

COMPARATIVA DE MATERIALES EN PAVIMENTOS Y ADECUACIÓN AL USO

⁽¹⁾ A. M. Pitarch Roig, ⁽²⁾ B. Sáez Riquelme; ⁽¹⁾ J.J. Palencia Guillen

⁽¹⁾ Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción

⁽²⁾ Departamento de Ingeniería de Sistemas Industriales y Diseño

Universitat Jaume I – España

angel.pitarch@emc.uji.es

RESUMEN

Como resultado de la Directiva 89/106/CEE de libre circulación de productos de la construcción en el ámbito de la unión europea cada vez más disponemos de un mayor número de productos sujetos al marcado CE, cuyas propiedades están declaradas según unas normas armonizadas, lo que nos permite la comparación y selección de materiales y productos en todo el ámbito europeo.

Sin embargo cada una de las normas de producto establece una serie de ensayos, valores de referencia o especificaciones diferentes, generalmente atendiendo a las características del material. Por ello podemos encontrarnos que ante un mismo uso, las especificaciones declaradas en el marcado CE variarán según el material vayamos a utilizar: cerámica, piedra, baldosas de cemento, madera, sintéticos,...

Así mismo, dependiendo de las exigencias de uso podremos encontrar materiales más o menos adecuados, pero difícilmente comparables por sus diferentes especificaciones.

El presente trabajo parte de un análisis de las distintas normas de productos aplicados a pavimentos interiores y exteriores, para poder determinar una relación de propiedades relevantes dependiendo del uso al que vaya a estar sometido el material.

El objetivo final de dicho trabajo es disponer de un mapa de adecuación de los materiales a las distintas situaciones de pavimento que nos podemos encontrar en obras de edificación o en obras de urbanización.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo basado en la comparación de materiales de pavimento se han consultado las distintas normas de producto de los materiales estudiados, así como manuales de los fabricantes o asociaciones y en especial las Guías de calidad de la Generalitat Valenciana.

Así mismo una parte destinada a la percepción emocional de los materiales se ha basado en la impresión de los usuarios de los alumnos de arquitectura técnica plasmada en diversos trabajos de comparación de pavimentos cerámicos con otros materiales alternativos.

El ámbito del trabajo se ha centrado en los materiales habitualmente utilizados en edificación en España: pétreos, cerámicos, baldosas de hormigón, maderas y materiales sintéticos, sin llegar a cuantificar el uso de cada uno de ellos. Sin embargo el estudio se ha extendido al uso en exteriores de estos mismos materiales, se han incluido por tanto materiales continuos de aplicación in situ, tales como hormigones o asfaltos por responder a tecnologías de fabricación y colocación totalmente diferentes.

En el estudio se analizan los materiales y productos, la percepción emocional de cada uno de ellos y la normativa reguladora de los mismos, para de este modo poder realizar una comparación de uso entre ellos.

2. LOS MATERIALES

2.1. La cerámica.

La cerámica es un material obtenido de la preparación, moldeo, secado y cocción de arcillas. Como resultando de dicho proceso se obtienen productos artificiales de múltiples aplicaciones.

Las baldosas cerámicas son piezas impermeables generalmente constituidas por un soporte de naturaleza arcillosa y porosidad variable que puede albergar un recubrimiento de naturaleza vítrea que puede conferirle unas mejores prestaciones técnicas superficiales y unas mayores posibilidades decorativas.

La Guía de la Baldosa Cerámica define los siguientes tipos de baldosas cerámicas usuales en España.

Tipo de baldosa	Moldeo	Soporte	Esmalte	ISO 13006 UNE-EN 14411
Azulejo	Prensado	Poroso	Si	BIII
Gres esmaltado	Prensado	No poroso	Si	BIIb - BIIa
Gres porcelánico	Pren / Extr	No poroso	No - Si	BIIa
Baldosín catalán	Extrudido	Poroso	No	AIIb - AIII
Gres rústico	Extrudido	No poroso	No - Si	AI - AIIa
Barro cocido	Extrudido	Poroso	No	AIIb 2ª - AIII

Tabla 1. Tipos de baldosas cerámicas.

2.2. La piedra.

La piedra natural es un material obtenido directamente de la naturaleza al que sólo es necesario realizarle operaciones de dimensionado para disponer de la forma adecuada a su uso.

