



COLECCIÓN DEMOCRATIZANDO LA ACCESIBILIDAD. Vol 9

# ENTORNOS URBANOS SEGUROS, CONFORTABLES Y ACCESIBLES

## Criterios de uso y diseño para pavimentos

Raquel García Campillo



Servicio **Editorial**  
de Accesibilidad Universal • La **Ciudad Accesible**



La **Ciudad Accesible**  
Accesibilidad Universal, Usabilidad y Diseño para Todos



# ENTORNOS URBANOS SEGUROS, CONFORTABLES Y ACCESIBLES

Criterios de uso y diseño para pavimentos



La **Ciudad** Accesible

Accesibilidad Universal, Usabilidad y Diseño para Todos

QUEDA PROHIBIDA SU VENTA. SE RUEGA LA MÁXIMA DIFUSIÓN GRATUITA  
Documento pdf accesible según el programa Adobe Acrobat X Pro

Este libro debería ser indexado con los siguientes términos: pavimento, seguridad, espacio urbano, deslizamiento, resbaladicidad, desgaste, métodos de ensayo, accesibilidad, entorno seguro y confortable

La cita bibliográfica sugerida es:

García Campillo, R. 2015. Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles. Criterios de uso y diseño para Pavimentos. Colección Democratizando la Accesibilidad Volumen 9. La Ciudad Accesible.

**Autora:**

Raquel García Campillo

**Equipo editorial de La Ciudad Accesible:**

Antonio Tejada Cruz, Antonio Espínola Jiménez, Mariela Fernández-Bermejo

**Para información sobre este libro y las actividades de LA CIUDAD ACCESIBLE:**

[www.laciudadaccesible.com](http://www.laciudadaccesible.com)

<https://www.facebook.com/laciudadaccesible>

<https://twitter.com/LaAccesibilidad>

<https://www.youtube.com/user/laciudadaccesible>

**Primera Edición:**

Noviembre 2015

**Edita, diseña, maqueta y convierte a PDF accesible:**

la entidad ASOCIACIÓN ACCESIBILIDAD PARA TODOS - LA CIUDAD ACCESIBLE ha realizado estos trabajos de forma gratuita y sin financiación externa.



**La Ciudad Accesible**

Accesibilidad Universal, Usabilidad y Diseño para Todos

**Depósito Legal:** GR 236-2016

La presente publicación pertenece la Asociación Accesibilidad para Todos LA CIUDAD ACCESIBLE y está bajo una licencia Reconocimiento-No Comercial 3.0 España de Creative Commons, y por ello está permitido copiar, distribuir y comunicar públicamente esta obra bajo las condiciones siguientes:

**Reconocimiento:** El contenido de este libro se puede reproducir total o parcialmente por terceros, citando su procedencia y haciendo referencia expresa tanto su autora Raquel García Campillo como a LA CIUDAD ACCESIBLE como a su sitio web: [www.laciudadaccesible.com](http://www.laciudadaccesible.com). Dicho reconocimiento no podrá sugerir en ningún caso que LA CIUDAD ACCESIBLE presta apoyo a dicho tercero o apoya el uso que hace de su obra.

**Uso no comercial:** El material original y los trabajos derivados pueden ser distribuidos, copiados y exhibidos mientras su uso no tenga fines comerciales.

Al reutilizar o distribuir la obra, es preciso que estos términos de la licencia sean claros. Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso de LA CIUDAD ACCESIBLE como titular de los derechos de autor. Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales de LA CIUDAD ACCESIBLE que además no se responsabiliza de la autoría de las imágenes utilizadas en este libro.

Texto completo de la licencia:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/es/>

# Prólogo

Es para mí honor prologar la publicación de la Tesis Doctoral de la Dra. Dña. Raquel García Campillo, transformada en el presente libro que compone el volumen 9 de la colección Democratizando la Accesibilidad del Servicio Editorial de La Ciudad Accesible.

Sin lugar a dudas, la presente publicación presenta un enfoque desde el punto de vista urbanístico original. Estamos habituados a que la arquitectura sea sobre cota, -otros los mineros-, como es mi caso, -bajo cota-, aunque en mi caso personal también lleve más de 20 años situado -en la cota-. En este caso la Dra. García Campillo se sitúa -en la cota- y nos ofrece una perspectiva que parece que sólo ha despertado interés cuando a finales del siglo pasado y principios de este, parece que la preocupación por las personas con discapacidad nos ha obligado a mirar en la cota -el suelo-, cuando en realidad el "problema del deslizamiento" nos afecta a todos, aunque con distinta intensidad según nuestras circunstancias motrices cuando actuamos como viandantes.

Muchas veces se necesitan factores económicos para que algo "se mueva", quizás el día que sumemos el coste económico de las "caídas" por suelos inseguros nos podamos hacer una idea del "agujero económico" que está todavía por tapan. Accidentes

de toda índole, que afectan a todas las edades, obviamente con distintas consecuencias, y que en el caso de los ancianos, en muchas ocasiones, producen roturas de cadera, postración a silla de ruedas, y a los pocos meses, como consecuencia de esa inmovilidad, un deterioro acelerado del sistema circulatorio y motor que terminan con el fallecimiento del afectado antes de cumplirse el año.

***La presente publicación constituye un estudio de investigación que hace un compendio del "estado del arte", de suma utilidad para aquellos que se inicien en el tema y deseen profundizar en cualquiera de los aspectos a abordar. Es además, una herramienta clave para que todo arquitecto que desarrolle un plan urbanístico pueda conocer cuál es la situación técnica y legal del "deslizamiento", y a partir de ahí, decidir qué solución adoptar en su proyecto para la elección del pavimento adecuado.***

En cuanto a la metodología empleada, la Dra. García Campillo, hace un barrido sobre todos los actores implicados: legisladores, fabricantes, laboratorios, usuarios, etc., de forma que contiene toda la información necesaria para obtener una foto global de todo el estado del arte a día de hoy, y por tanto, constituyendo en sí misma un magnífico libro de consulta o de cabecera para todo el sector.

Por último, todo mi cariño a la Dra. García Campillo, y en especial a su familia, porque todos estos trabajos y estudios, que se compaginan con la vida profesional y con la investigadora, siempre son en detrimento del tiempo que debemos a los nuestros.

En Madrid, a 14 de Febrero de 2016.

Miguel Sánchez Fernández

Dr. Ingeniero de Minas. Asesor Técnico del Laboratorio Oficial para Ensayo de Materiales de Construcción (LOEMCO), Profesor Asociado de la Universidad Politécnica de Madrid, entre otros. Además es presidente del Sub-Comité Técnico de Normalización AEN/CTN 41 Construcción / SC-11 Deslizamiento, así como de los Comités Técnicos de Normalización: AEN/CTN-88 Productos de Cemento Reforzado con Fibras, AEN/CTN-127 Prefabricados de Cemento y Hormigón y AEN/CTN-136 Materiales Cerámicos de Arcilla Cocida para la Construcción, todos ellos de la Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR.



## Biografía de la autora

Raquel García Campillo es Doctora en Arquitectura por la Universidad Politécnica de Madrid. Forma parte de la ASEPAU (Asociación de Profesionales de la Accesibilidad), además de vocal en el GRUPO ACCESIBILIDAD COAM y participar como experta en el Comité AENOR Deslizamiento AEN/CTN 41/SC 11.

Su trayectoria dentro de la accesibilidad comienza en el año 2000, colaborando en la redacción de Planes para la mejora de la accesibilidad y movilidad en municipios y entornos naturales, proyectos y auditorías, tanto del entorno urbano como edificatorio, por toda España.

De forma paralela desempeña una labor en el área social del Club de Rugby Alcobendas, siendo co-directora del proyecto de creación de escuela de Rugby Inclusivo, junto con Ariel Villagra Astudillo. Como consecuencia del proyecto, ha sido galardonada en los Premios Fundal 2015 de Responsabilidad Social Corporativa por el Proyecto Escuela de Rugby Inclusivo para el Club de Rugby Alcobendas.

Impulsora en la creación de la Red Nacional de Clubes de Rugby por la Inclusión.

Ha participado en diversos proyectos de investigación para la Universidad Politécnica, destacando el Proyecto de Investigación CETICA "La Ciudad ECO-TECNO-LÓGICA" en el apartado de accesibilidad.

Completando parte de su docencia, colabora en el Máster en Actividad Físico-deportiva, personas con discapacidad e Integración social de la Universidad Autónoma de Madrid.

Ha participado en Congresos y Jornadas relacionadas con la accesibilidad y la mejora de los entornos para todos los ciudadanos en los diferentes foros académicos y de debate.

Si quieres contactar con la autora, puedes enviar un correo electrónico a su atención: [rgarcia@anivel.es](mailto:rgarcia@anivel.es).



*Raquel García en la entrega Premios Fundal 2015 (Fundación Deportes Alcobendas) de Responsabilidad Social Corporativa por el Proyecto Escuela de Rugby Inclusivo para el Club de Rugby Alcobendas.*

# Índice

|  |    |
|--|----|
| Prólogo.....                                   | 5  |
| Biografía de la autora.....                    | 8  |
| Presentación.....                              | 15 |
| 1. Introducción.....                           | 17 |
| 2. Justificación.....                          | 25 |
| 2.1. Cuestiones a investigar.....              | 28 |
| 3. Objetivos, hipótesis y metodología.....     | 31 |
| 3.1. Objetivos.....                            | 31 |
| 3.2. Hipótesis.....                            | 32 |
| 3.3. Metodología.....                          | 34 |
| 4. Estado del arte/cuestión.....               | 41 |
| 4.1. Contexto actual.....                      | 41 |
| 4.2. Contexto internacional.....               | 54 |
| 4.2.1. Alemania.....                           | 59 |
| 4.2.2. Inglaterra.....                         | 60 |
| 4.2.3. Francia.....                            | 61 |
| 4.2.4. Australia-Nueva Zelanda y Singapur..... | 61 |
| 4.2.5. Estados Unidos.....                     | 63 |
| 5. Marco normativo.....                        | 67 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.1. Contexto normativo internacional.....  | 68  |
| 5.2. Contexto normativo nacional.....   | 70  |
| 5.3. Contexto normativo autonómico.....   | 79  |
| 5.3.1. Andalucía.....   | 79  |
| 5.3.2. Aragón.....  | 80  |
| 5.3.3. Asturias.....  | 81  |
| 5.3.4. Baleares.....  | 81  |
| 5.3.5. Canarias.....  | 82  |
| 5.3.6. Cantabria.....   | 83  |
| 5.3.7. Castilla-La Mancha.....  | 84  |
| 5.3.8. Castilla-León.....   | 85  |
| 5.3.9. Cataluña.....  | 86  |
| 5.3.10. Extremadura.....  | 86  |
| 5.3.11. Galicia.....  | 88  |
| 5.3.12. La Rioja.....   | 89  |
| 5.3.13. Madrid.....   | 90  |
| 5.3.14. Murcia.....   | 92  |
| 5.3.15. Navarra.....  | 92  |
| 5.3.16. País Vasco.....   | 93  |
| 5.3.17. Valencia.....   | 94  |
| 5.3.18. Ciudad Autónoma de Ceuta.....   | 95  |
| 5.4. Código Técnico de la Edificación.....  | 101 |
| 5.5. Orden Ministerial VIV/561/2010 accesibilidad en los<br>espacios urbanizados.....   | 111 |
| 6. Documentos fuera del marco normativo.....  | 115 |
| 6.1. Normas UNE Comité AEN/CTN 41 Accesibilidad.....  | 124 |
| 6.1.1. UNE 41500:2001 IN. Accesibilidad en la edificación y<br>en el urbanismo. Criterios generales de diseño.....              | 124 |
| 6.1.2. UNE 41510:2001. Accesibilidad en el Urbanismo....  | 126 |
| 6.2. Normas UNE Comité AEN/CTN 170 Accesibilidad.....   | 126 |
| 6.2.1. UNE 17001-1:2007. Accesibilidad Universal. Criterios<br>DALCO para facilitar la accesibilidad al entorno.....            | 126 |
| 6.3. Normas UNE Comité AEN/CTN 22 Minería y explosivos.<br>Piedra Natural.....  | 129 |
| 6.3.1. UNE-EN 1341:2013. Baldosas de piedra natural para<br>uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de<br>ensayo..... | 129 |

|  |     |
|--|-----|
| 6.3.2. UNE-EN 1342:2013. Adoquines de piedra natural para uso como pavimentos exterior. Requisitos y métodos de ensayo.....  | 131 |
| 6.3.3. UNE-EN 14231:2003. Método de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia al deslizamiento mediante el péndulo de fricción.....                          | 131 |
| 6.4. Normas UNE Comité AEN/CTN 127 Prefabricados de cemento y hormigón.....  | 132 |
| 6.4.1. UNE-EN 1338:2004. Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.....  | 132 |
| 6.4.2. UNE-EN 1339:2004. Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.....   | 133 |
| 6.4.3. UNE-EN 13748-2:2005. Baldosas de terrazo. Parte 2: baldosas de terrazo para uso exterior.....   | 134 |
| 6.4.4. UNE-EN 14618:2009. Piedra aglomerada. Terminología y clasificación.....   | 136 |
| 6.4.5. UNE-EN 15285:2008. Piedra aglomerada: baldosas modulares para suelos (uso interno y externo).....   | 136 |
| 6.4.6. UNE-EN 12774-2:2006. Parte 2: baldosas de terrazo para uso exterior. Complemento nacional a la norma UNE-EN 13748-2 100.....  | 137 |
| 6.4.7. UNE-ENV 12633:2003 (ANULADA) Método de ensayo para la determinación del valor de resistencia al deslizamiento /resbalamiento de los pavimentos pulidos y sin pulir..... | 138 |
| 6.5. Normas UNE Comité AEN/CTN 136 Materiales cerámicos de arcilla cocida para la construcción.....  | 139 |
| 6.5.1. UNE-EN 1344:2015. Adoquines de arcilla cocida. Especificaciones y métodos de ensayo.....  | 139 |
| 6.6. Normas UNE Comité AEN/CTN 138 Baldosas cerámicas.....   | 141 |
| 6.6.1. UNE-EN 14411:2013. Baldosas cerámicas: Definiciones, clasificación, características, evaluación de la conformidad y marcado.....  | 141 |
| 6.6.2. UNE 138001:2008 IN. Resistencia al desgaste por tránsito peatonal de pavimentos cerámicos. Recomendaciones para la selección en función del uso previsto.....           | 143 |

|  |     |
|--|-----|
| 7. Mercado CE.....   | 147 |
| 7.1. Información Mercado CE según normas UNE.....                        | 154 |
| 7.1.1. Piedra natural.....   | 154 |
| 7.1.2. Prefabricados de hormigón.....                                    | 156 |
| 7.1.3. Arcilla cocida.....   | 159 |
| 7.1.4. Baldosas cerámicas.....   | 160 |
| 8. Generalidades de las vías públicas.....                               | 165 |
| 8.1. Categorías de la vía pública.....                                   | 166 |
| 8.1.1. Clasificación de la red viaria.....                               | 166 |
| 8.1.2. Tipos de áreas estacionales.....                                  | 167 |
| 8.1.3. Categorías y tipos de plataformas reservadas.....                 | 168 |
| 8.1.4. Tipos de firme y pavimentación.....                               | 170 |
| 8.1.5. Pavimentación flexible.....                                       | 171 |
| 8.1.6. Pavimentación rígida.....   | 172 |
| 9. Análisis de los pavimentos urbanos.....                               | 175 |
| 9.1. Evolución de los pavimentos urbanos.....                            | 177 |
| 9.2. Características de los pavimentos urbanos.....                      | 184 |
| 9.2.1. Pavimentos piedra natural.....                                    | 187 |
| 9.2.2. Pavimentos cerámicos.....   | 192 |
| 9.2.3. Pavimentos de prefabricados de hormigón.....                      | 193 |
| 9.2.3.1. Baldosas de terrazo: conglomerado piedra natural.....           | 194 |
| 9.2.3.2. Baldosas de piedra aglomerada.....                              | 197 |
| 9.2.3.3. Adoquines y baldosas de hormigón.....                           | 198 |
| 9.2.3.4. Baldosa hidráulica.....   | 199 |
| 9.2.4. Pavimentos de arcilla.....  | 200 |
| 10. Métodos de ensayo aplicados a los pavimentos.....                    | 205 |
| 10.1. Método de ensayo de resistencia al desgaste por abrasión.....      | 207 |
| 10.2. Método de ensayo de durabilidad.....                               | 209 |
| 10.2.1. Método de ensayo de heladicidad.....                             | 209 |
| 10.2.2. Método de ensayo de humedad-sequedad.....                        | 211 |
| 10.2.3. Método de ensayo de cristalización de sales y niebla salina..... | 212 |
| 10.3. Método de ensayo resistencia al deslizamiento.....                 | 213 |
| 10.3.1. Método de péndulo de fricción.....                               | 218 |
| 10.3.2. Método de ensayo de la rampa.....                                | 222 |
| 10.3.3. Método de ensayo de la deslizadora estática.....                 | 227 |

|  |            |
|--|------------|
| 10.3.4. Método de ensayo de la deslizadora dinámica....                                  | 227        |
| 10.3.5. Método de ensayo TORTUS. Deslizadora<br>dinámica.....                            | 228        |
| 10.3.6. Otros métodos de ensayo basados en la medida del<br>coeficiente de fricción..... | 229        |
| 10.4. Relación entre métodos de ensayo de rampa y<br>péndulo.....                        | 232        |
| 10.5. Proyecto norma internacional.....  | 240        |
| <b>11. Análisis fichas fabricantes.....</b>  | <b>245</b> |
| <b>12. Necesidad de crear un entorno seguro y confortable.....</b>                       | <b>261</b> |
| 12.1. Fricción necesaria y suficiente.....   | 267        |
| 12.2. Problemáticas de los pavimentos una vez<br>instalados.....                         | 271        |
| <b>13. Conclusiones y futuras líneas de investigación.....</b>                           | <b>281</b> |
| 13.1 Conclusiones.....   | 281        |
| 13.2 Futuras líneas de investigación.....  | 289        |
| 14. Fuentes documentales.....  | 291        |
| 14.1 Referencias bibliográficas.....   | 291        |
| 14.2 Textos normativos.....  | 299        |
| <b>15. Índice de tablas y figuras.....</b>   | <b>307</b> |
| 15.1 Índice de tablas.....   | 307        |
| 15.2 Índice de figuras.....  | 309        |
| <b>16. Anexos.....</b>   | <b>323</b> |
| 16.1 Fichas técnicas de producto.....  | 323        |
| 17. Glosario.....  | 369        |
| <b>Agradecimientos.....</b>  | <b>375</b> |

# Presentación

Para el Servicio Editorial de La Ciudad Accesible es muy importante apoyar este tipo de investigaciones que acaban convirtiéndose en libros e incluso manuales de apoyo técnico, ya que facilita la labor futura de los profesionales del diseño de nuestro entorno urbano o arquitectónico de una manera accesible y respetando siempre la diversidad de la ciudadanía que lo usa.

Esa sin duda es la gran recompensa que tiene nuestra entidad al abordar una publicación de estas características de manera altruista y sin ningún tipo de financiación externa, con el fin principal de compartir conocimiento, buenas prácticas y elementos técnicos de apoyo para construir ciudades agradables, amigables y humanas.

Por último y no menos importante, desde que conocí a Raquel en unas jornadas que diseñamos y dirigimos desde La Ciudad Accesible para la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), sabía que era una profesional que había llegado al mundo de la accesibilidad para quedarse y aportar innovación y conocimiento.

Siempre inquieta, expectante, con ganas de seguir aprendiendo y enriqueciendo su profesión, ha puesto un granito de arena muy importante al mundo de la accesibilidad al abordar los criterios de uso y diseño para pavimentos en los entornos urbanos seguros, confortables y accesibles, a través de 380 páginas muy prácticas.

Mi relación con Raquel García, arquitecta y reciente doctora precisamente por esta investigación, además es una enamorada del rugby, mi otra gran pasión, que hizo que estrechara aún más si cabe una empatía y confianza hacia su trabajo en la materia por compartir además, una pasión ovalada inclusiva para todos.



Director General de La Ciudad Accesible



# 1. Introducción

La demanda por parte del ciudadano del aumento de la superficie peatonal en las intervenciones urbanas forma parte de los cambios que se están generando en las ciudades, creando espacios públicos más confortables y seguros. Estos cambios obedecen a la mejora de la calidad de vida de las personas.

Son varias las definiciones que encontramos de ciudad como lugar de desarrollo del ciudadano. Dentro del libro LA CIUDAD DE LOS CIUDADANOS, encontramos una definición de interés, desarrollada en el siguiente párrafo *"La ciudad es el espacio que mejor ha sido capaz de dar satisfacción a las necesidades del hombre, permitiendo el desarrollo de las capacidades humanas mediante el acceso a multitud de estímulos, la proximidad a los otros y la posibilidad de recibir la solidaridad social. La ciudad para ser tal, debe mantener y reflejar el múltiple orden de las necesidades humanas; la conservación, rehabilitación o ampliación de la ciudad, debe buscar la generación de nuevos espacios para permitir el desarrollo de una ciudad, basada en la solidaridad y el pacto social"* (Hernández Aja, Agustín.1997)

Es necesario establecer relaciones entre las necesidades del peatón y los requisitos que deben cumplir los entornos urbanos, adecuando la ciudad al peatón, que debe ser introducido como variable y principal protagonista, atendiendo a su diversidad (edad, movilidad, utilización de productos de apoyo).



FIGURA 1: Fragmento imagen calle transitada de una ciudad europea. Fuente: [www.paisajetransversal.org](http://www.paisajetransversal.org).

*"Entiendo que la creación de una ciudad para siglo XXI pasa por la recuperación del espacio público para el peatón. No sólo por cuestiones de sostenibilidad y ecológicas, sino también psicológicas, sociales, funcionales y sanitarias. Durante demasiado tiempo la ciudad ha estado separada del hecho de caminar, siendo esta la actividad básica que da sentido a la relación del ciudadano con "el otro". El automóvil privado ha permitido la creación de una ciudad insostenible y, en cierta medida, segregada y excluyente" (Fariña Tojo, José. 2010).*

Los conceptos de seguridad y confort del entorno urbano van asociados a la calidad de la movilidad peatonal. El porcentaje de población que utiliza la ciudad a pie es muy superior al del resto que utiliza otro medio de transporte, por lo que es el medio que se ve más afectado por la calidad del entorno urbano. Sin embargo, a la hora de resolver los problemas de movilidad de las ciudades, las soluciones favorecen a los motorizados, en primer lugar al privado, dejando en última posición del planteamiento a los peatones.

*"Muchas de las ventajas de caminar tienen que ver con su mayor sostenibilidad ambiental frente a otros modos, pero comprenden, también, aspectos económicos, sociales e, incluso, de salud. La*

*vida humana se desarrolla básicamente a pie; es a pie, fuera de los automóviles, cuando se producen las relaciones más directas e intensas de las personas con el entorno físico y social; y, el espacio público que las acoge es el espacio cívico por excelencia, el espacio de la integración y de la coherencia social" (Pozueta, Lamiquiz y Potro, 2010. La ciudad paseable).*

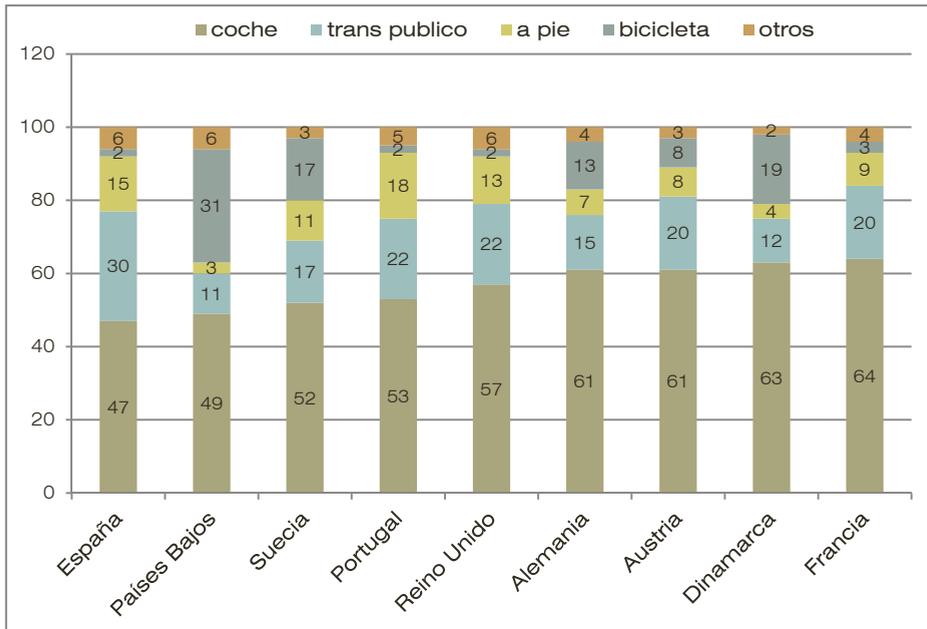


TABLA 1: Distribución modal porcentaje varios países. Fuente: Proyecto Europeo E-Cosmos. Elaboración propia.

Señalamos al ciudadano-peatón-usuario como pieza principal a la hora de intervenir en la ciudad y hacerle partícipe en el diseño del plano del suelo sobre el que se desarrolla su propia ciudad, su entorno.

En esta misma línea, Jesús Hernández Galán (Director de Accesibilidad Universal de Fundación ONCE) en su intervención en el Foro Smarcity: Foro de la Nueva Ciudad, aboga por *"concebir espacios urbanos que pongan el foco en el ciudadano"*. En la actualidad se está trabajando sobre el concepto de smarcity y su implementación dentro de las ciudades *"pero realmente se debe dar un giro en el concepto de smarcity a humancity, se debe crear una ciudad humana y ponga el foco en el ciudadano, pensando*

*en todos y cada uno de los entornos en los que se desenvuelve el individuo...."*

Debemos reinventar la movilidad peatonal. Siguiendo los pasos de Francesco Careri en su libro *Walkscapes, el andar como práctica estética*: "...El acto de andar, si bien no constituye una construcción física de un espacio, implica una transformación del lugar y de sus significados..." (Careri, Francesco, 2008) Recuperar el deseo de andar, de explorar la ciudad y de percibir el paisaje y hacerlo nuestro. Recuperar las tendencias artísticas de principios de siglo del Flâneur parisino o del deambular surrealista. Recuperar el espacio público como lugar de encuentro, de estancia, donde se establezcan relaciones humanas, donde se generan aprendizajes y dinámicas.

El paisaje urbano dependerá de la percepción que de la ciudad tenga cada individuo, generando un tipo de ciudad, su ciudad. Hay múltiples combinaciones dando lugar a una infinidad de paisajes urbanos. Se convierte en algo subjetivo y el individuo entra en contacto con la ciudad y puede actuar, siendo actor protagonista, participando de forma activa; o como espectador, observando lo que pasa en ella. En cualquier caso, buscando la calidad de vida del entorno en el que vive.



FIGURA 2: Fragmento de mapa abstracto de Londres de Jazzberry Blue.

## 1. Introducción

El plano del suelo se convierte en el principal instrumento de generación del paisaje urbano. Nos ofrece el pavimento como parte exterior y visible de su piel, la epidermis, en la que se apoya y desarrolla toda la actividad de la ciudad, dando forma e influyendo en la calidad del espacio, siendo apreciado de una manera u otra por el individuo.

Los pavimentos urbanos deben permitir la utilización y el uso de la vía pública exterior con total seguridad para el ciudadano. Existe una gran variedad de espacios exteriores pero todos deben tener en común esa necesidad de espacio de relación y estancia y por ello se debe tratar como un espacio de calidad, seguro y confortable.



*FIGURA 3: Fragmento Portada Mesa redonda "la ciudad del paseante" de Fundación Santander creativa.*

Una de las barreras con las que nos encontramos sigue siendo la falta de seguridad, producida por las caídas al mismo nivel o por cambios de nivel, en escaleras y rampas.

Dentro de mi trabajo profesional, en la redacción de Planes Municipales de Accesibilidad Universal PMAU, Planes Especiales de Actuación para la Accesibilidad PEA y Planes de Movilidad urbana Sostenible PMUS por toda España, me he encontrado una gran variedad de pavimentos instalados en los entornos urbanos. El análisis de los distintos tipos encontrados y la aplicación de normativas, que iban cambiando en cada Comunidad, hizo que me planteara el título de la tesis. No existía una normativa unificada en España ni una especificación de cómo debían ser los pavimentos, salvo duro y antideslizante.



Plaza Real

|   |   |   |
|---|---|---|
| Contrastado con paramentos                |   | N |
| Cejas 4mm                                 |   | N |
| Llagas 5mm                                |   | N |
| No deslizante                             | S |   |
| Estructurante de la organización espacial |   | N |



Plaza de San Vicente

|   |   |   |
|---|---|---|
| Contrastado con paramentos                | S |   |
| Cejas 4mm                                 | S |   |
| Llagas 5mm                                |   | N |
| No deslizante                             | S |   |
| Estructurante de la organización espacial |   | N |

FIGURA 4: Ficha pavimentos incluida en el Plan Especial de Actuación para la Accesibilidad de Lorca, año 2003. Fuente: <http://www.urbanismo.lorca.es/lorcaAccesible.asp>

El objetivo principal de esta investigación ha sido la búsqueda de requisitos que hacen que un entorno urbano sea seguro. Señalando el pavimento, como el elemento de unión entre el individuo y el entorno urbano, en el que desarrolla su actividad, y queriendo demostrar que los métodos utilizados para clasificar un pavimento como seguro y no deslizante no son suficientes. Es necesario tener en cuenta al individuo y sobre todo a las personas con movilidad reducida y que utilizan productos de apoyo para poder caminar y participar en la ciudad.

Me quedo con el fragmento de José Fariña que publica en su blog, dentro del artículo La ciudad paseable "**La calle, el espacio público por excelencia, está sufriendo cambios importantes en el comienzo de este siglo XXI. Algunas de sus funciones están ya produciéndose en otros lugares (patios de manzana, Internet, urbanizaciones). Pero siempre será el lugar insustituible de relación con "el otro". Hay que darle todo lo que necesite para que este objetivo pueda cumplirse y ...**" (Fariña Tojo, 2010)





## 2. Justificación

La presente tesis se plantea como necesidad de encontrar las características que debe cumplir un pavimento, de forma que sea adecuado en el espacio urbano en el que se instale para las condiciones de uso previstas, atendiendo a criterios de confort y seguridad del usuario según ambientes, entornos, usos. Conocer el lugar, el individuo y el uso al que se destina, definiendo las características fundamentales que deben mantenerse inalterables durante un periodo de tiempo razonable.

La tesis se centra en demostrar que existe una necesidad para crear entornos seguros y confortables, determinando factores que intervienen en la movilidad peatonal.

Ha sido necesario acotar el campo de la investigación. La elección de pavimentos exteriores responde a la falta de normativa. El Código Técnico de la Edificación CTE, establece unos valores de resbaladidad para los pavimentos de interior, pero no para los de exterior. En la Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de

accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados, encontramos el artículo 11 dedicado a los pavimentos, pero sin indicar un valor de seguridad. En cuanto a los materiales, se han analizado aquellos materiales para pavimentos de exterior que tienen una referencia en las normas UNE, una norma española, (piedra natural, arcilla, hormigón y cerámica). Por último, se exponen los métodos de ensayo más utilizados, en España y resto de países, para determinar el valor de la resistencia al deslizamiento (péndulo de fricción, TORTUS, rampa pies calzados y descalzos, BOT-3000).

El incremento de la esperanza de vida lleva consigo un aumento de la población mayor y, por consiguiente, un aumento de población que puede sufrir caídas por tropiezos o resbalones. El porcentaje de población mayor de 65 años, que actualmente se sitúa en el 18,2%, pasaría al 24,9% en 2029 y al 38,7% en 2064. El grupo de población más numeroso en la actualidad es el de 35 a 39 años. En 2029 sería el de 50 a 54 años y en 2064 el de 85 a 89 años.

A estos porcentajes tendríamos que añadir la población con problemas de movilidad, con discapacidad física, personas con movilidad reducida, o que utilicen productos de apoyo, muletas o bastones, siendo el grupo más afectado y propenso a sufrir resbalones o tropiezos. Si sólo tenemos en cuenta estos grupos de población, nos situamos en un porcentaje por encima del 50%. Pero si un pavimento no es seguro, el porcentaje de población se podría ampliar hasta el 100%.

Con la publicación del Código Técnico de la Edificación, CTE, en el 2006 y su Documento Básico de Seguridad de Utilización, DB SU, actual DB SUA-1 y accesibilidad, se incorpora la exigencia básica sobre la limitación de riesgo: " *se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad...*", de esta forma los pavimentos quedarán clasificados según su índice de resbaladidad, valor de resistencia al deslizamiento Rd, según ensayo del péndulo normalizado, para pavimentos interiores y zonas húmedas de los edificios, así como las zonas exteriores directamente ligadas a los edificios.

## 2. Justificación

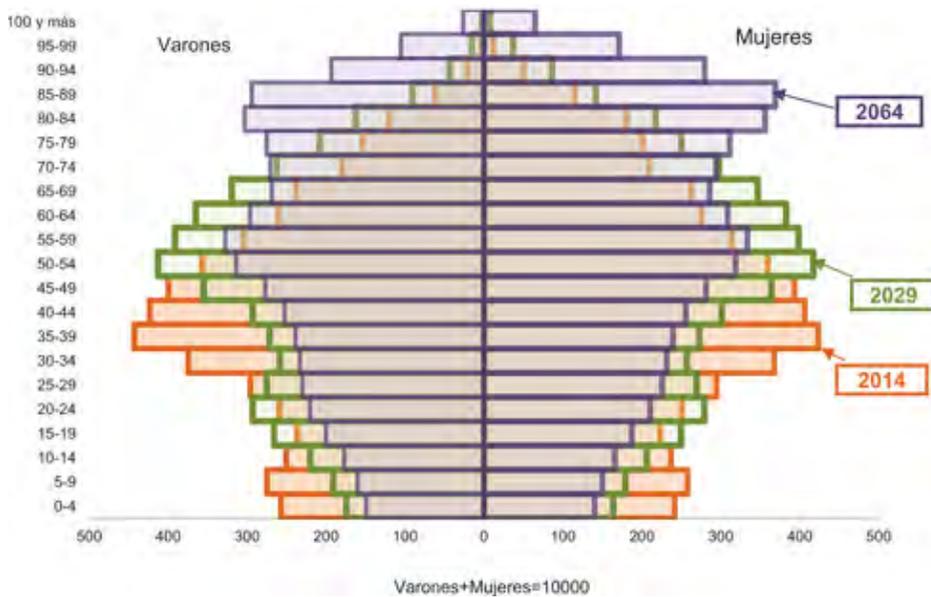


FIGURA 5: Pirámide población española a largo plano. Fuente INE 2014.

Los materiales utilizados como recubrimiento en los pavimentos exteriores tienen unas exigencias que vienen determinadas por el uso (peatonal, rodado, mixto, etc.). Esto nos permite seleccionar el pavimento más adecuado. Pero no siempre el pavimento seleccionado cumple con la seguridad, a pesar de estar sometido a una serie de ensayos y cumplir con una normativa.



FIGURA 6: fragmento imagen Honfleur, Francia. Fuente: [www.plataformaurbana.cl](http://www.plataformaurbana.cl) by Franekn).

Observamos que la aplicación de la normativa vigente, en relación a cómo debe ser el pavimento, no hace que el espacio, tanto interior como exterior, sea seguro, haciendo que el plano del suelo, en algunos casos, no sea adecuado para todos los ciudadanos. Así lo demuestran los informes sobre caídas relacionadas con resbalones y tropiezos, a pesar de cumplir con los requisitos de resbaladicidad que marca el CTE.

Debemos añadir la falta de consenso que existe entre los países a la hora de ponerse de acuerdo en el método de ensayo a utilizar, como se expondrá a lo largo de esta tesis, para disminuir el porcentaje de caídas y con ello el riesgo a sufrir lesiones así como reducir los costes económicos y sociales.

La necesidad de elaborar un estudio de los pavimentos utilizados en los entornos urbano surge como medio para mejorar la calidad de vida de nuestra sociedad. La alternativa para una movilidad urbana sostenible pasa por dar un giro a la concepción del espacio, dando prioridad al ciudadano-peatón.

De los diversos estudios que se han realizado sobre los pavimentos no se han extraído criterios que establezcan el nivel de seguridad exigible a un pavimento y que definan procedimientos de ensayo para su valoración.

Los profesionales somos responsables de los materiales que utilizamos e instalamos en nuestros proyectos y debemos preservar la salud y seguridad de todos los usuarios. La elección de material adquiere mayor importancia y en algunos países son causas de demandas tanto al propietario (privado o público), como al técnico de proyecto como al fabricante del producto.

## 2.1. Cuestiones a investigar

Debemos partir de la importancia que la movilidad peatonal va adquiriendo dentro de los modos de transporte. Buscamos diseños urbanos más sostenibles. Desarrollo urbano y humano, dando mayor importancia a los desplazamientos a pie que al transporte motorizado.

Las cuestiones que se plantean son:

- ¿Cómo podemos hacer que las ciudades se conviertan en espacios seguros y confortables?

- ¿Cómo afecta la elección de un pavimento en el entorno urbano seguro?
- ¿Qué factores intervienen cuando un individuo sufre una caída por resbalón o tropiezo?
- ¿Qué factores determinan que un entorno urbano sea seguro y confortable?
- ¿Qué relación existe entre el peatón y el entorno?
- ¿Qué método de ensayo es el más adecuado para que un pavimento sea seguro?
- ¿Interviene el patrón de marcha humana en las caídas?
- ¿Podemos establecer factores ambientales y factores humanos medibles?
- ¿Existe un marco legislativo para conseguir espacios urbanos seguros?
- ¿Es suficiente la aplicación de las normativas vigentes para que un pavimento sea no deslizante?

El problema surge cuando analizamos los datos estadísticos sobre caídas y observamos que son una de las causas principales de lesiones involuntarias. A pesar de contar con una legislación, desde el año 2006, que establece un índice de resbaladidad adecuado para algunos usos interiores, vemos que los datos no varían y que el porcentaje de personas que sufren caídas sigue aumentando. Las personas mayores y con discapacidad física, personas con movilidad reducida, o que utilicen productos de apoyo, como muletas o bastones, son las más afectadas y propensas a sufrir resbalones o tropiezos. Sin embargo, los métodos de ensayo no tienen en cuenta a todos los usuarios ni todas las condiciones de deambulación. No se tienen en cuenta todos los factores intrínsecos y externos, individuo y ambiente.



## 3. Objetivos, hipótesis y metodología

### 3.1. Objetivos

El objetivo principal de la presente investigación es poder establecer criterios de diseño y uso en los pavimentos urbanos, atendiendo a los parámetros funcionales (estudio de la marcha humana: normal y patológica, ergonomía, antropometría, biomecánica) y formales o de diseño (relacionados con la dimensión, la forma, el color, la textura o las juntas, la usabilidad, durabilidad, desgaste). Se añaden factores externos como contaminantes, lugar, usos, climatología.

Se plantean los siguientes objetivos:

- Analizar los tipos de pavimentos urbanos según material y función.
- Analizar los métodos de ensayo utilizados para obtener el valor de resbaladidad y comprobar si se corresponde con el de seguridad.

- Identificar los factores que intervienen en la marcha humana segura y confortable.
- Identificar la causa de las caídas por tropiezos o resbalones.
- Identificar a los usuarios y sus capacidades para deambular.
- Establecer relaciones entre el individuo y la ciudad a través del pavimento.
- Aportar parámetros medibles y no medibles que se deban tener en cuenta a la hora de diseñar un espacio seguro
- Analizar las características formales y técnicas del material, aplicando las normas de producto, métodos de ensayo y normativa vigente, para poder obtener una serie de criterios para su diseño y uso.



FIGURA 7: Fragmento imagen Copenhague, Dinamarca. SvR Design Co  
[www.plataformaurbana.cl](http://www.plataformaurbana.cl).

## 3.2. Hipótesis

En la actualidad se consideran como seguros aquellos pavimentos cuyo índice de resbaladicidad no es inferior a un determinado valor que, además, es diferente según el método de ensayo utilizado (Rampa alemana, Péndulo de Fricción, BOT-3000, TORTUS). Se considera que los requisitos aplicados y de obligado cumplimiento no son suficientes ni válidos para crear entornos seguros y confortables, destacando que es el pavimento el elemento urbano que más interactúa con el individuo y por lo tanto, debe tener una mayor exigencia de seguridad para evitar caídas por tropiezos o resbalones.

Partiendo de la base de que los entornos exteriores no son seguros, se enumeran las hipótesis planteadas y que se desarrollarán a lo largo de la investigación:

- **HIPÓTESIS 1:** El principal causante de lesiones por caídas producidas por tropiezos o resbalones es el pavimento.
- **HIPÓTESIS 2:** Las caídas sufridas por el individuo en el espacio exterior son producidos por la falta de fricción y, en ocasiones, por la falta de adecuación a las nuevas condiciones del pavimento (cambio de pavimento o presencia de contaminantes).
- **HIPÓTESIS 3:** La normativa vigente, tanto a nivel nacional como internacional, no es suficiente para poder seleccionar pavimentos exteriores seguros. Falta de normativa y regulación.
- **HIPÓTESIS 4:** Los requisitos exigidos a un pavimento para que sea antideslizante no son suficientes.
- **HIPÓTESIS 5:** No sólo se deben tener en cuenta los métodos de ensayo que determinan las características de resbaladidad. Se deben incluir el desgaste y la durabilidad.
- **HIPÓTESIS 6:** Los métodos de ensayo realizados en laboratorio para medir el índice de fricción son ficticios.
- **HIPÓTESIS 7:** No se tiene en cuenta la puesta en servicio del producto. Las características del pavimento corresponden a un estado previo, de fabricación. No se consideran las condiciones de uso, lugar, efectos climáticos, el paso del tiempo, el desgaste, etc. No existen métodos de ensayo de medida "in situ" que sean fiables y nos aporten valores de resistencia al deslizamiento a lo largo del tiempo.
- **HIPÓTESIS 8:** Es imposible mantener los parámetros exigidos a un pavimento a lo largo de su vida útil.
- **HIPÓTESIS 9:** La resistencia al deslizamiento no sólo depende del pavimento.
- **HIPÓTESIS 10:** No es posible unificar criterios a nivel internacional para determinar si un pavimento exterior es seguro.
- **HIPÓTESIS 11:** No se pueden establecer relaciones entre los diferentes métodos de ensayo para medir el valor de resistencia al deslizamiento.

### 3.3. Metodología

La metodología utilizada para el desarrollo de la tesis, según método cualitativo, está basada en la observación del entorno; análisis de artículos y normativas; recopilación de imágenes; análisis de tesis doctorales y proyectos de investigación; entrevistas con expertos que facilitan una visión más amplia del estado actual; contactos con los fabricantes de producto y asociaciones de fabricantes otorgando a la investigación una perspectiva desde la realidad del producto y su implantación en el mercado. Todo ello nos permite establecer conexiones entre los diferentes agentes y poder exponer un problema que afecta a un porcentaje muy elevado de la población, por no decir al 100% de la población.

Durante la investigación se ha realizado una recopilación de datos a través de diversas fuentes (artículos, tesis, normas, webs), destacando las siguientes:

- **ENTREVISTAS:** En la investigación se ha contado con la opinión de expertos en pavimentos, accesibilidad, métodos de ensayo y construcción; fabricantes, asociaciones. La ayuda prestada ha constituido una fuente imprescindible para conocer el estado actual y ha permitido que la investigación avanzara, adaptándose a las nuevas normativas, comités, materiales que iban surgiendo.
- **TEXTOS:** El tema investigado ha sido objeto de diversos artículos, aunque no muy numerosos, y no de fácil búsqueda en bibliotecas. Se trata el tema de los pavimentos de forma general, sin entrar a analizar la idoneidad de un pavimento u otro. Ha sido necesario recurrir a publicaciones en web y la solicitud de información concreta a través de correos. Las asociaciones de fabricantes, diferenciadas por materiales (Prefabricados de Hormigón, Cerámica, Piedra o Arcilla), han aportado documentos en los que ponen en valor su material frente a otros, por lo que ha sido necesario hacer una abstracción y completar estos textos con la opinión de expertos.
- **FOTOGRAFÍAS:** Las figuras presentadas en la tesis se han obtenido de portales web de fabricantes o bien de artículos relacionados (ejemplo: Blog Paisaje Transversal, blog Plataforma Urbana, etc.). se han recopilado imágenes de pavimentos de trabajos propios realizados en municipios de toda España, así como nuevas que iba tomando.

- **JORNADAS, CONGRESOS Y EXPOSICIONES:** La asistencia y participación a Jornadas y Congresos relacionados con la Accesibilidad al entorno urbano, así como exposiciones relacionadas con la construcción y pavimentos, han servido para orientar la tesis, aportando nuevas líneas a la investigación o desechando material que iba quedando desfasado.
- **NORMATIVAS:** Se han consultado las normativas locales, autonómicas, nacionales e internacionales, comprobando la regulación existente para pavimentos. Este apartado de normativas se ha completado con las normas UNE relacionadas con el deslizamiento, desgaste y durabilidad del material.
- **FICHAS TÉCNICAS PRODUCTOS:** Algunas fichas técnicas de producto han sido facilitadas por los fabricantes de pavimentos. Otras se han descargado directamente de las web de los fabricantes. Esta fuente nos ha servido para hacer una comparación de cada uno de los materiales y de las exigencias a la hora de poner el producto en el mercado.
- **TABLAS:** Dentro del trabajo de gabinete, se han creado tablas comparativas y expositivas, con comentarios, que ayudan a tener una visión rápida de normas, métodos de ensayo, tipos de pavimentos y características de los pavimentos.

La información obtenida ha permitido delimitar la investigación a los métodos de ensayo y los materiales utilizados en pavimentos para espacios exteriores, seleccionando los más significativos a nivel nacional e internacional.

La tesis presenta una estructura dividida en cinco partes.

La **parte I** se desarrolla en los capítulos *1. INTRODUCCIÓN; 2. JUSTIFICACIÓN Y 3. OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA*. Sirve de introducción y punto de partida de la investigación. Se analizan las cuestiones que deben ser investigadas con una justificación del tema seleccionado, planteando los objetivos y las hipótesis de partida.



FIGURA 8: Fragmento imagen Propuesta de PPS para Times Square de Nueva York.  
(Fuente: <http://paisajetransversal.org>).

La **parte II** se desarrolla en cuatro capítulos: **4. ESTADO DE LA CUESTIÓN**; **5. MARCO NORMATIVO**; **6. DOCUMENTOS FUERA DEL MARCO NORMATIVO** Y **7. MERCADO CE**.

Se realiza una descripción de la información obtenida por diferentes fuentes en la materia, así como una revisión del estado actual, a nivel nacional e internacional. El tema tratado afecta a la población mundial, por ello la importancia de la información obtenida por fuentes extranjeras. Ha sido necesaria la recopilación y acceso a informes emitidos por diferentes organismos sobre caídas; recopilación de normativas relacionadas con pavimentos, y métodos de ensayo aplicados a los pavimentos, tanto a nivel nacional como internacional. Una de las principales fuentes de información han sido las entrevistas mantenidas con expertos en la materia, así como el intercambio de correos con organizaciones nacionales e internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, aportando material a la investigación.

