Salada Solución de hipoclorito de sodio, 20 mg/l preparados según calidad técnica, el hipo cloruro de sodio con aproximadamente el 13% de cloruro activo.

3.10.2.2 Ácidos y álcalis

Concentraciones bajas

Solución de ácido clorhídrico, 3% (v/v), preparado según concentraciones de ácido clorhídrico (d = 1 , 19).

1. Solución ácida crítica, 100 g/l.
2. Hidróxido de potasio, 30 g/l.

Concentraciones Altas

1. Solución de ácido clorhídrico, 18% (v/v), preparado según concentraciones de ácido clorhídrico (d = 1, 19).
2. Solución ácida láctica, 5% (v/v) (disponible en esta concentración).
3. Hidróxido de potasio, 100 g/l.

3.10.3 Aparatos

- **Un vaso con tapadera:** fabricado con borsilicato de vidrio (ISO 3585) o cualquier otro material conveniente
- **Cilindro de borsilicato de vidrio (ISO 3585)** o cualquier otro aparato conveniente que posea una tapadera o una abertura
- **Un horno** que funcione a una temperatura de (110 ± 5) °C. Un infrarrojo, microondas o cualquier sistema que permita un tiempo de secado más corto
- Lana de gamuza
- Tela, de algodón blanco o lino
- Sellador, (por ejemplo plastisina)
- Una balanza, con una precisión de 0.05 g.
- Lápiz HB.
- Lámpara eléctrica de 40 w, de interior blanco

3.10.4 Especímenes de prueba

Se usarán 5 especímenes con cada solución. Los especímenes de prueba serán representativos de la muestra; si los pisos tienen colores diferentes o

efectos decorativos en la superficie, deben anotarse teniendo el cuidado de identificar cada uno.

Tamaño de los especímenes de Prueba

- 1. Pisos no Vidriados:** Un espécimen de prueba cuadrado de 50 mm x 50 mm. Se cortará cada espécimen de prueba de tal manera, que uno de los lados de cada espécimen de prueba no sea cortado.
- 2. Pisos Vidriados:** Se usaran pisos enteros o pedazos de pisos sin ningún defecto.

Preparación de especímenes de prueba

Limpiar completamente la superficie del piso con un solvente adecuado, por ejemplo metanol, los pisos con defectos en su superficie deben ser excluidos de la prueba.

3.10.5 Procedimiento: Pisos cerámicos no vidriados

Aplicación de Soluciones de Prueba

Seque los especímenes de prueba a (110 ± 5) °C, hasta que los pisos alcancen una masa constante, es decir cuando la diferencia entre los pesos sucesivos sea menos de 0.1 g. Posteriormente los pisos se dejarán enfriar a temperatura ambiente.

Las soluciones de prueba que se usarán son las enlistadas anteriormente.

Sumerja los especímenes de prueba a una profundidad de 25 ml en el vaso, el vaso debe contener las soluciones de prueba. El lado de cada espécimen que no se corto debe ser sumergido totalmente. Cubra con la tapadera y manténgalos durante 12 días a (20 ± 2) °C.

Después de los 12 días sumerja los especímenes de prueba en agua corriente durante 5 días y posteriormente hiérvalos durante 30 minutos. Saque los especímenes de prueba del agua y de golpecitos con un trapo húmedo de cuero de gamuza y séquelos en el horno a una temperatura de (110 ± 5) °C.

Determinación de clase

Examine los especímenes de prueba con el ojo desnudo a una distancia de 25 a 30 centímetros, o con anteojos si normalmente usa, para detallar los cambios en la superficie del piso y el lado de cada espécimen que no se corto también debe ser examinado. Posteriormente examine la parte de los bordes de los especímenes de prueba que se cortaron y se sumergieron en agua. La luz del día o iluminación artificial se permite (aproximadamente 300 lux), pero la luz directa del sol debe ser evitada.

3.10.6 Resultados

Los pisos cerámicos se dan en las clases siguientes:

1. Para soluciones de prueba enlistadas en **3.10.2.1** y **3.10.2.2**
 - **Clase UA:** Ningún efecto visible.
 - **Clase UB:** Efectos visibles en los lados del corte.

- **Clase UC:** Efectos visibles en los lados del corte, lados de no corte y en superficie total del piso

2. Para soluciones de prueba listadas en **3.10.2**

- **Clase ULA:** Ningún efecto visible
- **Clase ULB:** Efectos visibles en los lados del corte
- **Clase ULC:** Efectos visibles en los lados del corte, lados de no corte y en superficie total del piso

3. Para soluciones de prueba listadas en **3.10.2**

- **Clase UHA:** Ningún efecto visible
- **Clase UHB:** Efectos visibles en los lados del corte
- **Clase UHC:** Efectos visibles en los lados del corte, lados de no corte y en superficie total del piso

3.10.7 Procedimiento: Pisos cerámicos vidriados

Aplicación de solución de prueba

Aplice una capa uniforme de sellador, 3 mm de espesor, sobre el borde del cilindro citado, colocar hacia abajo el cilindro en un lugar donde haya sombra y sobre la superficie vidriada de los pisos, enseguida selle alrededor del borde del cilindro.

Vierta la solución de prueba a una altura de (20 ± 1) mm. La solución de prueba que se utilizarán serán las enlistadas con anterioridad. Mantenga la prueba a una temperatura de (20 ± 2) °C.

Para probar la resistencia a los químicos de la casa, sales de piscina de natación y ácidos críticos mantenga las soluciones de prueba en contacto con los pisos durante 24 horas. Quite el cilindro y limpie la superficie vidriada con un solvente grasoso.

Para probar la resistencia al ácido clorhídrico e hidróxido de potasio, mantenga la solución de prueba en contacto con los pisos durante 4 días. Agite los especímenes de prueba suavemente una vez por día y asegúrese que el nivel de la solución de prueba no cambie. Reemplace la solución de prueba después de 2 días. Después de 2 días más, retire el cilindro y limpie la superficie vidriada con un solvente grasoso.

3.10.8 Determinación de clase

- **General:** La superficie que ha sido probada debe estar completamente seca antes de comenzar la valoración.

Para evaluar si la prueba del lápiz, es aplicable, dibuje varias líneas con un lápiz HB sobre la superficie vidriada de los pisos y posteriormente intente quitar las marcas con un trapo húmedo. Si las marcas del lápiz no pueden quitarse, el sistema de clasificación de la tabla I no puede aplicarse. Y los pisos cerámicos ser clasificaran como “clasificación normal no posible “. Una clasificación visual alternativa será utilizada para estos pisos.

- **Clasificación Normal:** para pisos que pasan la prueba del lápiz, se usaran los procedimientos enlistados anteriormente en este bosquejo y se utilizará el sistema de clasificación enlistados en la tabla número VII.
- **Examen Visual:** Examine las superficies que han sido probadas de todos los ángulos a una distancia de 250 mm con el ojo desnudo, o con ayuda de lentes si usa normalmente, para detectar alguna diferencia en la apariencia de la superficie, como por ejemplo, cambios en el reflejo o desarrollo de brillo.

La luz del día o la iluminación artificial se permiten para el examen de los pisos (aproximadamente 300 lux), pero la luz directa del sol se evitará.

Después del examen, si no hay efecto visible, realice la prueba del lápiz que se dará en el siguiente inciso. Si hay efecto visible realice la prueba de reflejo.

- **Prueba del Lápiz:** Dibuje varias líneas con un lápiz HB en ambos lados de la superficie bajo prueba y en la superficie que no está bajo prueba.

Intente quitar las manchas del lápiz con un trapo húmedo, si se quita el piso corresponde a la clase A y si ni se quita el piso corresponde a la clase B.

- **Prueba de Reflejo:** Sostenga el piso de manera que la imagen de la lámpara se refleje en la superficie no tratada. El ángulo de incidencia de la luz en la superficie será aproximadamente 45° y la distancia entre el piso y la fuente de luz será (300 ± 100) mm.

El criterio a seguir será: agudeza del reflejo y no el brillo de la superficie. Posicione el piso para que la imagen caiga simultáneamente sobre las dos

superficies, la superficie tratada y la superficie no tratada, y determine cual de las dos superficies es más clara.

Esta prueba no puede aplicarse a ciertos tipos de pisos vidriados, en particular aquellos que no tienen lustre.

Si el reflejo es claro la superficie corresponde a la clase B, y si el reflejo es borroso corresponde a la clase C.

- **Clasificación visual alternativa:** Para pisos que no pasan la prueba del lápiz, se clasifican como “ **clasificación normal no posible**“ , se deberá realizar la clasificación siguiente:

1. Para soluciones de prueba enlistadas en **3.10.2.1** y **3.10.2.2**

- **Clase GA (V):** Ningún efecto visible
- **Clase GB (V):** Cambio definido en la apariencia
- **Clase GC (V):** Perdida parcial o completa de la superficie original
- Para soluciones de prueba enlistadas en **3.10.2**
- **Clase GLA (V):** Ningún efecto visible
- **Clase GLB (V):** Cambio definido en la apariencia

- **Clase GLC (V):** Pérdida parcial o completa de la superficie original

1. Si, según el convenio, se utilizan soluciones de prueba enlistadas en **3.107.3.2**, los pisos cerámicos se clasificarán como sigue:

- **Clase GHA (V):** Ningún efecto visible
- **Clase GHB (V):** Cambio definido en la apariencia
- **Clase GHC (V):** Pérdida parcial o total de la superficie original

3.10.9 Informe de la prueba

- Referencia a esta norma de ISO
- Descripción de los pisos
- Soluciones de prueba y materiales
- Resultados obtenidos en la cláusula Determinación de clase general
- Si el color se torna ligeramente diferente, no se considera que este sea un ataque químico

3.11 Resistencia a las manchas (Norma ISO 10545-14, no tiene referencia en Norma Europea EN y Normas ASTM)

Esta norma internacional define un método de prueba para determinar la resistencia a las manchas en la superficie de los pisos cerámicos.