Atendiendo a su formación, orígenes, composición y estructura, podemos realizar una clasificación técnico comercial que facilita su identificación y utilización:

Denominación técnico- comercial	Características			
	Composición mayoritaria	Dureza Mohs mayoritaria	Aptitud al pulido	Lajosidad
Pizarra	Silíceas	-	-	SI
Granito		>5	SI	NO
Areniscas y cuarcitas		>5	NO	NO
Mármol	Calcáreas	3-4	SI	NO
Calizas		3-4	NO	NO
Alabastro	Sulfatos	<3	-	-

Tabla 2. Clasificación técnico-comercial y características más relevantes.

Con estos materiales de piedra natural, una vez dimensionados obtenemos distintos productos de construcción con diferentes acabados superficiales que pueden dar respuesta adecuada a diferentes situaciones de servicio.

Las normas europeas contemplan los siguientes productos de piedra natural: baldosa, adoquín, bordillo, placa, plaqueta y pizarras.

De otro modo, los procesos de acabado superficial pueden conferirle diversas texturas como: abrillantado, pulido, apomazado, aserrado, envejecido, flameado, granallado, arenado, abujardado,... que dan respuesta tanto a diferentes aspectos como prestaciones técnicas.

2.3. Baldosas de hormigón (terrazo, losas y losetas).

Según las actuales normas europeas, las baldosas de terrazo son elementos prefabricados de hormigón de forma y espesor uniforme, adecuadamente compactados, fabricados por compresión y/o vibración.

Dentro de esta misma definición tienen cabida las baldosas, losas y losetas de hormigón cuya única diferencia es que en general no dejan a la vista los áridos.

También podemos encontrar en el mercado productos resultado del moldeo de grandes bloques o placas de áridos minerales aglomerados con cemento que posteriormente son cortados al tamaño adecuado.

De este modo, los productos de hormigón destinados a pavimentos en formatos modulares podemos clasificarlo del siguiente modo:

Clasificación baldosas de hormigón

Productos para interiores	Terrazo para interior
Productos para exteriores	Terrazo para exterior
	Losetas de pavimento
	Losas de hormigón

Todos estos productos permiten su acabado final tanto en obra como en taller, siendo lo habitual el acabado en obra para los productos de interior y un acabado en fábrica para los productos de exterior, con una gran variedad de texturas.

2.4. La madera.

La madera es un material natural obtenido de la tala de árboles, que mediante procesos de desaviado, secado, corte y tratamientos protectores da lugar a productos naturales con múltiples aplicaciones.

En el mercado existe una amplia oferta de soluciones de pavimentos constituidos por elementos de madera para interior y exterior, con diferentes formatos.

Clasificación por la constitución y forma del producto

Suelos de madera:	Entablados
	Tarimas
	Lamparquet
	Parquet multicapa (tarima flotante)
	Paneles
	Entarugado
	Pavimentos de tablero rechapado (no son parquet)
Suelos laminados	

www.infomadera.net

2.5. Sintéticos (textiles y resilientes).

Podemos entender como pavimentos sintéticos los realizados con materiales artificiales, generalmente derivados del petróleo, combinados o no con materiales naturales. Normalmente se definen comercial y normativamente como textiles y resilientes.

Pavimentos sintéticos

Textiles	Moquetas
Resilientes	Gomas Linóleoum Vinilos Laminados

3. LAS TÉCNICAS

Todos los pavimentos estudiados se caracterizan por tratarse de elementos prefabricados modulares, salvo algunos casos continuos, que se pueden disponer en obra del siguiente modo:

Técnicas de colocación de pavimentos

Pavimentos directos	Adheridos (colas, adhesivos cementoso, morteros) Clavados o atornillados (directa. / sobre rastreles) Encajados (directamente / sobre rastreles) Dispuestos por gravedad
Pavimentos técnicos	Sobre pedestales / sobre subestructuras

4. LAS SITUACIONES DE SERVICIO

La clasificación de las situaciones de servicio a las que va a estar sometido un material de pavimento resulta compleja dada la gran variedad de situaciones o agresiones a las que puede verse expuesto, y el diferente comportamiento entre unos materiales y otros.

De forma esquemática podemos definir las siguientes situaciones de servicio:

Situaciones de servicio

Generales	Interiores	Uso moderado, normal o intenso
	Exteriores	Peatonal moderado o intenso Rodado moderado, medio o intenso Rodado ligero o pesado
Otras situaciones	Higiénico / fácilmente limpiable Antideslizante Durabilidad en exteriores / Resistente a la helada	

Una de las clasificaciones que podemos utilizar como referencia es la **UPEC** del CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) basada índices calidad del producto y acorde con las directrices comunes de la UEAtc para la selección de materiales según su aptitud de empleo.