El desarrollo de la parte II permite un conocimiento de los parámetros relacionados con los pavimentos, destacando:

- Análisis de las causas y consecuencias de las caídas, según los informes y estadísticas existentes.
- Justificación de la necesidad de creación entornos seguros y confortables que tengan en cuenta a todos los ciudadanos.
- Identificación del pavimento como principal causante de las caídas.

- Análisis de informes y estudios relacionados con las características de fricción de los pavimentos.
- Análisis del marco normativo a nivel nacional e internacional.
- Análisis de documentos fuera del marco normativo, normas UNE.
- Identificación de los métodos de ensayo realizados en los pavimentos.

Dentro de la **parte III**, se analizan los agentes que intervienen y se establecen relaciones entre ellos para poder obtener los requisitos necesarios para que un entorno urbano sea seguro y confortable. Queda desarrollada en los capítulos 8; 9; 10 y 11.

Se analizan los pavimentos con una descripción de las capas que forman el conjunto que hace posible la colocación de dicho elemento, así como una enumeración de los diferentes usos en el entorno urbano y de los parámetros a tener en cuenta para la elección del pavimento adecuado. Se analizan los tipos de vías, según los aspectos funcionales, atendiendo al uso; los aspectos formales de los materiales de recubrimiento, como acabado superficial y los aspectos técnicos, según las características físico-químicas del producto y los métodos de ensayo (aplicación de normativas).

Dentro de la composición de los pavimentos urbanos, como conjunto de capas (explanada, firme y revestimiento), como estructuras multicapas de diferentes espesores, nos ocuparemos del material de la última capa o epidermis como recubrimiento rígido modular, teniendo en cuenta los aspectos funcionales, formales y técnicos.

El capítulo 8 *GENERALIDADES DE LAS VÍAS URBANAS* nos permite hacer una introducción sobre la vía pública (tipos y categorías) como espacio en el que se desarrolla la actividad del individuo.

Dentro de capítulo 9. *ANÁLISIS DE LOS PAVIMENTOS*, se hace una breve introducción sobre la historia de los pavimentos urbanos desde la antigüedad hasta el momento actual. El análisis nos permite conocer la evolución de los materiales, concluyendo el capítulo con una descripción de las características de los pavimentos más utilizados en la actualidad, seleccionados y analizados en

la investigación. Se consideran los pavimentos de materiales de piedra natural, cerámica, hormigón y arcilla cocida. El resto no se ha tenido en cuenta por tener un uso minoritario y no tener una norma específica a la que recurrir para poder analizar.

El capítulo 10. *MÉTODOS DE ENSAYO APLICADOS A LOS PAVIMENTOS* viene marcado por un estudio de los métodos de ensayo aplicados para valorar las características del pavimento, exigidos por el mercado CE y, por tanto, necesarios para que el producto pueda ser comercializado e instalado dentro de la Unión europea. Se hace un análisis más detallado de los métodos de ensayo de resistencia al deslizamiento (destacado por su relación directa con las caídas). También se analizan otros métodos aplicados a los pavimentos cuya característica puede estar relacionada con el deslizamiento, como es el desgaste y la durabilidad.

En el capítulo 11. *ANÁLISIS FICHAS TÉCNICAS DE PRODUCTO* se ha realizado una recopilación de las fichas técnicas de producto facilitadas por fabricantes. Se ha elaborado una tabla comparativa en la que se exponen los distintos productos y las características del material reflejadas en cada ficha por el fabricante.

La parte IV está compuesta por los capítulos 12 y 13. En el capítulo 12 se desarrollan las *NECESIDADES DE CREAR UN ENTORNO SEGURO Y CONFORTABLE*. Se realiza un análisis de la marcha humana según sus fases. La influencia de aspectos físicos o sensoriales de cada individuo en el patrón de marcha que pueden afectar al individuo y a su relación con el entorno.



FIGURA 9: Fragmento imagen de la exposición "Ando, luego existo". Gráfica peatonal. La casa encendida. Le Mouvement, Etienne-Jules Marey, 1886, cronofotografía.

El capítulo hace mención a la fricción necesaria y suficiente.

En el capítulo *13. CONCLUSIONES Y FUTURAS FUENTES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN*. Tras el análisis realizado en los anteriores capítulos se exponen las conclusiones así como las futuras líneas de investigación.

El trabajo se completa con la parte V. En el capítulo *14. FUENTES DOCUMENTALES* se incorpora una relación de las fuentes consultadas. El trabajo concluye con la incorporación de un capítulo *15. ANEXO* en el que se incluyen las fichas técnicas de productos facilitadas por los fabricantes y sus certificados CE.

Se incorpora un glosario de términos relacionados.



## 4. Estado del arte/cuestión

### 4.1. Contexto actual

La presente tesis se plantea como necesidad de encontrar las características que debe cumplir un pavimento de forma que sea adecuado en el espacio urbano, para las condiciones de uso previstas, atendiendo a criterios de confort y seguridad del usuario, según ambientes, entornos, usos. Conocer el lugar, el individuo y el uso al que se destina, definiendo las características fundamentales que deben mantener inalterables durante un periodo de tiempo razonable<sup>1</sup>.

El pavimento es el elemento constructivo del entorno que más interactúa con el individuo. Desde hace años se viene estudiando la fricción que existe al poner en contacto al usuario y al pavimento, como una de las propiedades más influyentes y relacionadas con el riesgo de sufrir caídas. Las demandas de los usuarios son muy diferentes y cada individuo exigirá unas propiedades al pavimento, de forma que pueda realizar una marcha segura y confortable. El

---

<sup>1</sup>Según CTE.

riesgo a sufrir caídas de una persona mayor de 75 años no es el mismo que el de una persona joven. La movilidad del individuo y su percepción del entorno hacen de la seguridad un factor clave para su desarrollo. Es importante que el usuario genere una marcha segura. Esta seguridad reducirá el nivel y número de caídas.

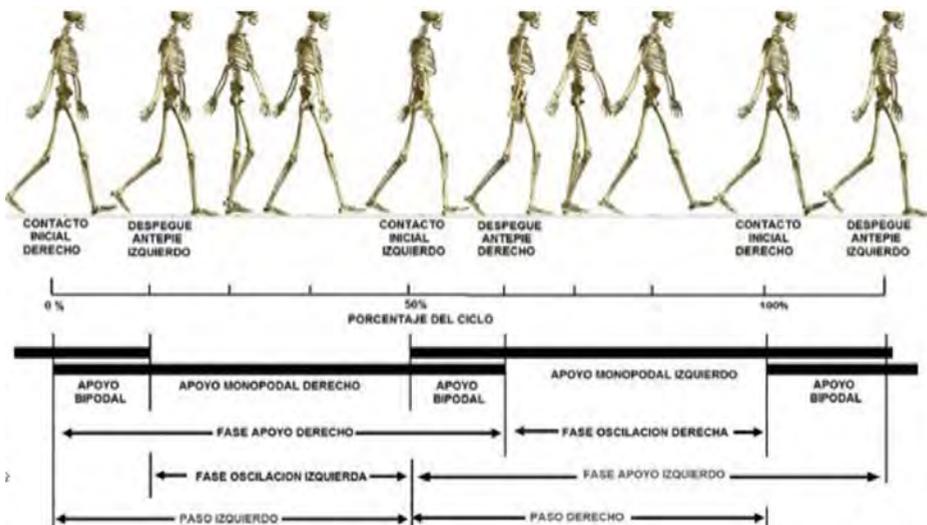


FIGURA 10: Ciclo de la marcha. Fuente: [www.ft-mecanicabiociencias.wikispaces.com/EL+CICLO+DE+LA+MARCHA+I](http://www.ft-mecanicabiociencias.wikispaces.com/EL+CICLO+DE+LA+MARCHA+I).

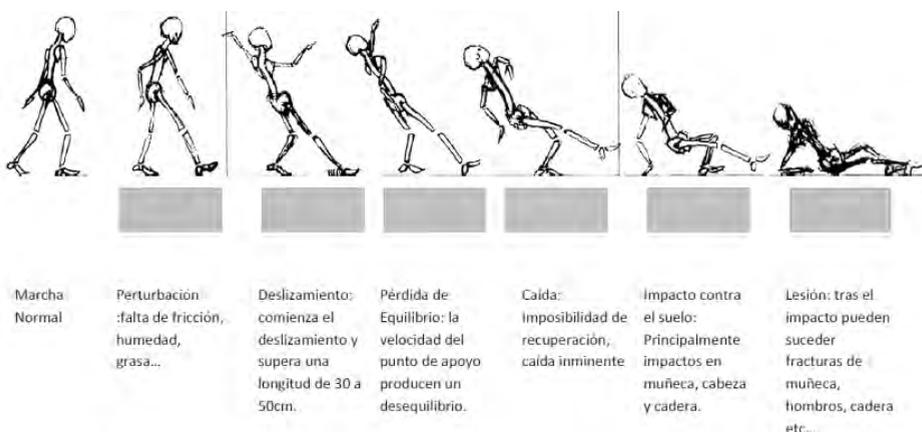


FIGURA 11: Cadena de acontecimientos que suceden en la mayoría de caídas por resbalón en el mismo nivel, Chiu y Robinovitch (1998).

Partimos de la base de datos estadísticos en la que millones de personas sufren lesiones por caídas, siendo una de las principales causas de lesiones involuntarias.

Según un informe de la Organización Mundial de la Salud OMS sobre las caídas, realizado en octubre 2012, destaca:

- Las caídas son la segunda causa mundial de muerte por lesiones accidentales o no intencionales.
- Se calcula que anualmente mueren en todo el mundo unas 424 000 personas debido a caídas, y más de un 80% de esas muertes se registran en países de bajos y medianos ingresos.
- Los mayores de 65 años sufren más caídas mortales.
- Cada año se producen 37,3 millones de caídas cuya gravedad requiere atención médica.
- Las estrategias preventivas deben hacer hincapié en la educación, la capacitación, la creación de entornos más seguros, la priorización de la investigación relacionada con las caídas y el establecimiento de políticas eficaces para reducir los riesgos.

Las caídas se definen como *acontecimientos involuntarios que hacen perder el equilibrio y dar con el cuerpo en tierra u otra superficie firme que lo detenga*, según OMS.

A nivel nacional, el Programa de Prevención de Lesiones: Detección de Accidentes Domésticos y de Ocio, 2011, D.A.D.O., publicó datos que demuestran que los accidentes producidos al desarrollar actividades de la vida diaria (deportivas, educativas y lúdicas) tienen un factor común, como causante de dichos accidentes, el pavimento (tipo de superficie y estado) y la necesidad de atención de los usuarios en los hospitales:

- Se producen cerca de 280 accidentes domésticos por hora de los cuales 140 ocurren por caídas, de los cuales 27 se debe a deslizamiento o tropezos en el pavimento.
- El 32% de los accidentes laborales se producen por resbalamiento.
- La segunda causa de tetraplejía es consecuencia directa de accidentes por resbalamiento.

- Cuatro de cada diez niños sufren accidentes por resbalamiento.
- Se producen más de 1.180.000 ingresos en hospitales anuales por resbalamiento.
- Más de 60.000 personas sufren fracturas de caderas a consecuencia de un deslizamiento.
- Las caídas son la quinta causa de muerte por accidente en España y la segunda causa de discapacidad.
- Causan enfermedades asociadas como el “síndrome post-caída”.

Un accidente es un acontecimiento, independientemente de la voluntad humana, caracterizado por el efecto repentino de una fuerza extraña, que pueda alcanzar o no a una persona, y que origina que la persona tenga que solicitar posteriormente asistencia médica, independientemente del daño corporal o mental (D.A.D.O., 2011)

El Programa de Prevención D.A.D.O. surge como instrumento para que los poderes públicos actúen sobre los mecanismos que causan los accidentes y poder prevenirlos. De esta forma, la vigilancia y prevención debe estar en manos de todas las partes implicadas (profesionales de la seguridad, familiares, educadores, médicos, etc.) y trabajar acorde a las responsabilidades, realizando las acciones necesarias para prevenirlos. Se trata de la seguridad de los productos a través de controles sistemáticos de mercado, detectar productos no seguros para poder poner en marcha los mecanismos de control e inspección, que en algunos casos conlleva la apertura de expedientes, alertando de los productos que no cumplen con la normativa de seguridad.

De los datos que aparecen en el programa D.A.D.O., nos interesan los que están relacionados con las caídas en el mismo nivel al desarrollar actividades de pasear, vida diaria, deportivas, lúdicas o educativas, y como afectan a la población según edades y causas. Otro dato que se extrae es la incidencia de las caídas antes y después de la aprobación del CTE en 2006, y la introducción de los valores de resbaladidad que deben cumplir los pavimentos según los usos.

En la tabla 2 quedan reflejados los porcentajes de la evolución de los mecanismos de los accidentes desde el año 1999 hasta el año

2011. En esta evolución observamos que las caídas suponen el 50% de los accidentes. En el mismo cuadro, vemos que la aplicación del CTE en 2006 no tiene incidencia sobre los accidentes, incluso el año 2011 es el año con mayor porcentaje de caídas en la última década. Se registraron un total de 2.576.601 individuos accidentados del total de la población de 47.190.493 (según población total padrón municipal 2011), considerando que el 5,4% de la población española ha sufrido un accidente definido como D.A.D.O. Podemos afirmar que cerca del 2,7% de la población ha sufrido un accidente por caídas.

| EVOLUCIÓN DEL MECANISMO DEL ACCIDENTE (%) |            |            |            |            |            |            |            |            |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Mecanismo del accidente                   | 1999       | 2000       | 2001       | 2002       | 2003       | 2004       | 2007       | 2011       |
| Caídas                                    | 51,3       | 50,9       | 50,1       | 44,2       | 42,9       | 45,7       | 44,1       | 51,1       |
| Golpes/choques                            | 18,1       | 14,1       | 15,0       | 15,5       | 15,1       | 14,2       | 13,0       | 16,6       |
| Cortes/aplastamientos                     | 14,6       | 16,3       | 16,1       | 16,9       | 18,3       | 19,2       | 22,6       | 14,2       |
| Cuerpo extraño                            | 1,4        | 1,5        | 1,4        | 1,9        | 1,6        | 1,5        | 1,5        | 0,9        |
| Asfixia                                   | 0,3        | 0,4        | 0,6        | 0,5        | 0,4        | 0,7        | 0,9        | 0,3        |
| Ef. Productos químicos                    | 1,4        | 1,7        | 1,1        | 1,7        | 1,2        | 1,0        | 3,5        | 1,3        |
| Ef. Productos térmicos                    | 7,2        | 8,8        | 9,9        | 9,4        | 10,9       | 10,6       | 9,6        | 9,1        |
| Ef. electricidad y radiación              | 0,3        | 0,5        | 0,6        | 0,5        | 0,8        | 0,5        | 0,5        | 0,2        |
| Esfuerzo físico, agotamiento              | 4,9        | 5,3        | 5,1        | 3,4        | 2,9        | 6,2        | 4,2        | 4,6        |
| Otros mecanismos                          | 0,6        | 0,3        | 0,3        | 6,0        | 5,8        | 0,3        | 0,1        | 1,7        |
| <b>TOTAL</b>                              | <b>100</b> |

TABLA 2: Evolución del mecanismo del accidente. Fuente: D.A.D.O. 2011. Elaboración propia.

Adentrándonos en el documento, encontramos que el 14,1% de las defunciones por accidentes tienen su causa en caídas accidentales, siendo la quinta causa de fallecimiento. En un total de 14.066 defunciones, 1.982 corresponden a caídas accidentales.

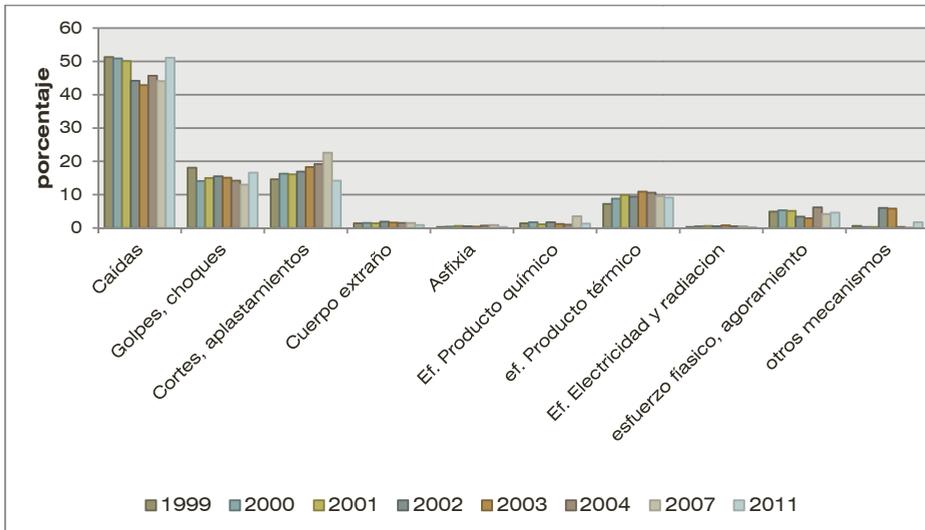


TABLA 3: Evolución del mecanismo del accidente, de 1999 hasta 2011. Fuente: D.A.D.O. 2011.

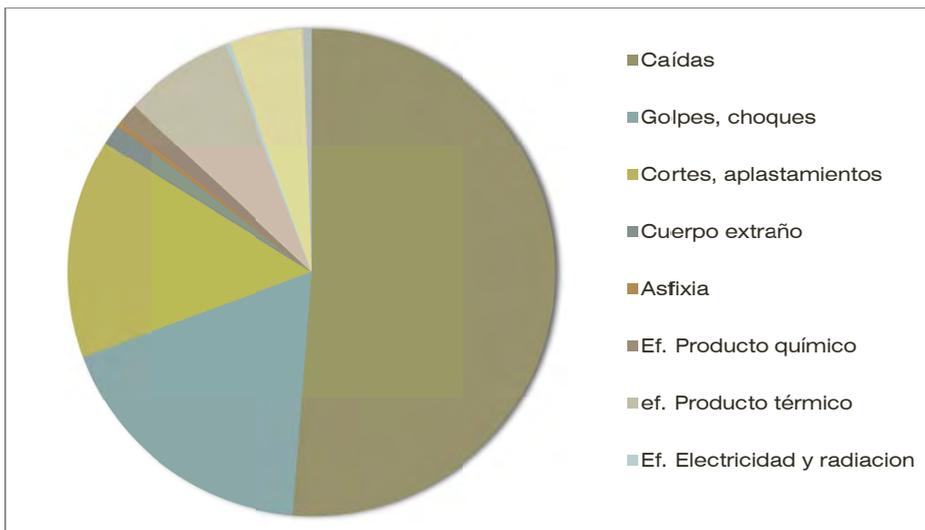


TABLA 4: Evolución del mecanismo del accidente, de 1999 hasta 2011. Fuente: D.A.D.O. 2011. Elaboración propia.

Atendiendo a la distribución de la población, la edad del usuario está estrechamente relacionada con la actividad que pueden realizar. Los individuos situados en los tramos de edad más jóvenes (hasta los 24 años) son los más propensos a sufrir

accidentes tipo D.A.D.O., puesto que todavía no forman parte del mercado laboral y la gran mayoría de sus accidentes son de carácter deportivo y recreativo. Los individuos situados en los tramos de edad intermedia (hasta los 65 años), tabla 5, presentan un porcentaje de accidentes inferior a su peso poblacional. Este colectivo lo conforman individuos inmersos en el mercado laboral y el porcentaje de actividades que destinan a actividades de ocio y tiempo libre es inferior que el resto de cohortes de edad. Cuando nos centramos en el tramo de edad más avanzada, nos encontramos con un colectivo de individuos que no pertenecen a la masa de población activa, por lo que el tiempo destinado a actividades tipo D.A.D.O. aumenta. (D.A.D.O. 2011)

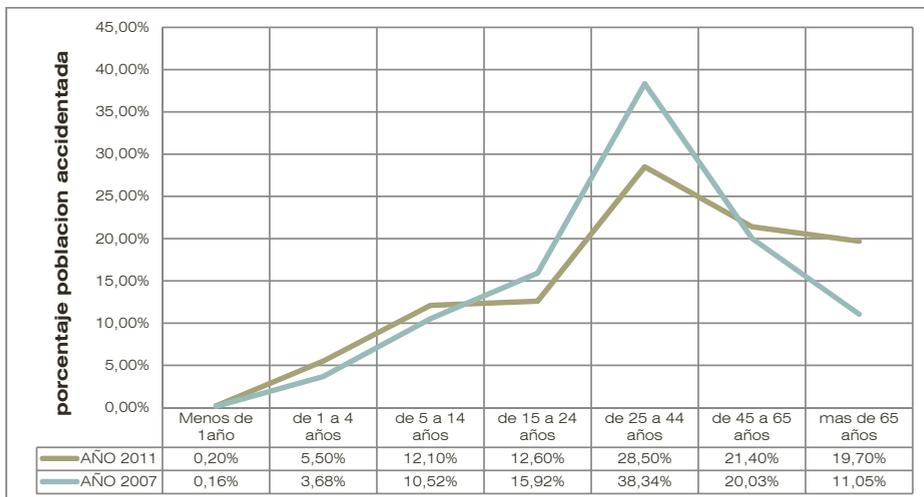


TABLA 5: Incidencia de los accidentes según edad. Comparativo 2007-2011. Fuente: D.A.D.O. 2007-2011. Elaboración propia.

Las caídas por resbalones, tropiezos o deslizamientos, y sus consecuencias, tienen un elevado impacto económico y social (Fallecimiento, discapacidad permanente o temporal, hospitalización, imposibilidad para poder asistir al centro de trabajo o escolar), entre otras.

El mismo informe nos da a conocer el tipo de actividad que se estaba desarrollando en el momento del accidente. En este caso, fijamos la atención en la actividad de pasear en general y otra actividad no especificada, siendo el 17,6% el porcentaje de

accidentes que se producen cuando paseamos. A este porcentaje debemos añadir las caídas sufridas mientras realizamos deporte o actividades lúdicas y de ocio (zonas comerciales, transporte, polideportivos, etc.), llegando a representar el 34,7%.

Las caídas llevan asociadas una serie de lesiones afectando a las extremidades inferiores en mayor porcentaje. Contusiones 28,5%, torceduras 22,8%, Fracturas 20,0% o luxaciones 9,9%, son algunas de las lesiones más importantes.

El estudio también analiza el producto causante de la caída, estableciendo grupos y subgrupos. Considera el suelo/pavimento como un sub-apartado dentro de las partes del edificio, asignando el 16,91%.

Concluye el documento D.A.D.O. que **los principales productos causantes de lesiones son el mobiliario estacionario (29,8%) y el pavimento (20,3%)**. Añade que dentro de las actividades vitales, el origen de los accidentes es el suelo o pavimento, llegando al 30,7%. Las superficies transformadas, exteriores y las de tierra provocan más del 50% de las lesiones durante la práctica deportiva.

Encontramos varios informes y documentos sobre la **marcha humana** desarrollados desde el Instituto de Biomecánica de Valencia IBV, basándose en estudios anteriores de Winter et al. (1990) y Lockhart (1997, 2003) (Zamora Álvarez, Tomas. 2012) sobre la relación que existe entre las condiciones de equilibrio, velocidad de la marcha y el periodo de tiempo que transcurre en el proceso de apoyo del pie, entre el aterrizaje y despegue. Los ciclos de la marcha humana normal y patológica nos dan una visión de cómo la marcha es diferente para cada individuo. Influyen aspectos como la edad, el peso, la velocidad de la marcha, las capacidades físicas y sensoriales de las personas. Estos factores influyen en el contacto del individuo con el pavimento, resultando un coeficiente de fricción diferente para cada caso, pero siempre dentro de unos valores límites de seguridad que permiten unificar y establecer los puntos de confort para una marcha segura. Es necesario definir el coeficiente de fricción mínimo que evitaría un deslizamiento. (Zamora Álvarez, Tomas. 2012)

Cabe destacar el porcentaje de caídas que se producen durante el tiempo libre. En este sentido, comenta el profesor Hernán Ariel Villagra, centrándose en la práctica deportiva de personas

con discapacidad *"Es importante tener en cuenta que el usuario o participante en la actividad física y/o deportiva debe sentirse cómodo y seguro en la instalación donde realiza la práctica"*. Añade que *"Las personas con daño cerebral adquirido, y muy especialmente aquellos que han entrenado la marcha en su fase de rehabilitación, siguen presentando algunos inconvenientes en los apoyos (pasos-marcha) si las tareas son complejas y la superficie de apoyo no es la más adecuada."*

*La práctica deportiva de las personas con alteración del equilibrio se realiza generalmente en condiciones de seguridad, utilizando instalaciones accesibles cuyas condiciones de pavimentos o suelos permitan mejorar el equilibrio estático y dinámico, siendo un objetivo claro en el lesionado medular."* (Villagra Astudillo, Hernán Ariel. 2012)

Las características de los pavimentos son determinantes para evitar que se produzcan caídas. Su acabado superficial será clave, de ahí la importancia de conseguir una normativa específica. Dependiendo de las características y acabados, el pavimento será capaz de evitar y reducir la velocidad de deslizamiento y con ello la reacción del individuo, aumentando o disminuyendo el desequilibrio y, por tanto, evitando la caída.

Dentro del marco normativo en España, como herramienta para la elección de un pavimento, encontramos el **Código Técnico de la Edificación, CTE**, según Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. El concepto de resbaladidad o resistencia al deslizamiento se introdujo en el CTE a partir del año 2006 (Documento Básico de Seguridad de Utilización DB-SU, que en la actualidad se ha añadido Accesibilidad DB-SUA). Hasta entonces sólo era una recomendación. Las normativas anteriores, en materia de accesibilidad<sup>2</sup>, estaban redactadas por las Comunidades Autónomas. En dichas normativas se hacía referencia al pavimento o suelo como elemento no resbaladizo, no deslizante, duros, sin especificar ninguna característica más. (figura 12).

---

<sup>2</sup> En España, las normativas que hacen referencia a las características de los pavimentos están relacionadas con la Accesibilidad Universal y el Diseño para Todos.

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos

R.U1 / REQUERIMIENTOS DE ACCESIBILIDAD EN URBANISMO  
CUADRO COMPARATIVO DE LAS NORMAS AUTONÓMICAS Y ESTATAL DE ACCESIBILIDAD

| Apartado          | Normativa                         |   |  |   |   |   |
|-------------------|-----------------------------------|---|--|---|---|---|
|                   | Andalucía                         | Aragón  | Asturias, Principado de  | Baleares  | Canarias  |   |
|                   |                                   |   |  |   | <p>≥ 10 cm; banda externa ≥ 0,50 m, donde se situaran los elementos de mobiliario urbano.</p> <p>Sender peatonales: con bordillos o pequeñas barandillas a ambos lados.</p> |   |
| <b>Pavimento:</b> | Características                   | Antideslizante  | Duros, antideslizantes, continuos y planos.  | Compacto, duro, regular, antideslizante y sin resaltos diferentes a los propios de las piezas.                      | Duros, antideslizantes, sin resaltos, firmemente fijados.   | <p>Duro de material no deslizable (25 ≤ μ<sub>s</sub> ≤ 40) o antideslizantes (μ<sub>s</sub> &gt; 40). Sin resaltos, excepto los dibujos de las propias losas.</p> <p>Suelos blandos de arena o tierras compactadas (75% - 90% P<sub>80</sub>), o cubiertas con una capa de riego asfáltico; exentas de gravilla o similar.</p> |
|                   | Diferenciados                     | Textura y color en esquinas, paradas de autobuses y cualquier otro obstáculo. | Textura (franja de 1 m) en vados, semáforos, cruces, escaleras, rampas, paradas de autobuses, obstáculos, desvíos. | Textura y color (franja de 1 m) en esquinas, vados, paradas de autobuses, otros lugares de interés y en obstáculos. |   | En determinados y específicos lugares, textura y aún color, en vados, salidas de vehículos, atraque de ascensores, etc.   |
|                   | Rejas y registros                 | A nivel de pavimento circundante  | Enrasados a pavimento circundante  | Enrasados a pavimento circundante   | Enrasados a pavimento circundante   | Perfectamente enrasados con pavimento   |
|                   | Diseño y abertura máxima de rejas | 2 cm  |  | Impide tropiezos de personas con bastones o sillas de ruedas  | 3 cm. Rejas perpendiculares al sentido de marcha, impide tropiezos de personas con bastones o   | Barra en sentido transversal a la de la marcha. Separación entre barras ≤ 2 cm. Orificios   |

FIGURA 12: Cuadro comparativo normativa autonómica. Referencia pavimento.  
Fuente. Análisis comparado de las normas autonómicas y estatal de accesibilidad, 2005.

Dentro de los requisitos básicos de Seguridad frente al riesgo de caídas SUA-1, se asignan valores o niveles de resbaladidad en los suelos en función de su utilización o ámbito de aplicación. El ámbito de aplicación del DB-SUA queda limitado a *suelos de edificios o zonas de uso Residencial Público, Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo y Pública Concurrencia, excluidas las zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI.*

El CTE está dirigido únicamente a la edificación, no encontramos referencias al urbanismo, a los itinerarios peatonales exteriores. Por defecto, y hasta que exista una normativa específica para pavimentos exteriores, se asigna a los pavimentos instalados en exteriores una clase 3 (*corresponde a zonas exteriores de piscina en las que está prevista que el usuario vaya descalzo, en el fondo de los vasos cuya profundidad no exceda de 1,50 m*) y resistencia al resbalamiento  $R_d > 45$ , utilizando el método del péndulo, según ensayo normalizado, siendo el único tipo de ensayo aceptado y utilizado en el CTE, no se contemplan otros sistemas o escalas de valoración.

En el año 2010, se publica la Orden Ministerial 561/2010, de 1 de febrero, por la que se *desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados*. Con este documento técnico, tal y como prevé la Disposición final cuarta del Real Decreto 505/2007, de 20 de abril, por el que se aprueban las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones.

Sin embargo, a pesar de la importancia que podría tener, por ser posterior al CTE estableciendo unos requisitos de cómo deben ser los pavimentos exteriores, encontramos que mantiene el esquema de las normativas anteriores, sin especificar valor de resbalicidad, ni resistencia al desgaste, ni métodos de ensayo a realizar sobre el material, ni otros parámetros que nos permitan diseñar un espacio urbano seguro y confortable.

Partiendo de los datos sobre caídas y sus causas y de la gravedad del problema, encontramos que no existe una normativa específica para pavimentos exteriores, sin consenso a nivel internacional a la hora de emplear un método de ensayo que determine un valor adecuado de fricción, resbalamiento o deslizamiento, estableciendo un nivel de seguridad y confort, ni cómo medirlo, que método de ensayo aplicar.

Continuando con los métodos de ensayo, en la actualidad coexisten cuatro métodos de ensayo a nivel europeo e internacional, que cada país puede utilizar y establecer como herramienta de medida, sin existir un consenso entre los países sobre cuál es el más adecuado. Todos se consideran válidos para medir el nivel de fricción de los pavimentos. Si un país establece un método de ensayo, sólo se podrá utilizar ese método en ese país (método TORTUS deslizador dinámico, Italia; método RAMPA, Alemania; método del PÉNDULO, Inglaterra y método del DINAMÓMETRO BOT-3000, Estados Unidos).

El método de ensayo utilizado en España es del Péndulo (figura 13). La norma española UNE-ENV 12633:2003<sup>3</sup> describía el método y los valores en el anexo ZA. Se trata de un ensayo normalizado

<sup>3</sup> Norma anulada.

y utilizado para establecer los valores de Rd que aparecen en el CTE. En el año 2013 se elimina dicho anexo de la norma y con ello el método de ensayo del péndulo. Sin embargo, esta referencia se sigue utilizando en España. Mientras en el CTE se siga haciendo referencia, en el DB-SUA, seguirá teniendo valor reglamentario, seguirá siendo de obligado cumplimiento.

Como complemento al CTE están las normas UNE (no son de obligado cumplimiento salvo que estén referenciadas en normativa, convirtiéndose en obligatorias) en las que se hace referencia a la necesidad de eliminación de barreras arquitectónicas y la mejora de la accesibilidad a las personas con movilidad reducida, sin marcar características o requisitos concretos que deban cumplir los pavimentos en los entornos urbanos.



FIGURA 13. Ensayo péndulo en pavimento exterior. Fuente: [www.floorsliptest.com.au](http://www.floorsliptest.com.au).

Se hace referencia al requisito de Seguridad de Utilización, desarrollado en el CTE, con el siguiente texto:

*"Este requisito básico tiene por objetivo reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de los edificios sufran daños inmediatos durante el uso previsto de los mismos, como consecuencia de las características de diseño, construcción y mantenimiento del mismo".*

Encontramos una serie de requisitos que deben cumplir los productos para obtener el marcado CE, dentro del Reglamento Europeo de Productos de Construcción (UE) N° 305/2011, a partir

del 1 de julio de 2013, (sustituye a la Directiva Europea 89/106/CEE). Se han desarrollado una serie de normas que han de cumplir los pavimentos, según el proceso de elaboración, para su instalación y comercialización en la Unión Europea, mercado CE.

Cada producto de construcción tiene asignado un sistema que seguir el fabricante según las características del producto y uso. En el caso de los pavimentos, el sistema que se debe aplicar, para adquirir el mercado CE y poder comercializar un producto de construcción dentro la Unión Europea, es el denominado Sistema 4. Consiste en la declaración del fabricante del cumplimiento de la normativa aplicable sin la necesidad de intervención de un laboratorio externo u organismo de control. Está basado en un control de los procesos de producción. Según el mercado CE sólo es exigible el índice de resbaladidad y no en todos los casos, dependiendo del relieve.

El método de ensayo sigue unas directrices europeas y es necesario para poder comercializar los productos en la UE. Sin embargo, cuando un pavimento fabricado en España, por ejemplo, va a ser comercializado en Alemania, el valor de resistencia al deslizamiento no es válido en Alemania al no haberse realizado con el método que marca la DIN 51130<sup>4</sup>, por lo que es necesario volver a realizar el ensayo por el método establecido en el país de recepción.



FIGURA 14: Registro de movimientos del pie mediante el equipo Kinescan IBV.  
Fuente: *cuaderno\_biomecanica\_indumentaria%20(1).pdf*.

De forma paralela han surgido investigaciones que han llegado a desarrollar elementos de medida del nivel de fricción de los pavimentos para que sean seguros.

El Instituto de Biomecánica de Valencia, IBV, desde el año 2000, en colaboración con el IMSERSO, desarrolla la línea de investigación I+D dentro del campo de los pavimentos. Los proyectos se denominaron PAVISEGU Y ADAPSUELO. Ambos proyectos están

<sup>4</sup>DIN Norma alemana. En España, UNE.

basados en el desarrollo de una gama de pavimentos adaptados a las necesidades de personas con capacidad de deambulación reducida. Basándose en el estudio del individuo y la percepción que tienen de los suelos, se desarrolló un procedimiento de ensayo para entornos edificados interiores relacionado con la reducción del riesgo a sufrir caídas en las que el nivel de fricción juega un papel importante. (figura 14)

En el año 2009, dentro del Plan de Investigación, Desarrollo e Innovación 2008-2011 se realiza el proyecto *I+D+i PAVIMENTOS DE HORMIGÓN PREFABRICADO; Desarrollo de soluciones técnicas orientadas al aseguramiento de la durabilidad de los pavimentos de terrazo en toda su cadena de valor*. Cuenta con la participación del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, ANDECE, LOEMCO, INNOEMPRESA y FUNDACIÓN GÓMEZ-PRADO. Dentro del proyecto se realizaron una serie de ensayos sobre pavimentos de terrazo con una participación muy importante de los fabricantes. El proyecto estaba encaminado a estudiar las características de deslizamiento, durabilidad y propiedades anti-mancha en los pavimentos analizados con distintos acabados superficiales. Se caracteriza por centrarse en el entorno urbano exterior.

Las asociaciones de fabricantes organizan congresos, en los que se tratan temas relacionados con métodos de ensayo y el valor de resbaladidad. Destacamos Qualicer, en Castellón, sobre pavimento cerámico. Otros congresos o mesas redondas organizadas por el CEAPAT o ANDECE, centrado en los pavimentos prefabricados de hormigón. Algunas de las conclusiones se comentaran a lo largo de la tesis.

También han servido de consulta para la presente investigación. La tesis de Tomas A. Zamora Álvarez sobre *Análisis biomecánico y perceptivo de la movilidad peatonal para fijar límites de seguridad y confort en la fricción de pavimentos urbanos*, o la tesis de Luis Delgado Méndez sobre las *Condiciones de diseño y tecnológicas de la piedra caliza Sierra Elvira de la provincia de Granada en la vía pública: Pasos de peatones*.

## 4.2. Contexto internacional

Durante la primera década del siglo XXI se ha producido una transformación a nivel mundial en el marco legislativo relacionada con la Accesibilidad Universal y el Diseño para Todos. Los diferentes

Estados han ido adoptando medidas, creando instrumentos que garanticen que todas las personas participen de la sociedad, ejerciendo sus derechos como ciudadanos.

Un informe sobre legislaciones de Accesibilidad en Europa, en el que se estudiaba la situación de las normas de construcción, estándares, y directrices de diseño (Toegankelijkheidsbureau V.Z.W. et al., 2001), indicaba, hace casi diez años, la existencia de grandes diferencias entre países en cuanto a la aplicación y estructura de sus legislaciones en materia de accesibilidad, exponiendo que “en algunos casos, la accesibilidad todavía no se ha definido ni, menos aún, se aborda de manera uniforme. Ésta se contempla en diferentes conjuntos de regulaciones establecidas por diversos departamentos (construcción, transportes, normas de fabricación, tecnologías de la información y la comunicación, política social), a menudo no coordinados entre sí”. (Reyes Torres, Rafael et al. 2010)

En la actualidad, esta situación no ha sufrido grandes cambios, y a ello hay que sumar el hecho de que en muchos países las normativas y políticas que regulan la accesibilidad son competencia de las entidades federales o las autoridades locales, resultando una dificultad añadida en cualquier intento de recopilación de normativas o de su unificación y divulgación, ya sea a nivel nacional, de la Unión Europea o internacional<sup>5</sup>. (Reyes Torres, Rafael et al. 2010)

Se incluyen algunas referencias de normativas internacionales:

- **Irlanda:** Building Regulations: Technical Guidance Document M - Access for People with Disabilities. 1997 - 2000.
- **Suecia:** Building Regulation. Mandatory Provisions and General Recommendations. The Swedish Board of Housing, Building and Planning. 1995.
- **Estados Unidos:** ADAAG - Americans with Disabilities Act Accessibility Guidelines (ADAAG) and Architectural Barrier Act (ABA). 2004.

Accessibility Guidelines. U.S. Architectural and Transportation Barriers Compliance Board. (Access Board).

---

<sup>5</sup> Normativa de accesibilidad en los espacios públicos urbanizados de distintos países y su aplicación a la configuración internacional.

- **Australia:** Design for Access and Mobility.  
 Part 1: General Requirements for Access - New Building Work. AS 1428.1 -2001 and Design for Access and Mobility.  
 Part 2: Enhanced and Additional Requirements - Buildings and Facilities. AS 1428.2 - 1992. Council of Standards Australia.
- **Canadá** - CSA: CAN/CSA B651-04, Accessible Design for the Built Environment. Canadian Standards Association.
- **Francia:** Arrêté portant application du décret n° 2006-1658 du 21 décembre 2006 relatif aux prescriptions techniques pour l'accessibilité de la voirie et des espaces publics.

Del Estudio *Comparado de Parámetros Técnicos en la Normativa Internacional*, (Reyes Torres, Rafael y Viéitez Vivas, Ana Maria. 2010) basado en los datos recopilados por la *Comisión Canadiense de Derechos Humanos* (Canadian Human Rights Commission, 2006), documento que analiza las normativas de 14 países en todo el mundo, examinando códigos y normas de accesibilidad tanto en la edificación como en los espacios públicos exteriores, se extrae el cuadro comparado de pavimento.

| CUADROS COMPARATIVOS DE NORMATIVA INTERNACIONAL                       |           |        |        |         |        |         |
|---|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|
| Desglose del Artículo 12 del Real Decreto - ELEMENTOS DE URBANIZACIÓN |           |        |        |         |        |         |
| CONCEPTO  | Australia | Canadá | EE.UU. | Francia | Suecia | España* |
| Pavimento: será estable, firme y antideslizante                       | Si        | Si     | Si     | Si      | Si     | Si      |

FIGURA 15: Cuadro comparado de normativa internacional. Parámetro pavimento.  
 Fuente: *Accesibilidad en los espacios públicos urbanizados. Artículo de Reyes Torres, Rafael y Viéitez Vivas, Ana Maria. 2010.*

Los resultados obtenidos en dicho documento demuestran que los distintos países se mueven dentro de los mismos parámetros sin encontrar diferencias importantes, como se demuestra en el caso de los pavimentos o en los itinerarios peatonales. Como ejemplo, se extrae el cuadro relacionado con los itinerarios peatonales:

#### 4. Estado del arte/cuestión

|   | Australia | Canadá | EE.UU. | Francia | Suecia | España* |
|---|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|
| Ancho mínimo de paso (m)  | 1,00      | 1,50   | 1,50   | 1,20    | 2,00   | 1,80    |
| Alto mínimo de paso (m)   | 2,00      | 2,30   | 2,30   | 2,20    | 2,20   | 2,20    |
| Ancho mínimo requerido para el paso de dos sillas de ruedas (m) | 1,80      | 1,50   | 1,50   | -       | 1,80   | 1,80    |
| Pendiente transversal máxima                                    | 2,5%      | 2%     | 2%     | 2%      | 2%     | 2%      |
| Pendiente longitudinal máxima                                   | 5%        | 5%     | 5%     | 5%      | 5%     | 6%      |

FIGURA 16: Cuadro comparado Normativa internacional. Parámetro Itinerarios peatonales. Fuente: Accesibilidad en los espacios públicos urbanizados. Artículo de Reyes Torres, Rafael y Viéitez Vivas, Ana Maria. 2010.

En cuanto a normas y estándares, a nivel internacional, relacionadas directamente con el material y caracterización de los pavimentos, los métodos de ensayo e instalación, nos encontramos con un panorama algo distinto. Se ha realizado consulta a diferentes organismos nacionales e internacionales de estandarización y empresas o asociaciones no gubernamentales que están interesadas en buscar una solución al problema de caídas, resbalones y tropiezos producidos en los tránsitos peatonales. El cuestionario se ha lanzado a los países más relevantes (Estados Unidos, Canadá, Australia-Nueva Zelanda-Singapur, Chile, Alemania, Inglaterra, Francia, Finlandia, Suecia, Dinamarca y Suiza). Se ha obtenido respuesta de Estados Unidos, Australia-Nueva Zelanda-Singapur, Dinamarca, Francia e Inglaterra, por lo que esta información nos permite hacer un análisis del estado del arte a nivel internacional. Todo ello se ha completado con documentos de consulta publicados en el resto de países.

Partiendo de lo más cercano a España, países europeos, se confirma la falta de consenso en la elección del método de ensayo que nos indique si un pavimento es seguro, y extensible al resto de países.

Por lo general, todos los métodos de ensayo son reconocidos en todos los países, pero cada país utiliza el que considera más adecuado. En España, por ejemplo, los certificados de producto deben hacer referencia al método de ensayo del Péndulo (figura 17) descrito en el Anexo A de la norma UNE- EN 12633:2003, desde el año 2013 anulada<sup>6</sup>, pero sigue teniendo vigencia ya que aparece

<sup>6</sup> Se incluye en el apartado de normalización la información relacionada con la anulación y creación de nueva norma.

en el CTE. Con este método se daría cumplimiento al marcado CE, pudiendo comercializar libremente en el resto de Europa.

Esta norma se convirtió en CEN/TS 12633:2014, pasando a especificación técnica (TS) desde el Comité Europeo de Normalización (CEN)<sup>7</sup>. Se anula, por tanto, el método de ensayo del péndulo que estaba incluido en el anexo ZA de la UNE-EN 12633:2003, por lo que no sería posible que el CTE pudiera hacer referencia a la nueva especificación técnica.

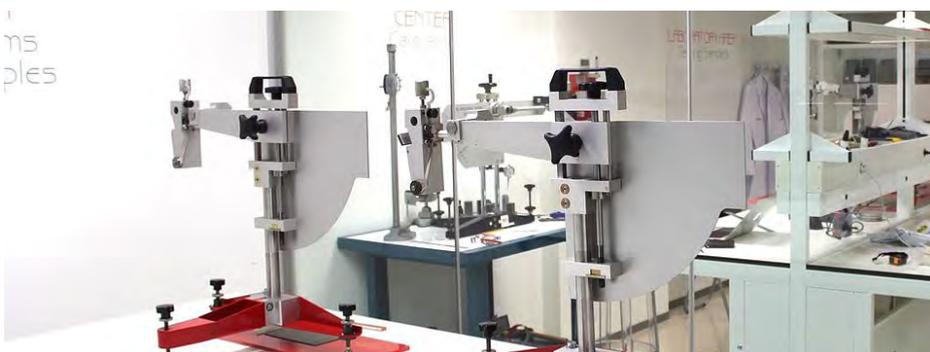


FIGURA 17: Ensayo del Péndulo. Fuente: [www.laboratoriodesresbaladicidad.com](http://www.laboratoriodesresbaladicidad.com).

En el año 2012 se publica una nuevo TS a nivel europeo, CEN/TS 16165:2012, que incluye todos los métodos de ensayo. España ha sido uno de los países que ha votado en contra, ya que esta especificación técnica permite que cada país pueda usar el método de ensayo que quiera, demostrando una vez más la falta de consenso entre los países europeos. De momento está paralizada su aprobación.

Anterior a esta especificación técnica, se presentó un proyecto de norma internacional ISO/DIS 10545-17, baldosas cerámicas, que recogía dos de los cuatros métodos de ensayo que se emplean para medir el valor del deslizamiento de los pavimentos. Las fichas técnicas presentaban los valores de resbaladicidad con doble referencia<sup>8</sup>. Finalmente, la norma no fue aprobada, sin embargo, en las fichas técnicas de producto se sigue haciendo referencia a dicha norma.

<sup>7</sup> No es norma pero puede convertirse en norma.

<sup>8</sup> Se incluye en el apartado de métodos de ensayo la información correspondiente.

Frente a estas discrepancias técnicas, a nivel normativo y de armonización, están los fabricantes que deben sacar sus productos a la venta y poder exportarlos. Ante la posibilidad de que un país rechace el producto, las fichas técnicas, además del método de ensayo reconocido en su país de origen (debería ser suficiente para poder exportar) añaden los valores de los métodos de ensayo TORTUS y plano inclinado, métodos reconocidos e incorporados en los estándares de otros países, incluidos en el proyecto fallido de norma internacional ISO/DIS 10545-17.

Se han tenido en cuenta los siguientes países para hacer la valoración del contexto internacional:

#### 4.2.1. Alemania

Se utilizan dos métodos de ensayo descritos en la norma alemana **DIN 51130**, que determina las propiedades antideslizantes de los pavimentos utilizados en los lugares en los que se transita con el pie calzado y norma **DIN 51097**, en las zonas en las que se transita con el pie descalzo<sup>9</sup>.