3.11.1 Principio

Determina la resistencia a de las manchas manteniendo soluciones de prueba y materiales en contacto con la superficie de los pisos por un periodo de tiempo conveniente; la superficie de los pisos son sujetos a diferentes métodos de limpieza y finalmente inspeccionados para determinar cambios visuales.

3.11.2 Tipo de ensayo

Inspección Visual

3.11.3 Agentes manchantes

Manchas que se pueden localizar fácilmente por su trazo, como por ejemplo las pastas.

- Pastas verde y roja, preparadas en aceite ligero.

Manchas que tienen químicos que oxidan

- Solución de alcohol, 13 g/l.

Manchas que tienen acción de rodaje

- Aceite verde de oliva

Nota: Las manchas especificadas sólo son ejemplos de grupos básicos. Hay muchos otros materiales manchantes que pueden ser usados.

3.11.4 Limpieza

Agentes de limpieza

- Agua caliente
- Agente de limpieza débil: agente comercial, con contenido no abrasivo, con un pH de 6.5 a 7.5
- Solventes apropiados: solución de HCl; preparado para concentraciones de HCl ($d = 1.9$) 3% (v/v), KOH 200 g/l y Acetona

Nota: Si se usan otros solventes específicos, ellos deben especificarse en el informe de la prueba.

3.11.5 Aparato auxiliar

Un horno capaz de funcionar a una temperatura de (110 ± 5) °C, se permite un aparato infrarrojo, microondas u otro método conveniente que permita un tiempo de secado más corto, con la condición que los resultados sean los mismos con cualquier método.

Procedimientos de limpieza

- **Procedimiento A:** Remoje en agua caliente durante 5 minutos y luego limpie la superficie de los pisos con una toalla húmeda

- **Procedimiento B:** Limpie con una esponja y un agente de limpieza que sea suave, posteriormente enjuague los pisos y límpielos con un trapo húmedo.
- **Procedimiento C:** Limpieza mecánica con un agente de limpieza fuerte. El aparato que puede utilizar, es un cepillo rotatorio, con cerdas duras, de 8 centímetros de diámetro. Un depósito para el agente de limpieza, provisto de un equipo adecuado, que pueda alimentar al cepillo convenientemente. La velocidad de rotación del cepillo es de aproximadamente 500 rpm. Esta acción de limpieza se ejecuta durante dos minutos, entonces la superficie se enjuaga con agua corriente, y finalmente se limpia con una toalla húmeda.
- **Procedimiento D:** El espécimen de prueba se sumerge durante 24 horas en un solvente conveniente, posteriormente se limpia la superficie y se cosedera que el procedimiento se efectuó de buena manera si las manchas desaparecen.

3.11.6 Especímenes de prueba

Se usaran 5 especímenes de prueba sin usar y sin ningún daño, pueden ser pisos enteros o cortados. Sin embargo, el área de la superficie debe ser suficiente para asegurar la separación de las manchas. Los pisos deben limpiarse con agua y posteriormente secados a una temperatura de (110 ± 5) °C, hasta que alcancen una masa constante; es decir cuando la diferencia entre los pesos sucesivos sea menor de 0.1 g. Los posos se dejan enfriar a temperatura ambiente.

3.11.7 Procedimiento

Aplicación del agente máchnate

Extienda 3 ó 4 gotas de la pasta y deje 3 ó 4 gotas de cada líquido para cubrir áreas separadas de la superficie de prueba. Coloque en aproximadamente 30 mm de diámetro un lente de reloj convexo sobre las gotas aplicadas para regarlas de forma circular. Deje reposar durante 24 horas.

Esfuerzo para retirar las manchas

Se sujetan los especímenes de prueba, preparados según el inciso anterior, seguidamente se utilizan los procedimientos de limpieza (A, B, C, Y D). Seguidamente de cada procedimiento de limpieza, los especímenes se secan en un horno a una temperatura de (110 ± 5) °C, y entonces se someten a examen visual. Examine la superficie con el ojo desnudo, o con lentes si normalmente usa, a una distancia de 25 a 30 centímetros. La luz del día o la iluminación artificial se permite (aproximadamente 300 lux) pero la luz del sol directa se evitará. En el caso de las manchas con aceite verde, rojo y pastas, solo se informará cuando la mancha sea visible, si no hay efecto visible, es decir la mancha ha estado alejada, grabe la clase de limpieza utilizada según la tabla VII ; si la mancha es visible, entonces utilice el procedimiento de limpieza siguiente.

3.12 Coeficiente de fricción (Norma ISO 10545-17, No tiene Referencia en Norma Europea EN y Normas ASTM)

Esta norma define métodos de prueba para determinar el coeficiente de fricción de la superficie de los pisos cerámicos vidriados y no vidriados. Se presentan métodos para determinar ambos coeficientes de fricción, **dinámico** y

estático. Además, un método dinámico se presenta, en el cual los datos se informan como ángulo crítico.

3.12.1 Tipo de ensayo

Deslizamiento.

3.12.2 Definición

El coeficiente de fricción es la relación de la fuerza tangencial a la carga vertical en una superficie. En algunos métodos esto es equivalente a la tangente del ángulo entre una plataforma inclinada y el horizontal. El ángulo crítico se calcula cuando el objeto a prueba se desliza mientras camina en una plataforma lubricada e inclinada.

3.12.3 Principio

El coeficiente dinámico de fricción es medido por medio de un deslizador que se mueve a velocidad constante sobre una superficie horizontal (método a).

El coeficiente estático de fricción es medido, determinado la fuerza para mover un objeto en una posición estática sobre una superficie horizontal (método b).

El ángulo crítico dinámico es medido usando una plataforma lubricada e inclinada la cual es ajustada a una pendiente, en la cual una persona camina sobre ella y resbala (método C).

3.12.4 Métodos de prueba

Método A: Deslizador dinámico

Es un aparato portátil impulsado por si mismo, que se mueve lateralmente sobre la superficie del piso sometido a prueba. Un zapato de caucho 4 – S con una carga fija, se utiliza para determinar el coeficiente de fricción, en una superficie seca y una superficie húmeda.

Nota: este método solo puede utilizarse en pisos que están en servicio.

Método B: Deslizador estático

Este método usa un deslizador ensamblado con un caucho 4 – S en contacto con la superficie. Un sistema conveniente se utiliza para determinar la fuerza máxima horizontal necesaria para comenzar el desplazamiento entre el deslizador y la superficie del piso bajo condiciones secas y húmedas.

Nota: este método solo puede o en pisos que están en servicio.

Método C: Plataforma inclinada

Se utiliza a una persona en posición vertical que avanza en una superficie de piso cerámico de (1000 x 500) mm. Se aumenta la inclinación de la superficie bajo prueba en una proporción constante, horizontal a un ángulo en el cual la persona demuestre señales de inseguridad en su movimiento. La prueba se realiza con aceite en el área de prueba. El ángulo de inclinación de la superficie en prueba es determinado. (**Vea anexo C, para una descripción detallada de este tipo de procedimiento**).

3.12.5 Especímenes de prueba

Se usaran pisos limpios y secos y en número suficiente para realizar la prueba.

3.12.6 Procedimiento

Se seguirán los procedimientos proporcionados en los anexos para cada método de prueba. Para los métodos de la prueba A, se determinara el coeficiente de fricción húmedo y seco. En el método de prueba C, Se determinara el ángulo crítico, con el aceite como lubricante.

3.12.7 Informe de la prueba

El informe de la prueba incluirá la información siguiente:

- Referencia esta norma internacional
- Descripción de los pisos
- Para el método de prueba A, se informará el promedio de los coeficientes de fricción dinámico, húmedo y seco
- Para el método de prueba B, se informará el promedio de los coeficientes de fricción estáticos, húmedo y seco
- Para el método de prueba C, se informará el promedio del ángulo crítico

3.12.8 Anexo A: Normativa

Método A: Deslizador

3.12.9 Aparato y materiales

3.12.9.1 Aparato

- Un aparato móvil propulsado por si mismo descrito como un comprobador de coeficientes de fricción en suelo (FFT). Los principios generales se muestran en las figuras 11 y 12 consiste básicamente en de un aparato propulsado por si mismo que tiene cuatro llantas y que se maneja a una velocidad de 17 mm/s. El deslizador de 9 mm de diámetro y el caucho 4 – S se atan a un árbol para permitir el movimiento vertical y monitorear las variaciones del suelo. Un peso de 200 g, Provee una fuerza vertical constante. El deslizador ensamblado es suspendido por dos hojas de resorte paralelos cuya deflexión, causada por la fricción del movimiento del deslizador es medido por un transductor lineal que, debe tener una sensibilidad de 800 mv/v/mm y una exactitud de 0.3%. El rendimiento del transductor puede desplegarse en un metro que lee coeficientes directamente y los graba en un plano de registro, o los integra electrónicamente para dar una medida COF sobre la trayectoria por la cual viaja.
- Un horno capaz de funcionar a una temperatura de (110 ± 5)°C.