Dicha clasificación utiliza cuatro grupos de propiedades que asocia posteriormente a locales interiores: (<http://www.cstb.fr/evaluations/autres-evaluations/upec.html>)

Identificador	Descripción	Niveles
U (uso)	resistencia al desgaste	1 a 4
P (perforación)	resistencia a la presión del mobiliario	1 a 3
E (agua)	resistencia al agua	0 a 3
C (químicos)	sensibilidad a los productos químicos	0 a 3

Tabla 3. Clasificación UPEC.

5. LA PERCEPCIÓN EMOCIONAL

Para analizar la percepción de los usuarios sobre los distintos pavimentos podemos buscar la imagen que proyecta cada uno de ellos mediante citas de la cultura popular, anuncios publicitarios y encuestas.

5.1. Citas.

Algunas citas populares, y otras específicas sobre los materiales nos pueden dar una idea de las características de estos:

- "La cerámica es un revestimiento estructural sujeto a modas" Fernando Diago, (Ex-Presidente de ASCER).
- "Citas para esculpir en mármol" Anónimo.
- "El escultor piensa en mármol" Oscar Wilde.
- "La arquitectura de los dioses, de piedra, y la arquitectura de los hombres, de tierra" Juan Manuel Valiente.
- "Vieja madera para arder, viejo vino para beber, viejos amigos en quien confiar, y viejos autores para leer" Francis Bacon.
- "Madera: símbolo de la madre" Diccionario de símbolos Juan-Eduardo Cirlot.
- "Tiene más pelos que la moqueta del hombre lobo" Anónimo.

5.2. Eslóganes publicitarios.

Igualmente, la forma en la que los fabricantes anuncian sus productos nos da idea de sus mejores cualidades emocionales:

- "La Cerámica de la mujer".
- "Nuevos espacios, nuevas soluciones" [cerámica].
- "El potencial innovador y creativo de la cerámica".
- "El mármol, obra y mito".
- "La nueva moda en tarima. La madera se adapta a todo..."

5.3. Percepción de los usuarios.

La percepción de los usuarios se ha medido mediante una encuesta en la que estudiantes universitarios de primeros cursos, tenían que describir cada uno de los materiales con una palabra que expresara su percepción emocional.

De ellos podemos extraer los siguientes aspectos positivos:

- **Cerámica y los sintéticos:** innovador, moderno, original, higiénico, frío.
- **Cerámica y madera:** acogedor, calido, confort, hogareño, higiénico, limpio.
- **Piedra y la madera:** rústico, ecológico, natural, amplitud, libertad, económico.
- **Piedra y baldosas de hormigón:** resistente, austeridad, sobriedad.
- **Baldosas de hormigón y sintéticos:** brillante, resistente, funcional, práctico.
- **Cerámica:** arte, diseño, cómodo, variedad, funcional, adaptable, luminoso.
- **Piedra:** compacto, rudeza, nostálgico, cultura.
- **Baldosas de hormigón:** colorido, propio.
- **Madera:** calidad, delicado, calido, hostelería, perfecto, sensual, tranquilidad.

Y los siguientes aspectos negativos:

- **Piedra natural:** áspero.
- **Piedra, terrazo y cerámica:** común, normal, típico, vulgar, liso, resbaladizo.
- **Madera:** humedad.
- **Sintéticos:** artificial, industrial, falso, sucio.
- **Terrazo:** feo, estrés.

6. LA NORMATIVA Y EL USO

La reglamentación de la construcción establece las exigencias que deben cumplir los materiales destinados al uso de pavimentos.

Y de otro modo las propias normas de productos y guías de calidad permiten conocer las prestaciones a las que cada uno de los materiales dan las mejores respuestas, por lo que resulta interesante realizar el análisis de dichas normas.

Referente a la reglamentación obligatoria para los pavimentos en el caso español cabe destacar la exigencia definida en el Código Técnico de la Edificación en cuanto a Resbaladidad de los Pavimentos CTE DB SU8, en la que se establecen las siguientes limitaciones para los usos de pavimentos.

CLASE	USO	Resistencia a la resbaladidad ⁽¹⁾
0	Sin requisitos / revestimientos verticales y pavimentos en edificios de viviendas.	$Rd \leq 15$
1	Uso en suelos interiores secos con pendiente $P < 6\%$	$15 < Rd \leq 35$
2	Uso en interiores secos con pendiente $P \geq 6\%$ y escalera Uso en suelos interiores húmedos con pendiente $P < 6\%$	$35 < Rd \leq 45$
3	Uso en suelos interiores húmedos con pendiente $P > 6\%$ y escaleras Uso en suelos interiores con grasas, lubricantes, etc. Uso en suelos exteriores y piscinas	$Rd > 45$

⁽¹⁾ Ensayo realizado según UNE-ENV 12633:2003.