Se clasifican los pavimentos en función del riesgo de resbalamiento/deslizamiento basándose en dos documentos de apoyo, asignando unos valores mínimos de resistencia:

- **BGR 181** (mayo 2003) *Pavimentos en lugares de trabajo y zonas de mayor riesgo de resbalamiento*. Siendo el reglamento reconocido por la Asociación Alemana de Mutuas de Previsión contra Accidentes para la Seguridad y Salud en el trabajo (reglamento BG). Introduce requisitos para solados exteriores y escaleras. Los ensayos han sido realizados con calzado. Está relacionado con la norma DIN 51130.
- **GUV-I 8527** *Código práctico para los pavimentos en zonas húmedas de andar descalzo*. Reglamento de reconocimiento internacional y relacionado con la norma DIN 51097. (figuras 18, 19 y 20).

<sup>9</sup>Se incluye en el apartado de métodos de ensayo la información correspondiente.



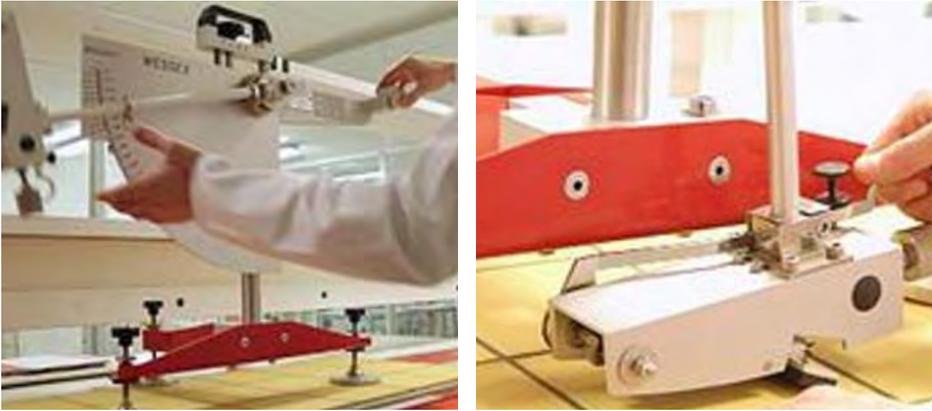
FIGURA 18, 19 y 20: Ensayo de rampa pies mojados. Fuente: [www.laboratoriodesesbaladicidad.com](http://www.laboratoriodesesbaladicidad.com).

#### 4.2.2. Inglaterra

En el Reino Unido se utiliza el método de ensayo del Péndulo para las superficies peatonales. El estándar británico British Standard (BS) desarrolla la siguiente norma:

- **BS7976 parte 1, 2 y 3:** *Method of conducting Floor Pendulum Testing on pedestrian surfaces*. El método de ensayo del péndulo se incluye como método para medir el valor de resistencia al deslizamiento.

Se creó el grupo UK Slip Resistance Group, encargada de desarrollar guías que clasifican los diferentes materiales y aportan las características del método de ensayo para una correcta valoración del pavimento.



FIGURAS 21 y 22: Método de ensayo del péndulo. Fuente: [www.laboratorioderesbaladidad.com](http://www.laboratorioderesbaladidad.com).

### 4.2.3. Francia

En Francia en método de ensayo utilizado es el del péndulo, según la norma EN 13036-4: 2012 *Características superficiales de carreteras y superficies aeroportuarias. Métodos de ensayo. Parte 4: Método para la medición de la resistencia al deslizamiento/derrape. Ensayo del péndulo*. En esta norma se describe el método de ensayo.

Consideran que un valor comprendido entre 0,45 y 0,55 se debe mantener a lo largo de la vida útil del material.

En la actualidad no tienen textos oficiales que indiquen cual es el método más adecuado para medir el valor de resbaladidad, por eso utilizan el de carreteras que si está legislado. El inconveniente es que marca el valor en el momento de la puesta en servicio del producto pero no marcan que deba mantenerse a lo largo de la vida útil. Están desarrollando un estudio sobre los métodos de ensayo para poder establecer unos valores límites de resistencia al resbalamiento.

### 4.2.4. Australia-Nueva Zelanda y Singapur

Los tres países han conseguido unificar sus criterios y plasmarlos en los estándares respectivos. Con un importante desarrollo normativo, se ponen a la cabeza en la investigación y determinación de los valores de resbaladidad permitidos para que un pavimento sea seguro.

Mientras en Europa no nos poníamos de acuerdo en la elaboración de una norma ISO/DIS 10545-17, en Australia-Nueva Zelanda y Singapur se lanzaba la norma AS/NZS 3661.1 (1993) *La resistencia al deslizamiento de las superficies peatonales. Requisitos*. Esta norma adopta tres métodos de ensayo para evaluar la resistencia al resbalamiento, dejando diferenciados los usos y en función estos, se utilizará un ensayo determinado. Los tres ensayos son:

- Método de ensayo británico FFT del deslizador dinámico para evaluación en seco en interior. TORTUS.
- Método del péndulo británico para la evaluación en seco y en húmedo, tanto interior como exterior.
- Método del plano inclinado, pies descalzos y calzados (DIN 51130 Y DIN 51097).



FIGURAS 23 y 24: Método de ensayo TORTUS. Fuente: [www.laboratorioderesbaladicidad.com](http://www.laboratorioderesbaladicidad.com).

Esta norma será la base para desarrollos posteriores como AS/NZS 4586 (2013) *Clasificación de la resistencia al deslizamiento de nuevos materiales superficiales peatonales*, AS/NZS 4663 (2013) *Medida de la resistencia al deslizamiento de las superficies peatonales existentes*, HB 198:2014.

En la actualidad, la tendencia es poder utilizar un método de ensayo que permita comprobar los datos obtenidos en laboratorio. Los aparatos de medida TORTUS y el péndulo, permiten hacer la comprobación "in situ". El método del plano inclinado es

reconocido, pero sólo se utiliza en laboratorio como comprobación y comparación de valores con los obtenidos en el método del péndulo.

#### 4.2.5. Estados Unidos

En Estados Unidos, a través de American National Standards Institute (ANSI) se han desarrollado tres normas, relacionadas con el producto contaminante de la superficie, para medir el coeficiente de fricción utilizando el sistema BOT-3000E.

Utilizan dos métodos de ensayo para medir el valor de resbaladidad. Ambos métodos están incluidos en sus normas y utilizados tanto para pavimentos de exterior como interior:

- **ANSI/NFSI B101.1: 2009:** *Test Method for Measuring Wet SCOF of Common Hard-Surface Floor for Materials.* Método de ensayo de medida de la fricción estática en húmedo para superficies peatonales.

El producto contaminante es el agua purificada.

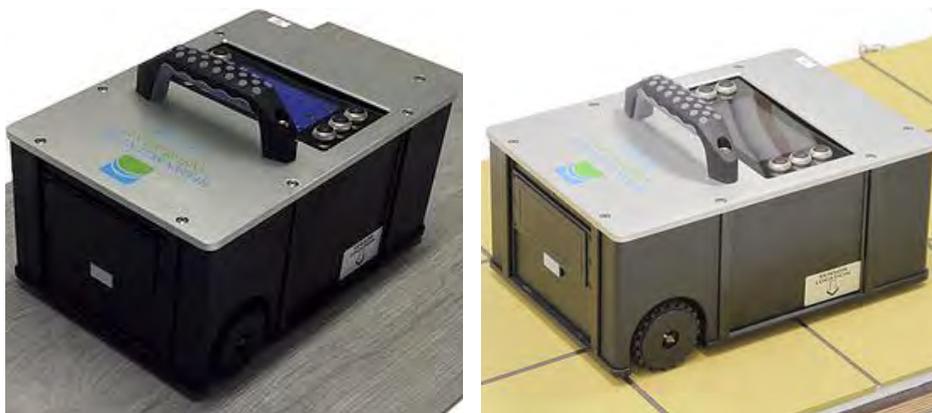
No es el único procedimiento utilizado para evaluar la seguridad de los pavimentos. Deben utilizarse otros métodos. Las asociaciones no reconocen la fricción estática, por lo que fue necesario crear la siguiente norma.

- **ANSI/NFSI B101.3:** *Test Method for Measuring Wet DCOF of Common Hard-Surface Floor Materials (Including Action and Limit Thresholds for the Suitable Assessment of the Measured Values)* Método de ensayo de medida de la fricción dinámica en húmedo para superficies peatonales.

Ambos métodos son utilizados y reconocidos a nivel mundial.

El aparato utilizado es el BOT-3000E, conocido también como Tribómetro digital.

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos



FIGURAS 25 y 26: Ensayo BOT-3000E. Fuente:  
[www.laboratorioderesbaladidad.com](http://www.laboratorioderesbaladidad.com).

En la elaboración de dichas normas han colaborado de forma estrecha tanto la Asociación American National Standard Institute (ANSI) como el Instituto National Floor Safety Institute (NFSI).





## 5. Marco normativo

La necesidad de crear espacios seguros y confortables, ha introducido en el mercado una gran variedad de productos que deben cumplir con unas exigencias básicas y específicas adecuadas al uso. La utilización de pavimentos en espacios públicos genera una serie de requerimientos relacionados con la resistencia al deslizamiento, como requisito básico de seguridad, derivándose requisitos de responsabilidad civil

Se inicia este capítulo haciendo referencia a la normativa que regula las condiciones de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad que han de cumplir los entornos, productos y servicios, por tratarse del ámbito normativo que ha introducido algún requerimiento sobre pavimentos.

Se recogen las principales normativas, tanto a nivel internacional, nacional o autonómico, en materia de accesibilidad universal y aplicada a los espacios públicos. Se destacan los artículos relacionados con los pavimentos.

En nuestro país ha existido un intenso desarrollo en los últimos

años relacionado con la mejora del entorno y el diseño para todos. Con la aprobación de leyes, Reales Decretos y Decretos, Órdenes Ministeriales, resoluciones y Ordenanzas Municipales, reflejando el cumplimiento de las directivas europeas y de las necesidades de todos los ciudadanos a poder realizar y desarrollar las actividades de la vida diaria.

## 5.1. Contexto normativo internacional

A nivel internacional los avances han sido importantes (De la Cruz Mera, Ángela. 2010). Encontramos la Resolución 48/96, de 20 de diciembre de 1993, de Naciones Unidas, ONU; mediante la cual se adoptaron las normas estándar en materia de igualdad de oportunidades de las personas con minusvalía, a la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y su Protocolo Facultativo de 2006, atendiendo a su consideración de accesibilidad y a las medidas que deben adoptar los Estados miembros del mismo organismo internacional. Se han creado instrumentos que garanticen que todas las personas participen de la sociedad, ejerciendo sus derechos como ciudadanos.

Los primeros pasos en materia de accesibilidad se recogen en las Naciones Unidas según:

- **Programa de Acción Mundial para las personas con Discapacidad**, aprobado por la Resolución 37/52, de 3 de diciembre de 1982, donde se establecen medidas sobre prevención, rehabilitación e igual de oportunidades.
- **Normas Uniformes sobre la igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad**, aprobadas por la Asamblea General de las Naciones Unidas mediante la Resolución 48/96, de 20 de diciembre de 1993 (publicada en el documento A/RES/48/96, de 4/3/94), mediante la cual se adoptaron las normas estándar en materia de igualdad de oportunidades de las personas con minusvalía<sup>10</sup>.
- **Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y su Protocolo Facultativo** de 13 de diciembre

<sup>10</sup> Esta resolución sirvió de marco normativo para muchos países, aunque jurídicamente no era vinculante. Fue necesario esperar a la Convención del 2008, para que los diferentes países la ratificaran como instrumento internacional (de la Cruz Mera, Ángela. 2011).

de 2006 de las Naciones Unidas (ONU), ratificado por España el 30 de marzo de 2007, y su ratificación por parte de los Estados miembros comenzó el 30 de marzo de 2007<sup>11</sup>.

Se recoge la accesibilidad como uno de los principios generales con el fin de que las personas con discapacidad puedan vivir de forma independiente y participar en todos los aspectos de la vida.

En la Unión Europea surgen diferentes instrumentos que cada país comunitario debe desarrollar dentro de sus respectivas normativas:

- **Carta Comunitaria de los derechos sociales fundamentales de los trabajadores**, adoptada en el Consejo Europeo de Estrasburgo el 9 de diciembre de 1989, de acuerdo con la cual toda persona con algún tipo de minusvalía, con independencia de su origen y naturaleza, debe poder beneficiarse de medidas adicionales que persigan favorecer su integración profesional y social, debiendo dichas medidas referirse, según la capacidad de los interesados, a la formación profesional, la ergonomía, la accesibilidad, la movilidad, los medios de transporte y la vivienda.
- **Libro Blanco sobre Política Social Europea**, adoptado por la Comisión Europea el 27 de julio de 1994.
- **Resolución** de 20 de diciembre de 1996, del Consejo y de los representantes de los Gobiernos de los Estados miembros de la Unión Europea, **sobre la igualdad de oportunidades de las personas con minusvalías**. Sobre la eliminación de la discriminación negativa que se ejerce contra las personas con minusvalía y la mejora de su calidad de vida. Los Estados miembros deberán desarrollar sus correspondientes normas con toda la amplitud que los recursos de la sociedad y la tecnología le permitan.
- **Resolución de ResAP (2001) 1**, sobre Introducción de los principios de la concepción universal en los programas de formación del conjunto de las profesiones que trabajan en el ámbito edificado.
- **Resolución ResAP (2001) 3**, Para la completa ciudadanía de las personas con discapacidad mediante nuevas tecnologías de integración.

<sup>11</sup> Origen en la Declaración de los derechos Humanos..

- **Plan de Acción del Consejo de Europa**, suscrito el 5 de abril de 2006, para la promoción de derechos y la plena participación de las personas con discapacidad en la sociedad: mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad en Europa 2006-2015.
- **Resolución del Consejo de Europa**, adoptada el 12 de diciembre de 2007, Alcanzar la plena participación a través del Diseño Universal. En ella se insta a los países miembros para que promuevan la participación plena en la vida de la comunidad y, en particular, eviten la creación de nuevas barreras, diseñando según los principios de Diseño Universal en su política, legislación y en la práctica cotidiana. Define el Diseño Universal como una estrategia que tiene como objetivo hacer accesible y comprensible, del modo más independiente y natural posible, el diseño y la composición de los diferentes entornos, productos, la tecnología y los servicios de la información, así como la comunicación

Estos instrumentos hacen que los diferentes países comiencen a desarrollar un marco legislativo importante en el ámbito de la accesibilidad y de las personas con discapacidad.

## 5.2. Contexto normativo nacional

España aceptó, en marzo del 2007, las obligaciones jurídicas establecidas en la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y su Protocolo Facultativo de 2006. En España entra en vigor el 3 de mayo de 2008, y como consecuencia se aprueba la **Orden Ministerial 561/2010**, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados.

Para llegar hasta esa orden, debemos hacer un análisis de la normativa en España, desde la Constitución Española hasta la actualidad.

Encontramos, dentro de la **Constitución Española de 1978**, los artículos que nos sirven de referencia y que serán el origen para el desarrollo de las siguientes figuras legislativas:

- **Artículo 9.2**, Corresponde a los poderes públicos promover las condiciones para que la libertad y la igualdad del individuo y de los grupos en que se integra sean reales y efectivas; remover

los obstáculos que impidan o dificulten su plenitud y facilitar la participación de todos los ciudadanos en la vida política, económica, cultural y social.

- **Artículo 10.1**, La dignidad de la persona, los derechos inviolables que le son inherentes, el libre desarrollo de la personalidad, el respeto a la ley y a los derechos de los demás son fundamento del orden político y de la paz social.
- **Artículo 14**, Los españoles son iguales ante la Ley, sin que pueda prevalecer discriminación alguna por razón de nacimiento, raza, sexo, religión, opinión o cualquier otra condición o circunstancia personal o social.
- **Artículo 49**, Los poderes públicos realizarán una política de previsión, tratamiento, rehabilitación e integración de los disminuidos físicos, sensoriales y psíquicos, a los que prestarán la atención especializada que requieran y los ampararán especialmente para el disfrute de los derechos que este Título otorga a todos los ciudadanos.

En cuanto al reparto competencial en materia de accesibilidad, se establece que será el Estado el que tenga competencia para la regulación de las condiciones básicas que garanticen la igualdad de todos los españoles en el ejercicio de los derechos y en el cumplimiento de los deberes constitucionales (artículo 149.1.1ª). Las Comunidades Autónomas serán competentes en el desarrollo de normas con incidencia en la accesibilidad y no discriminación (artículo 148).

Las Comunidades Autónomas han hecho uso de sus competencias para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y, particularmente, de las personas con movilidad reducida o cualquier otra limitación, en cumplimiento del mandato constitucional del principio de igualdad y en desarrollo y complemento de la legislación estatal al respecto. En los correspondientes Estatutos de Autonomía se reconocen, de un lado, la obligación de los poderes públicos de promover y hacer efectivo el principio de igualdad, removiendo los obstáculos que impidan su consecución, y de otro, las competencias autonómicas para promover la accesibilidad y la supresión de barreras arquitectónicas, así como, en otros casos, la no discriminación. (de la Cruz Mera, Ángela, 2010).

Dentro del marco legislativo y reglamentario estatal se han dictado una serie de normas que regulan las condiciones básicas que garanticen la igualdad de todos los españoles en el ejercicio de los derechos y el cumplimiento de los deberes constitucionales.

A continuación se enumeran las normas más importantes que han dado lugar al desarrollo de reglamentos u otras normas haciendo una breve descripción del contenido y destacando aquellas en las que se menciona la accesibilidad a los espacios públicos:

- **Ley 13/1982, de 7 de abril, de integración social de los minusválidos (LISMI).**

Se trata de la primera ley que da cumplimiento al mandato Constitucional en materia de igualdad para todos los individuos.

- **Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).**

En dicha Ley se considera la accesibilidad como uno de los requisitos básicos que han de reunir los edificios.

- **Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de Igualdad de Oportunidades, no Discriminación y Accesibilidad Universal de las personas con discapacidad (LIONDAU).**

Es considerada como el punto de inflexión de la legislación española. Marca un antes y un después en la concepción de las personas con discapacidad. En esta ley se reconocen las condiciones limitativas que impone la sociedad, diseñado para personas sin discapacidad, dejando fuera de cualquier actividad diaria a las personas con discapacidad. Marca la obligatoriedad de diseñar para todos los ciudadanos. A partir de esta ley se desarrollan una serie de Órdenes, reglamentos técnicos (Orden VIVI/561/2010).

En su artículo 2, apartado c) y d), destacamos los principios sobre accesibilidad universal y diseño para todos:

*c) **Accesibilidad universal:** la condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad y de la forma más*

*autónoma y natural posible. Presupone la estrategia de «diseño para todos» y se entiende sin perjuicio de los ajustes razonables que deban adoptarse.*

*d) **Diseño para todos:** la actividad por la que se concibe o proyecta, desde el origen, y siempre que ello sea posible, entornos, procesos, bienes, productos, servicios, objetos, instrumentos, dispositivos o herramientas, de tal forma que puedan ser utilizados por todas las personas, en la mayor extensión posible.*

El ámbito de aplicación incorpora los **espacios públicos urbanizados**.

- **Real Decreto 366/2007, de 16 de marzo, por el que se establecen las condiciones de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad en sus relaciones con la Administración General del Estado.**

Se incluyen artículos que hacen referencia a la accesibilidad urbana, más relacionada con la accesibilidad a las oficinas de la Administración General del Estado.

*En el artículo 4 Ubicación de las Oficinas de Atención al Ciudadano, dentro del Capítulo II. Accesibilidad en las oficinas de Atención al Ciudadano, se hace referencia a los itinerarios accesibles y establece las condiciones que un itinerario urbano accesible debe cumplir con los criterios establecidos en la Norma UNE 41510:2002 Accesibilidad en la edificación. Espacios de circulación horizontal<sup>12</sup>.*

*En el artículo 5 Acceso a las Oficinas, en su apartado 2 b): "El suelo será continuo entre el espacio exterior e interior. Cualquier elemento en el suelo, como canaletas de recogida de agua, felpudos, etc. Estará enrasado con el pavimento".*

- **Ley 39/2006, de 14 de diciembre, de Promoción de la Autonomía Personal y Atención a las personas en situación de dependencia.**

Se desarrolla la Ley de Dependencia con la creación de un Sistema para la Autonomía y Atención a la Dependencia (SAAD).

---

<sup>12</sup> Las normas UNE que aparecen en la normativa serán desarrolladas en el capítulo correspondiente.

- **Ley 49/2007, de 26 de diciembre, por la que se establece el régimen de infracciones y sanciones en materia de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.**

Se trata de un complemento y desarrollo de la LIONDAU.

El desarrollo normativo estatal tiene un complemento reglamentario según los Reales Decretos:

- **Real Decreto 1417/2006, de 1 de diciembre, por el que se establece el sistema arbitral para la resolución de quejas y reclamaciones en materia de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad por razón de discapacidad.**

El sistema queda enmarcado dentro de las acciones de la LIONDAU relacionado con las quejas y reclamaciones de las personas con discapacidad en materia de accesibilidad, entre otras, *Espacios públicos urbanizados, infraestructura y edificación.*

- **Real Decreto 505/2007, de 20 de abril, por el que se aprueban las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones.**

Este Real Decreto es el desarrollo de la LIONDAU. Con su aprobación se dio cumplimiento a la disposición final novena de la LIONDAU, regulando por primera vez en España en una norma de rango estatal, las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones. Hasta aquél momento, este tipo de determinaciones sólo se contenían en la normativa específica de accesibilidad relativa al diseño de los entornos urbanos, adoptadas por las Comunidades Autónomas en el ejercicio de sus competencias exclusivas en materia de urbanismo.

Esta norma remite a la elaboración y desarrollo, en un documento técnico, de las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados, aprobado mediante Orden del Ministerio de Vivienda, considerándose el origen del Documento Técnico de la Orden Ministerial 561/2010.

Adentrándonos en las condiciones encontramos, en el Capítulo II *Condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados, referencia a los pavimentos. Dentro del artículo 12. Elementos de urbanización:*

*7. La pavimentación de los itinerarios peatonales dará como resultado una superficie continua y sin resaltes, que permita la cómoda circulación de todas las personas. **El pavimento tendrá una resistencia al deslizamiento que reduzca el riesgo de los resbalamientos.** Se evitarán elementos sueltos o disgregados que pueden dificultar el paso.*

• **Orden PRE/446/2008, de 20 de febrero, por la que se determinan las especificaciones y características técnicas de las condiciones y criterios de accesibilidad y no discriminación establecidos en el Real Decreto 366/2007, de 16 de marzo.**

En esta orden se exponen las especificaciones, características técnicas de las condiciones y criterios de accesibilidad y no discriminación establecidos en el Real Decreto 366/2007.

*El artículo 4 Pavimentación de las oficinas de Atención al ciudadano.* Se destaca el presente artículo por hacer referencia al pavimento interior y una descripción de las características más amplia, dentro de la normativa estatal.

*1. Las características de los pavimentos que se utilicen en la totalidad de la superficie que comprenda la oficina de atención al ciudadano deben cumplir con su estabilidad y dureza, su capacidad antideslizamiento en seco y en mojado, ausencia de rugosidades distintas de la propia pieza, ausencia de deslumbramientos y reflejos y correcta transmisión de información. Como característica complementaria debe verificarse su facilidad de limpieza.*

*2. A tal efecto, los pavimentos de las Oficinas de Atención al Ciudadano tendrán en consideración las siguientes características técnicas:*

- **Estabilidad y dureza.** *El pavimento que se utilice en la totalidad de la superficie que comprenda la oficina administrativa debe ser estable y duro, sin contener elementos*

*suelos y resultar suficientemente resistente como para permitir la circulación y arrastre de elementos pesados, sillas de ruedas o vehículos rodantes para el transporte de personas con discapacidad sin que se produzcan deformaciones.*

- **Deslizamiento.** *Los pavimentos utilizados en las superficies previstas para deambular en la totalidad de la superficie que comprenda la oficina administrativa no deben ser deslizantes.*

*Del mismo modo, el pavimento utilizado en escaleras y rampas no debe ser deslizante. Se recomienda que se incluya, en la huella, una banda antideslizante de 5 cm de anchura ubicada a 3 cm del borde, diferenciada en color y textura del resto del pavimento, al menos, en el arranque. Las bandas no deben sobresalir a fin de evitar tropiezos.*

*Para facilitar la localización y acceso a las escaleras, se debe colocar, antes del primer escalón y después del último, una franja señalizadora de textura y color contrastado de, al menos, 60 cm de fondo.*

*Todos los elementos utilizados para cubrir pavimentos, como alfombras y moquetas, entre otros, deben permanecer fijos al suelo, de modo que no puedan deslizarse sobre éste. No deben impedir el correcto desplazamiento de elementos rodantes. También debe evitarse la formación de bolsas de aire entre el suelo y estos elementos, así como el levantamiento de sus bordes, con el fin de evitar que los usuarios puedan tropezar y caer.*

- **Uniformidad.** *La superficie del pavimento debe ser uniforme y estar exenta de irregularidades que dificulten las operaciones de andar, rodar o mover objetos preparados para ello (silla de ruedas, carros o similares).*

*Todas las aberturas y huecos practicados en el suelo (salidas de aire y análogas) deben disponer de los correspondientes elementos de cierre situados al mismo nivel que el suelo contiguo y fabricados con materiales que ofrezcan resistencia suficiente a la deformación bajo la acción de pisadas, elementos de apoyo o ruedas.*

*Las aberturas y agujeros que pudieran existir en las superficies*

*previstas para andar (tapas, rejillas, entarimados o similares) no deben representar un riesgo frente al atrapamiento, incluidos los elementos habituales de apoyo (bastones, muletas, andadores), ni oponer resistencia a la rodadura. La dimensión de los huecos de estos elementos deberá ser la adecuada para impedir la introducción y encallamiento de conteras de bastones, muletas u otros análogos.*

- **Deslumbramiento y reflectividad.** *El pavimento que se utilice en la totalidad de la superficie que comprenda la oficina de atención al ciudadano debe evitar el deslumbramiento indirecto de los usuarios por reflexión de las fuentes de luz existentes y también aquellos reflejos que puedan producir confusión o desorientación. Para ello debe evitarse la utilización de suelos brillantes, espejados o muy pulimentados.*

- **Transmisión de la información.** *El pavimento que se utilice en la totalidad de la superficie que comprenda la oficina de atención al ciudadano debe tener presente, mediante una adecuada elección y ubicación, los criterios establecidos por los comités técnicos vinculados a las organizaciones nacionales de personas con discapacidad con especial relevancia en la visual y en la intelectual, a fin de favorecer la transmisión de información y la mejora de la orientación a través de características como su textura, sonoridad y color.*

• **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).**

Encontramos el origen de este Real Decreto en la LIONDAU, en cuyo artículo 10 y en la disposición final novena, se dispuso que el Gobierno regularía, sin perjuicio de las competencias atribuidas a las Comunidades Autónomas y a las Corporaciones Locales, unas condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación que garantizaran unos mismos niveles de igualdad de oportunidades a todos los ciudadanos con discapacidad, en los distintos ámbitos de aplicación de la Ley, entre los que figuran, tanto los edificios, como los espacios urbanizados.

Con la aprobación de este Real Decreto se derogan las anteriores Normas Básicas de la Edificación, NBE. Se trata de una normativa basada en prestaciones y dirigida hacia la edificación. Compuesto por un conjunto de normativas desarrolladas en Documentos

### Básicos<sup>13</sup>.

La necesidad de establecer el referente unificador normativo y efectivo, cuya ausencia durante estos últimos años hizo que el Real Decreto 505/2007 atribuyera una serie de desigualdades y discriminaciones que, a pesar de la indiscutible mejora global experimentada, seguía planteando el actual panorama normativo de las condiciones de accesibilidad de las personas con discapacidad en los edificios, a escala nacional.

Tiene por objeto la regulación, a nivel estatal, de unas condiciones básicas de accesibilidad y de uso de los edificios que eviten la discriminación de ciudadanos con algún tipo de discapacidad a la hora de acceder y utilizar instalaciones, edificios o locales tanto públicos, como privados.

• **Orden Ministerial 561/2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el Documento Técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados.**

Se trata de un documento Técnico que se complementa con el Real Decreto anterior, 314/2006, CTE. El CTE tiene como objetivo las prestaciones de los edificios, público y privados, así como el entorno próximo de los accesos y la Orden 561/2010 va dirigida hacia los espacios públicos urbanizados<sup>14</sup>.

El presente documento técnico desarrolla el mandato contenido en la disposición final cuarta del Real Decreto 505/2007, ya citado, que demanda la elaboración de un documento técnico de las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados por medio de Orden del Ministerio de Vivienda. Desarrolla asimismo los criterios y condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación, aplicables en todo el Estado, presentados de forma general en dicho Real Decreto.

• **Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación (CTE), de 17 de marzo de 2006,**

<sup>13</sup> Por la importancia del CTE para la presente investigación, se hace un análisis más exhaustivo en un capítulo propio.

<sup>14</sup> Por la importancia la ORDEN MINISTERIAL 561/2010 para la presente investigación, se hace un análisis más exhaustivo en un capítulo propio.

**en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.**

Se incorpora al CTE el Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad.

### **5.3. Contexto normativo autonómico**

Se presenta la legislación autonómica en materia de accesibilidad más significativa, destacando los artículos y apartados que hacen referencia a los pavimentos en los espacios públicos.

En muchos casos ha quedado obsoleta con la entrada en vigor del Real Decreto 314/2006, CTE, y la Orden Ministerial VIV/561/2010, para espacios públicos urbanizados. Se han ido introduciendo nuevos conceptos sobre la no discriminación, accesibilidad y diseño para todos.

#### **5.3.1. Andalucía**

- **Decreto 72/1992, de 5 de mayo, por el que se aprueban las normas técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte en Andalucía.** (B.O.J.A. de 23-5-92).

Artículo 7. **Pavimentos:**

*1.- Los pavimentos de los itinerarios especificados en el artículo anterior serán **antideslizantes**, variando la textura y color de los mismos en las esquinas, paradas de autobuses y cualquier otro posible obstáculo.*

- **Orden de 5 de septiembre de 1996, por la que se aprueba el modelo de ficha para la justificación del cumplimiento del Decreto 72/1992, de 5 de mayo, de la Consejería de la Presidencia de la Junta de Andalucía.** (B.O.J.A. de 26-9-96)
- **Decreto 293/2009, de 7 de julio, por el que se regulan las normas para la accesibilidad en las infraestructuras, el urbanismo, la edificación y el transporte en la comunidad autónoma de Andalucía.**

Las características de los pavimentos las encontramos dentro del Título I. Accesibilidad en las infraestructuras y el urbanismo, en el Capítulo I. Espacios y elementos de uso público.

## Sección 6.ª Pavimentos

### Artículo 31. Pavimentos en plazas, espacios libres e itinerarios peatonales.

Los **pavimentos** en plazas, espacios libres e itinerarios peatonales reunirán los siguientes requisitos:

- a) Serán **antideslizantes, en seco y en mojado**, sin exceso de brillo e indeformables, salvo en las zonas de juegos infantiles, actividades deportivas u otras análogas que por sus condiciones de uso requieran pavimentos que hayan de ser deformables.
- b) Estarán firmemente fijados y ejecutados de tal forma que no presenten elementos sueltos, cejas ni rebordes entre las distintas piezas, variando la textura y el color del mismo en los casos establecidos en el presente Reglamento.
- c) Se prohíbe en cualquier caso el uso de grava suelta.

### 5.3.2. Aragón

• **Ley 3/1997, de 7 de abril, de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas, de Transportes y de la Comunicación.** (B.O.A. de 18-4-97)

Se establecen medidas de fomento y control en el cumplimiento de la normativa dirigida a suprimir y evitar cualquier tipo de barrera u obstáculo físico o sensorial.

• **Decreto 19/1999, de 9 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas, de Transportes y de la Comunicación.** (B.O.A. de 15-3-99)

Nota: Modificado por el Decreto 108/2000, de 29 de mayo (B.O.A. de 7-6-00) y la Orden de 15-6-00 (B.O.A. de 5-7-00).

*En el Anexo II, apartado 1.1.4. Pavimentos:*

*Los pavimentos tendrán superficies duras, antideslizantes, continuas y regladas.*

### 5.3.3. Asturias

- **Ley 5/1995, de 6 de abril, de promoción de la accesibilidad y supresión de barreras.** (B.O.P.A. de 19-4-95).

#### *Artículo 6. Pavimentos:*

*El pavimento de los itinerarios especificados en el artículo anterior será compacto, duro, regular, antideslizante y sin resaltes distintos a los propios del grabado de las piezas, que serán los mínimos que resulten necesarios,.....*

- **Decreto 37/2003, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 5/1995, en los ámbitos arquitectónico y urbanístico.** (B.O.P.A. de 11-6-03)

#### *Artículo 10.-Pavimentos:*

*El pavimentos de los itinerarios peatonales debe reunir las condiciones y especificaciones siguientes:*

- a) Será compacto, duro, regular, antideslizante y sin resaltes distintos a los propios del grabado de las piezas, que serán los mínimos que resulten necesarios,...*

### 5.3.4. Baleares

- **Ley 3/1993, de 4 de mayo, para la mejora de la accesibilidad y de la supresión de las barreras arquitectónicas.** (B.O.C.A.I.B. de 20-5-93)

#### *Artículo 10 Pavimentos*

*1. Los pavimentos de los itinerarios para viandantes serán duros, antideslizantes y sin resaltes.*

- **Decreto 20/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Supresión de Barreras Arquitectónicas.** (B.O.I.B. de 18-3-03)

*Dentro del anexo I, Normas de accesibilidad arquitectónica, encontramos un apartado dedicado a los pavimentos.*

*1.2 Elementos de urbanización adaptados.*

*1.2.1. Pavimentos en espacios de uso público.*

*Un pavimento se considera adaptado cuando cumple los requisitos siguientes:*

- Es duro, **no deslizante** y sin resaltes diferentes a los propios del grabado de las piezas. Se admite, en parques y jardines, pavimento de tierras compactadas con un 90% PM (Próctor modificado).*
- Se coloca un pavimento con textura diferenciada para detectar los pasos de peatones...*

### 5.3.5. Canarias

• **Ley 8/1995, de 6 de abril, de Accesibilidad y Supresión de Barreras Físicas y de la Comunicación.** (B.O.C.A.C. de 24-4-95).

*La presente Ley tiene por objeto:*

- a) Facilitar la accesibilidad y utilización de los bienes y servicios de la sociedad por parte de todas aquellas personas con movilidad o comunicación reducida o con cualquier otra limitación, tengan éstas carácter permanente o transitorio.*
- b) Promover ayudas técnicas adecuadas para evitar y suprimir las barreras y todos aquellos obstáculos físicos y sensoriales que impidan o dificulten el normal desenvolvimiento de aquel sector de la población.*
- c) Arbitrar los medios de control del cumplimiento efectivo de lo en ella dispuesto.*

• **Decreto 227/1997, de 18 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 8/1995, de 6 de abril, de accesibilidad y supresión de barreras físicas y de la comunicación.** (B.O.C.A.C. de 21-11-97). Nota: Modificado por el Decreto 148/2001, de 9 de julio. (B.O.C.A.C. de 18-7-01).

El Decreto describe cómo deben ser los pavimentos en el artículo 6.diseño y trazado de recorridos públicos, apartado 2.

#### *2. Pavimento.*

*Se trata del suelo o superficie artificial que se coloca para que el piso esté sólido y llano. El de los itinerarios peatonales será, en general, duro, de material no deslizante, considerándose*

*adaptado cuando cumpla las condiciones especificadas en la Norma U.1.2.2 del anexo 1.*

*También se consideran pavimentos adaptados los suelos blandos de arena o tierra, cuando, cumpliendo las especificaciones de la Norma U.1.2.3 del anexo 1, permiten la libre y cómoda circulación de sillas de ruedas, coches de niños y todo tipo de personas con movilidad reducida*

*En el anexo 1.- Urbanismo, dentro de la norma U.1.2.2.*

**Pavimentos adaptados:**

*Se consideran aptos, es decir adaptados, cuando se ajustan a las siguientes condiciones:*

*1. Son duros, no deslizantes o antideslizantes y están ejecutados de forma que no existen cejas ni rebordes y las únicas hendiduras o resaltes que presentan son las del dibujo del material de piso. Se admiten hasta 4 mm de alto y separaciones de hasta 5 mm.*

*2. En determinados y específicos lugares presentan distintas texturas y aún color que están especialmente colocados para indicar al peatón ciego o con problemas de visión que está en una zona en la que existe algún riesgo o como aviso de la existencia de vados, salida de vehículos, arranque de escalera, etc., por lo que los denominamos "Pavimento especial señalizador".*

### 5.3.6. Cantabria

• **Decreto 61/1990, de 6 de julio, sobre evitación y supresión de barreras arquitectónicas y urbanísticas en Cantabria.** (B.O.C. de 29-11-90).

**Artículo 5. Pavimentos.**

*Los pavimentos del viario urbano peatonal serán duros y no deslizantes, sin resaltes entre piezas y permitiéndose sólo pequeños resaltes en su propio dibujo.*

• **Ley de Cantabria 3/1996, de 24 de septiembre, sobre Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas y de la Comunicación.** (B.O.C. de 2-10-96).

## *Artículo 7. Pavimentos.*

*1. Los pavimentos de los itinerarios peatonales serán duros, antideslizantes y sin resaltos.*

### **5.3.7. Castilla-La Mancha**

• **Ley 1/1994, de 24 de mayo, de Accesibilidad y Eliminación de Barreras en Castilla-La Mancha.** (D.O.C.M. de 24-6-94).

Dentro del Capítulo de Accesibilidad Urbanística, se desarrolla el apartado 6. *Itinerarios peatonales accesibles.*

*... 3. Los pavimentos de los itinerarios peatonales serán duros, antideslizantes y sin resaltes, y en ellos deberán enrasarse las rejillas, registros, protecciones de alcorques y otros de naturaleza análoga. Se utilizarán bandas de textura y color diferenciado para señalar los accesos a otros itinerarios o a edificios y servicios públicos.*

• **Decreto 158/1997, de 2 de diciembre, del Código de Accesibilidad en Castilla-La Mancha.** (D.O.C.M. de 5-12-97).  
Corrección de errores en D.O.C.M. de 20-2-98

El Código desarrolla la Ley 1/1994.

Las condiciones de los itinerarios peatonales se establecen en el Anexo 1. *Normas de Accesibilidad Urbanística, 1.1. Itinerarios peatonales accesibles; 1.1.1. Itinerario peatonal accesible:*

*Un itinerario peatonal se considera accesible cuando cumple los siguientes requisitos:*

*-...El pavimento es duro, antideslizante y sin relieves diferentes a los propios del grabado de las piezas. Varía su textura y color en las esquinas, paradas de autobús, en las zonas del itinerario donde se ubique el mobiliario urbano u otros posibles obstáculos. Se recomienda una textura lisa para el espacio libre peatonal y una rugosa para los espacios con obstáculos. En parques y jardines, se admite un pavimento de tierras compactadas con un 90% PM (Próctor modificado)*

*- Se coloca un pavimento con textura diferenciada para detectar pasos de peatones...*

### 5.3.8. Castilla-León

- **Ley 3/1998, de 24 de junio, de Accesibilidad y Supresión de Barreras.** (B.O.C.y L. de 1-7-98). Nota: Modificada por la Ley 11/2000, de 28 de diciembre. (B.O.C.y L. de 30-12-00).

Dentro del Capítulo II se desarrollan las barreras Urbanísticas. En su apartado 14. Itinerarios peatonales, se expone que se fijarán las características de los pavimentos, formando parte de las condiciones de diseño de los itinerarios peatonales, a través del Reglamento.

- **Decreto 217/2001, de 30 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Accesibilidad y Supresión de Barreras.** (B.O.C.y L. de 4-9-01)

*Artículo 20. – Pavimentos de los itinerarios peatonales. (Anexo IV).*

- 1. Serán **no deslizantes** tanto en seco como en mojado, continuos y duros.*
- 2. Se utilizará pavimento táctil, con color y textura contrastados con el resto del pavimento, en vados, comienzo y final de rampas y escaleras, paradas de autobuses y análogos. El pavimento táctil que se use para los vados y sus franjas de señalización, será diferente del resto del pavimento de señalización. Se entenderá que se cumple la característica de color contrastado cuando el pavimento táctil esté bordeado por una franja perimetral de entre 0,30 y 0,40 metros de color claramente contrastado.*
- 3. Las franjas de pavimento táctil tendrán una anchura no inferior a 0,90 metros ni superior a 1,20 metros. Todas las franjas de pavimento táctil que se coloquen deberán llegar con la anchura mencionada hasta la línea de la edificación que esté más próxima, y se colocarán en sentido perpendicular a la dirección de la marcha.*
- 4. Se evitará la tierra sin compactar, la grava o guijarros sueltos.*
- 5. Cada Ayuntamiento acordará un único criterio respecto a la simbología, color y textura del pavimento táctil, oídas las asociaciones de discapacitados afectadas.*

### 5.3.9. Cataluña

- **Ley 20/1991, de 25 de noviembre, de promoción de la accesibilidad y de supresión de barreras arquitectónicas.** (D.O.G.C. de 4-12-91).

Se trata del punto de partida normativo en el ámbito de la supresión de las barreras arquitectónicas, siendo el instrumento para la unificación de los criterios y medidas técnicas a aplicar.

- **Decreto 135/1995, de 24 de marzo, de desarrollo de la Ley 20/1991, de 25 de noviembre, de promoción de la accesibilidad y de supresión de barreras arquitectónicas, y de aprobación del Código de accesibilidad.** (D.O.G.C. de 28-4-95). Nota: Modificado por el Decreto 97/2002, de 5 de marzo. (D.O.G.C. de 25-3-02)

En el Anexo I, Normas de accesibilidad Urbanística, *1.1 Itinerarios adaptados,*

#### *1.1.1 Itinerario peatonal adaptado:*

*Un itinerario peatonal se considera adaptado cuando cumple los siguientes requisitos:*

*... El **pavimento** es duro, **antideslizante** y sin relieves diferentes a los propios del grabado de las piezas. Tiene una pendiente transversal no superior al 2%.*

#### *1.1.2 Itinerario mixto peatonal y vehículos adaptados.*

*Un itinerario mixto se considera adaptado cuando cumple los siguientes requisitos:*

*... El **pavimento** es duro, **antideslizante** y sin relieves diferentes a los propios del grabado de las piezas. Tiene una pendiente transversal no superior al 2%.*

### 5.3.10. Extremadura

- **Ley 8/1997, de 18 de junio, de Promoción de la Accesibilidad en Extremadura.** (D.O.E. de 3-7-97). Nota: Modificada por la Ley 6/2002, de 27 de junio. (D.O.E. de 23-7-02).

**Artículo 7. Pavimentos.**

*1. Los pavimentos de los itinerarios especificados en el artículo*

*anterior serán duros, antideslizantes y sin resaltes distintos al propio de los grabados de las piezas.*

- **Decreto 8/2003, de 28 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Promoción de la Accesibilidad en Extremadura.** (D.O.E. de 20-3-03)

#### **Artículo 11.- Pavimentos.**

*Son las superficies artificiales que se colocan para conseguir que el piso posea una adecuada consistencia y continuidad. Los pavimentos utilizados en los itinerarios peatonales serán duros, **no deslizantes**, y sin resaltes distintos al propio de los grabados de las piezas y se considerarán accesibles cuando cumplan las condiciones especificadas en la Norma U.I.4.*

*En el caso de suelos blandos de arena o tierra, se considerarán pavimentos adaptados si existen recorridos que permitan la circulación cómoda en sillas ruedas, coches de niños y todo tipo de personas con movilidad reducida y cumplen las especificaciones de la Norma U.I.11.*

*Encontramos en el Anexo una descripción de cómo deberían ser los pavimentos, dentro del Capítulo I. Urbanismo, U.1. Normas de diseño de los elementos de urbanización. En la norma U.1.1. Itinerarios peatonales accesibles y en la U.1.4. Pavimentos.*

#### **U.1.1. ITINERARIOS PEATONALES ACCESIBLES:**

##### **6. Pavimentos:**

- *El **pavimento es no deslizante**, duro, y no presenta cejas ni más resaltes que los dibujos o hendiduras de los elementos que lo constituyen, según la Norma U.I.4.*
- *Cuando el trazado del itinerario incluye una zona ajardinada las sendas peatonales pueden ser de arena o tierra adecuadamente compactadas, o bien recubrirse con una capa de riego asfáltico, quedando siempre libres de gravilla o cualquier otro material suelto. – Se admite en parques y jardines, pavimentos de tierras compactadas con un 90% P.M. (Próctor modificado).*
- *Se colocará un pavimento con textura diferenciada para poder detectar personas con deficiencias visuales los pasos de*

*peatones, mediante una franja-guía con una anchura de entre 90 y 120 cm y de toda la amplitud de la acera, situada en el centro del vado del paso peatonal, para así asegurar el tránsito de personas con graves deficiencias visuales por la zona central del mismo y con toda seguridad.*

#### U.1.4.- PAVIMENTOS

Los **pavimentos** de los itinerarios peatonales tanto en viario urbano como en los espacios públicos, parques, jardines, etc., cumplirán los siguientes requisitos:

##### U.1.4.1. Características generales:

- Los pavimentos adaptados serán duros y **no deslizantes**.
- Se ejecutarán de forma que no existan cejas ni rebordes.
- Las únicas hendiduras o resaltes existentes serán las del propio dibujo del material del pavimento, admitiéndose un máximo de 4 mm en vertical y separaciones horizontales no superiores a 5 mm.

### 5.3.11. Galicia

• **Decreto 286/1992, de 8 de octubre (Consejería de la Presidencia y administración Pública), de accesibilidad y Eliminación de barreras** (D.O.G. de 21 de octubre de 1992)

*Artículo 6.º Pavimentos.*

*Los **pavimentos** de los itinerarios peatonales accesibles serán continuos, duros, **antideslizantes**, regulares, compactos y fijados firmemente al elemento de soporte, variando la textura de los mismos en las condiciones y en los supuestos establecidos en la base 2.a del Anexo I, en la que también se fijan las características de las rejillas, zanjas y registros situados en el plano del pavimento.*

• **Ley 8/1997, de 20 de agosto, de accesibilidad y supresión de barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia.** (D.O.G. de 29-8-97)

*Dentro del artículo 9 Elementos de urbanización, se expone: Los elementos de urbanización, tales como **pavimentos**, saneamiento, alcantarillado, alumbrado, redes de telecomunicación y redes*

*de suministro de agua, electricidad, gases y aquellas otras que materialicen las indicaciones del planeamiento urbanístico, poseerán unas características de diseño y ejecución tales que no constituyan obstáculo para la libertad de movimientos de cualquier persona.*

*En el anexo Disposiciones sobre barreras arquitectónicas urbanísticas se incluye: Pavimentos: Los pavimentos deberán ser duros, antideslizantes y sin resaltes.*

• **Decreto 35/2000, de 28 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo y ejecución de la Ley de accesibilidad y supresión de barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia.** (D.O.G. de 29-2-00)

*En el Anexo 1. Código de accesibilidad. Base I. Disposiciones sobre barreras Arquitectónicas urbanísticas, dentro de Base 1.2. Elementos de urbanización.*

*1.2.1. Pavimentos.*

*A. Características generales.*

*Los pavimentos deberán ser duros, antideslizantes y sin resaltes.*

### 5.3.12. La Rioja

• **Ley 5/1994, de 19 de julio, de supresión de barreras arquitectónicas y promoción de la accesibilidad.** (B.O.L.R. de 23-7-94)

Con esta Ley se garantizaba la accesibilidad y utilización de los bienes y servicios de la sociedad a las personas con discapacidad, con la creación de una normativa orientada a suprimir y evitar cualquier barrera u obstáculo, físico y sensorial.