3.12.10 Materiales

- Papel de silicón de carburo, tela de esmeril grado FF
- Cepillo para polvo
- Agua destilada o ionizada
- Una toalla húmeda
- Frasco rociador con bomba manual
- Detergente suave para limpiar solución
- Cepillo con cerdas suaves
- Trapos, esponjas o toallas de papel
- Caucho cuadrado 4 – S, dureza IRD 96 ± 2
- Navaja o corcho para el corte de los deslizadores
- Adhesivo

3.12.11 Especímenes de prueba

Se usaran un número suficiente de pisos para realizar la prueba.

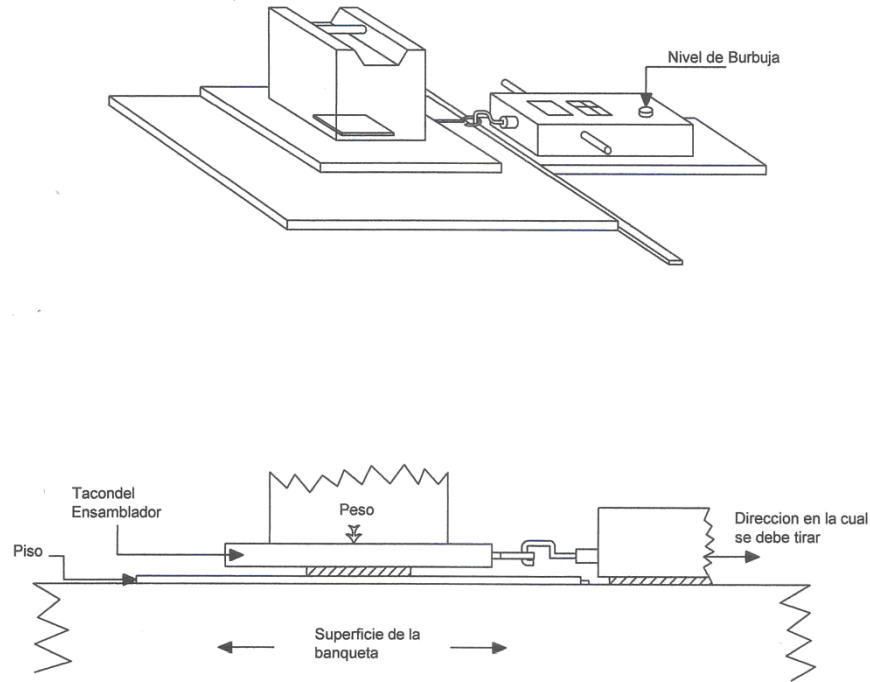
Coloque los pisos tan juntos como sea posible, para proveer una superficie plana a la prueba. Restriegue el piso con el detergente, posteriormente enjuáguelo y séquelo antes de colocarlos en posición.

3.12.12 Procedimiento

Preparación del Deslizador

Corte un deslizador de caucho 4 – S de 9 mm de diámetro y sujételo al mango del deslizador con un adhesivo. Coloque la hoja de 200 g. de arenisca, papel de carburo de silicón en una superficie plana y suavemente deslice arena sobre el caucho 4 – S, hasta que el brillo desaparezca por completo. Posteriormente incline el mango del deslizador y frote la superficie del deslizador, para formar un pequeño ángulo horizontal (aproximadamente 12°), en una orilla. Cuando el mango del deslizador este en una forma vertical, al menos la mitad del área de la superficie del deslizador debe estar en forma horizontal, pero el área restante debe orientarse para dar una altitud máxima de 1 mm en una orilla. **(Figura 13).**

Figura 13. Aparato para medir coeficiente de fricción

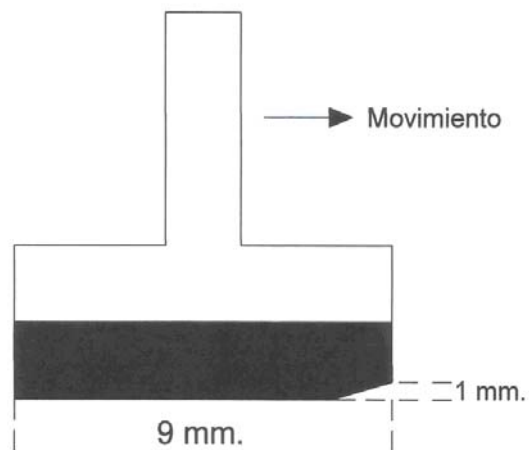


APARATO PARA MEDIR COEFICIENTE DE FRICCIÓN

Calibración del equipo

En principio se coloca en cero el metro del transductor lineal, sin aplicar la tangencial. Posteriormente el metro se coloca en la unidad, suspendiendo una carga al calibrador, igual a la carga vertical de (200 g) en el deslizador y en dirección de la fuerza de fricción vea (**figura 14**).

Figura 14. Aparato para medir coeficiente de fricción



APARATO PARA MEDIR COEFICIENTE DE FRICCIÓN

Procedimiento de la prueba en seco

Limpie, enjuague y seque cada piso de prueba. Coloque los pisos juntos y limpie con el cepillo cualquier rescaldo de polvo que tengan.

Después de insertar y ensamblar el deslizador en el equipo, active el mecanismo de impulsión para propulsar la unidad sobre la superficie de prueba a una distancia de 1 metro. Grabe las lecturas de COF por lo menos tres veces a lo largo del camino de prueba u obtenga un rastro a lo largo del camino de prueba por medio de un mapa de registro.

Procedimiento de la prueba en húmedo

Repita el procedimiento anterior, pero primero sature la superficie con una solución de agua y detergente (3 gotas de detergente en 250 ml de agua destilada) y repita los procedimientos manteniendo la superficie saturada.

Cálculo

Si las lecturas han sido grabadas calcule el promedio del COF por cada procedimiento y el promedio de ambos procedimientos.

Si se toma un mapa de registro, obtenga el promedio COF para cada procedimiento y promedie cada procedimiento. El promedio de cada COF, seco y húmedo debe ser reportado.

3.12.13 Anexo B Normativa

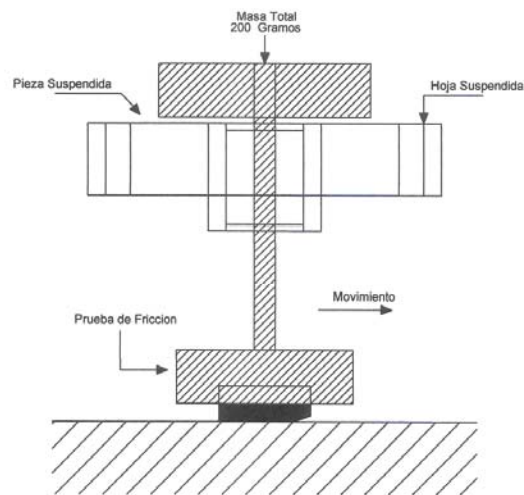
3.12.13.1 Método B: Deslizador Estático

3.12.14 Aparato y materiales

3.12.14.1 Aparato

- Un sistema para medir la fuerza necesaria de iniciación del movimiento de un deslizador en una superficie de prueba (**figura 15**)
- Dinamómetro tipo horizontal, capaz de registrar 0.25 kilogramos de incremento
- Pesas de 4.5 kilogramos
- Caucho 4 – S, dureza IRD 96 ± 2
- Deslizador ensamblado, que consiste de una pieza de 75 x 75 x 3 mm de caucho 4s unido a una pieza de madera laminada de 200 x 200 x 20 mm enroscado a la orilla del dinamómetro
- Para pruebas en el laboratorio: la superficie de trabajo debe estar nivelada con un bajo perfil para prevenir que los pisos resbalen
- Horno capaz de funcionar a (110 ± 5) °C

Figura 15. Aparato para medir coeficiente de fricción



APARATO PARA MEDIR COEFICIENTE DE FRICCIÓN

3.12.14.2 Materiales

- Vidrio flotante de 25 mm de espesor; dos piezas, 150 mm o más grande y 100 x 100 mm
- Polvo de carburo de silicón 220 g

- Papel de carburo de silicón, húmedo / seco de 400 g y un tela esmerilada de grado FF
- Toalla húmeda
- Frasco rociador con bomba manual
- Detergente suave para limpiar solución
- Cepillo con cerdas suaves
- Trapos, esponjas o toallas de papel

3.12.15 Especímenes de prueba

La superficie de 100 x 100 mm o más larga es requisito para la prueba. Cuando pruebe los pisos pequeños estos deben estar ajustados a una superficie adecuada.

3.12.16 Procedimiento

Preparación del deslizador

Coloque la hoja de papel de carburo de silicón de 400 g, en una superficie plana y suavemente mueva el ensamblador del deslizador de caucho 4s, para un lado y para el otro cuatro veces a una distancia de 100 mm. Repita a un ángulo de 90°. Esto constituye un ciclo de preparación de la superficie. Cepille cualquier residuo. Repita el ciclo hasta que el brillo sea completamente removido.

Preparación del piso, para calibración de la superficie

Coloque el pedazo más largo del piso en una superficie plana, la cual es la encargada de frenar el movimiento de la pieza. Coloque dos gramos de carburo de silicón (material abrasivo) y unas gotas de agua en el piso. Usando el pedazo de vidrio de 100 mm como una herramienta lijelo con un movimiento circular hasta que el piso este uniformemente traslucido sobre toda su superficie. Use el material abrasivo fresco y agua si es necesario para completar el proceso.