Tabla 4. Resistencia a la resbaladidad.

6.1. La cerámica.

Los materiales cerámicos destinados a revestimientos están clasificados por las normas ISO 13006 UNE-EN 14411 en función de la absorción de agua, del sistema de moldeo y de la existencia o no de esmalte superficial o no.

Sin embargo para obtener una clasificación que nos relacione los materiales con su uso deberemos recurrir a guías como la Guía de la Baldosa Cerámica.

Dicha guía clasifica las baldosas cerámicas según su uso mediante tres identificadores; según sus características mecánicas, su resistencia al deslizamiento y sus características adicionales.

TIPO	Uso
Tipo 1	Uso en paramentos
Tipo 2	Uso en suelos tránsito peatonal leve.
Tipo 3	Uso en suelos tránsito peatonal moderado.
Tipo 4	Uso en suelos tránsito peatonal medio.
Tipo 5	Uso en suelos tránsito intenso.
Tipo 6	Uso en suelos tránsito peatonal muy intenso.
Tipo 7	Uso en suelos con tránsito rodado.

Tabla 5. Tipos de uso de las características mecánicas. (Guía de la Baldosa Cerámica).

TIPO	Carga de rotura a flexión	Baldosas esmaltadas			Baldosas no esmaltadas
		Resistencia a la abrasión		Dureza Mohs	Resistencia a la abrasión profunda
		Cambio visible y resist manchas	Perdida de brillo a 600 revol.		
Tipo 1	> 450N				
Tipo 2	> 900N	≥ 600 revol			< 2356mm³
Tipo 3					< 1419mm³
Tipo 4		≥ 1500 revol	< 15	Mín. 4	< 649mm³
Tipo 5		≥ 2100 revol			< 393mm³
Tipo 6		≥ 6000 revol		Mín. 6	< 175mm³
Tipo 7	> 2000N				

Tabla 6. Exigencias mecánicas para cada uno de los tipos de uso. (Guía de la Baldosa Cerámica).

Tipo	Característica	Exigencias
H	Higiénico	Según UNE-EN ISO 10545-13 Mínimo: En baja concentración Clase LA – En alta concentración Clase HB (Baldosas no esmaltadas: tiempo de contacto y clasificación según ensayo de baldosas esmaltadas).
E	Exterior	Resistencia a la helada: absorción de agua inferior al 3% y supera el ensayo definido en UNE-EN ISO 10545-12

Tabla 7. Características adicionales de las baldosas cerámicas. (Guía de la Baldosa Cerámica).

6.2. La piedra.

Para el estudio del material en si mismo, es interesante utilizar como referencia las normas ASTM, en las que se establecen valores límite para las características físico-mecánicas, lo que permite su clasificación y caracterización, tal como se indica en la siguiente tabla 6.

Para los productos de piedra natural es de aplicación la Directiva 89/106/CEE de libre comercialización de productos, siendo de aplicación para ellos las siguientes normas armonizadas:

Norma	Producto
UNE-EN 1341:2003	Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior . Requisitos y métodos de ensayo.
UNE-EN 12057:2004(1)	Productos de piedra natural. Plaquetas modulares. Requisitos.
UNE-EN 12058:2004(1)	Productos de piedra natural. Baldosas para suelos y escaleras . Requisitos.

Así mismo en el ámbito de la comunidad valenciana existe un borrador de Guía de la Piedra Natural, de voluntaria aplicación pero con la aspiración de ser documento reconocido por la administración en el que se tipifican los siguientes usos y sus especificaciones.

Dicha guía clasifica los productos de piedra natural según su uso mediante tres identificadores; según sus características mecánicas, su resistencia al deslizamiento y sus características adicionales.

Tipo	Uso
PR	Revestimientos en paramentos.
P1	Pavimentos interiores y áreas de uso exclusivo peatonal. (Clase 1 según la norma UNE 1341)
P2	Áreas peatonales y para bicicletas. Jardines y balconadas . (Clase 2 según la norma UNE 1341)
P3	Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas de garajes. (Clase 3 según la norma UNE 1341)
P4	Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte. (Clase 4 según la norma UNE 1341)
P5	Áreas peatonales, utilizadas frecuentemente por vehículos pesados. (Clase 5 según la norma UNE 1341)
P6	Carreteras, calles, gasolineras. (Clase 6 según la norma UNE 1341)

Tabla 8. Niveles de las características mecánicas. (Guía de piedra natural).