No hace mención a los pavimentos.

• **Decreto 19/2000, de 28 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Accesibilidad en relación con las Barreras Urbanísticas y Arquitectónicas, en desarrollo de la Ley 5/1994, de 19 de julio.** (B.O.L.R. de 3-6-00).

El reglamento desarrolla la Ley 5/1994.

Se elaboran las normas de diseño y trazado de los recorridos públicos. En la Norma 1.U.Itinerario de tráfico peatonal y 2.U Itinerarios mixtos, se hace mención a los pavimentos.

*5.-El **pavimento** es duro, **no deslizante**, su ejecución es perfecta, lo que significa que no presenta cejas ni más resaltes que los dibujos o hendiduras de las losas que los constituyen.*

*6.-Si el trazado del itinerario comprende una zona ajardinada, las sendas peatonales pueden ser de suelo blando, esto es, de arena o tierra, pero debidamente compactado o estar cubiertas con una capa de riego asfáltico y, en cualquier caso, estarán exentas de gravilla o cualquier otro material suelto.*

En la Norma 4.U. *Pavimentos adaptados* se hace una descripción más amplia de las características:

*Se considerarán aptos, es decir, practicables o adaptados, cuando se ajusten a las condiciones siguientes:*

*1.- Serán duros, **no deslizantes o antideslizantes** y estarán ejecutados de forma que no presenten cejas, ni rebordes y las únicas hendiduras o resaltes que tengan sean las del dibujo del material de piso, considerándose admisible un máximo de 4 mm de alto y 5 mm en separaciones.*

*2.- En determinados y específicos lugares presentarán distinta textura y aún color que estén especialmente colocados para indicar al ciego o con problemas de visión, que están en una zona en la que existe algún riesgo o como aviso de la existencia de vados peatonales y vados de vehículos, etc. Denominamos a este pavimento "Pavimento Especial Señalizador" (PES)*

### 5.3.13. Madrid

• **Ley 8/1993, de 22 junio, de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas.** (B.O.C.M. de 29-6-93)

Dentro de las Disposiciones sobre el diseño de los elementos de la Urbanización, se establecen las características de los pavimentos.

#### 6. Pavimentos

*El **pavimento** de los itinerarios especificados en el artículo anterior será **antideslizante** y sin resaltes distintos a los propios*

*del grabado de las piezas, variando la textura y color del mismo en las esquinas, vados, paradas de autobús y otros lugares de interés u obstáculos que se encuentren en su recorrido...*

• **Decreto 138/1998, de 23 de julio, por el que se modifican determinadas especificaciones técnicas de la Ley 8/1993, de 22 de junio, de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas.** (B.O.C.M. de 30-7-98)

En el apartado de pavimentos se modifica la especificación técnica regulada por el artículo 6 de la Ley 8/1993, de 22 de junio, de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, que queda establecida de la siguiente forma:

*El pavimento de los itinerarios peatonales será duro y estable, sin piezas sueltas, salvo en los ámbitos señalados en el artículo 11, que podrá poseer una compactación mayor del 90 por 100 Proctor Modificado.*

*No presentará cejas, resaltes, bordes o huecos que haga posible el tropiezo de personas. ni será deslizante en seco o mojado. Se utilizará la diferenciación de textura y color, para informar del encuentro con otros modos de transporte.*

• **Decreto 13/2007, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Desarrollo en Materia de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas.** (B.O.C.M. de 24-4-07)

Se desarrollan una serie de normas. Las características del pavimento se describen en la Norma 2. Itinerario Exterior; 1. Elementos de los itinerarios peatonales;

#### *1.4. Pavimentos.*

a) *El pavimento de los itinerarios peatonales será duro y estable, sin piezas sueltas, con independencia del sistema constructivo que, en todo caso, impedirá el movimiento de las mismas. Asimismo no presentará cejas, resaltes, bordes o huecos, que hagan posible el tropiezo de las personas, ni será deslizante en seco o mojado.*

b) *En las zonas en las que se comparta el tránsito peatonal y de vehículos, es decir, que supongan una plataforma única de*

*circulación con sus respectivos pavimentos enrasados, a efectos de su diferenciación con respecto al de vehículos, el correspondiente a la circulación peatonal, deberá ser de alto contraste y acanaladura homologada de, al menos, 120 cm de ancho, que habrá de colocarse en el sentido longitudinal de la marcha.*

### 5.3.14. Murcia

• **Orden de 15 de octubre de 1991, de la Consejería de Política Territorial, Obras Públicas y Medio Ambiente, sobre accesibilidad en espacios públicos y edificación.** (B.O.R.M. de 11-11-91)

En el Capítulo II, Barreras Exteriores encontramos:

*Artículo 5º Disposiciones en planta.*

#### *5.2.- Pavimentos*

*1. Los pavimentos destinados a tránsito peatonal serán, en general, duros y antideslizantes. Su textura y relieve permitirán un desplazamiento cómodo y sin tropiezos.*

*2. Los suelos terreros, en itinerarios y zonas peatonales de parques y jardines, se realizarán con tierras arenosas permeables, compactadas hasta una densidad no menor del 95% del ensayo Proctor modificado.*

### 5.3.15. Navarra

• **Ley Foral 4/1988, de 11 de julio, sobre barreras físicas y sensoriales.** (B.O.N. DE 15-7-88).

Se establecen disposiciones y normas destinadas a facilitar la accesibilidad y utilización de todos por todos los ciudadanos de las nuevas realizaciones en los espacios libres de edificación y de los nuevos edificios y locales de uso o concurrencia públicos, así como de las nuevas unidades de transporte público de viajeros y de determinados medios de comunicación de dominio público o de uso en las Administraciones públicas; Con similares objetivos de mayor bienestar, la Ley Foral también pretende posibilitar la gradual eliminación de las barreras físicas o sensoriales actualmente existentes en los ámbitos precedentemente señalados.

Se considera como elemento de urbanización al pavimento, pero no se marcan características.

- **Decreto Foral 154/1989, de 29 de junio, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y aplicación de la Ley Foral 4/1988, de 11 de julio, sobre barreras físicas y sensoriales.** (B.O.N. de 21-7-89).

El reglamento desarrolla cada uno de los elementos. En el Capítulo II: Parámetros Normalizados, en el artículo 6. Desplazamientos horizontales, se describen las características de los pavimentos:

*F) PAVIMENTOS Y ELEMENTOS DE MOBILIARIO Y SEÑALIZACIÓN.*

*Los pavimentos duros se proyectarán y ejecutarán con textura antideslizante y los blandos suficientemente compactados para impedir el desplazamiento y hundimiento de las ruedas en régimen peatonal,...*

### 5.3.16. País Vasco

- **Ley 20/1997, de 4 de diciembre, para la Promoción de la Accesibilidad.** (B.O.P.V. de 24-12-97)

La presente ley tiene por objeto garantizar la accesibilidad del entorno urbano, de los espacios públicos, de los edificios, de los medios de transporte y de los sistemas de comunicación para su uso y disfrute de forma autónoma por todas las personas y en particular por aquellas con movilidad reducida, dificultades de comunicación o cualquier otra limitación psíquica o sensorial, de carácter temporal o permanente.

- **Decreto 68/2000, de 11 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas sobre condiciones de accesibilidad de los entornos urbanos, espacios públicos, edificaciones y sistemas de información y comunicación.**

Se define en el Anexo II, dentro del artículo 3. Elementos de urbanización

#### 3.3. – Pavimentos.

1. – Los **pavimentos duros de los itinerarios peatonales serán**

*antideslizantes y sin resaltos entre piezas, y los pavimentos blandos suficientemente compactados para impedir el desplazamiento y el hundimiento de las sillas de ruedas, bastones etc. Las características mencionadas serán definidas por Orden del Consejero de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente.*

### 5.3.17. Valencia

• **Ley 1/1998, de 5 de mayo, de Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas y de la Comunicación.** (D.O.G.V. de 7-5-98)

En el Capítulo II, Disposiciones sobre accesibilidad en el medio urbano.

*Artículo diez. Elementos de urbanización.*

*a) Itinerarios Peatonales:.....Los pavimentos serán antideslizantes y sin rugosidades diferentes de las propias del grabado de las piezas; .....*

• **Decreto 39/2004, de 5 de marzo, por el que se desarrolla la Ley 1/1998, de 5 de mayo, en materia de accesibilidad en la edificación de pública concurrencia y en el medio urbano.** (D.O.G.V. de 10-3-04)

Se desarrolla la Ley 1/1998, para garantizar a todas las personas la accesibilidad y el uso libre y seguro del entorno urbano.

• **Orden de 9 de junio de 2004, por la que se desarrolla el Decreto 39/2004, de 5 de marzo, en materia de accesibilidad al medio urbano.** (D.O.G.V. de 24-6-04)

El Anexo desarrolla las normas de accesibilidad al medio urbano, dentro Capítulo 1. Generalidades encontramos los requisitos que deben cumplir los pavimentos:

*Artículo 15. Pavimentos*

*A los efectos de este Reglamento los pavimentos deberán cumplir los siguientes requisitos:*

*a) El pavimento debe ser duro, con un grado de deslizamiento mínimo, aún en el supuesto de estar mojado, y estar ejecutado*

*de tal forma que no presente cejas, retallos ni rebordes.*

*b) Un pavimento con un grado de deslizamiento mínimo es el que tiene un coeficiente de resistencia al deslizamiento mayor o igual a 50, determinado según el Informe UNE 41500; este coeficiente de resistencia equivale a un coeficiente dinámico de fricción  $m$  de 0.40.*

*c) Si en el itinerario hay pavimentos blandos (parques y jardines), éstos deben tener un grado de compactación adecuado, que como mínimo garanticen un 90% del Próctor Modificado.*

### 5.3.18. Ciudad Autónoma de Ceuta

- Ordenanza de 31 de marzo de 2003 para la accesibilidad y la eliminación de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas, del Transporte y de la Comunicación. (B.O.C.C. de 10-7-03)

*Artículo 6. Elementos urbanísticos comunes*

*6.2.- Pavimentos:*

*Los pavimentos en aceras e itinerarios peatonales serán duros, no deslizantes y están ejecutados de forma tal que no presenten cejas o rebordes que impidan o dificulten el paso. Se considerará que el pavimento es adaptado a la accesibilidad cuando cumpla con lo indicado en el anexo I - Urbanismo de esta ordenanza.*

*También se consideran pavimentos adaptados los suelos blandos de arena o tierra, cuando cumpliendo las especificaciones del anexo I - Urbanismo de esta ordenanza, permiten la libre y cómoda circulación de sillas de ruedas, coches de niños y todo tipo de personas con movilidad reducida.*

En el anexo I, Urbanismo, en la Norma U.2- de los elementos urbanísticos comunes:

*2.- Pavimentos.*

*Se consideran aptos cuando se ajustan a las siguientes condiciones:*

- 1. Son duros, no deslizantes o antideslizantes y están ejecutados de forma tal que no presentan cejas ni rebordes.*

**2. Un pavimento no deslizante es el que tiene un coeficiente de resistencia al deslizamiento o un coeficiente dinámico de fricción determinado según el informe UNE 41500.**

3. *Cualquier elemento implantado en el pavimento: rejas, tapas de registro, imbornales, cubiertas de alcorques, etc. deberá estar perfectamente enrasado con el pavimento. La anchura de los huecos de las rejillas no debe superar los 2 cm, la dimensión mayor de dichos huecos debe orientarse en el sentido perpendicular al de la marcha para no provocar el enclavamiento de las punteras de bastones y muletas, tacones de zapatos, así como el bloqueo de las ruedas de las sillas.*

4. *Para aviso y localización de elementos de interés o intenso riesgo, como: vados de peatones, escaleras, se debe colocar una franja de pavimento señalizador, es decir, piezas de distinta textura y color que el resto del pavimento, de 80 cm de ancho. Este tipo de pavimento estará unificado para toda la Ciudad. (En itinerarios peatonales o mixtos, queda prohibido el uso de baldosas conocidas como «punta de diamante», esto es, que presenten puntas vivas)*

A continuación se incluye un cuadro comparativo-resumen de las normativas, estatal y autonómico, relacionadas con el pavimento y las características que debe tener para poder ser instalado en un espacio público urbano.

TABLA 6 CUADRO COMPARATIVO RESUMEN NORMATIVA ESTATAL Y AUTONÓMICA

|                  | NORMATIVA                  | AÑO  | CONTENIDO  |
|------------------|----------------------------|------|--|
| <b>ESTATAL</b>   | REAL DECRETO 314/2006 CTE  | 2006 | Hace referencia a los pavimentos instalados en los espacios interiores. Por uso parecido se aplica a los pavimentos de exteriores la clase 3.  |
| <b>ESTATAL</b>   | ORDEN MINISTERIAL 561/2010 | 2010 | El pavimento del itinerario peatonal será duro, estable, antideslizante en seco y mojado   |
| <b>ANDALUCÍA</b> | DECRETO 293/2009           | 2009 | Serán antideslizantes, en seco y en mojado, sin exceso de brillo e indeformables, salvo en las zonas de juegos infantiles, actividades deportivas u otras análogas que por sus condiciones de uso requieran pavimentos que hayan de ser deformables. |
| <b>ARAGON</b>    | DECRETO 19/1999            | 1999 | Los pavimentos tendrán superficies duras, antideslizantes, continuas y regladas.   |
| <b>ASTURIAS</b>  | DECRETO 37/2003            | 2003 | Será compacto, duro, regular, antideslizante y sin resaltes distintos a los propios del grabado de las piezas, que serán los mínimos que resulten necesarios,.....   |
| <b>BALEARES</b>  | DECRETO 20/2003            | 2003 | Es duro, no deslizable y sin resaltes diferentes a los propios del grabado de las piezas. Se admite, en parques y jardines, pavimento de tierras compactadas con un 90% PM (Próctor modificado).   |

**TABLA 6 CUADRO COMPARATIVO RESUMEN NORMATIVA ESTATAL Y AUTONÓMICA**

|                           | NORMATIVA        | AÑO  | CONTENIDO  |
|---------------------------|------------------|------|--|
| <b>CANARIAS</b>           | DECRETO 227/1997 | 1997 | Son duros, no deslizantes o antideslizantes y están ejecutados de forma que no existen cejas ni rebordes y las únicas hendiduras o resaltes que presentan son las del dibujo del material de piso. Se admiten hasta 4 mm de alto y separaciones de hasta 5 mm.                   |
| <b>CANTABRIA</b>          | LEY 3/1996       | 1996 | Los pavimentos de los itinerarios peatonales serán duros, antideslizantes y sin resaltes   |
| <b>CASTILLA-LA MANCHA</b> | DECRETO 158/1997 | 1997 | El pavimento es duro, antideslizante y sin relieves diferentes a los propios del grabado de las piezas   |
| <b>CATALUÑA</b>           | DECRETO 135/1995 | 1995 | El pavimento es duro, antideslizante y sin relieves diferentes a los propios del grabado de las piezas. Tiene una pendiente transversal no superior al 2%.   |
| <b>EXTREMADURA</b>        | DECRETO 8/2003   | 2003 | El pavimento es no deslizable, duro, y no presenta cejas ni más resaltes que los dibujos o hendiduras de los elementos que lo constituyen  |
| <b>GALICIA</b>            | DECRETO 35/2000  | 2000 | Los pavimentos deberán ser duros, antideslizantes y sin resaltes   |
| <b>LA RIOJA</b>           | DECRETO 19/2000  | 2000 | Serán duros, no deslizantes o antideslizantes y estarán ejecutados de forma que no presenten cejas, ni rebordes y las únicas hendiduras o resaltes que tengan sean las del dibujo del material de piso, considerándose admisible un máximo de 4 mm de alto y 5mm en separaciones |

| TABLA 6 CUADRO COMPARATIVO RESUMEN NORMATIVA ESTATAL Y AUTONÓMICA |                  |      |  |
|---|------------------|------|--|
|   | NORMATIVA        | AÑO  | CONTENIDO  |
| <b>MADRID</b>   | DECRETO 13/2007  | 2007 | El pavimento de los itinerarios peatonales será duro y estable, sin piezas sueltas, con independencia del sistema constructivo que, en todo caso, impedirá el movimiento de las mismas. Asimismo no presentará cejas, resaltes, bordes o huecos, que hagan posible el tropiezo de las personas, ni será deslizante en seco o mojado. |
| <b>MURCIA</b>   | ORDEN 16/1991    | 1991 | Los pavimentos destinados a tránsito peatonal serán, en general, duros y antideslizantes. Su textura y relieve permitirán un desplazamiento cómo do y sin tropiezos  |
| <b>NAVARRA</b>  | DECRETO 154/1999 | 1999 | Los pavimentos duros se proyectarán y ejecutarán con textura antideslizante y los blandos suficientemente compactados para impedir el desplazamiento y hundimiento de las ruedas en régimen peatonal,.....   |
| <b>PAIS VASCO</b>   | DECRETO 68/2000  | 2000 | Los pavimentos duros de los itinerarios peatonales serán antideslizantes y sin resaltes entre piezas, y los pavimentos blandos suficientemente compactados para impedir el desplazamiento y el hundimiento de las sillas de ruedas, bastones etc.  |

**TABLA 6 CUADRO COMPARATIVO RESUMEN NORMATIVA ESTATAL Y AUTONÓMICA**

|                 | <b>NORMATIVA</b>              | <b>AÑO</b> | <b>CONTENIDO</b>  |
|-----------------|-------------------------------|------------|---|
| <b>VALENCIA</b> | ORDEN<br>9/2004               | 2004       | <p>a) El pavimento debe ser duro, con un grado de deslizamiento mínimo, aún en el supuesto de estar mojado, y estar ejecutado de tal forma que no presente cejas, retallos ni rebordes.</p> <p>b) Un pavimento con un grado de deslizamiento mínimo es el que tiene un coeficiente de resistencia al deslizamiento mayor o igual a 50, determinado según el Informe UNE 41500; este coeficiente de resistencia equivale a un coeficiente dinámico de fricción <math>m</math> de 0.40.</p> <p>c) Si en el itinerario hay pavimentos blandos (parques y jardines), éstos deben tener un grado de compactación adecuado, que como mínimo garanticen un 90% del Próctor Modificado.</p> |
| <b>CEUTA</b>    | ORDENANZA<br>31<br>MARZO/2003 | 2003       | <p>Son duros, no deslizantes o antideslizantes y están ejecutados de forma tal que no presentan cejas ni rebordes.</p> <p>Un pavimento no deslizante es el que tiene un coeficiente de resistencia al deslizamiento o un coeficiente dinámico de fricción determinado según el informe UNE 41500.</p>   |

## 5.4. Código Técnico de la Edificación

Hasta la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación en el año 2006, como desarrollo de la Directiva Europea 89/106/CEE (anulada y sustituida por el reglamento Europeo de Productos de la Construcción (UE) N° 305/2011 del 1 de julio de 2013), la legislación española, en sus distintas normativas estatales y autonómicas en el ámbito de la accesibilidad, especificaba que el suelo debía ser no resbaladizo o no deslizante, tal y como hemos visto en el apartado anterior.

Con la entrada en vigor del Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo de 2006, se aprueba el **Código Técnico de la Edificación**, derogándose las Normas básicas de la Edificación NBE anteriores.

El CTE es el marco normativo que establece las exigencias básicas de los edificios que cumplen los requisitos básicos definidos por la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE). Estos requisitos básicos afectarían a la seguridad, a la calidad, al control y a la habitabilidad de los edificios.

Se trata de un código basado en sistemas o prestaciones y no en productos, por lo que se verían afectadas todas las fases que intervienen en la edificación: proyecto, construcción, mantenimiento y conservación.

El CTE, aborda por primera vez el problema de resbaladidad de los suelos. En los apartados del **DB-SU1** nos interesan los artículos que definen la resbaladidad de los pavimentos.

El CTE es de obligado cumplimiento en las obras de edificación de nueva construcción y en las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que se realicen en edificios existentes (con las limitaciones que en ambos casos se detallan).

El CTE está dirigido hacia la edificación, es decir, no encontramos referencias al urbanismo, a los itinerarios peatonales exteriores. Sin embargo, como documento normativo debemos realizar una extrapolación de los requisitos que han de cumplir los pavimentos instalados en los recintos interiores y que puedan ser aplicados en el exterior. Será el documento que debamos utilizar a la hora de decidir que pavimento es el más adecuado.

Se hace referencia a las localizaciones interiores y menciona como

zona exterior los recintos de piscina y ducha. Por lo tanto las características que deben cumplir los pavimentos de exteriores, para poder aplicar algún tipo de normativa o regulación, serían de clase C con un valor de resistencia al deslizamiento  $R_d > 45$ . Dicho valor se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003.

Dentro de las condiciones técnicas y administrativas que han de cumplir los productos se especifica que han de tener el **marcado CE<sup>15</sup>**, lo que les obliga al cumplimiento de una serie de normas europeas. En los siguientes capítulos se relacionaran los pavimentos con la normalización, el marcado CE y con las normas implicadas.

En el presente apartado se han seleccionado los párrafos o artículos que afectan de forma directa al objeto de la tesis, que servirán para un posterior análisis del contenido del CTE.

En el artículo 2 de la parte I del capítulo 1. Disposiciones generales, se establece el ámbito de aplicación, siendo:

### **Artículo 2. Ámbito de aplicación**

*1. El CTE será de aplicación, en los términos establecidos en la LOE y con las limitaciones que en el mismo se determinan, a las edificaciones públicas y privadas cuyos proyectos precisen disponer de la correspondiente licencia o autorización legalmente exigible.*

El contenido del Código aparece en el artículo 3, diferenciando dos partes y los contenidos de los documentos Básicos (DB).

### **Artículo 3. Contenido del CTE.**

*2. Los DB contienen:*

*a) la caracterización de las exigencias básicas y su cuantificación, en la medida en que el desarrollo científico y técnico de la edificación lo permite, mediante el establecimiento de los niveles o valores límite de las prestaciones de los edificios o sus partes, entendidas dichas prestaciones como el conjunto de características cualitativas o cuantitativas del edificio, identificables objetivamente, que determinan su aptitud para cumplir las exigencias básicas correspondientes; y*

<sup>15</sup> Necesario para poder comercializar el producto dentro de la UE.

*b) unos procedimientos cuya utilización acredite el cumplimiento de aquellas exigencias básicas, concretados en forma de métodos de verificación o soluciones sancionadas por la práctica. También podrán contener remisión o referencia a instrucciones, reglamentos u otras normas técnicas a los efectos de especificación y control de los materiales, métodos de ensayo y datos o procedimientos de cálculo, que deberán ser tenidos en cuenta en la redacción del proyecto del edificio y su construcción.*

Observamos que el CTE no habla de productos pero sí de sistemas o soluciones constructivas, salvo algún caso muy puntual en el que se definan las especificaciones de productos (referencias a normas, etc.)

En el Capítulo 2, dentro del artículo 5, se establece que los productos de construcción deben de llevar el marcado CE, algo que afecta directamente a los pavimentos.

## **Capítulo 2. Condiciones técnicas y administrativas**

### **Artículo 5. Condiciones generales para el cumplimiento del CTE**

#### **5.2. Conformidad con el CTE de los productos, equipos y materiales**

*1. Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción.*

*2. En determinados casos, y con el fin de asegurar su suficiencia, los DB establecen las características técnicas de productos, equipos y sistemas que se incorporen a los edificios, sin perjuicio del Mercado CE que les sea aplicable de acuerdo con las correspondientes Directivas Europeas.*

*3. Las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios que faciliten el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE, podrán ser reconocidos por las Administraciones Públicas competentes.*

El siguiente artículo que nos interesa es el 7, en concreto el 7.2.3 puesto que la normativa vigente exige unos valores que han de

cumplir los pavimentos y que se han de obtener mediante ensayos.

### *7.2.3. Control de recepción mediante ensayos*

1. Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

El Documento Básico (DB) que desarrolla los requisitos que deben cumplir los pavimentos es el **DB SUA Seguridad de Utilización y Accesibilidad**, correspondiendo al SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas, el desarrollo de dichas especificaciones. Se extrae del DB SUA 1 los apartados relacionados:

***I Objeto:** Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SUA 1 a SUA 9. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad".*

*Tanto el objetivo del requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 12 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:*

#### **Artículo 12. Exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad (SUA)**

*1 El objetivo del requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.*

*2 Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.*

*3 El Documento Básico DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad específica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad de utilización y accesibilidad.*

### **12.1. Exigencia básica SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas**

*Se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.*

Entrando en la **Sección SUA 1. Seguridad frente al riesgo de caídas**, en su apartado 1 comienzo con la resbaladidad de los suelos.

#### *1 Resbaladidad de los suelos.*

*1. Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos de los edificios o zonas de uso Residencial Publico, Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo y Publica Concurrencia, excluidas las zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI, tendrán una clase adecuada conforme al punto 3 de este apartado.*

*2. Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$ , de acuerdo con lo establecido en la tabla:*

| <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SU RESBALADICIDAD</b> |                                    |
|--|------------------------------------|
| Método ensayo péndulo según CTE DB-SUA                 |                                    |
| CLASIFICACIÓN  | RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO $R_d$ |
| Clase 0  | $R_d \leq 15$                      |
| Clase 1  | $15 < R_d \leq 35$                 |
| Clase 2  | $35 < R_d \leq 45$                 |
| Clase 3  | $R_d > 45$                         |

TABLA 7: Clasificación de suelos según su resbaladidad. Tabla 1.1 del CTE. Elaboración propia.

*El valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$  se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A<sup>16</sup> de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.*

La siguiente tabla indica la clase que deben tener los suelos, como mínimo, en función de su localización. Dicha clase se mantendrá a lo largo de la vida útil<sup>17</sup> del pavimento:

| CLASE DE SUELO EN FUNCIÓN DEL RIESGO DE RESBALAMIENTO,<br>Según CTE DB-SUA  |                |
|---|----------------|
| ZONA  | CLASE DE SUELO |
| <b>Zonas interiores secas</b>   |                |
| • Superficies con pendiente < 6%  | Clase 1        |
| • Superficie con pendiente $\geq$ 6% y escaleras  | Clase 2        |
| <b>Zonas interiores húmedas (baños, cocinas, piscinas cubiertas etc. (1))</b>   |                |
| • Superficies con pendiente < 6%  | Clase 2        |
| • Superficies con pendiente > 6% y escaleras  | Clase 3        |
| <b>Zonas interiores</b> donde, además de agua, pueda haber agentes que reduzcan la resistencia al deslizamiento (grasas, lubricantes, etc.) cocinas industriales, mataderos, garajes, zonas de uso industrial, etc. | Clase 3        |
| <b>Zonas exteriores. Piscinas (2)</b>   | Clase 3        |

(1) Se incluyen los suelos del entorno de las entradas a los edificios desde el espacio exterior, excepto cuando se trate de accesos directos a viviendas o a zonas de uso restringido, así como las terrazas cubiertas

(2) En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

*TABLA 8: Clase de suelo en función del riesgo de resbalamiento. Elaboración propia.*

<sup>16</sup> Anejo ZA anulado.

<sup>17</sup> Se establece una vida útil de 20 años.

Como se comentó en el apartado sobre el estado del arte, en el año 2013 se elimina dicho anexo de la norma y con ello el método de ensayo del péndulo. Sin embargo, se sigue utilizando en España. A pesar de haber sido anulada dicha norma, mientras en el CTE se siga haciendo referencia en el DB-SUA, seguirá teniendo valor reglamentario, seguirá siendo de obligado cumplimiento.

En la versión del DB-SUA con comentarios del Ministerio de Fomento, de diciembre de 2014, encontramos la siguiente aclaración relacionada con la resbaladidad, y los documentos de apoyo sobre resbaladidad, **DA DB-SUA/3**.

*El DA DB-SUA / 3 explicita el valor de la resistencia al deslizamiento y los procedimientos de ensayo exigidos desde el DB SUA.*

*Este documento se complementa con un listado de suelos considerados seguros por la Administración y que pueden utilizarse en cualquier zona del edificio sin necesidad de realizar el ensayo (siempre que su cara vista no se modifique con un tratamiento posterior como abrillantado, pulido, etc.).*

### **Resbaladidad y sentido de la marcha**

Cuando la dirección de la marcha en un suelo esté claramente determinada, debido a que se trata de un espacio con una anchura reducida, no se considera necesario contemplar la resbaladidad en ambas direcciones, sino únicamente en la de la marcha. Esto puede ser determinante, por ejemplo, en suelos con texturas en una única dirección o con juntas transversales diseñadas para contribuir a reducir la resbaladidad.

En el documento de apoyo mencionado **DA DB SUA/3, Documento de Apoyo al Documento Básico DB SUA, Resbaladidad de los suelos**, se explica el valor de resistencia al deslizamiento y el método de ensayo exigido desde el DB SUA.

El objeto de este DA es:

#### **I Objeto**

*El objeto de este DA es explicar el valor de la resistencia al deslizamiento y el procedimiento de ensayo exigido desde el DB SUA. También se establece un método alternativo que, a partir de*

*la consideración del riesgo en las zonas secas, la Administración considera que cumple la exigencia básica SUA1 en lo relativo al riesgo de deslizamiento en dichas zonas. Este documento se complementa con un listado de suelos seguros que a juicio de la Administración cumplen la exigencia SUA1 en la medida en que limitan de forma suficiente el riesgo de que los usuarios sufran caídas por resbalamiento. Estos suelos pueden utilizarse en cualquier zona del edificio sin necesidad de realizar el ensayo (siempre que su cara vista no se modifique con un tratamiento posterior como abrillantado, pulido, etc.).*

## **2 Prestaciones del suelo frente a la resbaladicidad:**

*Los escenarios de riesgo contemplados dentro del requisito de seguridad de utilización y accesibilidad y que deben tenerse en cuenta al disponer un suelo, son los siguientes:*

- **En zonas interiores secas:** El riesgo considerado en zonas interiores secas es el del deslizamiento en seco, considerando que cuando un suelo accesible por el público y situado en una zona interior seca está ocasionalmente húmedo, por ejemplo durante su limpieza, se señala adecuadamente.*
- **En zonas húmedas** (tanto interiores como exteriores): El riesgo considerando en zonas húmedas es el del deslizamiento con contaminante agua, por lo que, teniendo en cuenta la exclusión de los riesgos relacionados con las actividades laborales establecida en la sección Introducción apartado II, cuando en una actividad se utilicen otros contaminantes o incluso sea previsible la presencia de ellos en el suelo durante el desarrollo de la actividad, deberán tenerse en cuenta las condiciones específicas de seguridad laboral correspondientes.*
- **En zonas previstas para usuarios descalzos:** El riesgo considerado en zonas tales como duchas, entorno de piscinas y fondo de vasos en los que la profundidad no exceda de 1,50 m, etc., es el del deslizamiento de usuarios descalzos.*

En el apartado 3 se describe el método de ensayo del péndulo, según la norma UNE ENV 12633:2003, para obtener el valor de resistencia al deslizamiento de los pavimentos.

En el apartado 4 se establece un método de ensayo alternativo

para las zonas interiores secas que cumplirían con las exigencias marcadas en el SUA 1.

Se completa el DA, en el apartado 5, con una relación de pavimentos que cumplirían el SUA 1, al considerar la Administración que limitan de forma suficiente el riesgo a sufrir caídas por resbalamiento. Especifica que dichos pavimentos podrán utilizarse sin necesidad de realizar ensayo siempre y cuando su cara vista no se modifique con un tratamiento posterior de abrillantado o pulido. En ese mismo listado incluye pavimentos que han sido clasificados con otros métodos de ensayo (DIN 51130-DIN 51097 norma alemana) considerándolos aceptables, como suelos suficientemente seguros, a pesar de haber sido ensayados con otro método, cuyos valores reconoce.

Resulta curioso que los pavimentos que propone el DA DB SUA/3, como seguros, son pavimentos que se utilizan en exteriores. Las normas UNE así lo determinan. Se extrae el objeto y campo de aplicación de la norma UNE EN 1338:2004. Adoquines prefabricados de hormigón: Especificaciones y métodos de ensayo.

### **1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN:**

*Esta norma europea especifica los materiales, propiedades, requisitos y métodos de los adoquines prefabricados de hormigón no armados y accesorios complementarios, previstos para uso peatonal, uso en áreas sometidas a tráfico de vehículos y cubiertas, como por ejemplo: aceras, límites de áreas, sendas para bicicletas, aparcamientos, carreteras, autopistas, áreas industriales (incluyendo almacenes y puertos) aeropuertos, estaciones de autobuses y gasolineras....*

Esta propuesta de suelos seguros no parece muy coherente para un pavimento de interior puesto que todos ellos no se consideran de fácil limpieza, algo que debe cumplirse en espacios interiores. Los pavimentos de piedra, por ejemplo, pueden llegar a crear hongo que convierte el material en deslizante, aunque sea abujardado o flameado.

El formato de adoquín está pensado para soportar cargas pesadas como es el tránsito de vehículos, circunstancia que en un espacio interior no debe ocurrir.

| <b>SUELOS CONSIDERADOS SEGUROS</b>               |                          |   |
|--|--------------------------|---|
| Según DA DB SUA/3                                |                          |   |
| SUELO  | NORMA REFERENCIA<br>UNE  | OBSERVACIONES   |
| <b>ADOQUINES<br/>HORMIGÓN</b>                    | UNE EN 1338:2004         |   |
| <b>BALDOSAS HORMIGÓN</b>                         | UNE EN 1339:2004         |   |
| <b>BORDILLOS<br/>HORMIGÓN</b>                    | UNE EN 1340:2004         |   |
| <b>ADOQUINES ARCILLA<br/>COCIDA</b>              | UNE EN 1344:2002         | Siempre que no hayan sido fabricados de tal forma que se haya producido una superficie lisa |
| <b>PIEDRA NATURAL<br/>ACABADO FLAMEADO</b>       |                          | Definición de acabado según norma UNE EN 12670:2003   |
| <b>PIEDRA NATURAL<br/>ACABADO<br/>ABUJARDADO</b> |                          | Definición de acabado según norma UNE EN 12670:2003   |
| <b>CLASIFICADOS COMO<br/>R11</b>                 | DIN 51130 <sup>(1)</sup> |   |
| <b>CLASIFICADOS COMO<br/>B</b>                   | DIN 51097 <sup>(1)</sup> | Únicamente en zonas de usuarios descalzos tales como duchas, entorno de piscinas, etc.      |

(1) En la actualidad, no existe correlación entre la clasificación obtenida según el ensayo de la rampa definido en la norma alemana DIN y el ensayo del péndulo definido en la norma UNE-ENV 12633:2003. Sin embargo se considera aceptable, como suelos suficientemente seguros, los clasificados al menos como R11 y clase B en las condiciones establecidas en la tabla.

*TABLA 9: Suelos que se consideran seguros, según DA DB-SUA/3 del CTE.  
Elaboración propia.*

Otro dato que debemos tener en cuenta es la introducción de un método de ensayo que no es utilizado en España. El método de la rampa no se utiliza a la hora de establecer un valor de resbaladidad. Estos métodos de ensayo se amplían en los capítulos

posteriores de esta investigación.

Tras este análisis del CTE se extrae que sigue sin existir una referencia clara de cómo deben ser los pavimentos en los espacios públicos exteriores, y visto el DA DB SUA/3 tampoco queda muy claro en los espacios interiores. Observamos que si “existe” una normativa específica para los pavimentos de interior y que muchos fabricantes la toman como normativa a la hora de presentar su producto en el mercado y justificar que es antideslizante para pavimentos exteriores.

## **5.5. Orden Ministerial VIV/561/2010 de accesibilidad en los espacios urbanizados**

Nos encontramos con un Documento Técnico que desarrolla las condiciones Básicas de Accesibilidad y no Discriminación para el acceso y utilización de los Espacios públicos urbanizados.

El objeto de la presente Orden Ministerial, desarrollado en el artículo 1, es:

*Este documento técnico desarrolla las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y la utilización de los espacios públicos urbanizados tal y como prevé la Disposición final cuarta del Real Decreto 505/2007, de 20 de abril, por el que se aprueban las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones....*

*....Los espacios públicos se proyectarán, construirán, restaurarán, mantendrán, utilizarán y reurbanizarán de forma que se cumplan, como mínimo, las condiciones básicas que se establecen en esta Orden, fomentando la aplicación avanzada de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones en los espacios públicos urbanizados, al servicio de todas las personas, incluso para aquéllas con discapacidad permanente o temporal. En las zonas urbanas consolidadas, cuando no sea posible el cumplimiento de alguna de dichas condiciones, se plantearán las soluciones alternativas que garanticen la máxima accesibilidad posible.*

*Sin embargo, a pesar de la importancia que podría tener, por ser posterior al CTE, para poder ofrecer unos requisitos de cómo deben ser los pavimentos exteriores, encontramos que mantiene*

*el esquema de las normativas anteriores, sin especificar valor de resbalicidad, ni resistencia al desgaste.*

Así, nos encontramos con el artículo 11. Pavimentos:

**1. El pavimento del itinerario peatonal accesible será duro, estable, antideslizante en seco y en mojado, sin piezas ni elementos sueltos, con independencia del sistema constructivo que, en todo caso, impedirá el movimiento de las mismas. Su colocación y mantenimiento asegurará su continuidad y la inexistencia de resaltes.**

**2. Se utilizarán franjas de pavimento táctil indicador de dirección y de advertencia siguiendo los parámetros establecidos en el artículo 45.**

No remite a ninguna norma UNE, ni métodos de ensayo que se deba realizar sobre la superficie para garantizar la seguridad de los peatones.

Por lo tanto, los pavimentos de exteriores siguen sin tener una normativa de referencia que los regule, teniendo que recurrir al CTE y a las normas UNE de producto, según material que se pretenda instalar.





## 6. Documentos fuera del marco normativo

Los documentos considerados fuera del marco normativo son las normas y estándares que desarrollan organismos no gubernamentales, sin autoridad legal por si mismas ni disposiciones sancionadoras. Dichas normas se convierten en referencia de cumplimiento para muchos productos y servicios. No son de obligado cumplimiento, salvo que la administración competente las haga obligatorias mediante Ley, Decreto, Reglamento o exija su cumplimiento en los pliegos de prescripciones técnicas de los proyectos de construcción.

En el caso de los productos de construcción, es necesario cumplir con las normas correspondientes de producto para poder comercializar en Europa y para la obtención del Mercado CE<sup>18</sup>.

Al no contar con normativa específica en materia de pavimentos, tenemos que recurrir a las normas técnicas elaboradas por los

---

<sup>18</sup> Se desarrolla el mercado CE en el capítulo 7 de este capítulo.

organismos reconocidos de normalización correspondientes. Se trata de una serie de normas que han de cumplir, según el proceso de elaboración para su comercialización e instalación.

Como definición de normalización me quedaré con la que ofrece la Asociación Estadounidense para Pruebas de Materiales (ASTM) que define la normalización como *"el proceso de formular y aplicar reglas para una aproximación ordenada a una actividad específica para el beneficio y con la cooperación de todos los involucrados."*

La normalización supone una simplificación en los procesos, una unificación para que sea más fácil el intercambio de experiencias a nivel internacional, así como una fuente de información para los profesionales de cualquier actividad económica y una especificación con un lenguaje claro y preciso en cada caso.

Una norma es un documento de aplicación voluntaria que contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico. Proporciona las características, la tecnología y los métodos de fabricación, de análisis o ensayos, que se podrán aplicar a un producto o actividad. Se trata de una relación muy estrecha entre la Innovación y la Investigación así como del mercado y de las políticas europeas.

Cumplir con la normalización es cumplir con unas normas europeas que son comunes a 28 países, otorgando una mayor seguridad y calidad a los productos y servicios, basada en el consenso a través de Organismos de Normalización Nacionales que a la vez son miembros del Comité Europeo de Normalización, CEN. Supone una libre circulación de productos y servicios por toda Europa, por lo que se eliminan los obstáculos al comercio. En España, contamos con la Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR.

Dentro del CEN se establecen una serie de Comités Técnicos (TC) que desarrollan campos de actividad definidos, preparando los proyectos de norma correspondientes. A su vez, están divididos en grupos de trabajos (WG), creados para trabajos específicos emprendidos por el comité, y Subcomités (SC), que cuentan con grupo de trabajo (WG) creado para trabajos específicos del subcomité. Una vez redactados, estos proyectos son sometidos a encuesta por el CEN por un período de 5 meses y, posteriormente, votación formal por un período de 2 meses.

Los miembros del CEN son los Organismos Nacionales de Normalización de los países de la Unión Europea (UE), de tres países de la AELC (Asociación Europea de Libre Cambio) y aquellos organismos de normalización que obtengan dicha categoría a través de la correspondiente aprobación por parte de la Asamblea General CEN. AENOR es el representante español y el responsable de transferir las normas armonizadas europeas como norma UNE (Una Norma Española) todas las normas europeas que se elaboren en el seno del CEN, así como la posterior difusión, distribución, promoción y comercialización<sup>19</sup>.

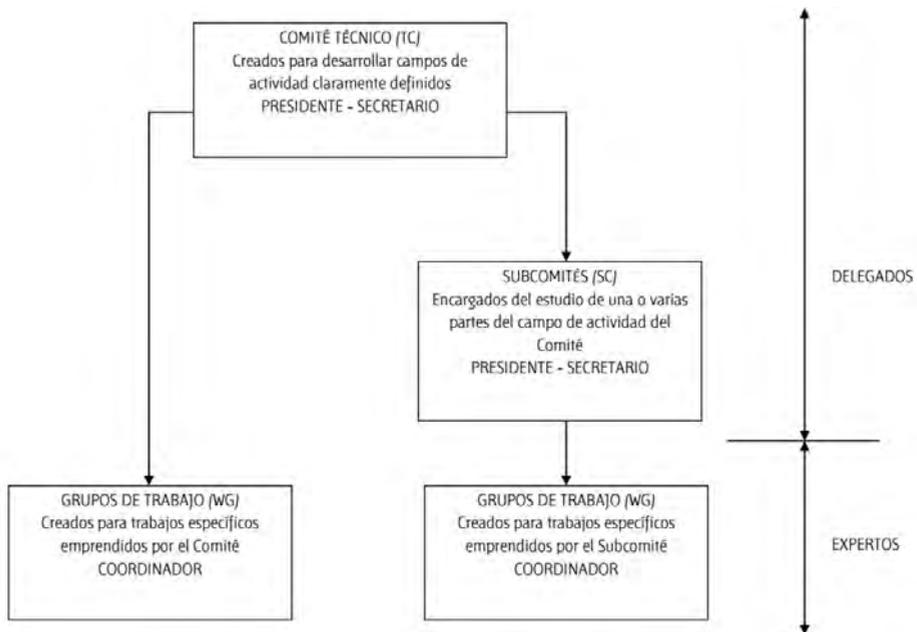


FIGURA 27: Estructura de órganos de trabajo CEN. Fuente: [www.anaipnorma.es](http://www.anaipnorma.es).

Se definen las normas UNE como el conjunto de normas tecnológicas creadas por unos Comités Técnicos de normalización (CTN), en los que están presentes todas las partes interesadas en el producto o servicio. Dentro de la estructura de AENOR existen los Comités Técnicos de Normalización (AEN/CTN) en los que se estudian y plantean las necesidades de cada sector y elaboran y aprueban los proyectos de normas que posteriormente se

<sup>19</sup> Esta información se puede completar en [www.aenor.es](http://www.aenor.es).

convierten en norma UNE. Cada comité tiene asignado un número, un título, una composición y un campo de actividad.

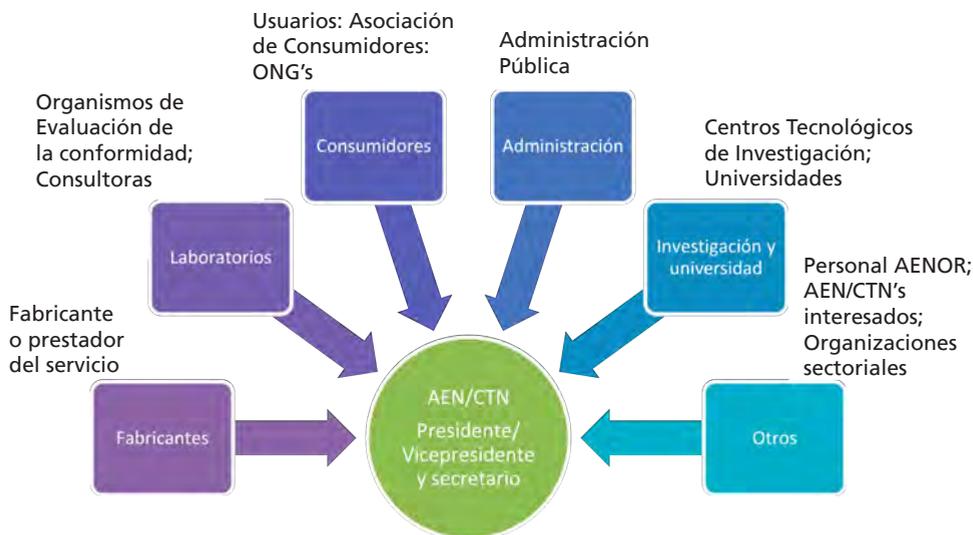


FIGURA 28: Esquema participación en los Comités Técnicos de Normalización.  
Fuente: [www.anaipnormas.es](http://www.anaipnormas.es). Completado esquema con cuadros. Elaboración propia.

El alcance es tan grande que se está dando un nuevo enfoque dentro de la legislación en cada uno de los países miembro, donde se hace referencia a las normas dentro del marco legislativo.

En todo el mundo encontramos organismos de normalización, ya sean a nivel internacional, regional, nacional o privado.

España se encuentra dentro de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), como organismo internacional. Este organismo es el encargado de generar las normas ISO. El CEN tiene acuerdos con la Organización Internacional para la estandarización ISO, de forma que se desarrollan conjuntamente normas comunes que son idénticas a nivel europeo e internacional.

Las normas europeas (EN), adoptadas se aplican en su totalidad como las normas nacionales y se anulan las normas nacionales técnicamente divergentes.

La actividad de normalización sitúa a España entre los cuatro países europeos con más normas en vigor.

Se introduce el comité AEN/CTN 41, según los subcomités SC 07 y SC 11, en los que se desarrollan normas relacionadas con la accesibilidad en el urbanismo. Al igual que la normativa estatal y autonómica, hacen mención a los pavimentos de exteriores, marcando una serie de parámetros.

En España contamos con los siguientes **Comités Españoles de Normalización**, se destacan aquellos que están relacionados con el desarrollo de normas técnicas sobre pavimentos urbanos:

| CTN                     | NOMBRE DEL COMITÉ   | SECRETARIA |
|-------------------------|---|------------|
| <b>AEN/CTN 22</b>       | Minería y Explosivos (Piedra Natural)                       | AITEMIN    |
| <b>AEN/CTN 22/SC 5</b>  | Piedra Natural  | AITEMIN    |
| <b>AEN/CTN 41</b>       | Construcción  | AENOR      |
| <b>AEN/CTN 41/SC 07</b> | Accesibilidad en la edificación y el urbanismo              | AENOR      |
| <b>AEN/CTN 41/SC 11</b> | Deslizamientos en superficies peatonales                    | AENOR      |
| <b>AEN/CTN 127</b>      | Prefabricados de cemento y de hormigón                      | ANDECE     |
| <b>AEN/CTN 136</b>      | Materiales cerámicos de arcilla cocida para la construcción | HISPALIT   |
| <b>AEN/CTN 138</b>      | Baldosas Cerámicas  | ASCER      |
| <b>AEN/CTN 170</b>      | Necesidades y adecuaciones para personas con discapacidad   | AENOR      |

TABLA 10: Listado Comités Españoles de normalización. Fuente: AENOR. Elaboración propia.