Limpie el calibrador de 150 x 150 mm hasta que la superficie quede traslucida, con una solución de agua y detergente o cualquier otro material conveniente, posteriormente enjuáguelos y deje que se sequen con el aire.

Coloque el tacón del ensamblador sobre la superficie calibrada que se ha posicionado sobre la superficie de trabajo para detenerlo. Mueva la superficie calibrada, o el dinamómetro, o ambos como sea necesario para detener el tacón del ensamblador, la rosca y el eje del dinamómetro deben estar en el mismo plano horizontal. Centre los 4.5 Kg. De peso en el deslizador ensamblado y determine la fuerza requerida para poner en movimiento el ensamblador de prueba, anote la lectura de la fuerza. Haga un total de cuatro tirones, cada uno perpendicular al tirón anterior.

Cálculo:

$$\frac{Rd}{NW} = \text{Calibrador COF}$$

Donde:

Rd = Registro de las cuatro lecturas de fuerza en Kg.

N = Número de tirones.

W = Peso del tacón del ensamblador más los 4.5 Kg. De peso.

Cuando el caucho 4 –s es proporcionalmente desgastado, las lecturas de fuerza deben ser uniformes y deben producir un cof calibrado de (0.75 ± 0.05).

La calibración se repetirá antes y después de probar cada tres especímenes y anotar los resultados. Si hay una diferencia de más de ± 0.05 cof entre el antes y después de los resultados, la prueba entera se reperita. Es importante que el operador calibre su equipo de prueba y los procedimientos personales antes y después de probar cada tres muestras del piso para asegurar un nivel de confianza alto de consistencia del procedimiento.

Procedimiento de la prueba (seco)

Limpie, enjuague y seque cada superficie de prueba. Coloque el espécimen de prueba en contra de la superficie de trabajo. Cepille cualquier rescoldo.

Coloque el tacón del ensamblador sobre la superficie calibrada que se ha posicionado sobre la superficie de trabajo para detenerlo. Mueva la superficie calibrada o el dinamómetro o ambos como sea necesario, para detener el tacón del ensamblador, la rosca y el eje del dinamómetro deben estar en el mismo plano horizontal. Centre los 4.5 Kg. De peso en el deslizador ensamblado y determine la fuerza requerida para poner en movimiento el ensamblador de prueba, anote la lectura de la fuerza. Haga un total de cuatro tirones, cada uno perpendicular al

tirón anterior, en cada una de las áreas de la superficie o tres especímenes de prueba que constituyen las doce lecturas necesarias para calcular el coeficiente estático de fricción.

Registro de lecturas

Inspeccione el caucho 4 – S y la superficie después de cada prueba que haya sido realizada. Si la superficie se ha puesto brillante o ha mostrado escarcha, repita el procedimiento.

Procedimiento de la prueba (húmedo)

Repita en procedimiento anterior (seco), con una excepción: sature la superficie con una solución de agua y detergente (3 gotas de detergente y 250 ml de agua destilada) y repita el procedimiento manteniendo la superficie saturada.

Cálculo

Calcule el promedio del coeficiente estático de fricción de las superficies probadas como sigue:

Seco:

$$\mathbf{F_d = Promedio (R_d/NX)}$$

Húmedo:

$$\mathbf{F_w = Promedio (R_w/NW)}$$

Donde:

F_d = Coeficiente estático de fricción para la superficie seca.

F_w = Coeficiente estático de fricción para la superficie húmeda.

Rd = Total de las cuatro lecturas de las fuerzas en seco.

Rd = Total de las cuatro lecturas de las fuerzas en seco.

N = Número de tirones (4).

W = Peso total del tacón del ensamblador más 4.5 Kg. De peso.

Se informara el coeficiente de fricción estático promedio, individual y ambos.

3.12.17 Anexo C: Normativa

3.12.17.1 Método C: Plataforma inclinada

3.12.18 Aparatos

Plataforma inclinada con el dispositivo de seguridad

El dispositivo de prueba, ver (**figura 16**), es un nivel y la plataforma de torsión libre de 600 mm de ancho y 2000 mm de longitud pueden ajustarse longitudinalmente a las pendientes entre (0° a 45°). La velocidad de levantamiento de la unidad de manejo o plataforma se puede llevar a cabo a una velocidad máxima de 1° por segundo, por lo que al menos se necesitaron 45 segundos para ajustar el ángulo a un máximo de 45°. El levantamiento puede ser controlado por la persona que hace la prueba, puede ser seleccionado con movimientos continuos o en fases de 0.5. Un ángulo indicado en el dispositivo muestra a la inclinación en la plataforma, lejos de la posición horizontal a una exactitud de (0.5 ± 0.2)°.

Para la seguridad de la persona que esta realizando la prueba hay barandas a lo largo de los dos aparatos de prueba. Adicionalmente, la persona sujeta a prueba, debe ser asegurada en contra de caídas por un dispositivo de seguridad que permite caminar libremente sobre el área de prueba.

3.12.19 Especímenes de prueba

Suficientes pisos secos y limpios para cubrir el área de la superficie de prueba que es de 100 cms x 50 cms.

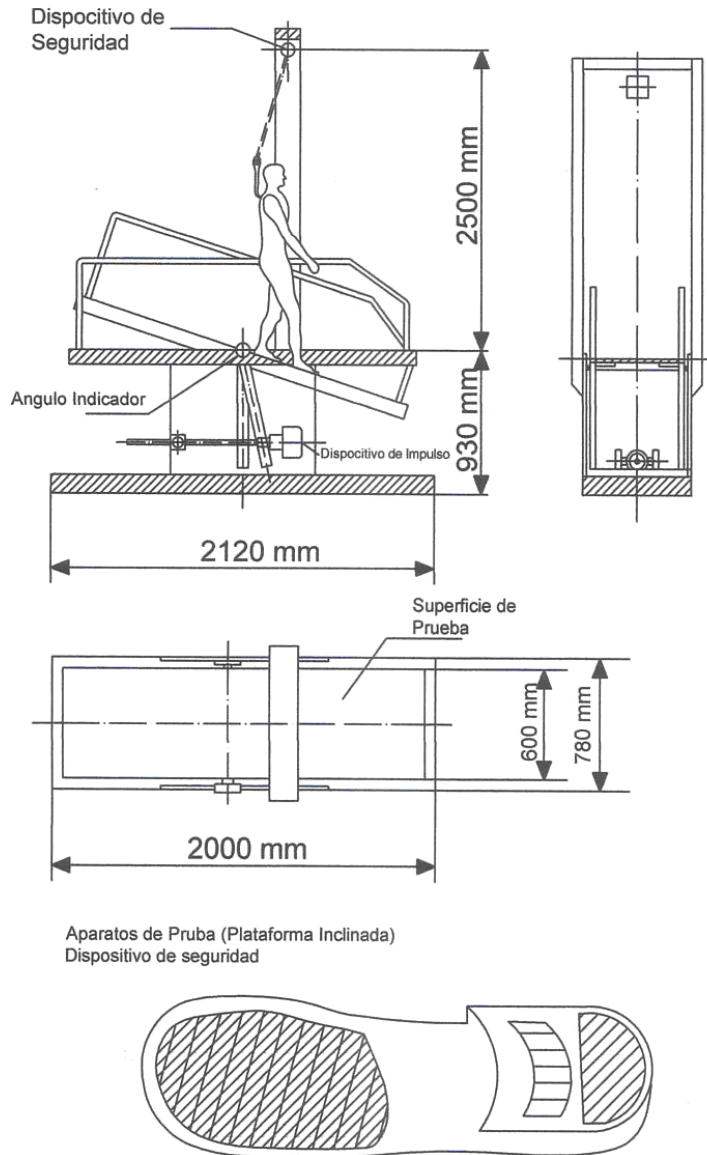
3.12.20 Informe de la prueba

Un número determinado de pisos, se instalaran en una forma uniforme en la plataforma de soporte. El material debe ser libre de torsión, el área de 100cms x 50 cms se marcara claramente.

Se instalaran superficies de pisos con textura o perfil direccional en la plataforma con su borde más largo en dirección donde la persona de prueba caminara.

Las juntas de los pisos se deben de llevar a cabo con un material que consiste en una parte de cemento y tres partes de agregados que van de 0 a 0.05 mm. Se usara para el grupo A (ISO 13006) agregados de 0.1 mm, los anchos de las juntas son mostradas en la (tabla VIII).

Figura 16. Aparato para medir coeficiente de fricción



APARATO PARA MEDIR COEFICIENTE DE FRICCIÓN

Tabla VII. Plataforma inclinada

GRUPO DEL PISO	DIMENSIONES DEL PISO	ANCHO DE JUNTAS
A	TODOS LOS TAMAÑOS	8mm
B	<100 x 100 mm	2
	100 x 100 mm	3
	150 x 100 mm	3
	100 x 200 mm	3
	200 x 200 mm	3
	PISOS CON MÁS DE UNA ORILLA PROLONGADA DE 200MM.	5

La superficie de prueba debe estar limpia, seca y libre de daños.

Sujetos de prueba

Dos individuos que exhiben características ambulantes normales realizaran la prueba.

Prueba del zapato

La persona sujeta prueba, usa zapatos protectores con suela fabricada con una base de caucho de nitrilo, clase A con una solidez de 73 ± 5 según norma ISO 868, como se observa en la (**figura 16**).

Lubricante de la prueba

Se usara aceite de motor con viscosidad SAE grado 10w30. El aceite debe de guardarse en un envase de vidrio debidamente cerrado para prevenir cambios en su viscosidad.