Tipo	Carga calculada para baldosas (kN) ⁽¹⁾	Resistencia al impacto (J)	Resistencia al desgaste por rozamiento ⁽²⁾	Homogeneidad ⁽³⁾
PR	0,45	según uso	--	BAJA
P1	0,75	>3	<24mm	
P2	3,5	>5	<22mm	
P3	6	>5	<22mm	
P4	9	>7	<20mm	
P5	14	>7	<20mm	ALTA
P6	25	>10	<18mm	

⁽¹⁾ **Carga de rotura mínima a flexión del producto acabado** según especificaciones UNE-EN 1341 y UNE-EN 1343. La **determinación** según el anexo B de la norma UNE EN 1341, aplicando coeficiente de minoración de 1,6.

⁽²⁾ **Resistencia al desgaste por rozamiento** según UNE-EN 1341. Valores estimados obtenidos de materiales en aplicaciones reales.

⁽³⁾ **Homogeneidad:** atributo que indica la constancia de su resistencia independientemente de la orientación de corte de la probeta.

Tabla 9. Especificaciones físico mecánicas mínimas para cada nivel.

Así mismo, esta Guía de la piedra natural contempla una serie de características adicionales del producto que implican el cumplimiento de unas especificaciones adicionales:

Identificador /Características	
E0	Zonas climáticas calidas (A y B)
E1	Zonas climáticas templadas (C) sin sales fundentes
E2	Zonas climáticas frías (D) sin sales fundentes
E3	Zonas climáticas muy frías (E) o sometidas a la acción de sales fundentes.
H y L	condiciones higiénicas con especial asepsia y de limpieza
M	requisitos mecánicos adicionales

Tabla 10. Características adicionales y exigencias.

Zonas climáticas definidas por el Código Técnico de la Edificación en el Documento de Limitación de la demanda energética CTE DB HE1

6.3. Baldosas de hormigón (terrazo, losas y losetas).

Las baldosas de hormigón están sujetas al marcado CE y vienen definidas por las siguientes normas armonizadas:

Norma	Producto
UNE-EN 13748-1	Baldosas de terrazo de uso interior
UNE-EN 13748-2	Baldosas de terrazo para uso exterior
UNE-EN 1339	Baldosas , losas y losetas prefabricadas de hormigón

En dichas normas se establecen clasificaciones atendiendo al uso con las consecuentes exigencias:

USO	Descripción	Carga de rotura (kN) ⁽¹⁾		R.desgaste abrasión ⁽²⁾
Normal	tráfico peatonal ligero	≥ 2,5	≥ 3,0	< 25mm
Intensivo	tráfico peatonal intenso, ocasional de vehículos ligeros	≥ 3,0	≥ 3,9	< 23mm
Industrial	tráfico ocasional de vehículos de carga medida	≥ 3,6	≥ 4,7	< 21mm

⁽¹⁾ los dos valores indicados de carga de rotura corresponde a superficies de baldosas inferiores a 1100cm² y superiores a dicha superficie respectivamente.

⁽²⁾ valores individuales de resistencia al desgaste por rozamiento.

Tabla 11. Clasificación baldosas de terrazo de uso interior UNE-EN 13748-1.

En el caso de las baldosas de terrazo de uso exterior y las baldosas de cemento no se define uso, sino que la clasificación se realiza atendiendo a la carga de rotura a flexión y al desgaste.

MARCADO		Ejemplos de aplicación	Carga de rotura a flexión ⁽³⁾	
(1)	(2)		Valor característico	Valor individual
3T	3	Viviendas y edificios privados; Edificios públicos y servicios.	$\geq 3,0$ kN	≥ 2.4 kN
4T	4		≥ 4.5 kN	$\geq 3,6$ kN
7T	7	Viales; Zonas industriales; Centros de transporte; Polideportivos	≥ 7.0 kN	≥ 5.6 kN
11T	11	Otros usos sometidos a cargas de 11 ó 14 kN	$\geq 11,0$ kN	≥ 8.8 kN
14T	14		$\geq 14,0$ kN	≥ 11.2 kN
25T	25	Otros usos sometidos a cargas de 25 ó 30 kN	$\geq 25,0$ kN	$\geq 20,0$ kN
30T	30		$\geq 30,0$ kN	≥ 24.0 kN

⁽¹⁾ marcado de las baldosas de terrazo exterior.

⁽²⁾ marcado de las baldosas de hormigón.