Las normas mantienen la siguiente codificación.

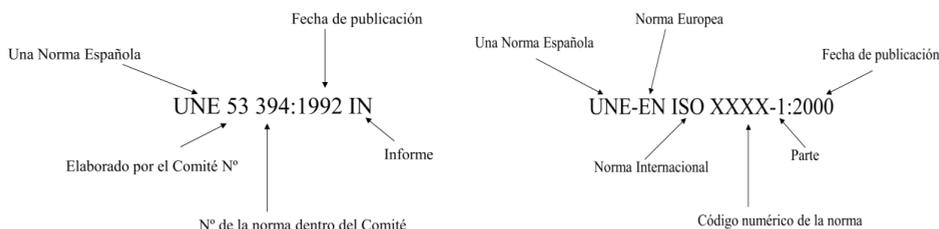


FIGURA 29: Codificación de una norma. Fuente: [www.anaipnormas.es](http://www.anaipnormas.es).

Dentro del código de norma pueden aparecer las siguientes nomenclaturas, que además marcan la obligatoriedad para introducirla como norma técnica o bien puede ser opcional:

- UNE- EN: Norma Europea. Adopción obligatoria en 6 meses.
- UNE-EX: Norma experimental. Designada como una especificación técnica (TS) cuya adopción es opcional.
- UNE-IN: Norma Informe. Designada como informe técnico. Adopción opcional.
- UNE-ISO: Norma Internacional (IS) adopción opcional.
- PEN: Proyecto de norma.

A continuación se exponen en una tabla, por orden numérico de su denominación, las normas técnicas elaboradas por cada uno de los comités españoles de normalización, que serán analizadas en el siguiente apartado. Se han introducido únicamente aquellas normas que hacen mención a pavimento exterior, método de ensayo, forma o acabado, y su posible relación con el deslizamiento.

Se ha optado por comenzar por el comité AEN/CTN 41 y AEN/CTN 170, por introducir parámetros genéricos sobre pavimentos de exteriores en itinerarios peatonales relacionados con la accesibilidad.

El desarrollo de normas técnicas por el comité AEN/CTN 41 introduce, en el año 2001 por primera vez en el ámbito de la normalización española, conceptos como Accesibilidad y Diseño para Todos.

**TABLA 11: RELACIÓN COMITÉS TÉCNICOS DE NORMALIZACIÓN ESPAÑOLES Y NORMAS TÉCNICAS DESARROLLADAS**

| CTN   | CÓDIGO NORMA         | TÍTULO  |
|---|----------------------|---|
| <b>AEN/CTN 41</b><br>Construcción   | UNE 41500:2001<br>IN | Accesibilidad en la edificación y en el urbanismo. Criterios generales de diseño                                      |
|   | UNE 41510:2001       | Accesibilidad en el urbanismo   |
| <b>AEN/CTN 170</b><br>Necesidades y adecuaciones para personas con discapacidad | UNE 170001-1:2007    | Accesibilidad universal. Parte 1: Criterios DALCO para facilitar la accesibilidad al entorno                          |
|   | UNE 170001-2:2007    | Accesibilidad universal. Parte 2: Sistema de gestión de la accesibilidad  |
| <b>AEN/CTN 22</b><br>Minería y Explosivos (Piedra Natural)                      | UNE-EN 1341:2013     | Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo                           |
|   | UNE-EN 1342:2013     | Adoquines de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo                          |
|   | UNE-EN 14231:2003    | Métodos de ensayo para piedra natural: determinación de la resistencia al deslizamiento mediante péndulo de fricción. |

**TABLA 11: RELACIÓN COMITÉS TÉCNICOS DE NORMALIZACIÓN ESPAÑOLES Y NORMAS TÉCNICAS DESARROLLADAS**

| CTN   | CÓDIGO NORMA         | TÍTULO   |
|---|----------------------|--|
| <b>AEN/CTN 127</b><br>Prefabricados de cemento y de hormigón                      | UNE-EN 1338:2004     | Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo. Corregida con erratum septiembre 2006                             |
|   | UNE-EN 1339:2004     | Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo. Corregida con erratum septiembre 2006                              |
|   | UNE-EN 13748-2: 2005 | Baldosas de terrazo. Parte 2: baldosas de terrazo para uso exterior.   |
|   | UNE-EN 15285:2009    | Piedra aglomerada: baldosas modulares para suelos (uso interno y externo)  |
|   | UNE-EN 15286:2013    | Baldosas de terrazo para uso exterior. Complemento nacional a la norma UNE-EN 1378-2   |
|   | UNE-ENV 12633:2003   | Método para la determinación del valor de la resistencia al deslizamiento/resbalamiento de los pavimentos pulidos y sin pulir. |
| <b>AEN/CTN 136</b><br>Materiales cerámicos de arcilla cocida para la construcción | UNE-EN 1344:2015     | Adoquines de arcilla cocida. Especificaciones y métodos de ensayo  |

**TABLA 11: RELACIÓN COMITÉS TÉCNICOS DE NORMALIZACIÓN ESPAÑOLES Y NORMAS TÉCNICAS DESARROLLADAS**

| CTN  | CÓDIGO NORMA   | TÍTULO   |
|--|--|--|
| <p><b>AEN/CTN 138</b><br/>Baldosas cerámicas</p> | <p>UNE-CEN/TR<br/>13548:2007 IN</p> <p>UNE-EN<br/>1441 1:2013</p> <p>UNE 138001:<br/>2008 IN</p> | <p>Reglas generales para el diseño y la instalación de baldosas cerámicas.</p> <p>Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características, evaluación de la conformidad y marcado</p> <p>Resistencia al desgaste por tránsito peatonal de pavimentos cerámicos. Recomendaciones para la selección en función del uso previsto</p> |

## 6.1. Normas UNE Comité AEN/CTN 41. Accesibilidad

### 6.1.1. UNE-EN 41500:2001 IN. Accesibilidad en la edificación y en el urbanismo. Criterios generales de diseño

*El objeto de este Informe UNE es la exposición de los criterios generales de diseño que hagan posible la accesibilidad en la edificación y en el urbanismo a toda la población.*

*En primer lugar se exponen las características y requerimientos para toda la población incluyendo las personas afectadas por limitaciones o discapacidades.*

*En segundo lugar se enumeran los principales requisitos de diseño de algunos ámbitos genéricos del entorno urbanístico y arquitectónico, pero sin detallar las especificaciones de diseño de elementos concretos, que serán objeto de otras normas.*

En el apartado 4 se establecen las características de la población y requerimientos de diseño, incluyendo en el apartado 4.2 Características y requerimientos relativos a la deambulación, introduciendo, en su apartado b):

*Necesidad de disponer de **pavimento firme y no deslizante** sin desigualdades acusadas ni huecos o rejillas de anchura excesiva (podrían provocar el enclavamiento de bastones, muletas o de las sillas de ruedas).*

En el apartado 4.4 Características relativas a la visión, en el apartado d).

*Los **pavimentos** deben ser **homogéneos**, sin desigualdades acusadas que puedan causar tropiezos y sin huecos o rejillas amplias que puedan provocar el enclavamiento de bastones, tacones, ruedas, etc.*

El capítulo 5 está dedicado a Requisitos generales de diseño.

El apartado 5.1 Pavimentos

*a) Los **pavimentos** serán firmes, **no deslizantes**, sin cejas no otras desigualdades acusadas.....*

.....

**d) Todos los pavimentos tendrán un coeficiente de fricción adecuado en relación con el deslizamiento, en condiciones de seco y mojado que podrá ser evaluado por los siguientes métodos de ensayo:**

**1) Método del péndulo:** Véanse normas UNE 127020 EX, UNE 127021 EX, UNE 127022 EX, UNE 127023 EX Y UNE 127024 EX.

**2) Método del aparato de deslizamiento giratorio.** Véase Informe UNE 41958 "pavimentos deportivos"

**En la nota dice: el método del péndulo 1), no se debe aplicar en pavimentos rugosos o con relieve.**

La nota a pie de apartado pone de manifiesto que no es necesario realizar el ensayo a todos los pavimentos. El que un pavimento sea rugoso o tenga relieve no garantiza que, con el paso del tiempo, no pierda estas propiedades.

Las normas a las que hace referencia esta norma han sido reemplazadas por otras. En concreto:

- UNE 127020:1999 EX ha sido anulada por al UNE-EN 13748-1:2005 Baldosas de terrazo. Uso interior.
- UNE 127021:1999 EX ha sido anulada por al UNE-EN 13748-2:2005 Baldosas de terrazo. Uso exterior.
- UNE 127022:1999 EX ha sido anulada por al UNE-EN 1339:2004 Baldosas de hormigón.
- UNE 127023:1999 EX ha sido anulada por al UNE-EN 1339:2004 Losetas de hormigón.
- UNE 127024:1999 EX ha sido anulada por al UNE-EN 1339:2004 Baldosas aglomeradas de cemento.

En el año 2001, con la presente Norma, se hace referencia a un valor adecuado del coeficiente de fricción para determinar si un pavimento es deslizante.

### **6.1.2. UNE 41510:2001. Accesibilidad en el urbanismo**

*Esta norma tiene por objeto el establecimiento de los parámetros que aseguren la accesibilidad en todos los elementos urbanos, incluido el mobiliario, ya sean definitivos o provisionales, con el fin de que puedan ser utilizados por todos los ciudadanos.*

En el capítulo 5 Elementos Urbanos, se genera el apartado 5.1 Pavimentos:

#### *5.1.1. Requisitos de accesibilidad:*

*a) Para ser accesibles deben ser duros, **no deslizantes** y estar ejecutados de forma tal que no presente cejas, ni rebordes*

*b) Un pavimento no deslizante es el que tiene un coeficiente de resistencia al deslizamiento o un coeficiente dinámico de fricción determinado según el Informe UNE 41500.*

Nos remite a la norma analizada en el apartado anterior. Igualmente, hace mención al coeficiente de fricción, además de solicitar que sea dinámico<sup>20</sup>.

### **6.2. Normas UNE Comité AEN/CTN 170. Accesibilidad**

Se trata de las normas que consolidan la calidad del entorno. La cadena de normalización se cierra con la gestión y certificación de la accesibilidad. Se certifica la accesibilidad de los entornos, productos y servicios con la aplicación de criterios DALCO y el sistema de gestión.

#### **6.2.1. UNE 170001-1:2007. Accesibilidad universal. Criterios DALCO para facilitar la accesibilidad al entorno**

*La parte 1 de esta norma establece los criterios DALCO de accesibilidad universal, cuya aplicación en el entorno da lugar a su utilización por parte de cualquier persona con independencia de su edad, sexo, origen cultural o capacidad.*

*Todos los requisitos de esta norma son genéricos, y se pretende que sean aplicables a todo tipo de organización, sin importar su tamaño o actividad.*

---

<sup>20</sup> En el apartado de métodos de ensayo se exponen los métodos por fricción dinámica y por fricción estática.

En el apartado 4.6 Pavimentos, se hacen las siguientes consideraciones:

*La selección del tipo pavimento debe hacerse en función de la actividad y de la ubicación en el entorno de esa actividad.*

*El pavimento debe reunir las características de antideslizante, duro, compacto, homogéneo, perdurable y no producir deslumbramientos. Debe permitir el desplazamiento seguro y sin tropiezos, evitándose irregularidades, salientes por elementos incorporados –alfombras, moquetas, etc.-, huecos o rejillas amplias que puedan provocar accidentes o complicar la deambulación con el uso de bastones, muletas, tacones o ruedas.*

Tratándose de una norma posterior, no hace referencia a las características de la norma UNE 41500:2001. Sin embargo, la publicación de esta norma es posterior al CTE, por lo que debería existir alguna relación entre ambos.

Hasta ahora hemos analizado las normas técnicas UNE de Accesibilidad, en las que se marcaban algunos requerimientos que debían cumplir los pavimentos de los itinerarios peatonales exteriores. Sin embargo, las normas desarrolladas por los comités AEN/CTN 22, AEN/CTN 127, AEN/CTN 136 y AEN/CTN 138<sup>21</sup> están relacionadas con el producto, certificación y marcado CE.

El objeto de la normativa debe ser establecer los criterios básicos para la obtención de datos característicos de un material de forma que puedan ser comparables, además de tener un criterio que pueda servir como guía para el estudio de la adecuación de un material para un uso concreto. Algunas de estas normas son la base para las certificaciones de producto y para el marcado CE (Bernabéu, Ana, 2011).

Los materiales de construcción tienen que cumplir unos requerimientos y especificaciones técnicas sobre integridad y durabilidad, propiedades mecánicas, porosidad, permeabilidad y permanencia en el tiempo de dichas características. Los productos deben justificar que cumplen con las condiciones de seguridad, fiabilidad y durabilidad de los materiales.

---

<sup>21</sup> Según Tabla 10.

Las normas UNE armonizadas mantienen un esquema de índice similar, resumiendo:

0. Antecedentes.
1. Objeto de aplicación.
2. Normas de consulta.
3. Definiciones.
4. Requisitos/métodos de ensayo.
  - 4.1. Requisitos referentes a los materiales.
  - 4.2. Requisitos referentes a los productos.
- 5 Evaluación de conformidad.
  - 5.1. Generalidades.
  - 5.2. Ensayos iniciales de tipo.
  - 5.3. Control de producción en fábrica.
6. Criterios de aceptación.
  - 6.1. Muestreo.
  - 6.2. Criterios de conformidad.
7. Marcado, etiquetado y embalaje.
  - 7.1. Anexos A, B, C,...

Anexo ZA Condiciones para el mercado

- ZA.1 Objeto y campo de aplicación y características correspondientes.
- ZA.2. Certificación de conformidad.
- ZA.3. Marcado y etiquetado CE.

## 6.3. Normas UNE Comité AEN/CTN 22. Minería y explosivos. Piedra natural

### 6.3.1. UNE-EN 1341:2013. Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo

En esta norma europea encontramos los requisitos de las características y los correspondientes métodos de ensayo de todas las baldosas de piedra natural para uso como pavimento de exterior y acabados de calzadas.

Se define baldosa para pavimento exterior como *la unidad de piedra natural obtenida por corte o lajado que se utiliza como material de pavimentación, para pavimentos exteriores y acabados de calzadas, en la que la anchura nominal es más del doble de su espesor.*

Los requisitos y métodos de ensayo son necesarios para la obtención del marcado y conformidad del producto, según la norma europea, son:

- **Dimensiones:** medidas según el anexo ZA de la norma. desviaciones posibles, tolerancias, irregularidades, espesores, planeidad y rectitud).
- **Resistencia al hielo/deshielo:** Cuando esté previsto el uso de la baldosa en zonas de hielo/deshielo, se debe determinar la resistencia al hielo/deshielo según el método de ensayo descrito en la norma EN 12371:2011<sup>22</sup>.

Los daños por hielo dependen de las condiciones climáticas del lugar de uso, la posición relativa de las obras y la vida útil prevista de las obras.

- **Resistencia a la rotura.** Resistencia a la flexión: relacionado con el espesor de la pieza. Se incluyen en los anexos A y C una guía de espesores y cálculo.
- **Resistencia a la abrasión:** el ensayo aparece en el anexo C de la norma, según norma EN 12372<sup>23</sup>, basada en el disco giratorio

<sup>22</sup> UNE-EN 12371:2011. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la heladicidad.

<sup>23</sup> UNE-EN 12372: 2007. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la flexión bajo carga concentrada.

que produce el desgaste de la cara vista de la baldosa aplicando un material abrasivo bajo condiciones normalizadas. El resultado es la medición de la huella en la probeta, el valor medio de la longitud de la huella.

• **Resistencia al deslizamiento/derrape:** La resistencia al deslizamiento se debe declarar cuando el uso previsto de las baldosas este sometido a requisitos reglamentarios o cuando se solicite y, en cualquier caso, cuando la rugosidad de las superficie, medida de acuerdo con el apartado 5.3 de la norma EN 13373:2003<sup>24</sup>, sea inferior a 1,00mm.

En este caso de debe declarar el valor mínimo de la resistencia al deslizamiento sin pulido en húmedo (USRV), remitiendo al ensayo que aparece en el anexo D de la norma. La medición del USRV se realiza con el equipo de ensayo del péndulo de fricción, según norma UNE-EN 14231<sup>25</sup>.

Se incluyen las siguientes notas:

- *Nota 1: Se considera que las baldosas con una textura gruesa y las partidas (según se obtiene la cara vista por rotura) tienen una resistencia al deslizamiento satisfactoria.*
- *Nota 2: El valor de la resistencia al deslizamiento sin pulido se refiere a las baldosas ya fabricadas y ayuda a asegurar una resistencia al deslizamiento/derrapa, adecuada en la instalación.*
- *Nota 3: La experiencia indica que cuando la medición USRV, realizada con un péndulo con zapata ancha/oscilación completa, es superior a 35 en condiciones húmedas, generalmente se puede considerar aceptable para superficies horizontales o con una pendiente inferior al 6%.*

La resistencia al derrape y la durabilidad de la resistencia al deslizamiento o al derrape, se deben declarar si son solicitadas. No existe un método de ensayo europeo por lo que se debe recurrir a la legislación nacional del lugar donde va a ser instalado el producto.

<sup>24</sup> UNE-EN 13373:2003. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de las características geométricas de las unidades.

<sup>25</sup> UNE-EN 14231:2004. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia al deslizamiento mediante el péndulo de fricción.

- **Aspecto:** Se trata de uno de los requisitos que destacaremos en el material de piedra por ser natural, lo que implica que se pueden producir variaciones de color, veteado y textura.
- **Absorción de agua:** Se debe declarar si es solicitado. Se utilizará el método de ensayo descrito en la norma EN 13755<sup>26</sup>.
- **Densidad aparente y porosidad abierta:** Se determinan según ensayo descrito en la norma EN 1936.

### **6.3.2. UNE-EN 1342:2013. Adoquines de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo**

En esta norma encontramos los requisitos de las características y los correspondientes métodos de ensayo de todos los adoquines de piedra natural para uso como pavimento de exterior. Dichos requisitos son necesarios para la obtención del marcado CE y conformidad del producto según la norma europea.

Define adoquín como *la unidad de piedra natural obtenida por corte o lajado, que se utiliza como material de pavimentación, en la que la anchura nominal no sobrepasa el doble de su espesor y la longitud no sobrepasa el doble de la anchura.*

Mantiene el esquema de la norma anterior UNE EN 1341:2013. Existe una diferencia en el apartado de resistencia a la flexión. En el caso de los adoquines no se evalúa a flexión sino a compresión.

### **6.3.3. UNE-EN 14231:2003. Método de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia al deslizamiento mediante el péndulo de fricción**

Esta norma europea define un método de ensayo para determinar el valor de resistencia al deslizamiento de la cara expuesta de elementos de piedra natural prevista para utilizar en suelos de construcciones.

El método de ensayo consiste en un péndulo de fricción compuesto por una zapata, con resorte de muelle, fabricada con un caucho normalizado y colocada en el extremo del péndulo. Al oscilar el

<sup>26</sup> UNE-EN 13755:2008. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica.

péndulo, la fuerza de rozamiento entre la zapata y la superficie de ensayo se mide por la reducción de la longitud de oscilación con la ayuda de una escala graduada.

## 6.4. Normas UNE Comité AEN/CTN 127. Prefabricados de cemento y de hormigón

### 6.4.1. UNE-EN 1338:2004. Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo. Corregida erratum septiembre 2006

Esta norma europea especifica los materiales, propiedades, requisitos y métodos de ensayo de los adoquines prefabricados de hormigón no armados y accesorios complementarios, previstos para uso peatonal, uso en áreas sometidas a tráfico de vehículos y cubiertas, como por ejemplo: aceras, límites de áreas, sendas para bicicletas, aparcamientos, carreteras, autopistas, áreas industriales (incluyendo almacenes y puertos), aeropuertos, estaciones de autobuses y gasolineras.

Define adoquín de hormigón como la unidad prefabricada de hormigón, *utilizada como material de pavimentación que satisface las siguientes condiciones:*

- *Cualquier sección transversal a una distancia de 50mm de cualquiera de sus bordes, no tiene una dimensión horizontal inferior a 50mm.*
- *Su longitud total dividida por su espesor es menor o igual que cuatro.*

Los adoquines pueden ser monocapa (con un solo tipo de hormigón) o doble capa (capa superficial, con un espesor mínimo de 4mm, y capa de apoyo)

Los requisitos y métodos de ensayo necesarios para la obtención del marcado CE y conformidad del producto, según la norma europea, son:

- **Resistencia climática:** la resistencia climática se determina con el ensayo de hielo/deshielo, según anexo D con sales descongelantes, o bien para la absorción del agua, según anexo E. Con este ensayo se trata de asegurar la durabilidad del producto asignando una clase de resistencia climática (1 o 2).

- **Resistencia a la rotura:** la rotura T se determina según el ensayo del anexo F a compresión.

La durabilidad de la resistencia está garantizada en condiciones normales de uso, los adoquines mantienen una resistencia satisfactoria.

- **Resistencia al desgaste por abrasión:** Se determina mediante el ensayo de disco de abrasión, según anexo G o bien mediante ensayo Böhme, según anexo H.
- **Resistencia al deslizamiento/resbalamiento:** los adoquines de hormigón tienen una resistencia al deslizamiento/resbalamiento satisfactoria, siempre y cuando la totalidad de la cara vista no haya sido pulida para producir una superficie lisa. Se determina según el anexo I, ensayo del péndulo.

Si la superficie del adoquín contiene rugosidades, ranuras, surcos u otras características superficiales que impidan su ensayo por el método del péndulo de fricción, se considera que el producto satisface los requisitos establecidos por esta norma sin ser ensayado.

Se incluye una nota sobre los valores de la resistencia al deslizamiento/resbalamiento que están relacionados con los adoquines tal y como son fabricados, y ayuda a asegurar una adecuada resistencia al deslizamiento/resbalamiento una vez instalados.

En condiciones normales de uso los adoquines mantienen una satisfactoria durabilidad de la resistencia al resbalamiento/deslizamiento durante la vida útil del producto, siempre y cuando estén sometidos a un mantenimiento normal, a menos que haya empleado una gran proporción de áridos en su cara vista y se pulan excesivamente debido al uso.

- **Comportamiento frente al fuego:** los adoquines de hormigón son clase A1 sin necesidad de ensayarlos.

#### **6.4.2. UNE-EN 1339:2004. Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo. Corregida erratum septiembre 2006**

Esta norma europea especifica los materiales, propiedades,

requisitos y métodos de ensayo de las baldosas de hormigón no armadas y accesorios complementarios.

Define baldosa de hormigón como *la unidad prefabricada de hormigón, utilizada como material de pavimentación que satisface las siguientes condiciones:*

- *Su longitud total no excede de 1 m.*
- *Su longitud total dividida por su espesor es mayor que 4.*

Las baldosas pueden ser monocapa (con un solo tipo de hormigón) o doble capa (capa superficial, con un espesor mínimo de 4mm, y capa de apoyo).

Mantiene el esquema de la norma anterior UNE EN 1338:2003. Existe una diferencia en el apartado de resistencia a la flexión. En el caso de las baldosas se evalúa a flexión.

### **6.4.3. UNE-EN 13748-2:2005. Baldosas de terrazo. Parte 2: baldosas de terrazo para uso exterior**

Esta norma europea especifica los materiales, propiedades y métodos de ensayo de las baldosas de terrazo no armadas, que emplean cemento como aglomerante, producidas en fábrica y que son vendidas listas para ser colocadas.

Están previstas para uso exterior en áreas peatonales, por ejemplo, paseos, terrazas, centros comerciales, piscinas, etc. Donde el aspecto decorativo del pavimento es predominante.

Se añade una nota: esta norma es de aplicación a los productos tal y como son entregados de fábrica, y no tiene en cuenta el proceso de colocación.

Define la baldosa de terrazo como *los elementos de forma y espesor uniformes, adecuadamente compactados, que cumplen con esta norma.*

Pueden ser monocapa (fabricadas con una única capa homogénea de áridos adecuados en forma de gránulos o de lascas, embebidos en una pasta de cemento gris o blanco y agua. Pueden emplearse aditivos y adiciones) o bicapa (fabricadas con una capa huella, similar en composición a las baldosas monocapa, y una segunda capa, capa de base o dorso).

Los requisitos y métodos de ensayo son necesarios para la obtención del marcado CE y conformidad del producto, según la norma europea, son:

- **Resistencia a flexión:** se establece el método de ensayo de resistencia a flexión, según apartado 5.5.
- **Requisitos de carga de rotura:** establece un cuadro con valores de carga de rotura a flexión.
- **Desgaste por abrasión:** se realiza el método de ensayo del disco ancho descrito en el apartado 5.6.1 (método de Capón modificado)
- **Resistencia al resbalamiento/deslizamiento:** las baldosas de terrazo para uso exterior tienen una resistencia al resbalamiento/deslizamiento satisfactoria, siempre y cuando la totalidad de su cara vista no haya sido pulida para producir una superficie lisa.

Se utilizara el método de ensayo del péndulo.

Si la capa de huella de la baldosa tiene resaltes, acanaladuras, u otros perfiles que impidan su ensayo mediante el péndulo de fricción, se supone que el producto cumple con este requisito sin necesidad de ensayarlo.

Se añade una nota: el valor de la resistencia al resbalamiento/deslizamiento se refiere a la baldosa tal y como se entrega de fábrica.

En condiciones normales de uso las baldosas tienen una satisfactoria durabilidad de la resistencia al resbalamiento/deslizamiento durante la vida útil de uso, siempre y cuando estén sometidos a un mantenimiento normal, que no modifiquen su resistencia inicial.

- **Resistencia climática:** la resistencia climática debe verificarse mediante ensayo, según apartado 5.8 para la absorción de agua, y de acuerdo con el apartado 5.9 para resistencia al hielo-deshielo. Se establecen clases (del 1 al 3).
- **Comportamiento frente al fuego:** se consideran clase A1 fl, respecto a su reacción al fuego sin necesidad de ensayo.

#### **6.4.4. UNE-EN 14618:2009. Piedra aglomerada. Terminología y clasificación**

De esta norma nos interesa la terminología y definición de piedra aglomerada:

Los productos de piedra aglomerada son productos industriales hechos principalmente de cemento hidráulico, resina o una mezcla de ambos, áridos y otras adiciones. Se fabrican industrialmente con su forma geométrica en plantas de fabricación fijas mediante técnicas de moldeo. Se comercializa en forma de bloques bastos, losas bastas, losas, baldosas, piezas complementarias y otros productos a medida.

#### **6.4.5. UNE-EN 15285:2008. Piedra aglomerada: baldosas modulares para suelos (uso interno y externo)**

Esta norma europea especifica los requerimientos y métodos de ensayo adecuados para baldosas modulares de piedra aglomerada para su uso en suelos y escaleras tanto en interior como en exterior, fijados con mortero o con adhesivos. También proporciona criterios de evaluación de la conformidad y marcado CE de los productos de acuerdo con los requerimientos de esta norma europea.

Define baldosa modular como *la pieza de piedra aglomerada de tamaño normal, con dimensiones (<600mm) x (<600mm) y espesor nominal de 6mm a 20mm.*

Los requisitos y métodos de ensayo son necesarios para la obtención del marcado y conformidad del producto, según la norma europea, son:

- **Densidad aparente y absorción de agua:** se determinan según método de ensayo descrito en Norma EN 14617-1<sup>27</sup>.
- **Resistencia a flexión:** Se determina según método de ensayo descrito en Norma EN 14617-2<sup>28</sup>.
- **Resistencia a la abrasión:** Se debe declarar cuando sea un requisito contractual o si se espera que el producto esté sometido

<sup>27</sup> UNE-EN 14617-1:2013 Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 1: Determinación de la densidad aparente y la absorción de agua.

<sup>28</sup> UNE-EN 14617-2:2008. Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación de la resistencia a flexión.

a acciones abrasivas agresivas. Se determinan según método de ensayo descrito en Norma EN 14617-4<sup>29</sup>.

- **Resistencia química:** Se debe declarar cuando sea un requisito contractual o si se espera que el producto esté sometido a acciones químicas agresivas. Se determinan según método de ensayo descrito en Norma EN 14617-10<sup>30</sup>.
- **Resistencia al fuego:** Puede ser clasificada sin ensayo como reacción al fuego clase A1 fl.
- **Resbaladidad:** Se debe declarar el valor de resbaladidad de las baldosas modulares cuando esté sujeto a requerimientos reglamentarios, y en el resto de los casos se puede declarar.

Se determina según el método de ensayo descrito en la Norma EN 14231<sup>31</sup>, que corresponde al péndulo de fricción.

- **Conductividad térmica:** se debe declarar siempre según la Norma EN 12524<sup>32</sup>.
- **Resistencia al choque térmico:** Se determinan según método de ensayo descrito en Norma EN 14617-6<sup>33</sup>.
- **Resistencia al hielo:** Se determinan según método de ensayo descrito en Norma EN 14617-5<sup>34</sup>.

#### **6.4.6. UNE-EN 12774-2:2006. Parte 2: baldosas de terrazo para uso exterior. Complemento nacional a la norma UNE-EN 13748-2**

Esta norma específica un conjunto de requisitos normativos que constituyen el complemento nacional a las prescripciones mínimas

<sup>29</sup> UNE-EN 14617-4:2012 Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 4: Determinación de la resistencia a la abrasión.

<sup>30</sup> UNE-EN 14617-10:2012 Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 10: Determinación de la resistencia química.

<sup>31</sup> UNE-EN 14231:2004 Método de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia al deslizamiento mediante el péndulo de fricción.

<sup>32</sup> UNE-EN 12524:2000 Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores de diseño tabulados.

<sup>33</sup> UNE-EN 14167-6:2012 Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 6: Determinación de la resistencia al choque térmico.

<sup>34</sup> UNE-EN 14167-5:2012 Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación de la resistencia al hielo y al deshielo.

recogidas en la Norma UNE-EN 13748-2 para las baldosas de terrazo no armadas, que emplean cemento como aglomerante, producidas en fábrica y que se comercializan listas para ser colocadas.

Se complementan los siguientes requisitos de producto terminado:

- **Desgaste por abrasión:** Se recomienda, para asegurar la durabilidad de elemento para el uso habitual para el que se comercializan, que las baldosas cumplan como mínimo con la clase 2 según apartado 4.2.4.4. de la Norma UNE-EN 13748-2.
- **Resistencia al deslizamiento/resbalamiento:** a pesar de establecer en la Norma UNE-EN 13748-2 que las baldosas de terrazo tienen una resistencia satisfactoria, se debe declarar dicho valor del índice USRV, según apartado 5.7 de la Norma.

Para asegurar la durabilidad de las baldosas para el uso habitual para el que se comercializan, se recomienda que cumplan como mínimo con un valor de resistencia al deslizamiento/resbalamiento de 45, según se establece en la normativa vigente para determinados usos (CTE DB SUA)<sup>35</sup>.

- **Resistencia climática:** Las baldosas deben cumplir, como mínimo, con el requisito de clase 2 y marcado B, para asegurar la durabilidad del elemento para el uso habitual para el que se comercializa.

#### **6.4.7. UNE-ENV 12633:2003 (ANULADA) Método de ensayo para la determinación del valor de resistencia al deslizamiento /resbalamiento de los pavimentos pulidos y sin pulir**

La importancia de esta norma dentro de la reglamentación española hace que, aunque este anulada, forme parte del análisis de las normas técnicas.

La norma UNE ENV 12633:2003, según criterios del Comité Europeo CEN/TC 178, paso a convertirse en CEN/TS 12633:2014. CEN/TS no tiene categoría de norma pero puede pasar a ser norma. En dicha conversión desaparece el anexo ZA que hace referencia al método de ensayo del péndulo. La norma CEN/TS 12633:2014, mantiene el

<sup>35</sup> Se hace referencia a la aplicación del CTE. Se debe tener en cuenta que la Norma es para baldosas de terrazo uso exterior. El CTE es para uso interior.

cuerpo de la norma anterior, ENV 12633:2003, siendo el método para simular el pulimiento acelerado de las superficies con el paso del tiempo y el Anexo se dedicaba a medir el antes y después del pulimiento acelerado con el método del péndulo.

*El valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$  se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.*

Como se comentó en el apartado 8.4, en el año 2013 se elimina dicho anexo de la norma y con ello el método de ensayo del péndulo. Sin embargo, se sigue utilizando y referenciando en España, en el CTE, a pesar de haber sido anulada dicha norma. Mientras en el CTE se siga haciendo referencia, dentro del DB-SUA, seguirá teniendo valor reglamentario, seguirá siendo de obligado cumplimiento.

Este proyecto de norma europea describe un método de laboratorio para determinar el valor de la resistencia al deslizamiento/resbalamiento de unidades de pavimento sin pulir (USRV) y pulidas (PSRV) mediante una máquina de pulido de base plana conjuntamente con el péndulo de fricción.

Consiste en la medida del valor del péndulo de una muestra, antes y/o después del pulido con una máquina de pulido de base plana, usando el péndulo de fricción.

Se describe el método de ensayo de máquina de pulido de base plana, para pulir las muestras, y se remite al anexo A para la determinación del valor de la resistencia al deslizamiento/resbalamiento sin pulir, antes del ensayo en máquina base plana, y después de pulido. En dicho Anexo A se describe el método de ensayo del péndulo de fricción.

## **6.5. Normas UNE Comité AEN/CTN 136. Materiales cerámicos de arcilla cocida para la construcción**

### **6.5.1. UNE-EN 1344:2015. Adoquines de arcilla cocida. Especificaciones y métodos de ensayo**

Esta norma europea especifica los requisitos de los adoquines de arcilla cocida y sus accesorios de arcilla cocida para uso en

pavimentación flexible y pavimentación rígida.

Esta norma se aplica a elementos rectangulares y de cualquier otra forma que sean utilizados como productos de construcción, principalmente para uso exterior en pavimentos, incluyendo cubiertas donde se utilizan como piezas para el pavimento de la misma, aunque también puedan ser de uso interior. La pavimentación flexible se destina a fines peatonales y de tráfico de vehículos, mientras que la pavimentación rígida va normalmente destinada al tráfico de peatones.

Define adoquín de arcilla cocida como *los elementos que cumplen las especificaciones establecidas en cuanto a forma y dimensiones, utilizados en la superficie de pavimentos y fabricados preferentemente a partir de arcilla y de otros materiales arcillosos, con o sin aditivos, mediante moldeado, secado y cocción a una temperatura suficientemente alta para formar un producto cerámico duradero.*

Los requisitos y métodos de ensayo son necesarios para la obtención del marcado y conformidad del producto, según la norma europea, son:

- **Resistencia al hielo/deshielo:** se describe el método de ensayo en el anexo C, por ciclos de hielo/deshielo en tanque de inmersión.
- **Carga de rotura transversal:** se debe indicar la carga de rotura transversal de los adoquines en cada una de las direcciones en las que se puedan colocar, según ensayo descrito en el anexo D.
- **Resistencia a la abrasión:** Se describe el método de ensayo según el anexo E, con el disco giratorio en condiciones determinadas y con la utilización de material abrasivo.
- **Resistencia al deslizamiento/derrape:** Los adoquines y sus accesorios tienen una resistencia satisfactoria al deslizamiento/derrape siempre que la cara vista no haya sido pulida y/o abrillantada, o fabricada de tal forma que se haya producido una superficie muy lisa.

Si en algún caso excepcional fuera necesario indicar un valor de resistencia al deslizamiento/derrape sin pulido (USRV). Se utiliza el método de ensayo según se establece en el anexo c de la

especificación técnica CEN/TS 16165:2012<sup>36</sup>, método del péndulo de fricción.

La durabilidad de la resistencia al deslizamiento/derrape es satisfactoria durante la vida activa del producto siempre que estén sujetos a un mantenimiento normal y no estén sometidos al pulido y/o abrillantados para producir superficies lisas.

En ausencia de un método de ensayo europeo, la durabilidad de la resistencia al deslizamiento/derrape debe determinarse y declararse como se describe en las disposiciones nacionales válidas en el lugar de utilización del producto<sup>37</sup>.

## 6.6. Normas UNE Comité AEN/CTN 138. Baldosas cerámicas

### 6.6.1. UNE-EN 14411:2013. Baldosas cerámicas: Definiciones, clasificación, características, evaluación de la conformidad y marcado

Esta norma europea define los términos y establece las características para baldosas cerámicas fabricadas por los métodos de extrusión y de prensado en seco para revestimientos de suelos (incluidas escaleras) y paredes interiores y/o exteriores. Se incluye también el nivel de los requisitos para dichas características y las referencias a los métodos de ensayo aplicables así como las disposiciones para la evaluación de conformidad y el marcado.

Nota: La serie de Normas EN ISO 10545<sup>38</sup> describe los métodos de ensayo que se requieren para determinar la mayoría de las características de producto que se incluyen en esta norma europea. La serie se divide en 16 partes, y cada una de ellas describe un método de ensayo particular o un asunto relacionado.

Definen las baldosas cerámicas como *las baldosas fabricadas a partir de arcillas y/u otras materias primas inorgánicas. Las baldosas pueden ser esmaltadas (GL) o no esmaltadas (UGL).*

Las baldosas cerámicas se clasifican según su fabricación (Extrusión o prensado en seco) y por su nivel de absorción de agua.

<sup>36</sup> Se trata de una especificación técnica (TS), no es norma armonizada. Esta TS se comentará en el capítulo 10.5.

<sup>37</sup> Este párrafo será comentado en el capítulo 10.5.

<sup>38</sup> Baldosas cerámicas.

Se realizarán ensayos iniciales de tipo (EIT). Los requisitos y métodos de ensayo son necesarios para la obtención del marcado y conformidad del producto, según la norma europea, son:

- **Absorción de agua:** Según método descrito en Norma EN ISO 10545-3<sup>39</sup>.
- **Fuerza de rotura:** Según método descrito en Norma EN ISO 10545-4<sup>40</sup>.
- **Resistencia a flexión o módulo de rotura:** Según método descrito en Norma EN ISO 10545-4.
- **Resistencia a la abrasión:** Según método descrito en Norma EN ISO 10545-6<sup>41</sup> y 7<sup>42</sup>.
- **Coefficiente de dilatación térmica lineal:** Según método descrito en Norma EN ISO 10545-8<sup>43</sup>.
- **Resistencia al choque térmico:** Según método descrito en Norma EN ISO 10545-9<sup>44</sup>.
- **Resistencia al cuarteo:** Según método descrito en Norma EN ISO 10545-11<sup>45</sup>.
- **Resistencia a la helada:** Según método descrito en Norma EN ISO 10545-12<sup>46</sup>.

---

<sup>39</sup> UNE-EN ISO 10545-3:1997 Baldosas cerámicas. Parte 3: Determinación de la absorción de agua, de la porosidad abierta, de la densidad relativa aparente, y de la densidad aparente. (ISO 10545-3:1995, incluye Corrigendum Técnico 1:1997).

<sup>40</sup> UNE-EN ISO 10545-4:2015 Baldosas cerámicas. Parte 4: Determinación de la resistencia a la flexión y de la fuerza de rotura. (ISO 10545-4:2014).

<sup>41</sup> UNE-EN ISO 10545-6:2012 Baldosas cerámicas. Parte 6: Determinación de la resistencia a la abrasión profunda de las baldosas no esmaltadas. (ISO 10545-6:2010).

<sup>42</sup> UNE-EN ISO 10545-7:1999 Baldosas cerámicas. Parte 7: Determinación de la resistencia a la abrasión superficial de las baldosas esmaltadas. (ISO 10545-7:1996).

<sup>43</sup> UNE-EN ISO 10545-8:2014 Baldosas cerámicas. Parte 8: Determinación de la dilatación térmica lineal. (ISO 10545-8:2014).

<sup>44</sup> UNE-EN ISO 10545-9:2013 Baldosas cerámicas. Parte 9: Determinación de la resistencia al choque térmico. (ISO 10545-9:2013).

<sup>45</sup> UNE-EN ISO 10545-11:1997 Baldosas cerámicas. Parte 11: Determinación de la resistencia al cuarteo de baldosas esmaltadas. (ISO 10545-11:1994).

<sup>46</sup> UNE-EN ISO 10545-12:1997 Baldosas cerámicas. Parte 12: Determinación de la resistencia a la helada. (ISO 10545-12:1995, incluye Corrigendum Técnico 1:1997).

- **Resistencia al deslizamiento:** Según método descrito en especificación técnica (TS) CEN/TS 16165:2012<sup>47</sup>.
- **Dilatación por humedad:** Según método descrito en Norma EN ISO 10545-10<sup>48</sup>.

En el anexo M se establece una clasificación de las baldosas esmaltadas, desde clase 0 a 5). No encontramos referencias a suelos para un tráfico peatonal exterior. Para la clase 5 establece que son adecuadas para zonas públicas como centros comerciales, explanadas en aeropuertos, vestíbulos de hoteles, pasajes peatonales y aplicaciones industriales. No podemos deducir que sean adecuadas para tránsito peatonal exterior.

### **6.6.2. UNE 138001:2008 IN. Resistencia al desgaste por tránsito peatonal de pavimentos cerámicos. Recomendaciones para la selección en función del uso previsto**

Este informe se genera como documento de referencia y ayuda para los profesionales del sector de baldosas cerámicas, y para los responsables de la selección, prescripción y comercialización de pavimentos cerámicos, en relación con las características de resistencia al desgaste debida al tránsito peatonal.

Se desarrolla un método de ensayo que permita simular diferentes condiciones de uso real de los pavimentos, partiendo del procedimiento descrito en la Norma UNE-EN ISO 10545-7.

El objetivo del informe UNE es definir el criterio para la selección de pavimentos cerámicos, que garantice la adecuación de sus prestaciones de resistencia al desgaste respecto a las condiciones de uso previsto, y por lo tanto la durabilidad de la instalación.

Este informe desarrolla los aspectos que pueden condicionar la adecuación y durabilidad del pavimento, relacionados con el

---

<sup>47</sup> Según nota dentro de la Norma: A menos que se exija un método de ensayo distinto en la reglamentación nacional de (de los) Estado (s) miembro (s) para el uso previsto, en cuyo caso se debe declarar el método de ensayo y los resultados según corresponda (mientras no esté disponible un método de ensayo europeo consolidado). Esta nota será comentada en el capítulo 10.

<sup>48</sup> UNE-EN ISO 10545-10:1997 Baldosas cerámicas. Parte 10: Determinación de la dilatación por humedad. (ISO 10545-10:1995).

desgaste por tránsito peatonal, manifestándose con una alteración del aspecto de la superficie de las baldosas (cambio de brillo y/o color, manchado). No relaciona con el deslizamiento<sup>49</sup>, indicando que deben ser requisitos adicionales, derivados del uso previsto, que deben ser considerados de forma independiente.

Se establece una clasificación de la resistencia al desgaste de los pavimentos relacionada con la experiencia de los fabricantes, según las tipologías de acabado superficial.

El informe describe el método de ensayo según plato giratorio con la aportación de producto abrasivo para el desgaste.

El pavimento adecuado para tránsito peatonal es aquel que alcanza la clasificación H6.

---

<sup>49</sup> En el capítulo 10 se establece una relación estrecha entre desgaste y deslizamiento.





## 7. Mercado CE

La importancia del mercado CE en los productos de construcción hace que dedique una parte de la investigación a presentar que supone el mercado CE para los productos destinados a la pavimentación de exteriores, en este caso. No es objeto de la tesis profundizar en este tema, por lo que se hace una introducción al proceso de marcado CE y sistemas de Evaluación<sup>50</sup>.

El mercado CE es un requisito obligatorio para poder comercializar un producto de construcción dentro de la Unión Europea, independientemente de que sea una venta dentro del país de fabricación o entre distintos países.

Dentro de la Comisión Europea se han desarrollado una serie de directivas para la armonización de los requisitos técnicos de ciertos productos. Una de éstas Directivas fue la 89/106/CEE del Consejo del

---

<sup>50</sup> Se amplía la información con el documento "vigilancia del mercado " o "control de los productos industriales" del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, marzo 2015 . [http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/construccion/RPC\\_Comprobacion\\_marcado\\_CE\\_Productos\\_Construccion\\_Ver\\_5\\_Marzo\\_2015.pdf](http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/construccion/RPC_Comprobacion_marcado_CE_Productos_Construccion_Ver_5_Marzo_2015.pdf).

21 de diciembre de 1988, en la que se establecen las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros sobre los productos de construcción. Posteriormente fue modificada por la Directiva 93/68/CEE del Consejo de 22 de julio de 1993, relativa al mercado CE. En la actualidad está vigente el Reglamento (UE) N° 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo. En España entra en vigor a partir del 1 de julio de 2013.

El **mercado CE** para productos de construcción, a través del *Reglamento Europeo de Productos de Construcción (UE) N° 305/2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción*, a partir del 1 de julio de 2013, (sustituye a la Directiva Europea 89/106/CEE), es un requisito indispensable para la libre comercialización y uso de un producto en todos los países de la Unión Europea, estableciendo unos niveles mínimos de seguridad por debajo de los cuales no puede situarse ningún fabricante. Se han desarrollado una serie de normas que han de cumplir los pavimentos, según el proceso de elaboración, para su instalación y comercialización en la Unión Europea, mercado CE.

**Marcado CE:** *símbolo que indica que un producto es conforme con los requisitos esenciales de las Directivas que le son de aplicación. Igualmente, garantiza que el fabricante ha tomado todas las medidas oportunas para garantizar el cumplimiento de las mismas en los productos comercializados.*

**Producto de construcción:** *cualquier producto fabricado para su incorporación con carácter permanente a las obras de construcción, incluyendo tanto las de edificación como las de ingeniería civil.*

**Requisito esencial:** *condiciones generales que ha de cumplir un producto para no poner en peligro la seguridad de las personas, animales domésticos, bienes y/o medio ambiente. No se tratan de especificaciones técnicas, ya que no definen ningún diseño concreto o requisito de construcción, sino que señalan simplemente los resultados deseados.*

La intención del mercado es permitir la libre circulación del

producto en toda la Unión Europea y que los Estados Miembros no puedan legislar de forma diferente a lo establecido en la normativa europea, aunque pueden dictar condiciones adicionales para el uso de tales productos en la ejecución de obras construidas con ellos.

La certificación es la labor que ha de llevar a cabo la entidad reconocida, en la que se manifiesta la conformidad, de forma voluntaria, de los productos o servicios con los requisitos mínimos definidos en las normas o especificaciones técnicas que afectan a cada producto o servicio.

Es importante distinguir entre certificación de producto y certificación de sistema. La certificación de producto es la declaración por parte de un tercero de la conformidad con las normas aplicables a dicho producto. Por el contrario, la certificación de sistema verifica la aplicación de las normas de calidad o medio ambiente en función de indicadores escogidos por el propio fabricante. Es obvio que la certificación de producto es un paso más que la certificación de sistema y de hecho es necesario el registro de empresa según la ISO 9000 para poder solicitar la certificación de producto.

Cualquier sistema puede obtener una certificación de registro de empresas pero aquellas que fabrican productos pueden, a través de los certificados de calidad, dar valor a sus estándares de calidad aplicados a las características reales del producto.