Procedimiento

La temperatura del cuarto de prueba, el calzado, cualquier lubricante que se use y la superficie de prueba deben estar a una temperatura de $(23 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.

Antes de la prueba, se agregarán, (100 ± 1) ml de aceite, regados uniformemente sobre la superficie del piso de prueba. Los zapatos también deben ser rociados con este aceite.

La persona debe estar con la cara hacia abajo, con una postura derecha y caminar hacia delante y hacia atrás sobre la superficie de prueba, el largo de la pisada debe ser la mitad del largo del zapato. Se inclinará el gradiente de la superficie de prueba de su posición horizontal a una velocidad de 1° por segundo. El ángulo en el cual la persona de prueba alcanza el límite de seguridad al caminar (ángulo crítico) debe de determinarse al subir y bajar repetidamente alrededor del ángulo crítico.

El ángulo crítico de la superficie de prueba, comenzando por el plano horizontal se determina tres veces.

El lubricante debe aplicarse uniformemente en la superficie de prueba, antes de la segunda y tercera prueba de caminar.

La prueba de caminar descrita arriba es realizada posteriormente por una segunda persona.

Cálculo

El total de ángulos críticos obtenidos con las dos personas se promedian y se reportan. Como en la cláusula anterior el ángulo crítico de cada individuo al caminar también debe reportarse.

Existen dos métodos para la evaluación del coeficiente de fricción dinámico y uno para el coeficiente de fricción estático. Los pisos se clasifican en dos clases de acuerdo al resultado del ensayo.

Tabla VIII. Prueba del zapato

<i>Clase 1</i>	<i>Clase 2</i>
< 0.4 Coeficiente Dinámico	> o igual 0.4 Coeficiente Dinámico
< 0.5 Coeficiente Estático	> o igual 0.5 Coeficiente Estático

4. COSTOS

4.1 Equipo

4.1.1 Dimensiones y calidad de superficie

4.1.1.1 Costo de equipo

- Calibrador Vernier manual 12" **COSTO Q. 300.00**
- Calibrador Vernier digital 12" **COSTO Q. 530.00**

4.1.2 Absorción de agua

4.1.1.2 Costo de equipo

1. Balanza electrónica

Características:

- **Modelo** GF 3000
- **Plataforma** 165*165 mm
- **Capacidad** 3100 g
- **Presición** 0.01 g

COSTO Q. 13,100.00

- **Marca** OHAUS
- **Modelo** SL 3102
- **Capacidad** > 3100 g
- **Presición** > 0.01 g

- **Plataforma** > 16.8*18 cms.

COSTO Q. 11,020.00

2. Olla

Características:

- **Material** Aluminio
- **Capacidad** 10 Lts.

COSTOQ. 75.00

3. Separador ó soporte

Características:

- **Material** Hierro de ¼"
- **Distancia entre separadores** 3 cms.

COSTO Q. 50.00

4. Estufa

Características

Se utilizará cualquier tipo de estufa conveniente

COSTO Q. 375.00

Fuente de alimentación:

- Gas Propano

COSTO Q. 135.00

5. Agua Destilada

Se dará un costo por cada litro de agua

COSTO Q. 15.00

4.1.3 Resistencia a la flexión

4.1.3.1 Costo de equipo

1. Cronómetro Gabbrielli mod. CR5-E3 0 – 50 Y 700 Kg.

Características:

- **Funcionamiento hidráulico por aire comprimido.**
- Presión de trabajo del aire.686 Pa (7bar)
- Fuerza máxima ejercitable 700 kg.
- Posibilidad de utilización de dos células de carga, una para alta carga 0-700 Kg. Y otra para baja carga 0-50 Kg. Idónea para obtener mayor presión para la carga de rotura sobre crudo.
- Apoyos inferior y superior rigurosamente según las Normas con recubrimiento en goma IHRD 50 ±5 medida según ISO 48.
- Amplia regulación de los apoyos para distintos formatos.
- Formato mínimo 100 x 100mm (para formatos inferiores las normas requieren apoyos específicos, siendo estos opcionales).
- Regulación fina de la aplicación de la carga.
- Lectura directa de la carga aplicada e indicación del valor máximo alcanzado en Kg.
- Resolución: 100g. Para alta carga (0-700 Kg.), 10g. Para la baja carga (0-50Kg.)
- Memorización de un formato de baldosa.
- Cálculo automático del modulo de rotura N/mm²

- Visualización de los datos en un amplio display
- Alimentación: 230 V 50/60 Hz monofase.

COSTO Q. 81,352.08

2. . CR Cronómetro Gabrielli mod. 5-E3 0 – 700 Kg.

Características:

- **Funcionamiento hidráulico por aire comprimido.**
- Presión de trabajo del aire.686 Pa (7bar)
- Fuerza máxima ejercitable 700 kg.
- Posibilidad de utilización de dos células de carga, una para alta carga 0-700 Kg. Y otra para baja carga 0-50 Kg. Idónea para obtener mayor presión para la carga de rotura sobre crudo.
- Apoyos inferior y superior rigurosamente según las Normas con recubrimiento en goma IHRD 50 ±5 medida según ISO 48.
- Amplia regulación de los apoyos para distintos formatos.
- Formato mínimo 100 x 100mm (para formatos inferiores las normas requieren apoyos específicos, siendo estos opcionales).
- Regulación fina de la aplicación de la carga.
- Lectura directa de la carga aplicada e indicación del valor máximo alcanzado en Kg.
- Resolución: 100g. Para alta carga (0-700 Kg.), 10g. Para la baja carga (0-50Kg.)
- Memorización de un formato de baldosa.
- Cálculo automático del modulo de rotura N/mm²
- Visualización de los datos en un amplio display
- Alimentación: 230 V 50/60 Hz monofase.

COSTO Q. 73,859.15

Nota: El cronometro Gabriell en los dos modelos fue cotizado en **LABOTRONIC, S. L.** Casalduch 114 – Bajo 1° 12005 Castellón España Tel. 964251048 y Telefax. 9642451049

4.2 Tarifa de cobro por cada ensayo de laboratorio

Tabla IX. Presupuesto

NÚMERO	ENSAYO	UNIDAD	TOTAL
1	Dimensiones y calidad de superficie	1	Q 150,00
2	Absorción de Agua	1	Q 300,00
3	Flexión	1	Q 550,00

Nota: Los precios de los diferentes ensayos se determinó en base a cotizaciones en el laboratorio **LABOTRONIC, S. L.** Casalduch 114 – Bajo 1° 12005 Castellón España Tel. 964251048 y Telefax. 9642451049

CONCLUSIONES

1. Los pisos cerámicos se dividen en seis clases (0, I, II, III, IV y V) según su uso y resistencia
2. El costo de los ensayos al piso cerámico propuestos en el trabajo de graduación fueron cotizados en España, especificados en el inciso 4.1, debido a que en Guatemala no existe ningún laboratorio que brinde este servicio a la población o a cualquier fabricante que lo necesite.
3. El Centro de Investigaciones de Ingeniería no cuenta con una guía que le permita desarrollar con los diferentes ensayos practicados al piso cerámico aplicados a Guatemala y pueda agenciarse de otros fondos para beneficio de la población que lo solicite, así como del estudiantado en general.
4. Los siguientes ensayos sobre el piso cerámico no aparecen en el presente trabajo de graduación debido a que en Guatemala no existen las condiciones de clima extremo como para que puedan ser consideradas aplicables.
 - Norma ISO 10545-8, EN 103 Dilatación Térmica Lineal
 - Norma ISO 10545-9 y EN 104 Resistencia al Choque Térmico
 - Norma ISO 10545-12 y EN 202 Resistencia al Congelamiento
 - Norma ISO 10545-15 Extracción de Cadmio
 - Norma ISO 10545-16 Diferencias mínimas de color

4. Los ensayos de laboratorio no se pudieron realizar debido a que el Centro de Investigaciones de Ingeniería no cuenta con equipo.
5. El equipo Propuesto al Centro de Investigaciones de Ingeniería se cotizó en España y en el mercado local, las cotizaciones se detallan en el capítulo 4.

RECOMENDACIONES

1. La compra del equipo para la realización de los ensayos de laboratorio al piso cerámico es necesario para que el Centro de Investigaciones de Ingeniería CII, cuente con una nueva rama de investigación y de pruebas de materiales que actualmente no se pueden realizar por falta del mismo.
2. Una de las principales limitaciones para la compra del equipo, es el presupuesto con el que cuenta el Centro de Investigaciones de Ingeniería CII, pero se debe tener cuidado en la compra del mismo, para mantener las especificaciones debidas, las cuales siguen rigurosas normas de calidad.
3. Para garantizar el buen funcionamiento del equipo debe tener un estricto control en la manipulación de los aparatos, así como en la ejecución de los ensayos, acompañado de un continuo y minucioso mantenimiento que garantice la preservación del equipo.
4. Es importante contar con el equipo necesario para la realización de los ensayos, como también es esencial la capacitación constante del personal que lo utilizará para que así se garantice la correcta ejecución de los mismos y la fidelidad de los resultados.
5. El trabajo de graduación cuenta con las normas de ensayos practicados a los pisos cerámicos como producto terminado actuales, pero se recomienda la constante actualización por parte de los técnicos del Centro de Investigaciones de Ingeniería CII, debido a los cambios que puedan darse en un futuro cercano.