Tabla 12. Clasificación y exigencias mecánicas de las baldosas de terrazo de uso exterior UNE-EN 13748-2 y baldosas de hormigón UNE-EN 1339.

MARCADO		Valor individual (mm)
G	Baja	≤ 26
H	Alta	≤ 23
I	Muy Alta	≤ 23

Tabla 13. Clases de resistencia al desgaste por rozamiento en baldosas de terrazo de uso exterior UNE-EN 13748-2 y baldosas de hormigón UNE-EN 1339.

6.4. La madera.

Los pavimentos de madera vienen regulados por gran número de normas UNE-EN que establecen tanto las definiciones generales como algunas especificaciones de los productos.

De todas ellas cabe reseñar la Norma EN 1991-1-1 *Eurocódigo 1 Acciones en estructuras*, establece las categorías de carga aplicables a los pavimentos de madera.

Categoría	Descripción
Categoría A: Zonas de actividades domésticas y residenciales	
Categoría B: Zonas de oficina	
Categoría C: Zonas de reunión de las personas	
	C1 Zonas de mesas
	C2 Zonas con asientos fijos
	C3 Zonas sin obstáculos para el movimiento de las personas
	C4 Zonas con posibilidad de realización de actividades físicas
	C5 Zonas susceptibles de sobrecarga
Categoría D: Zonas comerciales	
	D1 Zonas de comercios al por menor
	D2 Zonas de grandes almacenes

Tabla 14. **Categorías de Carga** Norma EN 1991-1-1.

La norma UNE EN 13810-1:2003 **Tableros derivados de madera: Suelos flotantes** asocia a estas categorías unos requisitos mecánicos en cuanto a carga uniformemente repartida, concentrada, dinámica y alterna, tal como queda definido en la siguiente tabla:

Categoría de Carga: EN 1991-1-1	A	B	C1 a C3 y C5	C4	D1	D2
Carga concentrada: EN 1991-1-1 kN área de contacto de 50x50mm	2	2	4	7	4	7
Carga concentrada kN área de contacto de 25mm	1.3	1.3	2.6	4.5	2.6	4.5
Límite de deformación en mm para la carga concentrada						
x_{1-4} bajo el dispositivo				3.0		
x_{5-8} sobre el dispositivo				2.5		
Δx_c diferencia (entre la parte superior e inferior del dispositivo)				2.5		

Tabla 15. Carga concentrada. Requisitos de carga y deformación.

En el caso de **revestimientos de suelo rechapados con madera**, la norma UNE-EN 14354 los clasifica en diferentes clases, en función de los requisitos especificados.

Clase	21	22	23	31	32	33
Símbolo						
Nivel de uso	Doméstico			Comercial		
	Moderado	General	Elevado	Moderado	General	Elevado
Resistencia al punzonamiento	$\geq 10 \text{ N/mm}^2$	$\geq 20 \text{ N/mm}^2$		$\geq 30 \text{ N/mm}^2$	$\geq 40 \text{ N/mm}^2$	

Tabla 16. Clasificación de los suelos rechapados de madera UNE EN 14354.

6.5. Sintéticos.

Gran parte de los pavimentos sintéticos están regulados por normas europeas que establecen tanto las definiciones generales y algunas especificaciones de los productos:

Norma	Producto
UNE-EN 14041:2005:	Revestimientos de suelo resilientes, textiles y laminados. Requisito esenciales.
UNE-EN 548:2005:	Revestimientos de suelo resilientes. Especificación para linóleo liso y decorativo.
UNE-EN 686:1997:	Revestimientos de suelo resilientes. Especificaciones para linóleo liso y decorativo sobre base de espuma.
UNE-EN 687:1997:	Revestimientos de suelo resilientes. Especificaciones para linóleo liso y decorativo sobre base de compuesto de corcho.
UNE-EN 688:1997:	Revestimientos de suelo resilientes. Especificaciones para linóleo sobre corcho.

La norma UNE-EN 15468:2008 **Revestimientos de suelo laminados**, los clasifica en las mismas clases anteriores pero con diferentes exigencias:

Clase	21	22	23	31	32	33
Nivel de uso	Doméstico			Comercial		
	Moderado	General	Elevado	Moderado	General	Elevado

En otros casos deberemos recurrir a los criterios de uso establecidos por asociaciones de fabricantes o institutos de investigación. De este modo, podemos encontrar criterios de selección en función de su rendimiento como: suelo técnico, anti estático, resistente a las sillas de ruedas, con resistencia química, resistente a las quemaduras, conductor eléctrico, aislante acústico de impactos,... www.armstrong.es

Para el caso de las **moquetas**, podemos recurrir a varias clasificaciones como ICCO, la UPEC, la reacción al fuego o los tratamientos frente a la suciedad.