El reglamento establece que *Las obras de construcción, en su totalidad y en sus partes aisladas, deberán ser idóneas para su uso previsto, teniendo especialmente en cuenta la salud y la seguridad de las personas afectadas a lo largo del ciclo de vida de las obras. Sin perjuicio del mantenimiento normal, las obras de construcción deben cumplir estos requisitos básicos de las obras durante un período de vida económicamente razonable.* Los requisitos básicos que deben satisfacer las obras de construcción, a las que se incorporan los productos y que, por tanto, influyen en las características técnicas de los mismos son:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.

- Seguridad y accesibilidad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.
- Utilización sostenible de los recursos naturales.

Todos aquellos productos que influyen en al menos uno de los requisitos enunciados, deben llevar el Marcado CE, el cual asegura que cumplen con las especificaciones técnicas que sobre el producto se han considerado exigibles por el conjunto de países europeos.

El marcado CE se colocará únicamente en los productos de construcción respecto de los cuales el fabricante, el importador o el distribuidor haya emitido una Declaración de Prestaciones (si no se ha emitido la DdP no podrá colocarse el marcado CE).

La Declaración de Prestaciones, que expresará las prestaciones del producto en relación con sus características esenciales, será emitida por el fabricante cuando el producto se introduzca en el mercado y esté cubierto por una norma armonizada o sea conforme a una Evaluación Técnica Europea (si el fabricante ha querido seguir ese procedimiento), con lo que asume la responsabilidad de la conformidad del producto con la prestación declarada. Los importadores o distribuidores que introduzcan un producto en el mercado con su nombre deberán emitir la declaración de prestaciones con su nombre, con las mismas responsabilidades del fabricante.

El marcado CE certifica que los productos son conformes con Normas de transposición de normas armonizadas, es decir, Normas establecidas por organismos europeos de normalización de acuerdo con mandatos conferidos por la Comisión de las Comunidades Europeas con arreglo a los procedimientos establecidos en el Reglamento.

La colocación del marcado CE implica que el fabricante, o en su caso el distribuidor o el importador, asume la responsabilidad sobre la conformidad de ese producto con las prestaciones incluidas en la Declaración. El marcado CE significa el cumplimiento de todas las Directivas que afecten al producto.

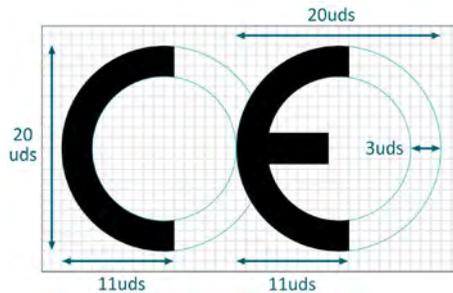


FIGURA 30: Mercado CE. Fuente: [www.marcado-ce.com](http://www.marcado-ce.com).

El marcado CE lo efectúa el fabricante o responsable del producto, antes de introducirlo en el mercado, en base al sistema de certificación que se indique en el Reglamento. Estos sistemas vienen impuestos en función de las características del producto, siendo el sistema 4 el menos exigente (autocertificación) y el 1+ el más exigente. De los seis (1/1+/2/2+/3/4) sistemas, sólo en el 4 no se requiere la intervención de un Organismo Notificado.

Sistemas de Evaluación y Verificación de la Constancia de las Prestaciones (EVCP):

- **Sistema 1:** Certificación de producto por un organismo de certificación notificado (incluye: determinación del producto tipo, muestreo, inspección inicial e inspecciones complementarias del control de producción en fábrica y certificación del producto).
- **Sistema 1+:** Es el sistema 1 incluyendo ensayos por sondeo de muestras tomadas antes de la introducción del producto en el mercado.
- **Sistema 2+:** Certificación del control de producción en fábrica por un organismo de certificación del control de producción en fábrica notificado (incluye inspección inicial e inspecciones periódicas del control de producción en fábrica).
- **Sistema 3:** Determinación del producto tipo por un laboratorio de ensayo notificado.
- **Sistema 4:** Declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados.

En los sistemas 2+ y 4 el fabricante deberá realizar bajo su

responsabilidad la determinación del producto tipo. En los sistemas 3 y 4 el fabricante deberá tener implantado también un sistema de control de producción en fábrica.

El sistema que se debe aplicar a los pavimentos de exteriores es el sistema 4, por lo que con una declaración del fabricante bastaría para poder comercializar el producto.

En el anexo 3 del reglamento se describen los sistemas de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones correspondiendo al sistema 4:

• *Declaración de prestaciones de las características esenciales del producto de construcción, por parte del fabricante, sobre la base de los siguientes elementos:*

*a) el fabricante efectuará:*

*i) la determinación del producto tipo sobre la base de ensayos de tipo, cálculos de tipo, valores tabulados o documentación descriptiva del producto,*

*ii) el control de producción en fábrica;*

*b) el organismo notificado no interviene.*

**Sistemas de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones**  
**(según el texto del Reglamento Delegado N° 568/2014)**

| Sistema | Tareas del Fabricante   | Tareas del Organismo notificado |
|---------|---|---------------------------------|
| 4       | Evaluación de las prestaciones del producto sobre la base de ensayos (incluido el muestreo), cálculos o valores tabulados o documentación descriptiva del producto.<br>Control de producción en fábrica |                                 |

FIGURA 31: Descripción sistema de evaluación y verificación. Marcado CE.

En el anexo 2, se presenta un ejemplo de Marcado CE.

**Ejemplo de Marcado CE para un producto incluido en una norma armonizada  
(por el sistema de evaluación 1)**

|   |  |
|---|--|
|  <p>0123</p>   | <p><i>Marcado CE, consistente en el logotipo "CE"</i></p> <p><i>Número identificativo del organismo notificado</i></p>   |
| <p>Fabricante XX / Dirección<br/>País</p> <p>13</p> <p>00001-CPR2012/05/12</p>  | <p><i>Nombre y dirección social del fabricante o importador o distribuidor o marca identificativa</i></p> <p><i>Últimas dos cifras del año en que se fijó el marcado CE por primera vez<sup>(1)</sup></i></p> <p><i>Número de referencia de la Declaración de Prestaciones</i></p>   |
| <p>EN 123-5:XXXX</p> <p>Producto A</p> <p>Uso al que está destinado (p.e. muros cortina, compartimentación de fuego, etc.)</p> <p><b>Característica esencial 1:</b> 50 N/cm<sup>2</sup></p> <p><b>Característica esencial 2:</b> Pasa</p> <p><b>Característica esencial 3:</b> Clase A1</p> <p><b>Característica esencial 4:</b> RE 60</p> <p><b>Característica esencial n:</b> xxx</p> <p><b>Durabilidad de la característica esencial 1:</b> expresada como se indica en la DdP</p> <p><b>Durabilidad de la característica esencial n:</b> expresada como se indica en la DdP</p> <p><b>Sustancia peligrosa X:</b> Inferior a 0,2 ppm</p> | <p><i>Número de la norma armonizada de aplicación, como está referenciada en el DOUE (con fecha)</i></p> <p><i>Código de identificación único del producto tipo</i></p> <p><i>Uso al que está destinado el producto como se refleja en la Norma Europea armonizada aplicada</i></p> <p><i>Lista de las características esenciales y el nivel o clase de prestación declarada de cada una</i></p> <p><i>(No se incluirán las características para las que se declare NPD)</i></p> |

(1) Para los "nuevos productos" se pondrán las cifras del año que corresponda (a partir del 13), y para los que ya tenían el marcado CE con la Directiva, la cifra será la que ya tenían y pusieron en el marcado CE bajo la Directiva

NOTA 1: Este ejemplo puede ser válido para todos los sistemas de evaluación; la única diferencia está en que en el sistema 4 no aparece la referencia al número de organismo notificado, que no interviene para este sistema.

NOTA 2: Otra novedad del Mercado CE es que no aparece el número o código del certificado emitido por el organismo notificado (en sistemas 1+, 1 y 2+).

NOTA 3: Este ejemplo se corresponde con el incluido en el documento del CEN TF N 530 Rev. 2 (2012-04-13) sobre "Implantación del Reglamento de Productos de Construcción (PRC) en las normas armonizadas -Modelo para el Anexo ZA-".

FIGURA 32: Ejemplo de Marcado CE.

## 7.1. Información Mercado CE según normas UNE

### 7.1.1. Piedra natural

|   |                             |  |
|---|-----------------------------|--|
|   |                             | <p>Marcado de conformidad CE que consiste en el símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68/CEE</p>   |
| Cualquier Cia S.A.<br><br>12  |                             | <p>Nombre o marca comercial del fabricante<br/>                 NOTA También se puede añadir la dirección registrada del fabricante</p> <p>Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado</p> |
| EN 1341:2012<br><br>Baldosas de piedra natural<br><br>Gonnersbury Buff, arenisca, Marrón Chiswick, Inglaterra<br><br>Para uso peatonal exterior y/o zonas de circulación de vehículos |                             | <p>Número de la norma europea y su año de publicación</p> <p>Descripción del producto y su uso previsto</p> <p>Nombre tradicional, familia petrológica, color típico y lugar de origen</p>               |
| LIBERACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS   | PND                         | <p>Comportamiento de las características esenciales que es pertinente declarar para el uso previsto</p>  |
| RESISTENCIA A LA ROTURA, como:  |                             |  |
| – resistencia a flexión (EN 12372), como: (valor inferior esperado)   | 12.2 MPa                    |  |
| RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO, como:   |                             |  |
| – resistencia al deslizamiento en húmedo (EN 14231)   | 45                          |  |
| RESISTENCIA AL DERRAPE, como:   |                             |  |
| – resistencia al derrape según el método MS xx  | 35                          |  |
| DURABILIDAD:  |                             |  |
| – de la resistencia a flexión frente a:<br><b>Hielo/deshielo</b>  | (12,2/10,0)<br>MPa<br>(9.4) |  |
| <b>Hielo/deshielo con sales anticongelantes</b>   | -----                       |  |
| – de resistencia al resbalamiento   | 42                          |  |
| – de resistencia al derrape   | 32                          |  |

FIGURA 33: Ejemplo de información del mercado CE en un embalaje de baldosas de piedra natural. Según Norma UNE-EN 1341:2012. Fuente: Aenor.

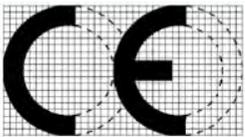
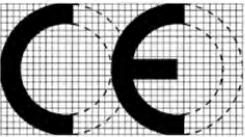
|   |                    |  |
|---|--------------------|--|
|    |                    | <p>Markado de conformidad CE que consiste en el símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68/CEE</p>   |
| <p>Cualquier Cía S.A.</p> <p>12</p>   |                    | <p>Nombre o marca comercial del fabricante</p> <p>NOTA También se puede añadir la dirección registrada del fabricante</p> <p>Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado</p> |
| <p>EN 1342:2012</p> <p>Adoquines de piedra natural</p> <p>Gonnorsbury Buff, arenisca, Marrón Chiswick, Inglaterra</p> <p>Para uso peatonal exterior y/o zonas de circulación de vehículos</p> |                    | <p>Número de la norma europea y su año de publicación</p> <p>Descripción del producto y su uso previsto</p> <p>Nombre tradicional, familia petrológica, color típico y lugar de origen</p> |
| LIBERACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS   | PND                | Comportamiento de las características esenciales que es pertinente declarar para el uso previsto   |
| RESISTENCIA A LA ROTURA, como:  |                    |  |
| - resistencia a compresión (EN 1926), como: (valor inferior esperado)   | 97,2 MPa           |  |
| RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO, como:   |                    |  |
| - resistencia al deslizamiento en húmedo (EN 14231)   | 45                 |  |
| RESISTENCIA AL DERRAPE, como:   |                    |  |
| - resistencia al derrape según el método MIS xx   | 35                 |  |
| DURABILIDAD:  |                    |  |
| - de la resistencia a flexión frente a:<br>Hielo/deshielo   | (97,2/90,0)<br>MPa |  |
| Hielo/deshielo con sales anticongelantes  | 89,0 MPa           |  |
| - de resistencia al resbalamiento   | PND                |  |
| - de resistencia al derrape   | PND                |  |

FIGURA 34: Ejemplo de información del marcado CE en un embalaje de adoquín de piedra natural. Según Norma UNE-EN 1342:2012. Fuente: AENOR.

## 7.1.2. Prefabricados de hormigón

|    |                  |                  |                            |
|---|------------------|------------------|----------------------------|
| Compañía, dirección<br>2000   |                  |                  |                            |
| EN 1338   |                  |                  |                            |
| Adoquines prefabricados de hormigón (donde su cara vista ha sido sometida a pulido para producir una superficie muy lisa) |                  |                  |                            |
| Uso previsto:   | Solería Interior | Solería Exterior | Cubierta                   |
| Emisión de amianto  | Aprobado         | X                | X                          |
| Resistencia a rotura  | Aprobado         | Aprobado         | X                          |
| Resistencia al deslizamiento/resbalamiento  | 45               | 45               | X                          |
| Conductividad térmica [W/(mk)]  | 1,2              | X                | X                          |
| Comportamiento ante fuego externo   | X                | X                | Se considera satisfactorio |
| Durabilidad   | Satisfactorio    | Satisfactorio    | X                          |
| Reacción al fuego   | A1               | X                | X                          |

X = no relevante

FIGURA 35: Ejemplo de información del marcado CE en un embalaje de adoquín de prefabricado de hormigón. Según Norma UNE-EN 1338:2003. Fuente: AENOR.

|  |                  |                  |                            |
|--|------------------|------------------|----------------------------|
| Compañía, dirección<br>2000  |                  |                  |                            |
| EN 1339  |                  |                  |                            |
| Baldosas prefabricadas de hormigón   |                  |                  |                            |
| Uso previsto:  | Solería interior | Solería exterior | Cubierta                   |
| Emisión de amianto   | Aprobado         | X                | X                          |
| Resistencia a rotura (MPa)   | 3,5              | 3,5              | X                          |
| Resistencia al deslizamiento/resbalamiento   | Satisfactorio    | Satisfactorio    | X                          |
| Conductividad térmica [W/(mK)]   | 1,2              | X                | X                          |
| Comportamiento ante fuego externo  | X                | X                | Se considera satisfactorio |
| Durabilidad  | Satisfactorio    | Satisfactorio    | X                          |
| Reacción al fuego  | A1               | X                | X                          |

X = no relevante

FIGURA 36: Ejemplo de información del marcado CE en un embalaje de baldosa de prefabricado de hormigón. Según Norma UNE-EN 1339:2003. Fuente: AENOR.

|  |  |
|--|--|
|   | <p><i>Símbolo del mercado CE, de acuerdo con la Directiva 93/68/CEE</i></p>  |
| <p><b>Compañía, dirección</b></p> <p>03</p>  | <p><i>Nombre o logotipo y dirección del fabricante. Dos últimos dígitos del año de impresión del mercado.</i></p>                        |
| <p><b>EN 13748-2</b></p> <p>Baldosas de terrazo para uso exterior, clase por espesor I</p> <p><b>Reacción al fuego:</b> A1<sub>g</sub></p> <p><b>Resistencia climática:</b> clase B</p> <p><b>Resistencia a flexión:</b> TT</p> <p><b>Resistencia al resbalamiento/deslizamiento:</b> Satisfactoria</p> <p><b>Conductividad térmica:</b> PND</p> | <p><i>Nº de la Norma Europea.</i></p> <p><i>Descripción del producto e información relativa a las características reglamentadas.</i></p> |

FIGURA 37: Ejemplo de información del marcado CE en un embalaje de baldosa de terrazo. Según Norma UNE-EN 13748-2:2004. Fuente: AENOR.

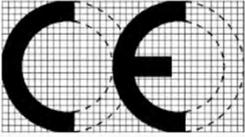
|  |  |
|--|--|
|   | <p><i>Marcado de conformidad CE que consiste en el símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68/CEE</i></p>  |
| <p>AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050</p> <p>08</p>  | <p><i>Nombre o marca comercial del fabricante, y dirección registrada del fabricante</i></p> <p><i>Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado</i></p> |
| <p>EN 15285</p> <p>Baldosas de piedra aglomerada, para colocación en suelos y escaleras en exteriores</p> <p>600 mm x 400 mm x 12 mm</p>   | <p><i>Número de la norma europea</i></p> <p><i>Descripción del producto e información sobre las características reglamentadas</i></p>                                |
| <p>Resistencia a rotura:<br/>(resistencia a flexión) <span style="float: right;">F<sub>2</sub></span></p> <p>Resbaladicidad: <span style="float: right;">50</span></p> <p>Tactilidad/visibilidad: <span style="float: right;">PND</span></p> <p>Durabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia al choque térmico <span style="float: right;">95%</span></li> <li>- Resistencia al impacto (integridad) <span style="float: right;">5 J</span></li> <li>- Resistencia a hielo y deshielo <span style="float: right;">95%</span></li> </ul> | <p><i>Información acerca de las características reglamentadas</i></p>  |

FIGURA 38: Ejemplo de información del marcado CE en un embalaje de baldosas de piedra aglomerada. Según Norma UNE-EN 15285:2008. Fuente: AENOR.

## 7.1.3. Arcilla cocida

|   |          |
|---|----------|
| <b>CE</b>   |          |
| Cualquier Cia S.A.  |          |
| 13  |          |
| <b>EN 1344:2013</b><br>Adoquines de arcilla cocida<br>para pavimentación en exteriores                                |          |
| Carga de rotura (carga de rotura transversal)   | Clase T4 |
| Resistencia al deslizamiento (expresada como resistencia al deslizamiento) y resistencia al derrape                   | Clase U2 |
| Durabilidad (resistencia a ciclos hielo/deshielo)   | FP100    |
| Durabilidad de la resistencia al deslizamiento (expresada como resistencia al deslizamiento) y resistencia al derrape | (*)      |
| Emisión de sustancias peligrosas  | (*)      |

Markado de conformidad CE que consiste en el símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68/CEE

Nombre o marca comercial del fabricante  
 NOTA Se puede añadir también la dirección registrada del fabricante.

Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado

Número de la norma europea y año de su publicación

Descripción del producto y uso previsto

Prestaciones de las características esenciales reguladas relevantes para el uso previsto

El valor declarado debería ser conforme con el apartado 4.2.5.3

(\*) Según proceda, de acuerdo con el apartado 4.3.4.

FIGURA 39: Ejemplo de información del marcado CE en un embalaje de adoquines de arcilla cocida. Según Norma UNE-EN 1344:2013. Fuente: AENOR.

### 7.1.4. Baldosas cerámicas

|   |                        |
|---|------------------------|
| <b>CE</b>   |                        |
| Cualquier Cia. S.A., dirección<br>12  |                        |
| <b>EN 14411:2012</b><br>Baldosas cerámicas, prensadas en seco,<br>para suelos interiores y exteriores |                        |
| <b>Reacción al fuego</b>  | A1 <sub>FL</sub>       |
| <b>Emisión de sustancias peligrosas, para:</b>  |                        |
| - Cadmio  | 0,1 mg/dm <sup>2</sup> |
| - Plomo   | 0,1 mg/dm <sup>2</sup> |
| <b>Fuerza de rotura</b>   | > 2 000 N              |
| <b>Resistencia al deslizamiento, para:</b>  |                        |
| - PTV patin 57. Especificación<br>Técnica CEN/TS 16165:2012,<br>anexo C                               | > 0,35                 |
| <b>Propiedades táctiles</b>   | PND                    |
| <b>Durabilidad para:</b>  |                        |
| - usos interiores:  | Cumple                 |
| - usos exteriores: resistencia al<br>hielo/deshielo   | Cumple                 |

*Símbolo de marcado CE, especificado en la Directiva 93/68/CEE*

*Nombre o marca comercial del fabricante  
NOTA Puede incluirse también la dirección del fabricante  
Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado*

*Número de esta norma europea y año de su publicación  
Descripción del producto y uso previsto*

*Prestaciones de las características esenciales de las tablas ZA.1.1 y/o ZA.1.2, que deben declararse para el uso previsto*

FIGURA 40: Ejemplo de información del marcado CE en un embalaje de baldosas cerámicas. Según Norma UNE-EN 14411:2012. Fuente: AENOR.

TABLA 12. RELACIÓN DE NORMAS SEGÚN REQUISITOS

| CARACTERÍSTICAS                       | PIEDRA NATURAL | PREFABRICADO HORMIGÓN |                   |                                    | ARCILLA COCIDA | CERÁMICO                       |
|---------------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|----------------|--------------------------------|
|                                       |                | TERRAZO               | PIEDRA AGLOMERADA | HORMIGÓN                           |                |                                |
| DENSIDAD APARENTE Y POROSIDAD ABIERTA | EN 1936        | EN 13748-2            | EN 14617-1        | EN 1338 ADOQUÍN<br>EN 1339 BALDOSA | EN 1344        | EN 14411                       |
| ABSORCIÓN AGUA                        | EN 13755       | EN 13748-2            | EN 14617-1        | EN 1338 ADOQUÍN<br>EN 1339 BALDOSA |                | EN ISO10545-3                  |
| ABSORCIÓN AGUA CAPILARIDAD            | EN 1925        | EN 13748-2            | EN 14617-1        |                                    |                |                                |
| RESISTENCIA ABRASIÓN                  | EN 14157       | EN 13748-2            | EN 14617-4        | EN 1338 ADOQUÍN<br>EN 1339 BALDOSA | EN 1344        | EN ISO10545-6<br>EN ISO10545-7 |

**TABLA 12. RELACIÓN DE NORMAS SEGÚN REQUISITOS**

| CARACTERÍSTICAS                                | PIEDRA NATURAL                                   | PREFABRICADO HORMIGÓN         |                   |                                    | ARCILLA COCIDA                              | CERÁMICO                                    |
|--|--|-------------------------------|-------------------|------------------------------------|---|---|
|  |  | TERRAZO                       | PIEDRA AGLOMERADA | HORMIGÓN                           |   |   |
| <b>RESISTENCIA DESLIZAMIENTO</b>               | EN 14231<br>ENV 12633<br>EN 13373<br>(rugosidad) | ENV 12633<br>Según GTE DB SUA | EN 14231          | EN 1338 ADOQUÍN<br>EN 1339 BALDOSA | CEN/TS 16165:2012<br>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA | CEN/TS 16165:2012<br>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA |
| <b>RESISTENCIA HELADA</b>                      | EN 12371   | EN 13748-2                    | EN 14617-5        | EN 1338 ADOQUÍN<br>EN 1339 BALDOSA | EN ISO10545-3<br>EN ISO10545-12             | EN ISO10545-12                              |
| <b>RESISTENCIA CRISTALIZACIÓN SALES</b>        | EN 12370   |                               |                   |                                    |   |   |
| <b>RESISTENCIA EN ATMÓSFERA SO<sub>2</sub></b> | PrEN WI 00246-33                                 |                               |                   |                                    |   |   |

| TABLA 12. RELACIÓN DE NORMAS SEGÚN REQUISITOS |                |                       |                   |                                    |                |                |
|---|----------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|----------------|----------------|
| CARACTERÍSTICAS                               | PIEDRA NATURAL | PREFABRICADO HORMIGÓN |                   |                                    | ARCILLA COCIDA | CERÁMICO       |
|   |                | TERRAZO               | PIEDRA AGLOMERADA | HORMIGÓN                           |                |                |
| <b>RESISTENCIA CHOQUE TÉRMICO</b>             | EN 14066       | EN 13748-2            | EN 14617-6        | EN 1338 ADOQUÍN<br>EN 1339 BALDOSA | EN 1344        | EN ISO10545-9  |
| <b>RESISTENCIA QUÍMICA</b>                    |                |                       | EN 14617-10       |                                    |                |                |
| <b>RESISTENCIA FLEXIÓN/COMPRESIÓN</b>         |                |                       | EN 14617-2        | EN 1338 ADOQUÍN<br>EN 1339 BALDOSA | EN 1344        | EN ISO10545-4  |
| <b>DILATACIÓN TÉRMICA</b>                     |                |                       |                   |                                    |                | EN ISO10545-8  |
| <b>DILATACIÓN POR HUMEDAD</b>                 |                |                       |                   |                                    |                | EN ISO10545-10 |

TABLA 12: relación Normas según requisitos. *Elaboración propia.*



## 8. Generalidades de las vías públicas

Antes de desarrollar el estudio de los pavimentos urbanos, he considerado necesario hacer una introducción sobre la vía pública como espacio en el que se desarrolla la actividad del ciudadano. La utilización de la vía y su clasificación resulta primordial a la hora de asignar un pavimento.

La clasificación de las vías urbanas responde a unos criterios de capacidad, nivel de servicio, seguridad y funcionalidad de la trama urbana. Conseguimos establecer unas categorías de vías y con ello determinar anchos y partes proporcionales de calzada, acera o banda de estacionamiento, dependiendo de la funcionalidad y uso asignado.

La clasificación de la vía pública ha sido abordada por diferentes ordenanzas municipales. En este sentido, por buscar una referencia de fácil acceso, he recurrido a la ***Instrucción de Vía Pública*** que editó el Ayuntamiento de Madrid en el año 2000, según *ficha 2: Clasificación de los elementos de la vía pública*, se exponen las

categorías y clasificación de la red viaria. Esta instrucción está relacionada estrechamente con el Plan General de Ordenación Urbana de Madrid (PGOUM).

Se define la **vía pública** como *uso dotacional para la vía pública el de los espacios de dominio y uso público destinados a posibilitar el movimiento de peatones, vehículos y medios de transporte colectivo de superficie habituales en las áreas urbanas, así como la estancia de peatones y el estacionamiento de vehículos en dichos espacios* (art.7.14.1, NN.UU.).

## 8.1. Categorías de la vía pública

Encontramos las siguientes categorías (art. 7.14.1.3., NN.UU):

- a) **Red viaria**, constituida por aquellos espacios de la vía pública dedicados a la circulación de personas y vehículos y al estacionamiento de estos últimos, así como sus elementos funcionales.
- b) **Área estancial**, constituida por aquellos espacios públicos libres de edificación, adyacentes a la red viaria, cuya función principal es facilitar la permanencia temporal de los peatones en la vía pública, constituyendo elementos cualificadores del espacio urbano por dotar al mismo de mayores oportunidades de relación e intercambio social.
- c) **Plataforma reservada**, constituida por aquellas bandas, pertenecientes a la vía pública, destinadas a ser utilizadas por un determinado modo de transporte o tipo de vehículo, que están diseñadas específicamente para tal fin, y operan de manera integrada con el conjunto del sistema de transporte.

### 8.1.1. Clasificación de la red viaria

De acuerdo con su relación con la movilidad, se distinguen las siguientes clases de vías:

- a) **Red viaria principal**, aquella que por su condición funcional, sus características de diseño, su intensidad circulatoria o sus actividades asociadas sirve para posibilitar la movilidad y accesibilidad metropolitana, urbana y distrital. La red viaria principal se corresponde con la red viaria incluida como Sistema General en el Plano de Red Viaria (RV) del PGOUM. Se consideran

los siguientes tipos:

a.1. Red viaria metropolitana, constituida por las vías de alta capacidad para tráfico exclusivamente motorizado, cubriendo viajes interurbanos y metropolitanos, tales como autopistas y autovías.

a.2. Red viaria urbana, integrada por las vías de gran capacidad para tráfico preferentemente rodado, sirviendo a desplazamientos urbanos o metropolitanos, tales como las grandes vías arteriales o arterias primarias.

a.3. Red viaria distrital, formada por las vías colectoras-distribuidoras, que articulan los distritos y los conectan entre sí, en las que el tráfico rodado debe compatibilizarse con una importante presencia de actividades urbanas en sus bordes, generadoras de tráfico peatonal.

b) **Red viaria secundaria**, aquella que tiene un carácter marcadamente local. Está compuesta por el resto de los elementos viarios y su función primordial es el acceso a los usos situados en sus márgenes. Se consideran los siguientes tipos:

b.1. Vías locales colectoras, que añaden a su papel de acceso la función de concentrar la conexión de la red local a la red principal.

b.2. Vías locales de acceso, son las que aseguran el acceso rodado y peatonal a edificios e instalaciones.

### 8.1.2. Tipos de áreas estacionales

Se distinguen los siguientes tipos:

a) **Aceras** con anchura superior a seis (6) metros. Se diseñaran con esa anchura las aceras en las que se sitúe el acceso a equipamientos comunitarios, áreas comerciales, intercambiadores de transporte, edificios residenciales de más de 100 viviendas o 10.000 m<sup>2</sup> de superficie construida, edificios industriales de más de 5.000 m<sup>2</sup> de superficie construida, edificios terciarios con más de 2.500 m<sup>2</sup> de superficie construida y, en general, el entorno de cualquier actividad que genere una importante afluencia peatonal.

- b) **Bulevares**, con anchuras superiores a ocho (8) metros, recomendados para cualificar los ejes viarios con importante presencia peatonal y, en particular, la red viaria distrital y las vías colectoras locales.
- c) **Calles, sendas, plazas y otros espacios peatonales**, constituidos por aquellos espacios prohibidos al tráfico rodado, salvo, en horas especiales, a los vehículos de servicio y emergencia.
- d) **Ámbitos ajardinados**, que tanto por su reducida extensión, como por su configuración fuertemente condicionada por la red viaria colindante, no se ajustan a la definición de parque local, teniendo en todo caso accesibilidad peatonal.
- e) **Calles de prioridad peatonal**, que incluye a aquellas calles de uso peatonal, en las que se permite el paso de automóviles, siempre que éstos se muevan a velocidades compatibles con el tránsito y la estancia de los peatones.

### 8.1.3. Categorías y tipos de plataformas reservadas

Se distinguen dos categorías:

- a) **Exclusivas**, las que contando con algún tipo de barrera física que las aísla del resto, se utilizan exclusivamente por el modo de transporte para el que están destinadas.
- b) **Integradas** en la red viaria, las que utilizan una parte o banda de la red viaria, sin separación física del resto y que puede ser, eventualmente, utilizada por modos diferentes al que en principio están destinadas.

Dentro de cada categoría, se distinguen los siguientes tipos:

- a) Plataformas reservadas para sistemas de capacidad intermedia que, con un alto nivel de servicio tienen capacidad entre 8.000 y 20.000 viajeros en hora punta y sentido. Pueden requerir material fijo específico (raíles)
- b) Carril VAO (Vehículos de Alta Ocupación), reservado para la circulación de vehículos con un número mínimo de ocupantes.
- c) Carril-bus, reservado para la circulación de autobuses.
- d) Carril bici, reservado para la circulación de bicicletas. Otros,

como los tramos reservados para ambulancias, bomberos, etc.

En todos los tipos de vías descritas se justifica la presencia del peatón. Encontramos vías en las que se destina un espacio exclusivo para peatón, separación de acera y calzada, sin presencia de vehículos y otras vías en las que se comparte espacio con otros usos (motorizados o carril bici). En todos los casos, es necesario que el pavimento seleccionado sea el adecuado al uso.

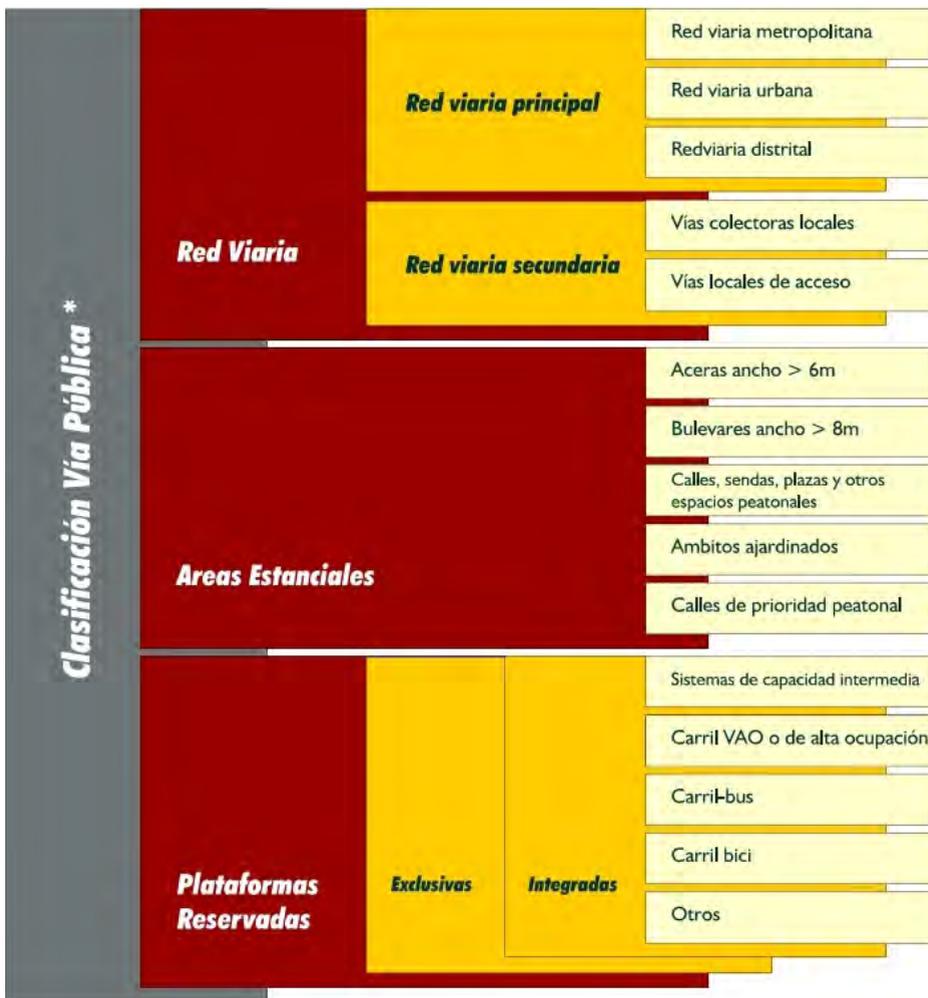


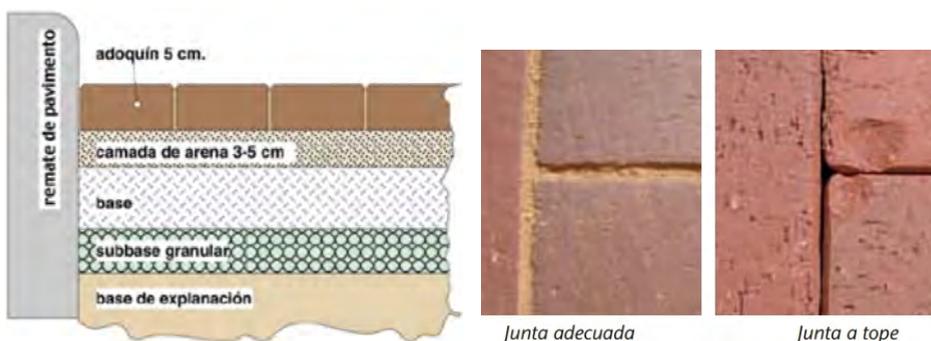
FIGURA 41: Clasificación de los elementos de la vía pública. Fuente: Instrucción de Vía Pública. Ayuntamiento de Madrid. Ficha 2.

### 8.1.4. Tipos de firme y pavimentación

En este apartado se hace una introducción a los tipos de firme y de pavimentación, ya que influirán en la conservación y mantenimiento de un pavimento. No entraré a desarrollar la composición del firme (base de explanación, sub-base granular, base (puede estar compuesta por zahorras artificiales, gravamento u hormigón), cama de arena, y terminación, puesto que ampliaríamos el campo de investigación.

El correcto funcionamiento de cualquier pavimento pasa por ejecutar un firme adecuado a la carga o uso que vaya a soportar.

Los firmes están compuestos por una serie de capas superpuestas de distintos espesores y materiales, que deben estar correctamente compactados. El conjunto de capas se apoya en la explanada, resultado del movimiento de tierras, y deben soportar las cargas durante la vida útil del material de superficie, el pavimento, sin sufrir deterioros que puedan afectar a las características funciones y estructurales del conjunto.



FIGURAS 42 y 43: Sección y acabados pavimentación flexible. Fuente: Recomendaciones de uso y conservación del adoquín de Malpesa.

Los firmes se clasifican en flexibles y rígidos:

- Firmes flexibles: están formados por una serie de capas constituidas por materiales con una resistencia a la deformación que es decreciente con la profundidad, según la disminución de las presiones transmitidas desde la superficie.
- Firmes rígidos: Tienen mayor rigidez, distribuyendo las cargas verticales sobre un área grande y con presiones muy reducidas.

El tipo de pavimentación será determinante para el uso final del itinerario peatonal o tránsito rodado. Igualmente, distinguimos entre pavimentación flexible y rígida.

### 8.1.5. Pavimentación flexible

La pavimentación flexible consiste en la colocación de las piezas sobre una cama de arena gruesa, precompactada sin aglomerantes y el relleno posterior de las juntas con arena más fina y compactación del conjunto.

Este sistema de pavimentación es aconsejable en todos los casos, salvo en las zonas con itinerarios con pendientes por encima del 9%, zonas que estén expuestas y en lugares con frecuentes lluvias. En este caso, se recomienda que las juntas sean rellenadas con mortero o masilla.

Se recomienda la utilización de una pavimentación flexible por las siguientes razones:

- Costes: la utilización de arena reduce los costes, tanto en material como en mano de obra.
- Aspecto estético: no es necesaria la ejecución de juntas de dilatación, dando continuidad al pavimento, otorgando más posibilidades de diseño.
- Conservación y mantenimiento: Ante cualquier actuación en el viario, canalizaciones subterráneas, las piezas son reutilizables. La sustitución de piezas, por rotura o deterioro, se realiza de forma inmediata.
- Diseño: según el uso que se va a dar al itinerario, calculando la base sobre la que se asienta el pavimento, podemos dar un uso peatonal al tiempo que rodado para paso de vehículos pesados.
- Puesta en servicio: no es necesario esperar a que los aglomerante adquieran la resistencia necesaria para poner en carga el itinerario.

### 8.1.6. Pavimentación rígida

La pavimentación rígida consiste en la colocación de las piezas con juntas de mortero sobre un lecho similar de mortero, todo ello sobre una base rígida.

Se recomienda la colocación de pavimento rígido cuando nos encontremos con itinerarios de pendientes superiores al 9%; cuando se utilicen adoquines con unas dimensiones inferiores a 10x10cm, piezas de 20x5x5 (pistolín) o de similar relación anchura-longitud; zonas en las que se prevea proyección continua de agua-

En este caso será una solera de hormigón, con una sección que dependerá de las cargas que vaya a soportar. Se podría añadir una armadura de reparto. Sobre la solera se extenderá una capa de mortero de 3cm

Las juntas serán como mínimo de 8mm, para permitir el relleno con morteros.

Se han de prever juntas de dilatación, para permitir el movimiento de las piezas y evitar deformación del conjunto.

Una vez colocadas las piezas se rellenan las juntas, utilizando un mortero de igual dosificación que el empleado en el asiento, pero de consistencia blanda. También se podría utilizar mortero seco en el relleno de las juntas para posteriormente proceder a la hidratación, mediante sucesivos riegos que aseguren el fraguado completo y uniforme.





## 9. Análisis de los pavimentos urbanos

*"La historia de los orígenes de la humanidad es la historia del andar, la historia de las migraciones de los pueblos y de los intercambios culturales y religiosos que tuvieron lugar durante los tránsitos intercontinentales. A las incesantes caminatas de los primeros hombres que habitaron la tierra se debe el inicio de la lenta y compleja operación de aprobación y de mapación del territorio" (Careri, Francesco, "Walkscapes: el andar como práctica estética", 2013).*

En este sentido, Careri distingue entre **espacio sedentario** o lleno, **espacio nómada** o vacío y espacio intermedio, aquel espacio que se encuentra entre el punto de partida y de llegada que es el que denomina el **espacio de andar**, generado por el nomadismo. El recorrido sedentario da vida a la ciudad y es el nomadismo el que genera esa necesidad de movimiento y relaciones, espacios de estar.

El origen de los pavimentos va ligado al origen de las ciudades y de las necesidades de relaciones, no sólo dentro de la misma ciudad,

también con las ciudades próximas y lejanas.

La ciudad surge como un elemento plural y evolutivo.

El origen de la ciudad nos lleva al suroeste de Asia y a la necesidad de asentamientos temporales de los pueblos nómadas. Encontraron en el sedentarismo una forma de vida que les proporcionaba estabilidad y seguridad, por lo que las estancias se iban alargando en el tiempo, del mismo modo que iban aumentando en población. Se constituyó el primer asentamiento básico, la aldea.

El modelo urbano se fue extendiendo desde Asia hacia el Indo por el este y hacia el Mediterráneo por el oeste.



FIGURA 44: Grabado en piedra de Bedolina, Val Camonica. Fuente:<http://commons.wikimedia.org>. FIGURA 45: Petroglifo, Bedolina, Val Camonica. Datado entre 1.200 y 700 a.C. Fuente: [www.rgc.cat](http://www.rgc.cat).

El fenómeno urbano, la ciudad, es el apoyo fundamental para la transformación global de la sociedad. Cada tipo de sociedad implica una ciudad característica con una estructura social propia. Cada ciudad atenderá a unos elementos urbanos dominantes que diferenciarán unas ciudades de otras y dentro de la misma ciudad, de una época a otra.

Las representaciones de los asentamientos demuestran el dinamismo de las ciudades y las relaciones que se establecían entre las distintas actividades. El grabado sobre piedra, petroglifo, de la ciudad de Bedolina, en Val Camonia, norte de Italia, representa

el sistema de conexiones de la vida cotidiana (Careri, Francesco, 2013). Los espacios de conexión, las calles, representados como un complejo sistema de líneas que unían los diferentes elementos del territorio en los que se generaba actividad.

Los fenómenos urbanos dependen de la evolución histórica de la ciudad.

La red viaria urbana de las ciudades ha surgido en diferentes épocas con el desarrollo y crecimiento de las mismas. La creación de los distintos núcleos con unas características de anchura, trazado o tipo de pavimento, parámetros que están relacionados con la cultura, normas y forma de vida de la época en la que se desarrolló la ciudad. Los asentamientos urbanos se han ido configurando según las necesidades y criterios urbanísticos de cada época.

La estructura básica de trama urbana estaba formada por un espacio exterior rodeado de casas, la plaza. La generación de los caminos surge como elementos de tránsito hacia las plazas, considerándose espacios de tráfico adaptados a la escala humana, caballo o carruajes. La ciudad va creciendo y se van creando nuevos focos dispersos en los que se realizan transacciones, se imparte justicia, se educa, se toman decisiones. La necesidad de unir estos focos hace que surjan calles que van diferenciándose según categorías de uso.

### **9.1. Evolución de los pavimentos urbanos**

Las primeras vías conocidas fueron las del Imperio Hitita, final de la edad de Bronce en el siglo XII antes de nuestra era, empleándose el firme. No aparecen restos de materiales utilizados hasta la época griega.

La piedra aparece como el primer material utilizado como revestimiento de las calzadas, gracias a sus características resistentes y las posibilidades de trabajo, dotándolas de diferentes formas y tamaños.

Los griegos serán los primeros en utilizar los revestimientos en la pavimentación del entorno urbano. El pavimento era el elemento diferenciador entre las vías principales de la ciudad. Las vías se pavimentaban según su importancia y su situación dentro de la trama urbana con distintos materiales (terrizas, empedrados,

enlosados, etc). El material utilizado en las vías principales eran grandes losas de piedra caliza, debido a su abundancia y su fácil trabajabilidad, según las zonas, o arenisca, aunque en pocas ocasiones, asentadas sobre capas de arcilla, piedra y yeso.



FIGURA 46: Calzada romana, tramo Mombeltrán. Fuente: [www.mombletrán.es](http://www.mombletrán.es)  
Imagen Chema Mancebo. FIGURA 47. Avenida de las esfinges, templo, Luxor, Egipto.  
Fuente: [www.panoramico.com](http://www.panoramico.com). Imagen Miguel Carrasco.

En Egipto, con la construcción de las pirámides, se hizo necesaria la creación de vías que comunicaran las canteras de piedra con las zonas actividad y que fueran muy resistentes a la carga que soportaban debido al traslado de las grandes piezas de piedra para la construcción de las mismas. Por tanto, la base sobre la que se asentaban estas losas debía ser indeformable, es decir, sobre terreno firme o bien crear una base con bloques de terracota unidas con asfalto natural.

Con la llegada del Imperio Romano aparece el sistema de urbanización creando una cuadrícula marcando dos ejes principales (cardus, eje norte-sur, y decumanos, eje este-oeste). En este caso, encontramos que la pavimentación atiende al carácter de vía principal en función de la situación dentro de la trama. El material será el que diferencie estas vías. Se diferenciarán las vías como urbanas, caminos con firme y caminos de tierra. El pavimento utilizado en las vías urbanas era de enlosado, para que pudiera ser recorrido por el peatón, por el tráfico lento de animales y carros. Las vías interurbanas, los caminos, tenían un tratamiento para un tráfico no peatonal, algo más rápido con terminación de piedra caliza de menor tamaño.

## 9. Análisis de los pavimentos urbanos



FIGURA 48: Via Apia, Roma. Año 312 a.C. Fuente: [www.sentio.it](http://www.sentio.it). FIGURA 49: Calzada romana Sagunto, Valencia. Fuente: [www.corobates.blogspot.com.es](http://www.corobates.blogspot.com.es).

Con la caída del Imperio Romano y la aparición de pequeñas naciones hacen que la comunicación entre los pueblos vaya desapareciendo. Serán las órdenes religiosas las que fomentarán la aparición de los caminos de peregrinos, sobre todo en España y Francia. Cada señor feudal deberá ocuparse del mantenimiento del camino que pase por su feudo y de esta forma se conseguirá una comunicación entre los pueblos.



FIGURA 50: Empedrado ciudad medieval Montaña, Huesca. Fuente: [www.arteguias.com](http://www.arteguias.com). FIGURA 51: Calle empedrada Sigüenza, Guadalajara.

Ya en la Edad Media, el desarrollo urbano y comercial exigirá que las calles estén dotadas de un pavimento resistente ya que se producirá un gran movimiento de personas y animales,

sustituyendo el suelo natural por otro artificial o de piedra trabajada. Habría que añadir que las calles se convierten en vías de evacuación de aguas sucias, por lo que deberían estar dotadas de un pavimento que facilitase la evacuación y la limpieza rápida, tanto de las aguas sucias como de los excrementos de los animales que por ellas transitaban.

Históricamente, los cuatro tipos de adoquines que se han utilizado para pavimentar áreas urbanas son los adoquines de piedra, los de madera, los cerámicos y los de hormigón. Los primeros adoquines de piedra que se utilizaron fueron guijarros de río colocados sobre una capa de arena sellándose las juntas con una argamasa de cal y arena. Los adoquines de madera se usaron en la primera mitad del siglo XIX, como una alternativa a los adoquines de piedra, para intentar reducir así, el nivel de ruido que provocaban las ruedas de acero y las herraduras de los animales.



FIGURA 52: Calle medieval. Fuente: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com). FIGURA 53: Estación St Lázaro, París, 1837. Fuente: [www.aloj.us.es](http://www.aloj.us.es).

Con todo ello llegamos a la Revolución Industrial a mediados del siglo XVIII y XIX. Se trata de una época en la que la necesidad de la mano de obra para los núcleos industriales hace que las ciudades crezcan rápidamente encontrando un desplazamiento masivo del medio rural al medio urbano. Este movimiento provocara que las ciudades se desarrollen de forma descontrolada. Aparecerán nuevos materiales como el alquitrán, el cemento y el betún asfáltico. Los tres materiales procedentes de la fabricación del gas ciudad a partir del carbón, o del hormigón o bien de la destilación del petróleo. Se

incorporan las primeras mezclas de alquitrán "in situ". Se seguirán utilizando materiales como la piedra en formato adoquín.