BIBLIOGRAFIA

1. Angulo Iñiguez, Diego. Historia del Arte. RAYCAR S.A. Madrid 1982.
2. Rodrigo Zarzosa, C., Fondo bibliográfico antiguo; XVI y XVII de la biblioteca del museo nacional de Cerámica "González Martí ", Valencia 1991.
3. Romeo Lugo. Cerámica Artística y Acuarela. 2003.
4. Gonzalo López Cervantes. Cerámica Mexicana, Editorial. Everest Mexicana, 1993. México
5. Guía México desconocido, Cerámica Arte Popular, Edición número 11, México: 1983.
6. Baldosas Cerámicas, Definiciones, Clasificación, Características y Mercado, versión española. CEN, Comité Europeo de Normalización.

APÉNDICE

APÉNDICE B1a NORMATIVO
PISOS CERÁMICOS CON POCA ABSORCIÓN DE AGUA / E ≤ 0.5% / GRUPO
B1a

Requisitos	Superficie S del producto (cm ²)				Prueba ISO 10545	
	S≤90	90<S ≤190	190<S≤410	S>410		
DIMENSIONES Y CALIDAD DE SUPERFICIE						
<ul style="list-style-type: none"> • Longitud y ancho El fabricante deberá elegir el tamaño del trabajo como sigue: <ul style="list-style-type: none"> a. Para pisos modulares, a fin de que el ancho nominal esté entre 2 a 5 mm. b. Para pisos no modulares, de modo que la diferencia entre el tamaño del trabajo y el tamaño modular no sea más de 2% (máximo 5mm). a. La desviación, en porcentaje del tamaño promedio para cada piso (2 ó 4 lados) del tamaño del trabajo (w). ±1.2% b. La desviación en porcentaje del tamaño promedio para cada piso (2 ó 4 lados) del tamaño promedio de los 10 especímenes probados (20 ó 40 lados) ±0.75% 	±1.2%	±1.0%	±0.75%	±0.6%		
<ul style="list-style-type: none"> • Grosor <ul style="list-style-type: none"> a. El grosor debe ser especificado por el fabricante. b. La desviación en porcentaje del grosor promedio de cada piso del tamaño y grosor del trabajo. ±10.0% 	±10.0%	±10.0%	±5.0%	±5.0%		
<ul style="list-style-type: none"> • La rectitud de los lados La desviación máxima de rectangularidad en porcentaje, relacionado con la correspondiente dimensión del trabajo. ±0.75% 	±0.75%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	2	
<ul style="list-style-type: none"> • Rectangularidad La desviación máxima de planicie en porcentajes. ±1.0% 	±1.0%	±0.6%	±0.6%	±0.6%		
<ul style="list-style-type: none"> • Superficie plana La desviación máxima de la superficie en porcentaje. <ul style="list-style-type: none"> a. Centro de Curvatura, relacionada con la dimensión correspondiente de trabajo. ±1.0% b. Curvatura de la orilla, relacionada con la dimensión correspondiente del trabajo. ±1.0% c. Curvatura de la superficie, relacionado con la diagonal calculada de la dimensión (tamaño del trabajo). ±1.0% 	±1.0%	±0.5%	±0.5%	±0.5%		
<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la superficie 						
Mínimo 95% de los pisos serán libres de defectos visibles que dañarían la apariencia de una área mayor de pisos						

- (1) No aplicable a pisos con bordes dañados.
- (2) Debido a las variaciones de encendido, pequeñas diferencias de color son inevitables. Esto no aplica a las irregularidades intencionales de variación del color de la superficie de pisos, (los cuales pueden ser no vidriados, vidriados o en parte vidriados) de la variación del color sobre el área del piso es característico para este tipo de pisos. Manchas o puntos coloreados, los cuales para los propósitos decorativos no son considerados un defecto.
- (3) La referencia puede hacerse al Anexo informativo D de esta norma para la clasificación de abrasión para todos los pisos vidriados pensado en utilizarlos en los suelos.
- (4) La referencia puede hacerse al Anexo informativo E de esta norma para la información con respecto a requisitos que son no-obligatorio pero que se listan "el método de la prueba disponible."
- (5) Ciertos efectos decorativos pueden tener una tendencia al craquelado. Estos deben identificarse por el fabricante, en caso que la prueba de resistencia al craquelado ISO 10545-11 no sea aplicable.
- (6) Si el color se pone ligeramente diferente, no se considera que éste sea ataque químico.
- (7) Pueden usarse el ancho de las juntas similares para aplicarlos en los sistemas tradicionales basados en el tamaño no-métrico.

APÉNDICE B1_b NORMATIVO
PISOS CERÁMICOS CON POCA ABSORCIÓN DE AGUA /0.5 < E ≤ 3% /
GRUPO B1_b

Requisitos	Superficie S del producto (cm ²)				Prueba ISO 10545
	S≤90	90<S ≤190	190<S≤410 0	S>410	
DIMENSIONES Y CALIDAD DE SUPERFICIE					
<ul style="list-style-type: none"> • Longitud y ancho El fabricante deberá elegir el tamaño del trabajo como sigue: <ul style="list-style-type: none"> c. Para pisos modulares, a fin de que el ancho nominal esté entre 2 a 5 mm. d. Para pisos no modulares, de modo que la diferencia entre el tamaño del trabajo y el tamaño modular no sea más de 2% (máximo 5mm). c. La desviación, en porcentaje del tamaño promedio para cada piso (2 ó 4 lados) del tamaño del trabajo (w). <ul style="list-style-type: none"> d. La desviación en porcentaje del tamaño promedio para cada piso (2 ó 4 lados) del tamaño promedio de los 10 especímenes probados (20 ó 40 lados) 	±1.2%	±1.0%	±0.75%	±0.6%	
<ul style="list-style-type: none"> • Grosor <ul style="list-style-type: none"> c. El grosor debe ser especificado por el fabricante. d. La desviación en porcentaje del grosor promedio de cada piso del tamaño y grosor del trabajo. 	±0.75%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	
<ul style="list-style-type: none"> • La rectitud de los lados La desviación máxima de rectangularidad en porcentaje, relacionado con la correspondiente dimensión del trabajo. 	±10.0%	±10.0%	±5.0%	±5.0%	2
<ul style="list-style-type: none"> • Rectangularidad La desviación máxima de planicie en porcentajes. 	±0.75%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	
<ul style="list-style-type: none"> • Superficie plana La desviación máxima de la superficie en porcentaje. <ul style="list-style-type: none"> d. Centro de Curvatura, relacionada con la dimensión correspondiente de trabajo. e. Curvatura de la orilla, relacionada con la dimensión correspondiente del trabajo. f. Curvatura de la superficie, relacionado con la diagonal calculada de la dimensión (tamaño del trabajo). 	±1.0%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	
<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la superficie 	±1.0%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	
Mínimo 95% de los pisos serán libres de defectos visibles que dañarían la apariencia de una área mayor de pisos					

- (1) No aplicable a pisos con bordes dañados.
- (2) debido a las variaciones de encendido, pequeñas diferencias de color son inevitables. esto no aplica a las irregularidades intencionales de variación del color de la superficie de pisos, (los cuales pueden ser no vidriados, vidriados o en parte vidriados) de la variación del color sobre el área del piso es característico para este tipo de pisos. manchas o puntos coloreados, los cuales para los propósitos decorativos no son considerados un defecto.
- (3) La referencia puede hacerse al Anexo informativo D de esta norma para la clasificación de abrasión para todos los pisos vidriados pensado en utilizarlos en los suelos.
- (4) La referencia puede hacerse al Anexo informativo E de esta norma para la información con respecto a requisitos que son no-obligatorio pero que se listan "el método de la prueba disponible."
- (5) Ciertos efectos decorativos pueden tener una tendencia al craquelado. Estos deben identificarse por el fabricante, en caso que la prueba de resistencia al craquelado ISO 10545-11 no sea aplicable.
- (6) Si el color se pone ligeramente diferente, no se considera que éste sea ataque químico.
- (7) Pueden usarse el ancho de las juntas similares para aplicarlos en los sistemas tradicionales basados en el tamaño no-métrico.

APÉNDICE B2_b NORMATIVO

PISOS CERÁMICOS SECOS / 6 < E < 10% / GRUPO BII_b

Requisitos	Superficie S del producto (cm ²)				Prueba ISO 10545	
	S≤90	90<S≤190	190<S≤410	S>410		
DIMENSIONES Y CALIDAD DE SUPERFICIE						
<ul style="list-style-type: none"> • Longitud y ancho El fabricante deberá elegir el tamaño del trabajo como sigue: <ul style="list-style-type: none"> a. Para pisos modulares, a fin de que el ancho nominal esté entre 2 a 5 mm. b. Para pisos no modulares, de modo que la diferencia entre el tamaño del trabajo y el tamaño modular no sea más de 2% (máximo 5mm). e. La desviación, en porcentaje del tamaño promedio para cada piso (2 ó 4 lados) del tamaño del trabajo (w). ±1.2% f. La desviación en porcentaje del tamaño promedio para cada piso (2 ó 4 lados) del tamaño promedio de los 10 especímenes probados (20 ó 40 lados) ±0.75% • Grosor <ul style="list-style-type: none"> a. El grosor debe ser especificado por el fabricante. ±10.0% b. La desviación en porcentaje del grosor promedio de cada piso del tamaño y grosor del trabajo. ±10.0% • La rectitud de los lados La desviación máxima de rectangularidad en porcentaje, relacionado con la correspondiente dimensión del trabajo. ±0.75% • Rectangularidad La desviación máxima de planicie en porcentajes. ±1.0% • Superficie plana La desviación máxima de la superficie en porcentaje. <ul style="list-style-type: none"> a. Curvatura centrada, relacionada con la dimensión correspondiente de trabajo. ±1.0% b. Curvatura de la orilla, relacionada con la dimensión correspondiente del trabajo. ±1.0% c. Curvatura de la superficie, relacionado con la diagonal calculada de la dimensión (tamaño del trabajo). ±1.0% • Calidad de la superficie 	±1.2%	±1.0%	±0.75%	±0.6%	2	
	<ul style="list-style-type: none"> a. El grosor debe ser especificado por el fabricante. ±10.0% b. La desviación en porcentaje del grosor promedio de cada piso del tamaño y grosor del trabajo. ±10.0% 	±0.75%	±0.5%	±0.5%		
Mínimo 95% de los pisos serán libres de defectos visibles que dañarían la apariencia de una área mayor de pisos						