La **ICCO** (International Carpet Classification Organization) utiliza la clasificación T seguida de una letra o de una cifra.

Identificador	Descripción
TL	tapiz artístico y moqueta decorativa de lujo
TD	moqueta decorativa
T2	para un uso moderado
T3	para un uso regular (cuarto de estar, dormitorio)
T4	para un uso intensivo (pasillo)

Tabla 17. Identificación de las moquetas según la ICCO.

Atendiendo a criterios de uso, según se indica en (www.textil.org) en referencia a la clasificación UPEC las moquetas generalmente pueden alcanzar los niveles de uso y de perforación hasta el 3er nivel, sin embargo, todas las moquetas cuya composición sea 100% sintéticas se clasifican como E1, y solo las moquetas propensas a soportar agua estancada se incluyen en la clasificación E2.

Respecto de su resistencia química, todas las moquetas se clasifican C0.

7. COMPARATIVA

Dada la disparidad en la clasificación de los materiales estudiados, para poder compararlos realizamos un análisis parcial de sus características mecánicas, su resistencia a la resbaladidad y sus características adicionales, lo que engloba todos los parámetros considerados en las clasificaciones de los diferentes productos, así como el cumplimiento de los requisitos básicos de la edificación.

Requisitos básicos

Seguridad	Estructural	Resistencia mecánica
	Incendios	Reacción al fuego
	Utilización	Resbaladidad
Habitabilidad	Salubridad	Higiene
Funcionalidad	Durabilidad	Resistencia al desgaste
	Utilización	Limpieza / mantenimiento

7.1. Características mecánicas.

Cerámica		Piedra		Terrazo interior		Terrazo exterior y baldosas hormigón		Madera: Suelos flotantes		Sintéticos	
Tipo	kN	Clase	kN	Clase	kN	Clases		Clase	kN	Clase	
1	0.45	PR	0,45	Revestimientos verticales							
2	0.9	P1	0,75	Norm.	≥ 2,5			A, B	2 /1.3	21, 22	
3		P2	3,5			3T	3				
4				Inten.	≥ 3,0	4T	4	C1-C3, D1	4 /2.6	23, 31	
5		P3	6			7T	7	C5,	4 /2.6	32, 33	
6				P4	9			In-dust.	≥ 3,6		11T
7	2										
				P5	14			14T	14		
				P6	25			25T	25		
								30T	30		

Tabla 18. Comparación de las clases mecánicas y carga a flexión.

Esta tabla se ha realizando atendiendo a las recomendaciones de uso de cada uno de los tipos o clases y buscando las coincidencias entre ellos.

De este modo puede apreciarse que no en todos los casos coinciden las exigencias mecánicas puesto que no es siempre ese el requisito más relevante en el uso del material, y en cada caso el método se utiliza un método de ensayo diferente.

La resistencia al desgaste no es posible compararla puesto que los métodos son totalmente dispares ya que mientras que en unos casos miden pérdida de materia en otros se limitan a medir pérdida de aspecto o el deterioro superficial.

7.2. Resistencia al deslizamiento.

Con la amplia variedad de materiales disponibles y acabados superficiales podemos realizar una aproximación al cumplimiento de esta exigencia según viene regulada en el Código Técnico de la Edificación CTE DB SU-1.

Clase	Cerámica	Piedra	Terrazo	Madera	Sintéticos
0	Pulido Brillante Liso sin relieve Liso satinado	Pulido, abrillantado o encerado	Pulido, abrillantado o encerado	Maderas con brillo Laminados normales	Lisos brillantes
1	Liso mate rugoso porcelánico natural liso con relieve	Pulido sin encerado Apomazado	Pulido sin encerado	Maderas sin brillo Laminados an- tideslizantes	Lisos
2	Liso mate muy rugoso; liso con aplicación antideslizante	Aserrado Envejecido		Maderas al natural	Gomas y acabados Rugosos
3	Relieve antideslizante	Granallado Arenado Flameado Abujardado	Lavados Ba- jorelieves Texturados Granallados Mixtos		Moquetas y Pavimentos ergonómi- cos

Tabla 19. Clase de resbaladidad de los materiales de pavimento.