FIGURA 54: Pavimento Adoquines sXVIII. Fuente: Historia de los pavimentos urbanos. Artículo Francisco Rama Labrador. FIGURA 55: Pavimentos s XIX. Fuente: Historia de los pavimentos urbanos. Artículo Francisco Rama Labrador.

A partir de este momento encontramos como la calle empieza a dividirse y a diferenciar los usos por la velocidad de los ocupantes. Existirá una zona con una función de movilidad, que será la vía que servirá para los desplazamientos de personas y mercancías, así como para los carros o paso de animales domésticos. Por otro lado, encontramos como la calle se convierte en un lugar de reunión y en la que los habitantes pasan una parte importante de su tiempo. En definitiva, la calle será el lugar de la ciudad donde se establezcan las relaciones sociales más importantes.

Con la llegada del automóvil las dimensiones, el trazado y el tipo de pavimento se van adaptando a las nuevas necesidades. Esto ocurrirá en las ciudades en las que es posible un nuevo trazado. En aquellas otras que estén consolidadas, será complicado dotarlas del diseño necesario. En muchos casos encontraremos zonas en las que el vehículo anula por completo al peatón, llegando a perder la función social de relación.



FIGURA 56: Plaza Postdamer, Berlín. 1903. FIGURA 57: Plaza Potsdamer, Berlín. 1932. Fuente: [www.moleskinearquitectonico.blogspot.com.es](http://www.moleskinearquitectonico.blogspot.com.es).

Ya en el siglo XX, las calles son tomadas por completo por el automóvil, desapareciendo gran parte de las zonas de estancia como paseo y bulevares para pasar a formar parte de la sección de calle para el vehículo. Las aceras se estrechan y es necesario crear zonas de aparcamiento.

El periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial estará marcado por el rápido desarrollo urbano de las ciudades hacia la periferia. La aparición del vehículo facilitará que los habitantes salgan de las ciudades, creando nuevos asentamientos que no tuvieron en cuenta el urbanismo ni el diseño de las vías públicas.

La utilización de los pavimentos tipo adoquín desaparece por resultar muy ruidoso e incómodo. Aparecen pavimentos basados en materiales bituminosos que son más cómodos y rápidos de ejecutar.

A finales del siglo XX se plantean cuestiones sobre el diseño de las vías urbanas y la recuperación de elementos eliminados o perdidos a lo largo de la historia. Entre otros, se cuestionan las funciones sociales, ecológicas y económicas. Se considera que la calle es el principal elemento de las ciudades y en el desarrollo de sus habitantes.



FIGURA 58: barrio de Palomeras, Madrid 1950. Fuente: e-educativa.catedu.es.

FIGURA 59: Vista Torres de Madrid. Fuente: www.espormadrid.es.

Paralelamente, aparecen los conceptos de impacto ambiental relacionados con el ruido y la contaminación. En este caso el gran afectado debería ser el vehículo. Se limitara el acceso de estos en las ciudades, se potenciara el transporte público, se limitarían las velocidades.

Está claro que la calle adquiere un protagonismo frente a cualquier otro elemento de la ciudad y por ello es necesario que los elementos que la definen estén correctamente diseñados para los nuevos usos o para la recuperación de los usos perdidos. En épocas anteriores no podían dotar a las vías urbanas de los materiales más adecuados al tener deficiencias técnicas, pero hoy en día somos capaces de ir más allá en la definición de los pavimentos.

Además debemos de tener en cuenta cómo ha evolucionado la configuración de la vía urbana. En la actualidad, encontramos vías de uso compartido en las que se desplazan tanto un peatón como una bici o como un vehículo. En algunos casos utilizan el mismo tipo de vía y en otros se diferencian en bandas y cada carril está destinado a usos diferentes, por lo que además encontramos pavimentos diferentes que se amoldan al usuario, a la velocidad. En el caso de vías compartidas, hay que encontrar un equilibrio para que todos los usuarios encuentren un desplazamiento cómodo y sencillo.

Estamos en una época en la que encontramos una gran diversidad de desplazamientos y de usuarios, que hace necesario que se vean

representados en la trama urbana. Se trata de características y usos que podemos considerar como diferentes, por ello debemos dar respuesta a las diferentes necesidades y tipos de usuario. Las calles deben ser capaces de transmitir seguridad y confort a los ciudadanos, por ello tenemos que desarrollar varios tipos de firmes, combinar técnicas y materiales, clásicos y modernos, resolviendo las necesidades de todos los usuarios.

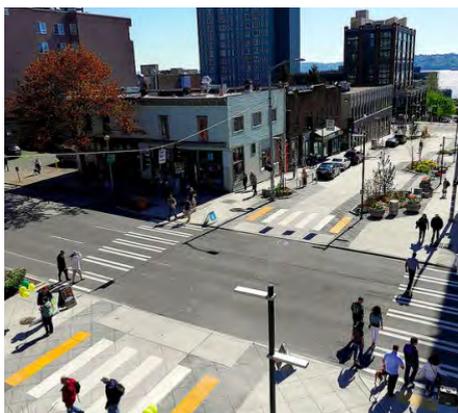


FIGURA 60: Calle Seattle, EE.UU. Fuente: [www.plataformaurbana.cl](http://www.plataformaurbana.cl) by SvR design.

FIGURA 61: Calle Londres, Reino Unido. Fuente: [www.plataformaurbana.cl](http://www.plataformaurbana.cl) by Nacto.

## 9.2. Características de los pavimentos urbanos

La importancia del uso para el que definamos un espacio, la intensidad de uso (peatonal, rodado, mixto) y los posibles recorridos que se generen, son requisitos a tener en cuenta a la hora de seleccionar un pavimento. En definitiva, garantizar un espacio público cómodo y seguro para todas las personas.

Se ha realizado una clasificación de los pavimentos urbanos atendiendo al tipo de material y al uso peatonal de la vía en la que se instale. Los materiales analizados responden a la existencia de una norma de referencia, UNE, que marca unas características determinadas para cada tipo de material.

En la actualidad existe una gran variedad de pavimentos que se utilizan para exteriores. En la investigación se ha acotado el campo de estudio a los pavimentos de materiales de piedra natural, cerámica, hormigón y arcilla cocida. El resto no se ha tenido

en cuenta por tener un uso minoritario y no existir una norma específica a la que recurrir para poder analizar. No obstante, las conclusiones de la presente investigación sobre los criterios de uso y diseño deben poder aplicarse al resto de los materiales, por tratarse de requisitos que deben cumplir los pavimentos para ser seguros.

La capa superficial de la pavimentación, el recubrimiento o pavimento, es la parte más expuesta y débil. Por ello es necesario pensar en la composición de las diferentes capas para que el material de recubrimiento sufra lo menos posible.

Son diversos los agentes que inciden sobre la pavimentación (esfuerzos de flexión, impacto o abrasión por los diferentes tráfico, humedad, heladas, fenómenos de eflorescencias o manchas que no sólo proceden de la capa superficial sino que también pueden proceder de la capa del sustrato de apoyo).

Las características técnicas de los materiales, también denominadas físico-químicas o parámetros tecnológicos, nos permite conocer la calidad del material y las prestaciones en función del uso, asegurando la durabilidad de la pieza.

Cada material tendrá unas características fundamentales que definen sus propiedades y comportamiento en el tiempo. Estas características quedan identificadas a través de métodos de ensayo que permiten una evaluación y consenso a través de normas. Se extraen unos resultados y unas exigencias mínimas que definen el material. Estas características son:

- Fundamentales u obligatorias: calidad mínima técnica para su comercialización, marcado CE de los materiales de construcción.
- Complementarias: u optativas del fabricante, dotando al material de mayor calidad.

Contando con un buen dimensionado de las capas se hace necesario que las piezas también se dimensionen en función del uso.

El pavimento urbano debe reunir una serie de propiedades estructurales, superficiales, constructivas, económicas y de conservación, que deberían tenerse en cuenta para una elección adecuada de pavimento. Partiendo de una adecuación al tipo de terreno donde se instala (cargas según uso y posibles deformaciones); comportamiento frente a los distintos tipos de

tráfico; resistencia a agentes externos contaminantes; capacidad drenante y absorción de agua; coste de instalación sumado al coste de mantenimiento y conservación; así como sus propiedades estéticas y funcionales (desgaste, resbaladidad, durabilidad); aspectos climáticos.

En la elección de material para un determinado uso no sólo se debe tener en cuenta sus cualidades estéticas, también hay que considerar si es idóneo o no para ese uso. No todos los tipos de materiales son adecuados para uso como pavimento, en algunos casos si para uso peatonal pero no rodado.

Se deben tener en cuenta las propiedades físicas, determinadas por los ensayos normativos de caracterización, y las normas funcionales, que incluyen la descripción del método de ensayo para caracterizar el material y los requisitos para una adecuada utilización.

Se presentan una serie de datos técnicos que permitan diferenciar los distintos materiales según su aplicación, con garantía de seguridad, confort y durabilidad.

Los criterios de selección en un pavimento que debemos tener en cuenta son:

- El clima: suave, templado sin heladas, y riguroso, con temperaturas frías que originan heladas.
- Cargas o tránsito: ligeras, medias y pesadas.
- Resistencia al deslizamiento: criterio que estará relacionado con el tipo de acabado o textura superficial.
- Resistencia al choque: la dureza del material frente a caídas de elementos pesados que generen rotura de piezas, evitando posteriores tropiezos por desperfectos.
- Comportamiento frente a contaminantes: agua, grasa, ambientes salinos, etc.
- Resistencia al desgaste: con el paso del tiempo y según el uso, las piezas se van desgastando, perdiendo algunas de sus características principales como la resistencia al deslizamiento.
- Puesta en servicio.

- Mantenimiento, reposición y conservación.
- Estética y coste del material.
- Bajo coste de ejecución.
- Ciclo de vida.
- Durabilidad o vida útil.

Entenderemos durabilidad como la capacidad del recubrimiento de resistir el paso del tiempo, con la menor pérdida de aspecto y de sus características principales.

Un material envejece por las siguientes acciones, que no sólo afectan a la capa superficial de la pieza:

- Acción del agua y de la humedad. El paso a estado sólido, hielo, o contiene sales solubles.
- Acción de la luz solar.
- Acción del sol: Cambios bruscos de temperatura.
- Acción de organismos vivos. En el caso de la piedra natural, hongos.
- Agresión mecánica: impactos, desgaste por abrasión con otros materiales, cargas que recibe, uso inadecuado para el tipo de material o formato, rodadura,
- Agresión química: productos que caen sobre la superficie.

Otro aspecto a destacar sería el ciclo de vida, como material de construcción, debiendo aportar parámetros medioambientales y su contribución a un entorno sostenible.

### **9.2.1. Pavimentos piedra natural**

La piedra natural es uno de los materiales que más presente ha estado a lo largo de la historia. Por su gran variedad de aplicación, no sólo en pavimentos y revestimientos, presenta una alta calidad, resistencia y durabilidad. No hay posibilidad de buscar unas características específicas por ser materiales naturales, heterogéneos en su composición y cuyas características también serán variables en función del lugar de extracción en una misma

cantera. Cada pieza es única, con aspecto y características distintas.

Los tipos de piedras más comercializados en pavimentación son el granito, el mármol, la arenisca, la pizarra y la caliza.

La diferencia entre los distintos tipos de piedra natural comienza en el origen de su creación. Se describen los tipos más utilizados y comercializados:

- **Granito:** es una roca ígnea formada por magma con al menos un 20% de cuarzo en volumen.
- **Mármol:** es una roca metamórfica no foliada compuesta de minerales carbonatados recristalizados, principalmente calcita o dolomita. Se trata de una caliza metamorfoseada.
- **Caliza:** es una roca metamórfica no foliada compuesta de minerales carbonatados recristalizados, principalmente calcita o dolomita.
- **Arenisca:** es una roca sedimentaria compuesta principalmente de minerales de tamaño grano de arena o grano de roca.
- **Pizarra:** es una roca metamórfica homogénea foliada de grano fino, derivada de la roca sedimentaria original tipo esquisto, compuesta de yeso o ceniza volcánica mediante un metamorfismo regional de grado bajo.

Cada tipo de piedra tiene propiedades y aspectos distintos que determinan su idoneidad para cada aplicación requerida.

Al tratarse de un material natural existe la posible alterabilidad y cambio de comportamiento a lo largo del tiempo y variaciones por la presencia de agentes contaminantes, como el agua, humedad, moho, no sólo en laboratorio, también en aquellos productos ya instalados y que requerirán una conservación y mantenimiento. (Bernabéu, Ana. 2011).

## 9. Análisis de los pavimentos urbanos



*FIGURA 62: Plaza Mayor de Madrid. Adoquín piedra natural. Fuente: [www.re-moto.com](http://www.re-moto.com). FIGURA 63: Plaza Mayor de Cáceres. Baldosa piedra natural. Fuente: [www.artmarketing.es](http://www.artmarketing.es).*

Se utiliza la roca en la composición de pavimentos flexibles, la forma de las piezas permite el movimiento de las mismas, distribuyendo las cargas hacia un nivel inferior del firme.



*FIGURA 64: Pavimento adoquín cizallado. Fuente: [www.olnasa.com](http://www.olnasa.com). FIGURA 65. Pavimento losa flameado. Fuente: [www.olnasa.com](http://www.olnasa.com).*

Podemos definir dos tipos de pavimentos de piedra:

- **Adoquín:** Bloque de pequeñas dimensiones para pavimento, con dimensiones nominales comprendidas entre 50 y 300 mm y su dimensión en planta no supera el doble de su espesor. El espesor nominal mínimo es de 150 mm. Crea una pavimentación flexible

con diferentes composiciones. Muy utilizado en las áreas o centros históricos de las ciudades. Se utiliza tanto para tráfico peatonal como rodado. La superficie es rugosa por lo que se debe ejecutar con una pendiente mínima del 2% para evitar la acumulación de agua. (UNE-EN 1343:2003)

- **Baldosa:** Pieza plana, cuadrada o rectangular, con una anchura nominal mayor de 150 mm y, generalmente, superior al doble del espesor (UNE-EN 1341:2002). Tienen menor espesor y superficie menos rugosa. Su colocación puede ser flexible o rígida sin rejuntar.

La utilización de la piedra natural como pavimento requiere la realización de distintos acabados, dentro de su proceso de elaboración. Se consigue modificar su apariencia con la aplicación de tratamientos mecánicos o térmicos, dando un acabado superficial específico. Estos tratamientos no deberían modificar las características físicas del material, respecto al que no está tratado. Estos tratamientos de texturizado superficial se realizan para incrementar algunas de sus características (brillo, rugosidad, color).



FIGURA 66: Plaza Jacinto Benavente. Adoquinado. FIGURA 67: Barrio de las Letras. Baldosa pizarra Fuente: [www.piedranatural.com](http://www.piedranatural.com).

Destaca su comportamiento hídrico y su resistencia al deslizamiento, siendo ésta una de las propiedades más importantes para el uso de la roca en pavimentación exterior y de la que depende el acabado superficial.

Los tratamientos mecánicos que modifican los acabados

superficiales más utilizados son:

- **Pulido:** Se consigue una superficie lisa y brillante, sin porosidad. Se aplica en mármoles y granitos, al ser rocas muy compactas y con alto grado de cristalinidad. Utilizado en interiores.
- **Apomazado:** Se consigue con el mismo proceso que el aplicado en el pulido pero sin conseguir el brillo, a través de un proceso de abrasión. Se aplica a calizas y areniscas ya que su grado de cristalización es inferior. Se considera que es el paso previo a la consecución del brillo.
- **Abujardado:** la superficie tratada presenta pequeños cráteres de profundidad y anchura uniformes. El tamaño de estas protuberancias dependerán del puntero utilizado, bujarda.
- **Serrado:** es el proceso mediante el cual se corta un bloque de piedra. El aspecto es una superficie lisa, porosa y rugosa al tacto. Se caracterizan por tener unas marcas paralelas.
- **Flameado:** proporciona una superficie rústica, rugosa y con relieve. Se consigue un aumento de la estabilidad de la cara expuesta a la alteración por agentes contaminantes.
- **Cizallado/corte natural:** se aplica sobre piedras no lajosas (granitos, mármoles y calizas). La superficie es rugosa con un acabado rústico y natural. Se trata del tratamiento más utilizado en la elaboración de adoquines de granito.



FIGURA 68: Tratamiento Pulido. FIGURA 69. Tratamiento Apomazado. Fuente: [www.piedra.com](http://www.piedra.com).

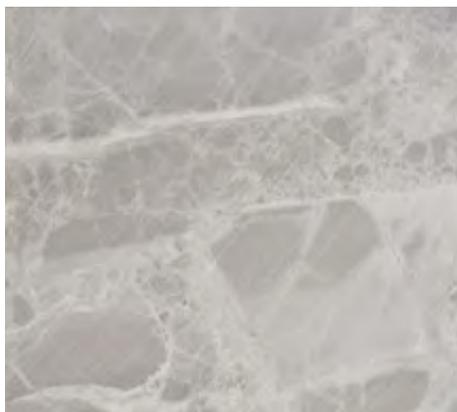


FIGURA 70: Tratamiento Abujardado. FIGURA 71. Tratamiento Serrado. Fuente: [www.piedra.com](http://www.piedra.com).



FIGURA 72: Tratamiento Cizallado/corte natural. FIGURA 73: Tratamiento Flameado. Fuente: [www.piedra.com](http://www.piedra.com).

### 9.2.2. Pavimentos cerámicos

Las baldosas cerámicas son placas de un espesor reducido fabricadas a partir de composiciones de arcillas, sílice, fundentes, colorantes y otros materiales. Las piezas son sometidas a labores de molienda y/o amasado. Se moldean y seguidamente son secadas y cocidas a alta temperatura. Encontramos dos tipos de acabados: esmaltadas y no esmaltadas.

Por el proceso de fabricación y los componentes se consigue un material incombustible e inalterable a la luz. Igualmente se destaca su alta resistencia, durabilidad, con un ciclo de vida óptima,

manteniendo sus características técnicas y funcionales.

Se trata de un material con un resistencia al impacto pesado baja, por lo que las pruebas que se realizan en el laboratorio deben resultar resistentes al impacto pesad, además deben admitir cargas superiores a los 4.500 N, en el caso de pavimentos urbanos.



FIGURA 74: Plaza Pueblosol, Benalmadena. Baldosa cerámica CIVIS AGORA.

FIGURA 75: Plaza Maestrazgo, Castellón. Baldosa cerámica CIVIS AGORA. Fuente: [www.tauceramica.com](http://www.tauceramica.com).

Por su sistema de fabricación, resulta un material resistente a bajas temperaturas. Encontramos en ocasiones que el deterioro del material se debe a la colocación del mismo, puesto que la posibilidad de que el agua entre por sus poros es nula. Es necesario que no se acumule humedad bajo el embaldosado.

La empresa Tau Cerámica, lanzó una gama de pavimentos dentro del proyecto CERCOCIVIS, cofinanciado por IMPIVA, PROFIT y CDTI, basado en el desarrollo de productos aplicando criterios de la biomecánica, con el objeto de favorecer la accesibilidad a las personas con movilidad reducida. Sin embargo, en el año 2012, Tau dejó de fabricar esta gama de pavimentos.

### 9.2.3. Pavimentos prefabricados de hormigón

Encontramos los pavimentos de hormigón con unas altas posibilidades estéticas y funcionales. Con una gran gama de formatos que se adaptan a las necesidades de proyecto, formas y colores.

El prefabricado de hormigón es uno de los materiales más utilizados a la hora de pavimentar los espacios urbanos, gracias a características como la durabilidad, resistencia al deslizamiento y a la abrasión, junto con su bajo coste de conservación y mantenimiento.



*FIGURA 76: Calle en Segura, Guipúzcoa. Adoquín prefabricado de hormigón.*

*FIGURA 77: Calle en Reinoso, Cantabria. Losa prefabricada hormigón. Fuente: [www.pvt.es](http://www.pvt.es).*

Dentro de los prefabricados de hormigón, encontramos:

- Terrazo: piedra artificial de conglomerado de cemento.
- Piedra aglomerada: piedra artificial de aglomerados de resina.
- Adoquines y baldosas de hormigón.
- Baldosa hidráulica.

### **9.2.3.1. Baldosas de terrazo: conglomerado piedra natural**

Se trata de un conglomerado de piedra natural. Es un material rígido modular a base de piedra troceada, cemento y árido, denominado conglomerado de piedra natural, predominantemente calizas. Se fabrica por un proceso industrial por compresión y/o vibración, moldeo o vacío y posterior corte según formato. Admite gran variedad de colores y formas, así como texturas, acabados superficiales y tamaños.

En las baldosas de terrazo para exteriores se aplica la norma UNE EN 13748-2.



FIGURA 78: Variedad de terrazo por el color de la capa de huella. Fuente: [www.ipc.org.es](http://www.ipc.org.es).

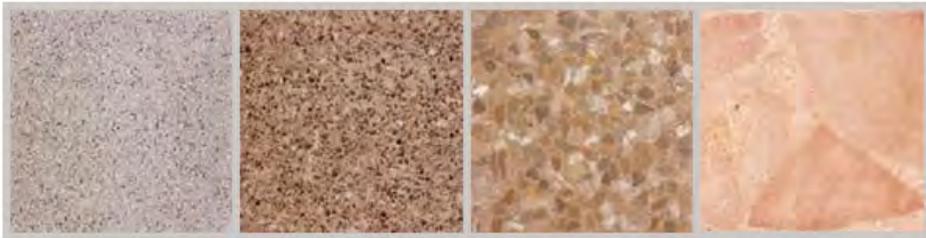


FIGURA 79: Variedad del terrazo por el tamaño del grano. Fuente: [www.ipc.org.es](http://www.ipc.org.es).



FIGURA 80: Variedad de terrazo por textura/relieve de su cara vista. Fuente: [www.ipc.org.es](http://www.ipc.org.es).

Encontramos diferentes acabados superficiales que hacen que el material sea más o menos deslizante. La utilización de áridos en su composición conlleva a un mayor desgaste, sobre todo por los tratamientos superficiales que dejan más expuesto al árido:

- **China o canto lavado:** La cara vista ha sido lavada y cepillada para dejar la grava al descubierto. Eliminación parcial del mortero de la huella.
- **Granallado:** Se proyectan, a alta velocidad, bolas de acero sobre la cara vista de la baldosa.

- **Relieve y bajorrelieve**, pulidos y sin pulir: la creación de ranuras permite la evacuación del agua, evitando la acumulación.
- **Lavados**: se trata con un chorro al ácido que elimina parcialmente el mortero, dejando que aparezca el árido del hormigón en la cara vista.

En las baldosas de terrazo de exterior se tiene en cuenta el espesor de la capa de la huella. Si la baldosa no va a ser pulida tras su colocación, el espesor mínimo será de 4mm. Sin embargo, para que pueda realizarse el proceso de pulido la capa de la huella debe tener un espesor mínimo de 8mm.

La lógica parece indicarnos que una baldosa de terrazo con relieve debería tener un comportamiento antideslizante satisfactorio. Pero la realidad nos presenta que son deslizantes, aunque tengan relieve. Las zonas de acanaladura facilitan la evacuación del agua de la capa más superficial, pero se trata de un material deslizante en presencia de agua. El ensayo de fricción, obligatorio para medir el valor de resbaladividad, nos revela un valor elevado al ensayarlo en una dirección, pero al girar la pieza nos encontramos que el valor disminuye, haciéndola deslizante. Tienen un mal comportamiento antideslizante en mojado en zonas exteriores, aceras y solados urbanos.

Lo mismo ocurre cuando el contaminante no es agua, es decir, grasas u otras sustancias que favorecen las caídas.



FIGURA 81: Pavimento terrazo relieve. FIGURA 82: Pavimento terrazo canto o china lavada. Fuente: [www.prefabricatslomar.com](http://www.prefabricatslomar.com).

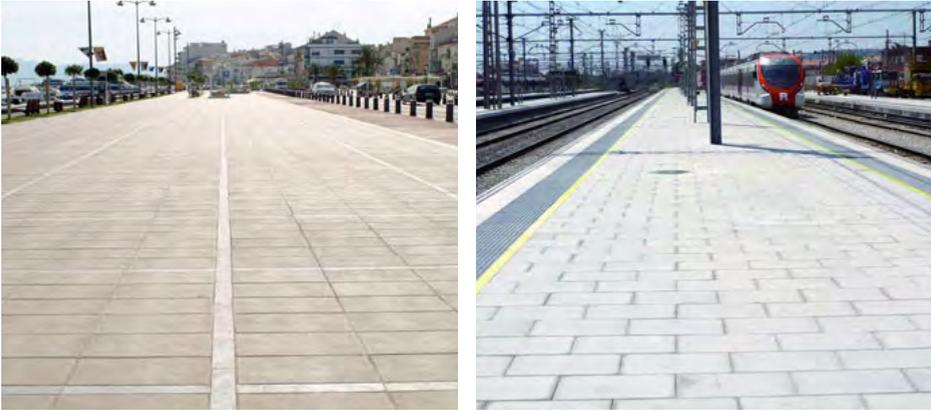


FIGURA 83: Pavimento terrazo liso. FIGURA 84: Pavimento terrazo granallado.  
Fuente: [www.terratzosgraus.com](http://www.terratzosgraus.com).

Las baldosas de terrazo no permanecen inalterables con el tiempo cuando van destinadas a zonas geográficas con un índice de hielo,  $I_g$ , superior a 0.

Hay que destacar que la propia composición de la baldosa, por la capilaridad de agua y por la absorción por capilaridad en su cara vista, parte del material más expuesta y con un tratamiento superficial que la deja desprotegida, no se considera un material idóneo para un clima continental.

Observamos que es un material muy utilizado en los espacios urbanos, a pesar de sufrir deterioros por desgaste, o agresión mecánica, añadiendo como afecta el choque térmico, por congelación del agua que almacena en poros y capilares.

Se aplica el mismo método de ensayo que a la piedra natural para valorar la resistencia climática.

### 9.2.3.2. Baldosas de piedra aglomerada

Denominada como piedra artificial o piedra aglomerada con resinas o con cemento. Se trata de productos manufacturados en proceso industrial a partir de mezcla de agregados de naturaleza mineral a base de carbonatos, silíceos o mezcla de ambos (subproductos derivados de la piedra natural), aditivos y adiciones, con un ligante o aglomerante que puede ser resina, cemento hidráulico o una mezcla de ambos. Es un producto que, gracias a los avances en los procesos de fabricación, compite con la piedra natural y la

cerámica. Se consiguen terminaciones con gran variedad de texturas, colores y composiciones.

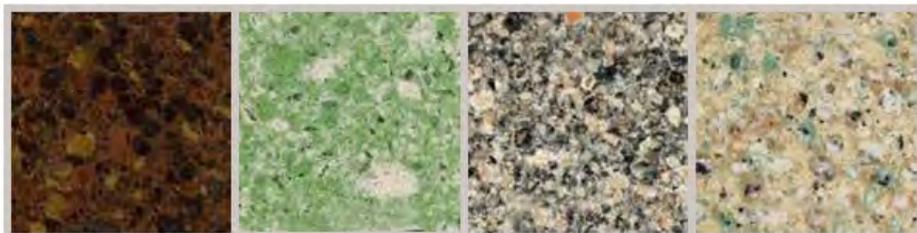


FIGURA 85: Acabados de piedra aglomerada. Fuente: [www.ipc.org.es](http://www.ipc.org.es).

Gracias a sus prestaciones mecánicas, se consiguen piezas de espesores reducidos, que se traduce en menos coste.

En la norma UNE EN 15286 y 15285 se definen las características de las baldosas y losas de piedra aglomerada.

### 9.2.3.3. Adoquines y baldosas de hormigón

Presentan una gran variedad de formas, dimensiones y colores. Se distingue entre baldosa y adoquín, otorgando a cada uno su propia norma de producto (UNE-EN 1338 Adoquines y UNE-EN 1339 Baldosas).

El proceso de fabricación de las piezas les otorga unas características de durabilidad y resistencia, someténdolas a procesos de presión y vibración.

Las baldosas pueden ser monocapa, compuesta por un solo tipo de hormigón, o bicapa, con una cara vista de espesor superior a los 4 mm.

Se utiliza más en aceras peatonales debido a su formato y espesor. No deja de ser un revestimiento duradero y seguro.

Los adoquines de hormigón son piezas prefabricadas de diversos tamaños y formatos. La norma que define sus características es la UNE-EN 1338.

Este tipo de material y formato permite realizar una pavimentación flexible, siendo adecuado tanto para tránsito peatonal como rodado.



FIGURA 86: Calle en La Coruña. Adoquín prefabricado hormigón. Fuente: [www.eiros.es](http://www.eiros.es). FIGURA 87: Parque de la Alamedilla, Salamanca. Adoquín prefabricado hormigón, varios colores. Fuente: [www.pvt.es](http://www.pvt.es).



FIGURA 88: Parque de la Alamedilla, Salamanca. Adoquín y baldosa prefabricado hormigón, varios colores. FIGURA 89: Calle en Camargo, Cantabria. Baldosa prefabricado hormigón, varios colores. Fuente: [www.pvt.es](http://www.pvt.es).

#### 9.2.3.4. Baldosa hidráulica

La norma que define las características de la baldosa hidráulica es la UNE-EN 1339, coincidiendo con las baldosas de hormigón.

Denominada también como baldosa de hormigón bicapa para uso exterior, con cara vista antideslizante, en la que se realizan los acabados con formas geométricas, relieves e imitación de texturas naturales.

En su composición se encuentran aditivos hidrofugantes y

plastificantes que dotan al material de una absorción mínima, con una alta resistencia a la heladidad y una vida útil superior a los 20 años. Hay que añadir su resistencia al desgaste y al deslizamiento.



FIGURA 90: Itinerario peatonal baldosa hidráulica en Lugo. Fuente : [www.eiros.es](http://www.eiros.es).

FIGURA 91: Calle de Barcelona. Baldosa hidráulica. Fuente: [www.escofet.es](http://www.escofet.es).



FIGURA 92: Loseta hidráulica. Fuente: [www.prefabricadosponce.es](http://www.prefabricadosponce.es). FIGURA 93:

Baldosa hidráulica acanaladura. Fuente: [www.prefabricadosponce.es](http://www.prefabricadosponce.es).

#### 9.2.4. Pavimentos de arcilla

Como producto de arcilla cocida se analiza el adoquín, denominado Adoquín Cerámico. Si bien, es un producto que por su naturaleza debería incluirse dentro de las baldosas cerámicas, se debe a su geometría, uso y técnica de colocación la denominación de adoquín y la necesidad de crear una norma específica para este tipo de piezas y material.

## 9. Análisis de los pavimentos urbanos

La norma UNE EN 1344 recoge las características, especificaciones y métodos de ensayo de los adoquines.

Gracias al proceso de fabricación y a sus características físico/químicas, se podría pensar en un nivel de comportamiento similar al de la piedra natural, sin tener en cuenta los granitos. Se trata de un producto obtenido a partir de arcillas naturales y otros componentes minerales, con o sin aditivos. Las piezas son sometidas a un proceso de modelado, para posteriormente proceder al secado de las piezas, aplicando tratamientos superficiales, y una cocción a temperatura lo suficientemente elevada para formar un producto cerámico duradero, obteniendo unas propiedades estéticas y técnicas. Hablamos de un material con alta resistencia, densidad y baja absorción de agua.



FIGURA 94: Plaza pública en Bailén. Fuente: [www.malpesa.es](http://www.malpesa.es). FIGURA 95: Plaza Ayuntamiento de Linares. Fuente: [www.malpesa.es](http://www.malpesa.es).

En España encontramos una gran variedad de arcillas.

Los formatos de adoquín cerámico se consiguen a través de extrusión o prensado y corte con o sin biselado. La fase principal del proceso es la cocción de los adoquines. Su coloración es la natural de las arcillas tras su cocción, resultando inalterables con el paso del tiempo.

Los adoquines cerámicos podrán tener cualquier forma que permita una fácil colocación con plantilla. Por lo general son rectangulares que pueden presentar un bisel en una o varias aristas de la cara vista.



FIGURA 96: Plaza pública en Bailén. Fuente: [www.malpesa.es](http://www.malpesa.es). FIGURA 97: Plaza Ayuntamiento de Linares. Fuente: [www.malpesa.es](http://www.malpesa.es).

Analizando el proceso de elaboración de las piezas, nos encontramos con un material sostenible. Según se van produciendo avances en los sistemas de producción se va mejorando su ciclo de vida. Se optimizan los procesos energéticos de cocción.

La resistencia al deslizamiento, en condiciones normales, es satisfactoria, siempre que la cara vista no haya sido pulida o abrillantada.

Destacar que los pavimentos de adoquín cerámico presentan una vida útil cercana a los 30 años. Según los fabricantes, las características de color permanecen inalterables, contando, además, con una alta resistencia al desgaste. Igualmente, se hace mención a la resistencia del material frente a heladas y ambientes donde ciertos agentes contaminantes podrían afectar a otros materiales. Son indeformables frente a los cambios de temperatura. Su resistencia mecánica les permite resistir cargas importantes con menor espesor de la pieza.

La pavimentación flexible favorece la sustitución de piezas y reparaciones posibles por modificación de redes de servicio urbano.

Se puede utilizar tanto en zonas peatonales como con tráfico rodado, teniendo en cuenta que el tráfico puede ser pesado e intenso.





## 10. Métodos de ensayo aplicados a los pavimentos

En el capítulo 6 se han analizado las normas técnicas de producto, normas UNE, con una breve descripción de los métodos de ensayo que se utilizan para conocer las características de los pavimentos. En este capítulo se hace un análisis de los métodos de ensayo.

Para el uso de determinados materiales como pavimentos es necesario conocer sus propiedades físicas, que deberían permanecer inalterables a lo largo de la vida útil del producto, estimada en 20 años. Sus propiedades, resistencia al deslizamiento, a la abrasión o al desgaste, durabilidad, son las que determinan la instalación de un material u otro.

Pero no sólo podemos limitarnos a las propiedades físicas, debemos tener en cuenta, por ser pavimentos de exterior, la acción de agentes meteóricos contaminantes (agua, variaciones de temperatura y humedad). Aspectos que están estrechamente relacionados con la durabilidad. Propiedades como la resistencia a los ciclos de hielo-deshielo, humedad y sequedad, choque

térmico y cristalización de las sales (en el caso de piedra natural) se deben tener en cuenta, puesto que se verán alteradas según las características climatológicas y el emplazamiento geográfico de la zona donde se instale el pavimento. Destacar la importancia de comprobar el comportamiento real de los materiales en obra, de forma que podamos valorar su adecuación o no para el uso y el lugar. (Bernabéu, Ana. 2011)

*La durabilidad es un atributo esencial, que debe tenerse en cuenta como criterio de selección de materiales, para garantizar la adecuación de los pavimentos a unas determinadas condiciones de uso* (Felui, carlos 1996: refiriéndose a los pavimentos cerámicos en el congreso QUILICER 1996)

Encontramos diferentes normas de producto que establecen una serie de características referidas a distintos métodos de ensayo según el tipo de material y posterior comercialización y uso. No se valora la resistencia a flexión o módulo de rotura o la resistencia a la compresión, por considerar que están fuera del alcance de la investigación, cuyos parámetros no son significativos ni influyentes en la resistencia al deslizamiento. Por ello, de las características de los materiales, nos interesan las que están estrechamente relacionadas con la capa superficial del pavimento y que pueden modificar su resistencia al deslizamiento. Estas características son:

- Resistencia a la abrasión:
- Durabilidad- Alterabilidad dependiendo del tipo de material:
  - Heladicidad con ciclos de hielo y deshielo.
  - Humedad y sequedad.
  - Precipitaciones de sales, en el caso de la piedra.
  - Atmosferas simuladas (efecto de la luz UV o concentración de gases).
- Resistencia al deslizamiento.

Se hace una introducción de las **propiedades de resistencia** al desgaste por abrasión, a los ciclos de hielo-deshielo, humedad-sequedad, choque térmico y cristalización de sales, que pueden afectar a la durabilidad del material y condicionan su utilización. De manera más extensa, se trata la resistencia al deslizamiento,

métodos de ensayo, por considerar la propiedad más importante para el tema que nos ocupa, pero debe estar ligado a las propiedades mencionadas, ya que el desgaste de la pieza o su comportamiento frente a cambios climatológicos harán que el pavimento sea más o menos deslizante.

Parece evidente pensar que la resistencia al desgaste y la resistencia al deslizamiento están vinculadas. Un valor bajo de resistencia al desgaste influye de forma negativa en el valor de resistencia al deslizamiento.

### **10.1. Método de ensayo de resistencia al desgaste por abrasión**

La resistencia a la abrasión o desgaste es una característica que nos ayuda a conocer el grado de cohesión interna del material. Es la capacidad que tiene un material para resistir el desgaste superficial o pérdida de su aspecto por abrasión y/o rayado. Se realiza la simulación, en laboratorio, del desgaste de la superficie de los pavimentos por tránsito peatonal, observando los cambios de brillo, color y aspecto de la superficie peatonal.

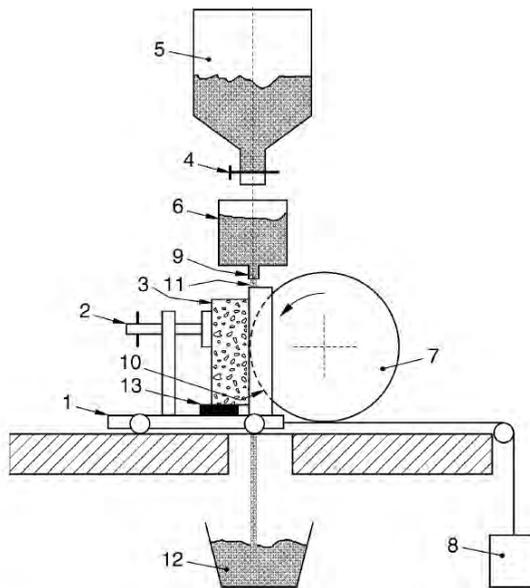
Se determina el valor de la resistencia a la abrasión de la pieza por rotación de una carga abrasiva sobre la superficie. Se realiza sobre las probetas con un disco de acero y un material abrasivo bajo condiciones normalizadas. El valor se obtiene al medir la anchura de la huella producida en la cara ensayada del material. Se realizan dos huellas en direcciones perpendiculares y paralelas, utilizando varias probetas. Cuanto menor sea el valor de la anchura, mayor es la resistencia al desgaste del material.

El acabado superficial influye en el valor de resistencia al desgaste. Nos encontramos con texturas o relieves en pavimentos que complican la determinación del valor al desgaste, por la propia heterogeneidad de la pieza. Como ocurre con el valor de resistencia al deslizamiento, los valores son diferentes según la dirección en la que se produce la huella en la pieza ensayada.

También se suele utilizar un método alternativo (método de Böhme) que mide la pérdida de volumen de la probeta por acción de un disco giratorio que ejerce una fuerza constante de 294N sobre la superficie de la baldosa, a la vez que gira, aplicando corindón artificial entre la pieza y el disco, en 16 ciclos a 22 rpm.



FIGURA 98: Pavimento desgastado en Rentería. Fuente: [www.argitalpen.ararteko.net](http://www.argitalpen.ararteko.net). FIGURA 99: Plaza con pavimento desgastado. Fuente: [www.espormadrid.com](http://www.espormadrid.com).



- Leyenda
- 1 Carro portaprobetas
  - 2 Tornillo de fijación
  - 3 Probeta
  - 4 Válvula de control
  - 5 Tolva de alimentación
  - 6 Tolva guía de flujo
  - 7 Disco giratorio de abrasión
  - 8 Contrapeso
  - 9 Ranura de salida del abrasivo
  - 10 Huella
  - 11 Flujo de material abrasivo
  - 12 Colector del abrasivo
  - 13 Base de apoyo

FIGURA 100: Esquema ensayo desgaste pavimentos. Fuente: Norma UNE-EN 14157:2004.

## 10.2. Método de ensayo de durabilidad

Se realizan varios ensayos, representando las condiciones ambientales a las que vamos a someter el producto, que nos ayudaran a conocer el comportamiento del material una vez instalado. Se trabaja sobre unas condiciones determinadas y normalizadas de temperatura, humedad ambiental, contaminantes, proximidad al mar, etc.

No todos los materiales se comportan de la misma manera. Influirán las condiciones ambientales así como la localización de la instalación del mismo (norte o sur de España).

Se realizan los siguientes ensayos:

- Heladicidad con ciclos de hielo y deshielo.
- Humedad y sequedad.
- Precipitaciones de sales, en el caso de la piedra.
- Atmosferas simuladas (efecto de la luz UV o concentración de gases).

En las correspondientes normas de producto UNE sólo se hace referencia al ensayo de los ciclos de hielo-deshielo. En el caso de la piedra, es importante destacar como le afecta su ubicación y la presencia de agua, pasando de ser un material antideslizante, con un valor al deslizamiento alto, a convertirse en muy deslizante. Igualmente, la presencia de agua o humedad puede afectar en la piedra y crear moho, contaminante que recubre ligeramente la pieza, haciéndolo deslizante. Puede perder su aspecto e incluso las propiedades mecánicas, llegando a la disgregación.

### 10.2.1. Método de ensayo de heladicidad

La finalidad de este ensayo es observar la variación cíclica de cristalización del hielo en el interior de la pieza al encontrarse saturada de agua. Afecta a los materiales rígidos por congelación del agua que se encuentra entre sus poros y capilares, aumentando de volumen.

Un material de exteriores está continuamente sometido a los cambios de temperatura, sobre todo en invierno por congelación y descongelación. Esta alteración afecta sobre todo a los materiales

pétreos. Las baldosas cerámicas también se ven sometidas a los ciclos de hielo y deshielo, por ello es importante que los materiales seleccionados tengan una capacidad de absorción igual o inferior a 0,5%.

Se somete a las probetas a cambios de temperatura en condiciones ambientales, siguiendo un procedimiento normalizado y descrito en las normas correspondientes. En total se realizan 48 ciclos de 12 horas en los que, tras saturar las probetas de agua, se introducen en recipiente congelador a temperatura de  $-15^{\circ}\text{C}$  durante un tiempo. Posteriormente se descongelan por inmersión en agua a  $20^{\circ}\text{C}$ .

Para determinar la durabilidad de las piezas se realiza inspección visual, observando la pérdida de material, aparición de grietas, y el pesaje de la probeta para evaluar la pérdida de peso o de propiedad hídrica o mecánica. Se realiza la prueba de resistencia a flexión para baldosas y a compresión para adoquines.



FIGURA 101: Calle ciudad en Rusia. Fuente: [www.trasy.livejournal.com](http://www.trasy.livejournal.com). FIGURA 102: Murallas de Ávila. Fuente: [www.mas.ine.es](http://www.mas.ine.es).

Este ensayo se debe tener en cuenta a la hora de instalar un pavimento en zonas en las que las condiciones climáticas supongan un índice de hielo elevado,  $-5^{\circ}$ , (según Lopez-Mesones et al., 2004) o cambios bruscos de temperatura (variación día/noche).

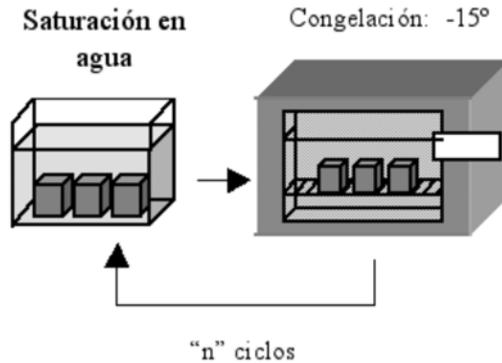


FIGURA 103: Esquema ciclos de hielo-deshielo. Fuente: Artículo Ana Bernabéu. Utilización de rocas como pavimentos, 2011.

### 10.2.2. Método de ensayo de humedad-sequedad

El objetivo es conocer el efecto de los procesos relacionados con la saturación de agua y el secado posterior de la pieza, de forma que se hace la simulación de días secos y lluviosos. Las posibles alteraciones que sufra el material estarán relacionadas con el efecto de la presión capilar, la acción disolvente del agua, hinchamiento de materiales arcillosos (Bernabéu, Ana. 2011).

El ensayo consiste en la inmersión de la probeta en agua y secado a temperatura controlada. Se trata de un ciclo de 24 horas alternando la inmersión en agua y la posterior introducción en la estufa de secado a una temperatura entre 60 y 100°C. Se realizan entre 20 y 30 ciclos, dependiendo del tipo de material a ensayar. No reacciona igual una piedra que una arcilla.

Se evitan los choques térmicos dejando enfriar la pieza antes de la nueva inmersión. En algunos casos este paso de enfriamiento no se realiza para poder observar mejor las condiciones de lluvia, secado y calentamiento de la pieza cuando la temperatura exterior es muy elevada. Tras completar los ciclos, se evalúa si el material ha sufrido alteraciones como pérdida de masa, variación de propiedad hídrica, etc.

Resulta muy interesante conocer las condiciones ambientales más desfavorables del lugar de instalación (temperaturas máximas y mínimas), humedades relativas máximas y mínimas, así como las precipitaciones que se producen a lo largo del año en verano y en invierno.



FIGURA 104: Pavimento combinado con zona verde. Fuente: [www.drenajeurbanosostenible.org](http://www.drenajeurbanosostenible.org). FIGURA 105: Pavimento en contacto con agua. Fuente: [www.Hidrocreto.com](http://www.Hidrocreto.com).

### 10.2.3. Método de ensayo de cristalización de sales y niebla salina

Se trata de un ensayo poco utilizado que debería aplicarse a todos aquellos pavimentos que se instalen en las zonas costeras, en contacto con ambiente salino.

El objetivo de este ensayo es determinar cómo reacciona el material al estar en contacto de un agente contaminante rico en sales. La disolución entra en la pieza por capilaridad precipitando fases minerales salinas, cuya cristalización genera ciertas presiones. La disolución de estas sales debida a la variación de las condiciones ambientales de temperatura y humedad, supone uno de los procesos más importantes del deterioro de los pavimentos. Encontramos materiales, como la piedra, que se ven más afectados por estas circunstancias. Las alteraciones que puede sufrir el producto pueden ser estéticos (aparición de manchas, eflorescencias), pérdida de masa o disminución de sus propiedades mecánicas (cohesión de material) (Bernabéu, Ana. 2011).

El ensayo consiste en la saturación de las piezas en una disolución salina,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , y posterior secado. Se deja enfriar la muestra completando un ciclo con la nueva inmersión de la pieza en la disolución.

Según describe Bernabéu, existen otras metodologías que intentan reproducir de forma más real las alteraciones que sufre en material

una vez instalado, basándose en el efecto que ejercen variaciones climáticas, efecto día-noche.

Se trata de un ensayo subjetivo al basarse en la inspección visual de las probetas y comprobar la pérdida de peso.

A este proceso de cristalización, debemos sumarle el efecto de niebla salina que se produce en las zonas costeras y que afecta a la superficie del pavimento. Este ensayo consiste en la impregnación de la superficie de aerosol salino y posterior secado. Se produce una precipitación de las sales tanto en el interior, por capilaridad, como en la superficie.



FIGURA 106: Paseo marítimo de Fuengirola. Pavimento prefabricado hormigón. Fuente: [www.deviejaporespana.com](http://www.deviejaporespana.com). FIGURA 107: Paseo Puerto de Cartagena. Pavimento de piedra. Fuente: [www.planetaacustico.blogspot.com.es](http://www.planetaacustico.blogspot.com.es).