- (1) No aplicable a pisos con bordes dañados.
- (2) Debido a las variaciones de encendido, pequeñas diferencias de color son inevitables. Esto no aplica a las irregularidades intencionales de variación del color de la superficie del piso (los cuales pueden ser no vidriados, vidriados o en parte vidriados) de la variación del color sobre el área del piso es característico para este tipo de piso. Manchas o puntos coloreados, los cuales para los propósitos decorativos no son considerados un defecto.
- (3) La referencia puede hacerse al Anexo informativo D de esta norma para la clasificación de abrasión para todos los pisos vidriados pensando utilizarlo en los suelos.
- (4) La referencia puede hacerse al Anexo informativo E de esta norma para la información con respecto a requisitos que son no-obligatorios pero que se listan "en el método de la prueba disponible."
- (5) Ciertos efectos decorativos pueden tener una tendencia al craquelado. Estos deben identificarse por el fabricante en caso que la prueba de resistencia al craquelado ISO 10545-11 no sea aplicable.
- (6) Si el color se pone ligeramente diferente, no se considera que éste sea ataque químico.
- (7) Pueden usarse los anchos de las juntas similares para aplicar a los sistemas tradicionales basados en el tamaño no-métrico.

APÉNDICE B3 NORMATIVO
PISOS CERÁMICOS SECOS / E > 10% / GRUPO BIII

Requisitos	Sin espacio	Espacio	Prueba ISO 10545	
DIMENSIONES Y CALIDAD DE SUPERFICIE				
<ul style="list-style-type: none"> • Longitud y ancho El fabricante deberá elegir el tamaño del trabajo como sigue: <ul style="list-style-type: none"> a. Para pisos modulares, a fin de que el ancho nominal esté entre 2 a 5 mm. b. Para pisos no modulares, de modo que la diferencia entre el tamaño del trabajo y el tamaño modular no sea más de 2% (máximo 5mm). - La desviación, en porcentaje del tamaño promedio para cada piso (2 ó 4 lados) del tamaño del trabajo (w). - La desviación en porcentaje del tamaño promedio para cada piso (2 ó 4 lados) del tamaño promedio de los 10 especímenes probados (20 ó 40 lados) • Grosor <ul style="list-style-type: none"> c. El grosor debe ser especificado por el fabricante. d. La desviación en porcentaje del grosor promedio de cada piso del tamaño y grosor del trabajo. • La rectitud de los lados La desviación máxima de rectangularidad en porcentaje, relacionado con la correspondiente dimensión del trabajo. • Rectangularidad La desviación máxima de la superficie en porcentajes. • Superficie plana La desviación máxima de la superficie en porcentaje. <ul style="list-style-type: none"> a. Centro de curvatura, relacionada con la dimensión correspondiente de trabajo. b. Curvatura de la orilla, relacionada con la dimensión correspondiente del trabajo. c. Curvatura de la superficie, relacionado con la diagonal calculada de la dimensión (tamaño del trabajo). • Calidad de la superficie 	<p style="text-align: center;">1≤12 cm: ±0.75 1>12 cm: ±0.50</p> <p style="text-align: center;">1≤12 cm: ±0.5 1>12 cm: ±0.3</p> <p style="text-align: center;">±10%</p> <p style="text-align: center;">±0.3%</p> <p style="text-align: center;">±0.5%</p> <p style="text-align: center;">±0.5</p>	<p>+0.6 / -.03</p> <p>±0.25</p> <p>±10%</p> <p>±0.3%</p> <p>±0.3%</p> <p>+0.8 / -0.2</p> <p>+0.8 / -0.2</p> <p>0.5 para tamaños ≤ 250 cm² 0.75 para tamaños > 250 cm²</p>	2	
	Mínimo 95% de los pisos serán libres de defectos visibles que dañarían la apariencia de una área mayor de pisos			

- (1) No aplicable a pisos con bordes dañados.
- (2) Debido a las variaciones de encendido, pequeñas diferencias de color son inevitables. Esto no aplica a las irregularidades intencionales de variación del color de la superficie de los pisos (los cuales pueden ser no vidriados, vidriados o en parte vidriados) de la variación del color sobre el área del piso es característico para este tipo de piso. Manchas o puntos coloreados, los cuales para los propósitos decorativos no son considerados un defecto.
- (3) La referencia puede hacerse al Anexo informativo D de esta norma para la clasificación de abrasión para todos los pisos vidriados utilizados para el uso en los suelos.
- (4) La referencia puede hacerse al Anexo informativo E de esta norma para la información con respecto a requisitos que son no-obligatorios pero que se listan "en el método de prueba disponible."
- (5) Ciertos efectos decorativos pueden tener una tendencia al craquelado. Estos deben identificarse por el fabricante en caso que la prueba de resistencia al craquelado ISO 10545-11 no sea aplicable.
- (6) Si el color se pone ligeramente diferente, no se considera que éste sea ataque químico.
- (7) Pueden usarse los anchos de las juntas similares para aplicar a los sistemas tradicionales basados en el tamaño no-métrico.

Requisitos	Sin espacio	Espacio	Prueba ISO 10545
PROPIEDADES FÍSICAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Absorción de agua por peso. 		E>10% Cuando el valor excede 20, éste puede ser indicado por el fabricante. Ind. Min. 9%	3
<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza de Rompimiento N <ul style="list-style-type: none"> a. Grosor ≥ 7.5 mm b. Grosor < 7.5 mm 		Min. 600 Min. 200	4
<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de ruptura en N/mm² No aplicable a pisos quebrados 3000 N <ul style="list-style-type: none"> a. Grosor ≥ 7.5 mm b. Grosor < 7.5 mm 		15 12	6
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la Abrasión La resistencia a la abrasión profunda de pisos vidriados pensando para el uso en suelo. 		Reportar la clase de abrasión y ciclos pasados	7
<ul style="list-style-type: none"> • Coefficiente térmico de expansión lineal De temperatura ambiente, a 100 °C 		Método de prueba disponible	8
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al impacto termal 		Método de prueba disponible	9
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al craquelado (piso vidriado) 		Requerido	11
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al hielo. 		Método de prueba disponible	12
<ul style="list-style-type: none"> • Coefficiente de fricción Pisos destinados para uso en pisos. <ul style="list-style-type: none"> - COF Clase 1: Dinámica < 0.4; estática < 0.5 - COF Clase 2: Dinámica ≥ 0.4; estática ≥ 0.5 		Manufacturado para clase COF Mojado y seco	17
<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de humedad en mm/m 		Método de prueba disponible	10
<ul style="list-style-type: none"> • Pequeñas diferencias de color 		Método de prueba disponible	16
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al impacto 		Método de prueba disponible	5
PROPIEDADES QUÍMICAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Resistente a manchas 		Min. 3	14
<ul style="list-style-type: none"> • Resistente a los químicos <ul style="list-style-type: none"> a. Resistencia a bajas concentraciones de ácidos y alcalinos 		Método de prueba disponible	13
<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> b. Resistente a altas concentraciones de ácidos y alcalinos 		Método de prueba disponible Min. GB	13
<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> c. Resistente a químicos caseros y sales de piscinas. 		Método de prueba disponible	15
<ul style="list-style-type: none"> • Descargo y primacia de cadmio. 			

APÉNDICE A1 NORMATIVO
PISO CERÁMICO SECO COMPRIMIDO / E ≤ 3% / GRUPO A1

Requisitos	Precisión	Natural	Prueba ISO 10545	
DIMENSIONES Y CALIDAD DE SUPERFICIE				
<ul style="list-style-type: none"> • Longitud y ancho El fabricante deberá elegir el tamaño del trabajo como sigue: <ul style="list-style-type: none"> a. Para pisos modulares, a fin de que el ancho nominal esté entre 2 a 5 mm. b. Para pisos no modulares, de modo que la diferencia entre el tamaño del trabajo y el tamaño modular no sea más de 2% (máximo 5mm). <ul style="list-style-type: none"> - La desviación, en porcentaje del tamaño promedio para cada piso (2 ó 4 lados) del tamaño del trabajo (w). - La desviación en porcentaje del tamaño promedio para cada piso (2 ó 4 lados) del tamaño promedio de los 10 especímenes probados (20 ó 40 lados) • Grosor <ul style="list-style-type: none"> a. El grosor debe ser especificado por el fabricante. b. La desviación en porcentaje del grosor promedio de cada piso del tamaño y grosor del trabajo. • La rectitud de los lados La desviación máxima de la rectitud en porcentaje, relacionado con la correspondiente dimensión del trabajo. • Rectangularidad La desviación máxima de planicie en porcentajes relacionado con la correspondiente dimensión del trabajo. • Superficie plana La desviación máxima de planicie en porcentaje. <ul style="list-style-type: none"> a. Centro de curvatura, relacionada con la dimensión correspondiente de trabajo. b. Curvatura de la orilla, relacionada con la dimensión correspondiente del trabajo. c. Superficie plana, relacionado con la diagonal calculada por el tamaño del trabajo. • Calidad de la superficie 	<p style="text-align: center;">±1.0%, max ±2 mm</p> <p style="text-align: center;">±1.0%</p> <p style="text-align: center;">±10%</p> <p style="text-align: center;">±0.5%</p> <p style="text-align: center;">±1.0%</p> <p style="text-align: center;">±0.5%</p> <p style="text-align: center;">±0.5%</p> <p style="text-align: center;">±0.5%</p> <p style="text-align: center;">±0.8%</p>	<p style="text-align: center;">±2.0% max ±4 mm</p> <p style="text-align: center;">±1.5%</p> <p style="text-align: center;">±10%</p> <p style="text-align: center;">±0.6%</p> <p style="text-align: center;">±1.0%</p> <p style="text-align: center;">±1.5%</p> <p style="text-align: center;">±1.5%</p> <p style="text-align: center;">±1.5%</p>	2	
	Mínimo 95% de los pisos serán libres de defectos visibles que dañarían la apariencia de una área mayor de pisos			