Como puede apreciarse en la tabla prácticamente todos los materiales pueden alcanzar las distintas clases de resistencia a la resbaladidad, sin embargo para los materiales artificiales, y en especial la cerámica resulta más fácil puesto que puede incluirse dicha característica en el proceso de fabricación sin necesidad de realizar un tratamiento posterior de texturizado como ocurre con otros materiales naturales.

7.3. Características adicionales.

Podemos así mismo comparar las características adicionales que se le pueden exigir a cada uno de los materiales de pavimento, así como las características particulares de ellos que los diferencian de sus competidores.

Característica	Cerámica	Piedra	Terrazo	Madera	Sintéticos
Higiénico limpieza	MA	MA, A	PA	PA	MA/NA
Apto exteriores	MA	MA, A	MA	A	A
Suelos técnicos	MA	A	PA	MA	PA
Durabilidad	MA	MA	MA	A	A
Reacción al fuego	A1_{FL}	A1_{FL}	A1_{FL}	A2 _{FL} , B _{FL}	B _{FL} C _{FL}
Dureza superficial	Muy Alta	Muy alta	Muy Alta	Baja	Baja
Fragilidad	Alta	Alta	Alta	Baja	Baja
Mantenimiento	Nulo	Bajo	Moderado	Moderado	Nulo
Peso	Bajo	Alto	Alto	Muy bajo	Muy bajo
Precios ⁽¹⁾	1	1.75-6.6	0.76-0.85	1.3-2.2	0.69-1.6

MA = Muy adecuado, A = Adecuado, PA = Poco adecuado, NA = Nada adecuado

⁽¹⁾ Estimación de costes realizada con valores obtenidos de bases de precios de la construcción para usos de vivienda.

Tabla 20. Características adicionales y particulares de los materiales de pavimento.

8. CONCLUSIONES

Con el análisis realizado podemos aportar las siguientes conclusiones referidas a los materiales cerámicos:

- Los materiales cerámicos **tienen capacidad mecánica suficiente** para cubrir un amplio abanico de situaciones de uso, tan sólo superadas por la piedra natural y las baldosas de hormigón en los que un incremento del espesor no provoca un importante incremento del coste de producción.
- Los materiales cerámicos tienen un **buen comportamiento al Uso** (desgaste) frente a sus competidores, con la única limitación que en algunos casos la pérdida de aspecto es apreciable en estados tempranos de deterioro.
- Los materiales cerámicos pueden alcanzar más fácilmente los distintos niveles de resistencia al **deslizamiento** que sus competidores pues en el propio proceso de fabricación se pueden incluir los relieves o materiales necesarios.
- Los materiales cerámicos en general poseen unas buenas **prestaciones higiénicas** (resistencia químicas y a las manchas) y facilidad de limpieza, lo que le confiere una alta durabilidad sin apenas mantenimiento.
- Los materiales cerámicos, junto con la piedra y las baldosas de hormigón tienen una buena **reacción al fuego** y una elevada dureza superficial.
- **El bajo peso** en relación con otros materiales permite una mayor facilidad de exportación de estos materiales.
- **El coste** es inferior para los terrazos, baldosas de hormigón y algunos materiales sintéticos, sin embargo las prestaciones mecánicas y la durabilidad de estos es muy inferior.

Como nuevos horizontes de la cerámica en pavimentos proponemos:

- Para **pavimentos de pocas exigencias** la utilización de productos laminados con acabado de cerámica lo que supondría una reducción de costes y de peso.
- Para los **pavimentos más exigentes** un incremento del espesor con una reducción del formato lo que permite un incremento de la capacidad de carga. Así mismo la combinación de materiales mediante sistemas prefabricados puede suponer una reducción de costes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo económico recibido por ASCER mediante el convenio de Colaboración con la Universitat Jaume I para el desarrollo de actividades del Aula Cerámica.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Guía de la baldosa cerámica. Generalitat valenciana, Conselleria de Infraestructuras y Transporte. Valencia 2006.
- [2] Guía del terrazo. Generalitat Valenciana, Conselleria de Medio Ambiente, Agua y Vivienda. Valencia 2010 (en imprenta).
- [3] Guía de la piedra natural. Generalitat Valenciana, Conselleria de Medio Ambiente, Agua y Vivienda. Valencia 2010 (borrador).
- [4] www.codigotecnico.org
- [5] www.ueatc.com
- [6] www.aenor.es
- [7] www.cstb.fr/evaluations/autres-evaluations/upec.html
- [8] www.marmoldealicante.com
- [9] www.tecnopavimento.org
- [10] www.infomadera.net
- [11] www.fepm.com
- [12] www.pavimentosonline.com
- [13] www.armstrong.es
- [14] www.textil.org