- (1) No aplicable a pisos con bordes dañados.
- (2) Debido a las variaciones de encendido, las ligeras diferencias de color son inevitables. Esto no aplica a las irregularidades intencionales de variación del color de la superficie de pisos (los cuales pueden ser no vidriados, vidriados o en parte vidriados) de la variación del color sobre el área del piso es característico para este tipo de pisos. Manchas o puntos coloreados, los cuales para los propósitos decorativos no son considerados un defecto.
- (3) La referencia puede hacerse al Anexo informativo D de esta norma para la clasificación de abrasión para todos los pisos vidriados pensados para el uso en los suelos.
- (4) La referencia puede hacerse al Anexo informativo E de esta norma para la información con respecto a requisitos que son non-compulsivos pero que se listan "en el método de la prueba disponible."
- (5) Ciertos efectos decorativos pueden tener una tendencia al craquelado. Estos deben identificarse por el fabricante en caso que la prueba de resistencia al craquelado cedida en ISO 10545-11 no sea aplicable.
- (6) Si el color se pone ligeramente diferente, no se considera que éste es el ataque químico.
- (7) Pueden usarse el ancho de las juntas similares para aplicar a los sistemas tradicionales basado en el tamaño de no-métrico.

Requisitos	Precisión	Natural	Prueba ISO 10545
PROPIEDADES FÍSICAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Absorción de agua por peso. 	≤3.0%, ind.max 3.3	≤3.0%, ind.max 3.3	3
<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza de Rompimiento en N <ul style="list-style-type: none"> a. Grosor ≥7.5 mm b. Grosor < 7.5 mm 	No menos que 1100 No menos que 600	no menos que 1100 no menos que 600	
<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de ruptura en N/mm² <p>No aplicable a pisos quebrados ≥3000 N</p>	23, ind.min 18	23, ind.min 18	4
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la Abrasión <ul style="list-style-type: none"> a. La resistencia a la abrasión profunda de pisos no vidriados: volumen removido en mm³. b. La resistencia a la abrasión profunda de pisos vidriados pensando para el uso en suelo. 	max 275	max 275	6
	informe la clase de abrasión y ciclos pasados		7
	Método de prueba disponible		8
<ul style="list-style-type: none"> • Coefficiente térmico de expansión lineal Desde temperatura ambiente, a 100 °C 	Método de prueba disponible		9
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al impacto Termal 	Método de prueba disponible		11
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al craquelado (piso vidriado) 	Requerido		12
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al hielo. 	Requerido		12
<ul style="list-style-type: none"> • Coefficiente de fricción Pisos destinados para uso en pisos. 	El fabricante declara la clase de COF Húmedo y seco		17
<ul style="list-style-type: none"> - COF Clase 1: Dinámica < 0.4; estática < 0.5 - COF Clase 2: Dinámica ≥0.4; estática ≥0.5 	Método de prueba disponible		10
<ul style="list-style-type: none"> • Expansión de humedad en mm/m 	Método de prueba disponible		16
<ul style="list-style-type: none"> • Pequeñas diferencias de color 	Método de prueba disponible		5
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al impacto 	Método de prueba disponible		5
PROPIEDADES QUÍMICAS			
<ul style="list-style-type: none"> • Resistente a manchas <ul style="list-style-type: none"> a. Pisos de vidrio b. Pisos que no son de vidrio 	min 3 Método de prueba disponible		14
<ul style="list-style-type: none"> • Resistente a los químicos <ul style="list-style-type: none"> a. Resistencia a bajas concentraciones de ácidos y alcalinos b. Resistente a altas concentraciones de ácidos y alcalinos c. Resistente a químicos caseros y sales de piscinas. <ul style="list-style-type: none"> - Piso de vidrio - Piso no vidriado 	El fabricante declara la clasificación Método de prueba disponible		13
	Min GB Min UB		15
<ul style="list-style-type: none"> • Descargo y Primacia de cadmio. 	Método de prueba disponible		15

Características de Diferentes Aplicaciones	Pisos		Paredes		Prueba ISO 10545
	Int.	Ext.	Int.	Ext.	
<ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones y calidad de superficies - Longitud y ancho - Espesor - Rectitud de lados - Rectangularidad - Superficie plana (curvatura y página) - Calidad de la superficie 	X	X	X	X	2
<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades físicas - Absorción de agua - Módulo de ruptura - Fuerza de rompimiento - Resistencia a la abrasión profunda (pisos no vidriados) - Resistencia a la abrasión (pisos vidriados) - Coeficiente de fricción - Resistencia al craquelado (pisos no vidriados) - Resistencia de escarcha - Resistencia al impacto termal - Expansión de humedad - Expansión termal lineal - Pequeñas diferencias de color - Resistencia al impacto 	X	X	X	X	3 4 4 6 7 17 11 12 9 10 8 16 5
<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades Químicas - Resistencia a bajas concentraciones de ácidos y alcalinos - Resistencia a altas concentraciones de ácidos y alcalinos - Resistencia a desinfectantes de casa y desinfectantes de agua de piscina. - Primacia y descargo de cadmio (pisos vidriado) - Resistencia a manchas Pisos vidriados Pisos no vidriados 	X X X X X X	X X X X X X	X X X X X X	X X X X X X	13 13 13 15 14 14

(1) Para pisos que se piensan utilizar en situaciones donde aplique la condición de hielo.

(2) Pruebe el método disponible

(3) Las pruebas se llevarán a cabo por instituciones que se reconocen por las organizaciones de las Normas Nacionales (los miembros de ISO) y/o cuerpos de acreditados que conciernen de los países. De preferencia el acreditamiento debe ser bajo ISO 9000 y/o ISO/IEC, Guía 25.

Formando	Absorción de Agua			
	Grupo I E < 3%	Grupo IIa 3% < E < 6%	Grupo IIb 6% < E < 10%	Grupo III E < 10%
A Expulsado	Grupo BIa E < 0.5% Anexo A1	Grupo AIIa ₁ ISO 13006 Anexo A2a ₂	Grupo AIIb ₁ ISO 13006 Anexo A2b ₂	Grupo BIIa E < 0.5% ISO 13006 Anexo BIIa
		Grupo AIIa ₂ ISO 13006 Anexo A2a ₂	Grupo AIIb ₂ ISO 13006 Anexo A2b ₂	
B Seco	Grupo BIa E < 0.5% ISO 13006 Anexo BIa	Grupo BIIa ISO 13006 Anexo B2a	Grupo BIIb ISO 13006 Anexo B2b	Grupo BIII ISO 13006 Anexo B3
	Grupo BIb 0.5% < E < 3% ISO 13006 Anexo BIb			
C pisos fabricados por otros procesos	Grupo CI	Grupo CIIa	Grupo CIIb	Grupo CIII

- (1) Grupo BIII cubre pisos de vidrio únicamente. Hay una producción pequeña de pisos no vidriados secados a presión, con una absorción de agua mayor a 10% que no se cubre por este grupo de productos.
- (2) Grupos AIIa y AIIb son divididos en dos partes con diferente especificación de producción.

Clasificación de pisos cerámicos esmaltados para uso según su resistencia

Clase 0

No se recomiendan pisos vidriados de esta clase para el uso en suelo.

Clase I

Pisos que cubren áreas en donde el tránsito de personas es liviano, y donde se utilizan zapatos con suela liviana o incluso el pie desnudo, como por ejemplo (baños y dormitorios).

Clase II

Pisos que cubren áreas en donde el tránsito es un poco más fluido y donde se utiliza calzado con suela normal, como por ejemplo (dormitorios, con excepción de cocinas, u otros cuartos con tráfico pesado).

Clase III

Pisos que cubren áreas en donde el tránsito es fluido y se utiliza calzado normal, por ejemplo (cocinas residenciales, vestíbulos, corredores, balcones y terrazas).

Clase IV

Pisos que cubren áreas con tráfico regular con algún tipo de problema de abrasión o desgaste más fuerte por ejemplo (cocinas comerciales, entradas, hoteles y locales comerciales).

Clase V

Pisos que cubren áreas en donde el tránsito peatonal es severo y el desgaste del piso es mucho mayor que el de la clase IV, como por ejemplo (centros comerciales, aeropuertos, centros industriales y centros públicos).