### 10.3. Método de ensayo de resistencia al deslizamiento

En este apartado se exponen los métodos de ensayo relacionados con el deslizamiento más utilizados en los distintos países, no sólo en España.

En la actualidad, existe una variedad de métodos que miden el valor de la resistencia al deslizamiento. Sigue existiendo confusión a la hora de determinar cuál es el método de ensayo más adecuado. Es necesario establecer unos procedimientos de ensayo fáciles, económicos y fiables que puedan ser utilizados rápidamente por la industria, y será necesario además definir una superficie de

referencia con un parámetro conocido con el objeto de servir de calibración a los distintos equipos que se utilizan. (Pacios, A. y Ortiz I. 2009).

La resistencia al deslizamiento es una característica obligatoria para el fabricante, debe declarar el resultado de ensayo según ENV 12633<sup>51</sup> cuando lo exija la reglamentación del lugar de destino de las piezas. Si la baldosa tiene una rugosidad superior a 1mm, no es necesario realizar el ensayo.

Diferentes estudios confirman que el riesgo de deslizamiento y las posibilidades de sufrir una caída o tropiezo, está directamente relacionados con el **coeficiente de fricción, COF**, que existe entre el pavimento y la persona cuando camina. Se distinguen dos tipos de fricción, la **dinámica DCOF**, relacionada con el movimiento, y la **estática SCOF**, la fase de inicio del movimiento.

Analizando la marcha humana, observamos que el riesgo de sufrir caídas es mayor en la fase de apoyo del talón, considerándose el coeficiente de fricción dinámica.



FIGURA 108: Registro de movimientos del pie mediante el equipo Kinescan IBV.  
Fuente: *cuaderno\_biomecanica\_indumentaria%20(1).pdf*.

La denominada **fricción** se define como la resistencia al movimiento que se genera entre dos superficies en contacto. Los valores se obtienen como el resultado del cociente entre las fuerzas tangencial y normal a la superficie, diferenciándose entre estática o dinámica, según se refiera a la fuerza necesaria para iniciar el movimiento/desplazamiento o para mantener dicho movimiento/desplazamiento.

Basándonos en las definiciones que ofrece la Física general sobre la fuerza de rozamiento:

<sup>51</sup> Se hace mención a la Norma UNE-EN 12633, aunque esté anulado el anexo que describe el método de ensayo del péndulo, sigue vigente su aplicación mientras el CTE lo tenga como referencia.

- Se opone al movimiento de un cuerpo que desliza sobre un plano.
- Es proporcional a la Fuerza Normal que ejerce el plano sobre el cuerpo.
- No depende del área aparente de contacto.
- Es independiente de la velocidad.

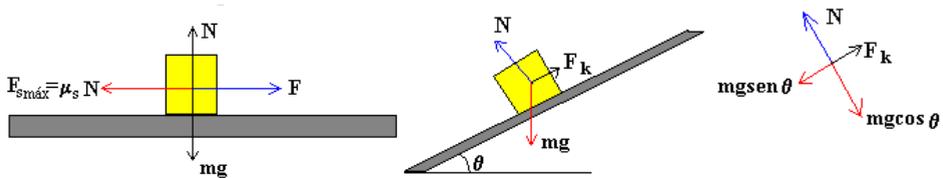


FIGURA 109: Medida del coeficiente de rozamiento. Fuente: [www.sc.ehu.es](http://www.sc.ehu.es).

La **resistencia al resbalamiento** es la característica asociada al caminar de forma segura que debe ofrecer todo pavimento cuyo uso vaya dirigido al tránsito peatonal.

Sobre estas definiciones están basados los distintos métodos de ensayo. Encontramos ensayos que buscan el SCOF y otros el DCOF. La tendencia es obtener el DCOF, por considerar que el movimiento/desplazamiento es el momento en el que se producen las caídas, tropiezos y resbalamiento, y, por lo tanto, un pavimento debe responder ante el caso más desfavorable.

Para reducir el riesgo de caídas, el pavimento debe presentar un coeficiente mínimo de fricción y además limitar los cambios de fricción en las condiciones de uso previstas (paso de seco a mojado, de rugoso a menos rugoso, relieves).

En este capítulo nos ocuparemos del coeficiente de fricción, considerando que no es el único parámetro a tener en cuenta en el diseño y selección de un pavimento, como quedará demostrado en capítulos posteriores. Existen otros factores que los métodos de ensayo no son capaces de reproducir.

Tal y como se expuso en capítulos anteriores, cada país establece el método de ensayo que considera más adecuado para medir el valor de resbaladidad o deslizamiento. No todos los países coinciden en

utilizar el mismo método y en algunos casos utilizan hasta cuatro tipos de ensayos diferentes, dependiendo del uso del pavimento.

El comité Internacional ISO/TC 189 "Ceramic tiles", incorpora la resistencia al deslizamiento para baldosas cerámicas, entre otras características, y en 1995 se generan las actuales normas de ensayo ISO 10545 (del 1 al 16), sin llegar a un consenso con la norma relativa a la resistencia al deslizamiento, al no alcanzar acuerdo en el método de ensayo para medir el coeficiente de fricción (ISO/DIS 10545-17).

Dentro de la directiva europea 89/106/CEE de Productos de la Construcción, de 1989, en la que se define el marcado CE, se intentó incorporar un método de ensayo armonizado para evaluar la resistencia al deslizamiento. Dada la dificultad de poder establecer un método único, por falta de acuerdo entre las distintas delegaciones europeas, se propuso una norma de ensayo prEN 13552 (para baldosas cerámicas, que incorpora tres métodos de ensayo diferente, cuyos resultados no pueden relacionarse).

La determinación de la resistencia al deslizamiento queda supeditada a la existencia de reglamentaciones nacionales en los países miembros de la Unión Europea, pudiendo utilizar distintos métodos de ensayo para determinar esta característica.

En España, el Código Técnico de la Edificación (CTE), resultado del desarrollo de la Directiva Europea 89/106/CEE y la actual 305/2011, que deroga la anterior, establece unos valores dentro del Documento de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (DB-SUA) dependiendo de las zonas en las que se instale el pavimento: dentro de un edificio, exterior o en zonas húmedas. Este valor se obtiene con el ensayo del método del péndulo de fricción desarrollado según se describe en la norma UNE 12633 ENV<sup>52</sup>.

Como se comentó en el apartado 8.4, en el año 2013 se elimina dicho anexo de la norma y con ello el método de ensayo del péndulo. Sin embargo, se sigue utilizando y referenciando en España, en el CTE, a pesar de haber sido anulada dicha norma. Mientras en el CTE se siga haciendo referencia, en el DB-SUA, seguirá teniendo valor reglamentario, seguirá siendo de obligado cumplimiento.

---

<sup>52</sup> En el capítulo 10.5 se analiza la situación actual de esta norma y su contexto.

Se analizan los métodos de ensayos más utilizados y reconocidos a nivel mundial. Coexisten cinco métodos que, según los países, son utilizados para obtener el valor de resistencia al deslizamiento:

- Método del **péndulo de fricción**, basado en la pérdida de energía. Desarrollado en la norma europea EN 12633:2003 (anulada)
- Método de ensayo del **plano inclinado**. Se realizan dos tipos de ensayo:
  - Según la norma alemana DIN 51130, pies calzados.
  - Según la norma alemana DIN 51097, pies descalzos.
- Método de ensayo de la **deslizadora dinámica manual**, método **TORTUS**. Basado en la medida del Coeficiente de Fricción Dinámica COFd. Desarrollado en el proyecto fallido de norma internacional ISO/DIS 10545-17.
- Método de ensayo del **dinamómetro**, según norma americana ASTM C 1028.
- Método de ensayo de la **deslizadora estática BOT-3000**. Basado en la medida del Coeficiente de Fricción Estático COFs. Según norma americana ANSI/NFSI B101.1.
- Método de ensayo de la **deslizadora dinámica BOT-3000**. Basado en la medida del Coeficiente de Fricción dinámica COFd. Según norma americana ANSI/NFSI B101.3.

Cada método utiliza una calificación distinta y clasifica los pavimentos en función del uso previsto. Los distintos países utilizan uno de los métodos (España, el péndulo de Fricción) o los cuatro (caso de Australia).

El valor de resistencia al deslizamiento obtenido es utilizado para evaluar las características de la superficie en diferentes condiciones ambientales, realizadas en laboratorio y especificadas según normas de aplicación del país. Cada ensayo es adecuado según el uso final, puesta en servicio del pavimento.

### 10.3.1. Método de péndulo de fricción

Se trata de un método que ha sido desarrollado por el comité europeo de normalización con sede en el Instituto Británico de Normalización (BSI). Está basado en el ensayo del péndulo, con zapatas de caucho normalizadas, para seco y para mojado.

Es el ensayo más aceptado en todo el mundo para evaluar la resbaladidad de los pavimentos, tanto en seco como en mojado, tanto interior como exterior.

El diseño original pertenece a Estados Unidos, en los años 40, y posteriormente lo desarrolla el Reino Unido, en el laboratorio Británico de Transporte, para realizar las mediciones de resistencia al deslizamiento en las superficies de las carreteras, evaluando el estado de agarre entre los neumáticos y el firme.



FIGURA 110. Ensayo péndulo en pavimento exterior. FIGURA 111: Ensayo péndulo en pavimento exterior. Fuente: [www.floorsliptest.com.au](http://www.floorsliptest.com.au).

El ensayo consiste en medir la pérdida de energía de un péndulo de fricción de características conocidas, provisto en su extremo de una zapata de caucho, cuando la arista de la zapata roza con una presión determinada sobre la superficie a ensayar, en una longitud fija. Esta pérdida de energía es medida por el ángulo suplementario de la oscilación del péndulo.

10. Métodos de ensayo aplicados a los pavimentos



FIGURA 112: Método del péndulo. Obtención valores. Fuente: [www.floorsliptest.com.au](http://www.floorsliptest.com.au).

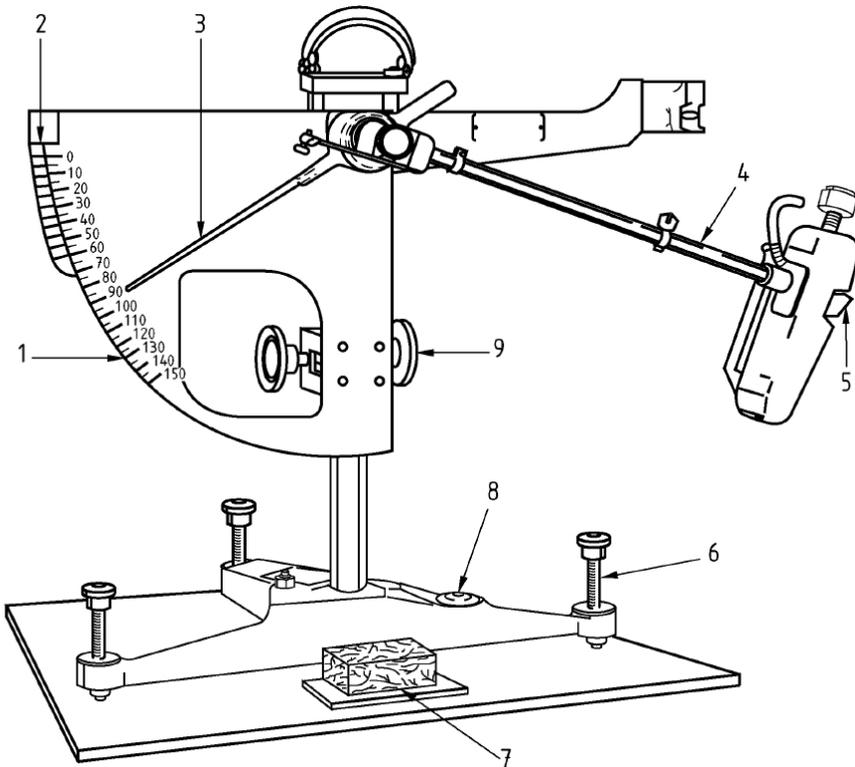


FIGURA 113: Equipo de ensayo del péndulo de fricción. Fuente: Norma UNE-ENV 12633:2003.

Situada la probeta sobre la máquina de ensayo, se deja oscilar sobre ella el brazo del péndulo, que es retenido por la fricción producida entre la lámina de goma de la zapata (patín deslizante) y la cara vista a ensayar. El ensayo se realiza en húmedo, seleccionando la superficie más desfavorable.

Al oscilar el péndulo y rozar en la cara vista del elemento, éste es frenado, indicando su oscilación máxima (que depende de la resbaladidad de la superficie ensayada) en una escala de valores de 0 a 150. Cuanto mayor es el dígito, menor es la resbaladidad.

El valor de la escala de medida va de cero a cien. La superficie que tiene muy baja resistencia al deslizamiento dará un valor más cercano a cero (las superficies pulidas alcanzan unos valores alrededor de 10). Este valor se expresa como USVR (Unpolished Slip resistance Value, siendo el valor de resistencia al deslizamiento de la superficie sin pulido) o bien PSVR (Polished Spli Resistance Value, superficie pulida). Este método ha sido adoptado en España para medir la resistencia al deslizamiento en todo tipo de materiales rígidos modulares, secos y mojados, interiores y exteriores.

Con la aprobación del Código Técnico de la Edificación (CTE), todos los materiales destinados al revestimiento de suelos de uso público cumplirán los requisitos que marca en su documento DB SUA, estableciendo las clases de resistencia al resbalamiento para suelos pulidos y sin pulir y según el uso previsto de la zona del edificio. Los valores de resistencia al resbalamiento  $R_d$  se obtienen realizando el ensayo del péndulo, descrito en el Anexo A de la norma UNE-ENV 12633:2003, anexo péndulo.

| CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SU RESBALADIDAD |                                    |
|---|------------------------------------|
| Método ensayo péndulo según CTE DB-SUA        |                                    |
| CLASIFICACIÓN                                 | RESISTENCIA AL DESLZIAMIENTO $R_d$ |
| Clase 0                                       | $R_d \leq 15$                      |
| Clase 1                                       | $15 < R_d \leq 35$                 |
| Clase 2                                       | $35 < R_d \leq 45$                 |
| Clase 3                                       | $R_d > 45$                         |

TABLA 13: Clasificación de suelos según su resbaladidad. Tabla 1.1 del CTE  
Elaboración propia.

La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de rebaladidad del total del lote ensayado. Según el CTE, se exige mantener la clase asignada al pavimento durante toda la vida útil del mismo.

| CLASE DE SUELO EN FUNCIÓN DEL RIESGO DE RESBALAMIENTO,<br>Según CTE DB-SUA  |                |
|---|----------------|
| ZONA  | CLASE DE SUELO |
| <b>Zonas interiores secas</b>   |                |
| • Superficies con pendiente < 6%  | Clase 1        |
| • Superficie con pendiente $\geq$ 6% y escaleras  | Clase 2        |
| <b>Zonas interiores húmedas (baños, cocinas, piscinas cubiertas etc. (1))</b>   |                |
| • Superficies con pendiente < 6%  | Clase 2        |
| • Superficies con pendiente > 6% y escaleras  | Clase 3        |
| <b>Zonas interiores</b> donde, además de agua, pueda haber agentes que reduzcan la resistencia al deslizamiento (grasas, lubricantes, etc.) cocinas industriales, mataderos, garajes, zonas de uso industrial, etc. | Clase 3        |
| <b>Zonas exteriores. Piscinas (2)</b>   | Clase 3        |

(1) Se incluyen los suelos del entorno de las entradas a los edificios desde el espacio exterior, excepto cuando se trate de accesos directos a viviendas o a zonas de uso restringido, así como las terrazas cubiertas

(2) En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

TABLA 14: Clase de suelo en función del riesgo de resbalamiento. Elaboración propia.

### 10.3.2. Método de ensayo de la rampa

Está basado en los métodos de ensayo descritos en la norma alemana **DIN 51130**, que determina las propiedades antideslizantes de los pavimentos utilizados en los lugares en los que se transita con el pie calzado y norma **DIN 51097**, en este caso en las zonas en las que se transita con el pie descalzo.

Se trata de un método reconocido en Europa, Australia, Nueva Zelanda, el Instituto CTIOA (Ceramic Tile Institute Of America) de EEUU, entre otros, y desarrollado en Alemania.

Se clasifican los pavimentos en función del riesgo de resbalamiento/deslizamiento basándose en dos documentos de apoyo, asignando unos valores mínimos de resistencia:

- BGR 181 (mayo 2003) *Pavimentos en lugares de trabajo y zonas de mayor riesgo de resbalamiento*. Siendo el reglamento reconocido por la Asociación Alemana de mutuas de Previsión contra Accidentes para la Seguridad y Salud en el trabajo (reglamento BG). Introduce requisitos para solados exteriores y escaleras. Ensayos realizados calzado. Relacionado con la norma DIN 51130.
- GUV-I 8527 *Código práctico para los pavimentos en zonas húmedas de andar descalzo*. Reglamento de reconocimiento internacional y Relacionado con la norma DIN 51097.

El conjunto de reglamentos (BGR 181 y GUV-I 8527) y métodos de ensayo (DIN 51130 y DIN 51097), se considera una base sólida, con un reconocimiento internacional, a la hora de asignar unos valores mínimos de resistencia al deslizamiento, en función del uso

En el ensayo **DIN 51097** consiste en un dispositivo en el que se incorpora una persona, sujeta por sistemas de seguridad con arneses, que va caminando sobre un plano hacia delante y hacia atrás, al que se va dotando de inclinación, adquiriendo un ángulo variable con el pie descalzado. Sobre la superficie se coloca un contaminante, impregnada de una solución jabonosa. El valor del ángulo crítico de deslizamiento es el que permite caminar con seguridad sin deslizarse sobre el mismo. El valor del ángulo crítico de deslizamiento, el momento justo en el que la persona pierde la estabilidad, es el que permite caminar con seguridad sin deslizarse sobre el mismo. A esos valores del ángulo de inclinación se les

asigna clase A, B o C en función del ángulo, que irán directamente relacionados con las zonas de riesgo vinculadas con el uso normal.

Una superficie es más resistente al deslizamiento cuanto mayor ángulo se consiga sin perder la estabilidad, pero no significa que sea seguro caminar con ese ángulo de inclinación.

El resultado de la aplicación de la norma es un ángulo de inclinación máxima que permite, en primer lugar, clasificar el pavimento y, en segundo lugar, que dicho ángulo sea empleado como parámetro para la asignación de pavimentos a las distintas localizaciones o zonas de la instalación. El personal que realiza la prueba está entrenado para dicho ensayo. Se establece un prototipo (peso, estatura, distancia de paso, postura) para poder obtener resultados fiables. La prueba se realiza con dos personas y se buscan los promedios para emitir dicha calificación R.



FIGURAS 114, 115 y 116. Ensayo de rampa pies mojados. Fuente: [www.laboratorioderesbaladidad.com](http://www.laboratorioderesbaladidad.com)

En este ensayo se valora la capacidad drenante de las superficies (V4-V10), medidas en volumen (cm<sup>3</sup>) por unidad de superficie (dm<sup>2</sup>).

Se realiza en aquellos pavimentos cuyo uso esté relacionado con zonas húmedas, ya sean vestuarios, aseos, piscinas, zonas terapéuticas en balnearios.

| METODO ENSAYO RAMPA SEGÚN DIN 51097 para pie descalzo |                       |   |
|---|-----------------------|---|
| Clasificación   | Angulo de inclinación | SÍMBOLO   |
| Clase A   | >12°                  |  |
| Clase B   | >18°                  |  |
| Clase C   | >24°                  |  |

TABLA 15: Clasificación según método rampa pies descalzo. Fuente: elaboración propia desde DIN 51097 y GUV-I 8527.

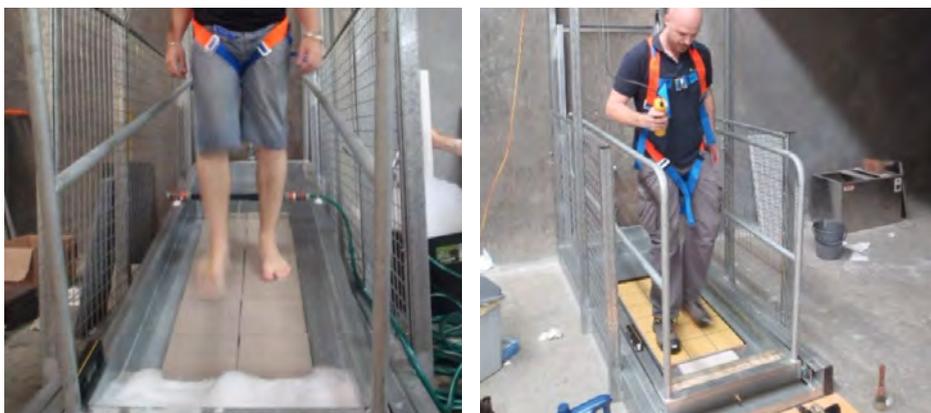


FIGURA 117: Ensayo rampa pies descalzos. Contaminante agua y jabón. FIGURA 118: Ensayo Rampa pies calzados. Fuente: [www.floorsliptest.com.au](http://www.floorsliptest.com.au).

El ensayo **DIN 51130** se realiza sobre el mismo dispositivo, consiste en un dispositivo en el que se incorpora una persona, sujeta por sistemas de seguridad con arneses, que va caminando sobre un plano hacia delante y hacia atrás, al que se va dotando de inclinación, adquiriendo un ángulo variable con el pie calzado con

una suela normalizada, en este caso con zapatos Lupos Picasso S1 en Alemania y UVEX en Australia. Sobre la superficie se coloca un contaminante, un aceite de unas determinadas características. El valor del ángulo crítico de deslizamiento, el momento justo en el que la persona pierde la estabilidad, es el que permite caminar con seguridad sin deslizarse sobre el mismo. A esos valores del ángulo de inclinación se les asigna una resistencia, R9....R13, que irán directamente relacionados con las zonas de riesgo vinculadas con el uso normal, tanto en espacios interiores como exteriores, en relación directa con el edificio.

Una superficie es más resistente al deslizamiento cuanto mayor ángulo se consiga sin perder la estabilidad, pero no significa que sea seguro caminar con ese ángulo de inclinación.

El personal que realiza la prueba está entrenado para dicho ensayo. Se establece un prototipo (peso, estatura, distancia de paso, postura) para poder obtener resultados fiables. La prueba se realiza con dos personas y se buscan los promedios para emitir dicha calificación R.

| VALORES DEL ÁNGULO. Según DIN 51130 para pie calzado |                       |   |
|--|-----------------------|---|
| Clasificación  | Angulo de inclinación | SIMBOLO   |
| R9   | 6° - 10°              |  |
| R10  | 10° - 19°             |  |
| R11  | 19° - 27°             |  |
| R12  | 27° - 35°             |  |
| R13  | >35°                  |  |

TABLA 16: Valores del ángulo de inclinación y clasificación. Fuente: norma DIN 51130. Elaboración propia.

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
 Criterios de uso y diseño para Pavimentos

| ZONAS DE RIESGO VINCULADAS CON EL USO NORMAL |                     |                           |                     |      |
|--|---------------------|---------------------------|---------------------|------|
| Según DIN 51130 para pie calzado             |                     |                           |                     |      |
| Zonas exteriores                             | Clasificación rampa | Zonas interiores          |                     |      |
|  |                     |                           | Clasificación rampa |      |
| <b>Zonas de circulación</b>                  | R10                 | <b>Edificios Públicos</b> | vestíbulos          | R 10 |
|  |                     |                           | Rampas              | R 10 |
|  |                     |                           | Otras Áreas         | R 9  |
| <b>Rampas</b>                                | R11                 | <b>Edificios privados</b> | R9                  |      |

TABLA 17: Zonas de riesgo vinculadas con el uso normal. Fuente: norma DIN 51130. Elaboración propia.

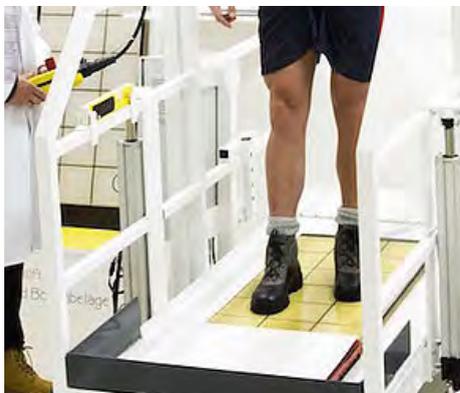


FIGURA 119: Ensayo rampa pies calzados. Fuente: [www.laboratorioresbaladicidad.com](http://www.laboratorioresbaladicidad.com) con FIGURA 120: aplicación contaminante aceite en calzado. Fuente: [www.floorsliptest.com.au](http://www.floorsliptest.com.au).



FIGURA 121: Calzado homologado España. FIGURA 122: Calzado homologado Australia. [www.floorsliptest.com.au](http://www.floorsliptest.com.au)

### 10.3.3. Método de ensayo de la deslizadora estática

Este método está basado en la medida del Coeficiente de Fricción Estático COFS. Según norma americana ANSI/NFSI B101.1.

Basado en el método estadounidense ASTM C-1028 "*Método de ensayo normalizado para determinar el coeficiente de fricción estático de las baldosas cerámicas y de otras superficies parecidas por el método de la deslizadora dinamométrica horizontal*".

Con este ensayo se determina la fuerza mínima, tangencial a la superficie, necesaria para iniciar el movimiento, fricción estática simula un peatón que está de pie todavía, sobre la superficie en ensayo de un deslizador normalizado, que soporta una carga de 22Kg. Se realizan dos ensayos, uno con la superficie seca y el otro con la superficie saturada de agua destilada.

Este método se está dejando de utilizar ya que el valor nos indica un deslizamiento ficticio de una persona que aún no está en movimiento. En Estados Unidos se sustituye por el conjunto de aparatos TORTUS, BOT-3000 y el Péndulo Británico. En el resto de países no se utiliza.



FIGURA 123: Aparato ensayo ASTM-C 1028. Fuente: [www.systemanet.it](http://www.systemanet.it). FIGURA 124: Aparato ensayo BOT-3000e. Fuente: [www.laboratorioderesbaladicidad.com](http://www.laboratorioderesbaladicidad.com).

### 10.3.4. Método de ensayo de la deslizadora dinámica

Método de ensayo establecido en la norma B101.3 ANSI. Se trata de medir coeficiente de fricción dinámico (DCOF) usando una cantidad de agente humectante (lauril sulfato de sodio, o SLS,

un ingrediente en muchos detergentes) en el agua utilizada para la prueba. La norma establece un DCOF mínimo de "mayor que 0.42" para pisos de nivel. Este criterio de seguridad se deriva de una amplia investigación de la Universidad de Wuppertal usando sujetos humanos caminando por una rampa de ángulo variable en comparación con las pruebas BOT-3000E utilizando la concentración del agente B101.3 humectante. Los resultados de las pruebas BOT correlacionan bien con el deslizamiento por los seres humanos, y "0.42 o superior" se consideró un punto de corte razonable para la seguridad (o aceptablemente bajo riesgo de deslizamiento).

La velocidad de la zapata es menor que la que se consigue con el péndulo británico.

### **10.3.5. Método de ensayo TORTUS. Deslizadora dinámica**

El método TORTUS se introdujo como uno de los ensayos dentro del proyecto de norma internacional ISO/DIS 10545-17, denominándose ensayo británico FFT del deslizador dinámico para evaluación en seco y en mojado.

Cumple con los estándares americanos ASTM, europeos EN y británicos BS, entre otros.

Se denomina TORTUS por el lento movimiento de la pieza que desliza sobre el pavimento. El aparato debe recorrer una distancia de un metro para evaluar la superficie, desplazándose a velocidad constante. Registra la fuerza que oponen, resistencia, las distintas baldosas al deslizamiento de la pieza de caucho en contacto, dividida por la carga aplicada, obteniéndose el coeficiente de rozamiento dinámico. El ensayo se realiza sobre todo en pavimento seco. La experiencia ha demostrado que sobre pavimento mojado los resultados no son adecuados.

Existen varias versiones, siendo todas ellas portátiles. Los valores obtenidos en el laboratorio pueden ser comprobados "in situ", con la puesta en servicio del pavimento. Los diferentes valores se analizan, seleccionando el promedio.

Según las indicaciones de la Unión Europea, se marcan unos valores para el coeficiente de Fricción COF. Los valores por debajo de 0.4 no son aceptados y si, además, está cerca de 0,2, se considera que el pavimento es muy peligroso. Las superficies que obtengan valores

entre 0,4 y 0,75 se consideran adecuadas para el tránsito peatonal.

La pieza de caucho en contacto con el pavimento debe estar normalizada según su dureza como IRHD 96+-2.

| VALORES RECOMENDADOS COEFICIENTE DE FRICCIÓN<br>Según método TORTUS |                                 |
|---|---------------------------------|
| Clasificación pavimento   | Valor coeficiente deslizamiento |
| Peligroso   | $CD \leq 0,19$                  |
| Marginal  | $0,20 < CD \leq 0,39$           |
| Satisfactorio   | $0,40 < CD \leq 0,74$           |
| Excelente   | $CD \geq 0,75$                  |

TABLA 18: Valores recomendados coeficiente de fricción según método Tortus.  
Fuente: [www.gripsystem.es](http://www.gripsystem.es). Elaboración propia.



FIGURA 125: Aparato TORTUS. Fuente: [www.laboratorioderesbaladidad.es](http://www.laboratorioderesbaladidad.es).

### 10.3.6. Otros métodos de ensayo basados en la medida del coeficiente de fricción

Se trata de un sistema que mide el coeficiente de fricción o rozamiento tanto dinámica CF<sub>0d</sub>, como estática CF<sub>0s</sub>. Compuesto de un brazo fijo o articulado que tira o empuja de una masa conocida. Es un equipo que se está sustituyendo por otros con medidas automáticas o bien portátiles, ya que su aparataje no permite realizar los ensayos fuera del laboratorio.

Dentro del método encontramos equipos diferentes (Pacios, A. y Ortiz, I. 2009).

- **Horizontal Drag Slip Meter:** equipo que mide el momento en el que una fuerza horizontal proporciona movimiento a un objeto en reposo, sobre el que actúa. La fuerza horizontal se aplica con un motor conectado con un cordón de nylon. Este equipo se puede utilizar con superficies secas y húmedas, sin embargo este procedimiento no es muy preciso para valores superiores a 0,8 o inferiores que 0,2. Es el método que recoge la Norma ASTM F609.
- **Horizontal Dynamometer Pull-Meter Method:** un dinamómetro de 40 kp aprox. tira de un bloque de 25 kg aprox. con una superficie de neopreno definida y se mide el coeficiente estático de rozamiento (este coeficiente se calcula dividiendo la fuerza horizontal por la fuerza vertical). Es el método que recoge la norma ASTM F802, con la importante aportación de utilizar una superficie de referencia, necesaria para calibrar los equipos.
- **James machine:** utiliza un brazo articulado que empuja un deslizador contra una superficie de ensayo. El coeficiente de rozamiento se calcula registrando el ángulo del brazo articulado en el momento en que la pieza se empieza a mover. Es un equipo pesado de laboratorio que presenta ciertas dificultades para su ensayo en superficies húmedas y sin embargo, al ser uno de los primeros equipos utilizados, es uno de los más referidos y que se utiliza de contraste para el diseño de nuevos aparatos. Es el método que recoge la norma ASTM D2047.
- **Portable Variable Incident Tribóimeters:** asemejan el funcionamiento de la "James machine". Un brazo con un ángulo fijo se utiliza para empujar un brazo articulado. Se registra el momento en el que la pieza se mueve y se calcula la tangente del ángulo donde se suelta el segundo brazo para estimar el COF. Contrario a la máquina James, permite su utilización en superficies húmedas y rugosas e incluso registra valores tan bajos como 0.04. Los tribómetros más conocidos son el Brungraber Mark I (ASTM F1678), el Brungraber Mark II (ASTM F1677) y el English XL (ASTM F1679).



FIGURA 126: Aparato Brungraber Mark II. Fuente: [www.systemanet.it](http://www.systemanet.it). FIGURA 127: Aparato English XL. Fuente: [www.americanbioengineers.com](http://www.americanbioengineers.com).

En el año 1996, Carlos Feliu patentó la *Máquina de ensayo para determinar el comportamiento de materiales empleados en el revestimiento de suelos ante un tráfico peatonal*. El objetivo de la máquina era la de predecir el futuro comportamiento de los materiales de revestimiento de suelos una vez instalados. En el momento de la invención no existía ningún procedimiento que indicase el comportamiento humano (marcha humana) sobre una superficie de tránsito peatonal, indicándonos el desgaste, comportamiento, y sus posibles reacciones y como determinar su rendimiento, así como mejorando el proceso de fabricación.

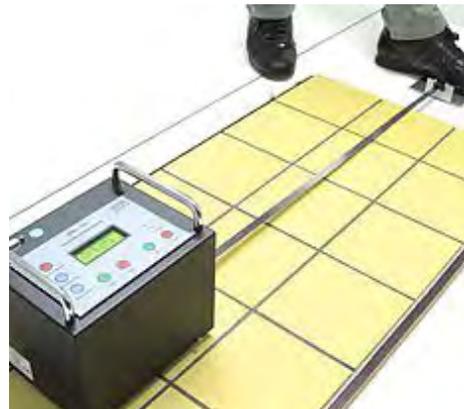


FIGURA 128: Aparato medida COFs. Dinamómetro. Fuente: [www.antislip.org](http://www.antislip.org). FIGURA 129: Aparato medida COFs. Dinamómetro. Fuente: [www.laboratorioderesbaladidad.es](http://www.laboratorioderesbaladidad.es).

## 10.4. Relación entre métodos de ensayo de rampa y péndulo

Cada país ha adoptado un método de ensayo concreto, incorporándolo a su legislación. Resulta difícil, y esta puede ser una de las causas por las que no se llega al consenso, que sean sustituidos los métodos que funcionan por otros desconocidos, en el sentido de dar validez a un nuevo método.

Encontramos pocas superficies duras resistentes al resbalamiento que mantengan sus características iniciales. Un ejemplo podría ser la piedra natural que alcanza, según su acabado superficial, una resistencia al deslizamiento óptima (si se realiza con el método de ensayo de la rampa sería R10) pero al ponerla en servicio y debido al tránsito peatonal, la superficie comienza a pulirse bajando de un R10 a un R9. Se hace referencia al ensayo de la rampa puesto que, según la Norma UNE-EN 1341, al ser una superficie rugosa no sería necesaria la realización de ensayo ya que se considera satisfactoria.

La resistencia al deslizamiento es una de las características más importantes que debe tenerse en cuenta a la hora de seleccionar un pavimento. La falta de fricción conlleva caídas y tropiezos, con consecuencias importantes a nivel social y económico.

Sin embargo, no existe una norma que unifique el método de ensayo para todos los países<sup>53</sup>, lo que provoca una gran confusión tanto en fabricantes como en técnicos.

Cada método de ensayo establece una clasificación distinta. No encontramos equivalencia alguna entre las clasificaciones para cada uno de los métodos de ensayo de resistencia al deslizamiento. Resulta imposible convertir los resultados obtenidos de un método de ensayo a otro.

Existe una tendencia hacia las clasificaciones de los pavimentos en función del ensayo de la rampa alemana, en perjuicio de los resultados del péndulo. Comenzaremos comparado los dos métodos que están más enfrentados, el péndulo y la rampa.

a) Ensayo del péndulo en mojado:

- Contaminante: agua.

<sup>53</sup> En el apartado 10.5 se analiza esta situación.

- Mecanismo con zapata normalizada en contacto con pavimento.
- Mide el valor de resistencia al deslizamiento al poner en contacto dos superficies.
- Se puede realizar en laboratorio e "in situ". Facilita la comprobación de los resultados en laboratorio una vez que el producto ha sido puesto en servicio, instalado. Se trata de un método portátil que permite verificar que el pavimento mantiene las características iniciales o no.

b) Ensayo de la rampa pies calzados:

- Contaminante: aceite.
- Mecanismo que utiliza personas provistas con arnés, botas especiales para realizar el test.
- Mide el ángulo límite en el que la persona pierde el equilibrio, inestable.
- Solo realizable en laboratorio.

Llegamos a la conclusión de que es imposible comparar ambos métodos ya que están basados en equipos, contaminantes, materiales de contacto y criterios de clasificación totalmente distintos.

Fabricantes europeos de baldosas incluyen en sus certificados de producto el método de ensayo TORTUS (clase 1 y 2) dejando la codificación del ensayo de rampa para los pavimentos antideslizantes. Esta doble referencia es aceptada por la mayoría de los mercados.

Sirve de apoyo el documento elaborado por el Instituto de Biomecánica de Valencia, IBV, (Ortega, Rosa y Zamora. 2009. Revisado en el 2013). Se trata la resbaladidad de pavimentos con pie descalzo, orientado a los accidentes producidos en las piscinas por resbalones. Se trata del proyecto ACUSAFE, el IBV en colaboración con la empresa Action Park. En dicho proyecto se estudian las correlaciones posibles existentes entre el ensayo del péndulo, descrito en el CTE, y el método de la rampa para usuarios pies descalzos, según norma EN 13451-1: 2012.

El CTE asigna clase 3 para zonas exteriores, próximas a la edificación, y a los recintos de piscinas. Este informe comparativo podría servir igualmente para los pavimentos de exteriores ya que, ante la falta de normativa, se asigna dicha clase.

Resulta curioso ver como se ha introducido el método de ensayo de la rampa para medir el ángulo máximo de inclinación, clasificando los pavimentos clase A, B o C, cuando en el CTE se especifica que el método de ensayo para medir el índice de resbaladidad en zonas húmedas de pies descalzos es el péndulo.

| METODO ENSAYO RAMPA SEGÚN DIN 51097 para pie descalzo |                       |   |
|---|-----------------------|---|
| Clasificación   | Angulo de inclinación | SIMBOLO   |
| Clase A   | >12°                  |  |
| Clase B   | >18°                  |  |
| Clase C   | >24°                  |  |

TABLA 19: Clasificación según método rampa pies descalzo. Fuente: elaboración propia desde DIN 51097 y GUV-I 8527.

| LOCALIZACIÓN DE LA SUPERFICIE   | NIVEL |
|---|-------|
| Instaladas en áreas horizontales de la piscina con una profundidad del agua de 800 mm a 1350 mm.                    | 12°   |
| Instaladas en áreas horizontales de la piscina con una profundidad del agua de 0 mm a 800 mm.                       |       |
| Instaladas en áreas de la piscina con una inclinación de hasta 8°, con una profundidad del agua de 0 mm a 1350 mm.  | 18°   |
| Instaladas en áreas circundantes a la piscina que puedan mojarse.   |       |
| Instaladas en áreas de la piscina con una inclinación de más de 8°, con una profundidad del agua de 0 mm a 1350 mm. |       |
| Peldaños, plataformas de salida, escalones de escalas y escaleras.  | 24°   |

FIGURA 130: Clasificación necesaria según localización de la superficie. Norma UNE-EN 13451-1. Fuente: proyecto ACUSAFE.

El informe consistió en analizar 10 pavimentos de distintos tipos por ambos métodos, obteniendo resultados que no podían guardar equivalencia.

| ENSAYO UNE-EN 13451-1 |                       | ENSAYO CON PÉNDULO SEGÚN CTE |       |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------|-------|
| PAVIMENTO             | CLASE                 | PAVIMENTO                    | CLASE |
| P1                    | 18 ( $18 \leq < 24$ ) | P10                          | 3     |
| P8                    | 18 ( $18 \leq < 24$ ) | P9                           | 3     |
| P6                    | 12 ( $12 \leq < 18$ ) | P3                           | 2     |
| P9                    | 12 ( $12 \leq < 18$ ) | P1                           | 2     |
| P2                    | 12 ( $12 \leq < 18$ ) | P2                           | 2     |
| P3                    | 12 ( $12 \leq < 18$ ) | P8                           | 2     |
| P10                   | 12 ( $12 \leq < 18$ ) | P6                           | 2     |
| P5                    | 0 ( $< 12^{\circ}$ )  | P5                           | 1     |
| P7                    | 0 ( $< 12^{\circ}$ )  | P7                           | 1     |
| P4                    | 0 ( $< 12^{\circ}$ )  | P4                           | 1     |

FIGURA 131: Resultados de los ensayos por ambos métodos. Fuente: proyecto ACUSAFE.

Según el informe, el pavimento designado P10 se podría instalar ya que el resultado obtenido por el método descrito en el CTE es clase 3. Sin embargo, según el método de la rampa, no, por no alcanzar el mínimo necesario.

Esta comparativa pone de manifiesto la problemática existente. Es imposible comparar ambos métodos ya que están basados en equipos, contaminantes, materiales de contacto y criterios de clasificación totalmente distintos.

El Comité Europeo de Normalización, a través del Comité Técnico TC136/WG8, ha desarrollado un nuevo conjunto de normas para piscinas, las UNE-EN 15288, partes 1 y 2. En ellas se describen las características exigidas a los suelos en estos entornos mediante referencia a la norma UNE-EN 13451-1. Equipamiento para piscinas. Requisitos generales y métodos de ensayo, describiéndose en ella un ensayo de resbaladidad de pavimentos en condiciones de pie descalzo. Sin embargo, al contrario que el CTE, las normas UNE-EN no son de obligado cumplimiento.

| TABLA 20: CUADRO COMPARATIVO MÉTODOS DE ENSAYO <span style="float: right;">Elaboración propia.</span> |               |   |  |
|---|---------------|---|--|
| NORMAS APLICACIÓN   | MÉTODO ENSAYO | DESCRIPCIÓN   | COMENTARIOS  |
| <b>EN 12633:2003</b><br><b>Europa</b>   | PÉNDULO       | <p>Ensayo basado en la pérdida de energía de la zapata normalizada al oscilar sobre la probeta. Se realiza en seco y en mojada y ambas direcciones de la pieza.</p> <p>Ensayo dinámico. Reproduce marcha humana</p> <p>Resultado: Resistencia al deslizamiento</p> <p>Para pavimentos exteriores clasificación: clase 3 Valor índice de resbaladidad Rd &gt; 45</p> | <p>El método del péndulo es más apropiado para exteriores, debido a la velocidad de medición del brazo al caer.</p> <p>Encontramos materiales que ofrecen un valor satisfactorio sin necesidad de ensayo.</p> <p>No incluye valores de itinerarios con pendiente</p> <p>Permite verificación "in situ"</p> <p>Según laboratorios, resultados diferentes. Necesidad de utilizar el mismo tipo de zapata.</p> <p>Problemas de calibración del aparato.</p> |

| TABLA 20: CUADRO COMPARATIVO MÉTODOS DE ENSAYO <span style="float: right;">Elaboración propia.</span> |                                |  |   |
|---|--------------------------------|--|---|
| NORMAS APLICACIÓN   | MÉTODO ENSAYO                  | DESCRIPCIÓN  | COMENTARIOS   |
| <b>DIN 51097</b>  | PLANO INCLINADO PIES DESCALZOS | <p>Dispositivo en el que se incorpora una persona, sujeta por sistemas de seguridad arneses, que va caminando sobre un plano hacia delante y hacia atrás, al que se va dotando de inclinación, adquiriendo un ángulo variable con el pie descalzo. Sobre la superficie se coloca un contaminante, impregnada de una solución de agua y jabón. El valor del ángulo crítico de deslizamiento, el momento justo en el que la persona pierde la estabilidad</p> <p>Resultado: ángulo de inclinación</p> <p>Para pavimentos exteriores clasificación: clase C</p> | <p>La pérdida de equilibrio depende de la persona. Cada laboratorio ensaya con un prototipo de persona (peso, tipo de marcha, distancia de paso, postura persona). Personal entrenado para la prueba.</p> <p>No es portátil. Se limita al laboratorio. No se pueden verificar los resultados una vez instalado.</p> <p>Según laboratorios, resultados diferentes. Necesidad de utilizar el mismo tipo de calzado y contaminante. Afecta a los resultados.</p> <p>Los valores del ángulo de inclinación variarían si la persona que realiza el ensayo es mayor, movilidad reducida o utiliza productos de apoyo para caminar (muletas, prótesis, bastones)</p> |

| TABLA 20: CUADRO COMPARATIVO MÉTODOS DE ENSAYO Elaboración propia. |                                |  |  |
|--|--------------------------------|--|--|
| NORMAS APLICACIÓN  | MÉTODO ENSAYO                  | DESCRIPCIÓN  | COMENTARIOS  |
| <b>DIN 51130</b>   | PLANO INCLINADO PIES CALZADOS  | Mismo dispositivo pero con pies provistos de calzado especial normalizado y un contaminante de aceite.<br>Resultado: ángulo de inclinación<br>Para pavimentos exteriores clasificación: R 10   | Ídem anterior  |
| <b>ANSI B101.1 SCOF</b>  | DESGLIZADORA ESTÁTICA          | Determina la fuerza mínima, tangencial a la superficie, necesaria para iniciar el movimiento, fricción estática simula un peatón que está de pie todavía, sobre la superficie en ensayo de un deslizador normalizado.<br>Ensayo estático en seco y en mojado.<br>Resultado: Coeficiente de fricción estático | Ensayo específico. Se considera un método poco fiable al realizar el test justo en el momento estático, sin movimiento.<br>Ha quedado obsoleto y reemplazado por ANSI B101.3, ensayo dinámico.<br>Permite verificación "in situ" |
| <b>ANSI B101.3 DCOF</b>  | DESGLIZADORA DINÁMICA BOT-3000 | Utiliza aparato de medida tribómetro digital BOT-3000, según estándar americano, sobre todo para interior. Recursos para el resbalón y caída.<br>Resultado: Coeficiente de fricción dinámico   | La velocidad de la zapata es menor que la que se consigue con el péndulo británico.  |

| TABLA 20: CUADRO COMPARATIVO MÉTODOS DE ENSAYO Elaboración propia. |                      |   |  |
|--|----------------------|---|--|
| NORMAS APLICACIÓN  | MÉTODO ENSAYO        | DESCRIPCIÓN   | COMENTARIOS  |
| <b>ASTM C 1028-07</b><br><b>SCOF</b>                               | DESLIZADORA ESTÁTICA | Algunas especificaciones requieren este tipo de ensayo<br>Resultado: Coeficiente de fricción estático   | Obsoleto. No valido para evaluar la seguridad de los peatones. No adecuado para el uso en condiciones húmedas  |
| <b>ISO/DIS 10545-17</b><br>Proyecto de norma anulada               | TORTUS               | El aparato debe recorrer una distancia de un metro para evaluar la superficie, desplazándose a velocidad constante. Registra la fuerza que oponen, resistencia, las distintas baldosas al deslizamiento de la pieza de caucho en contacto, dividida por la carga aplicada, obteniéndose el coeficiente de rozamiento.<br>Resultado: Coeficiente de fricción dinámico.<br>Para pavimentos exteriores clasificación: Satisfactorio/excelente Valor índice de resbaladidad CD > 0,40 | Aceptado por la CTIOA desde 2001.<br>El BSI no acepta este método en pavimentos húmedos o con contaminantes.<br>No adecuado en superficies mojadas<br>No se puede realizar en superficies con relieve. |

## 10.5. Proyecto de norma internacional

En la actualidad encontramos que no existe un sistema y método de ensayo único que nos mida el coeficiente de fricción de un pavimento.

En 1995 hubo un intento por unificar los métodos de ensayo con la norma internacional **ISO-DIS 10545-17**. Sin embargo, se sigue referenciando en las fichas técnicas de producto de forma errónea.

Este proyecto de norma recogía los tres métodos, de forma que las propuestas de los grupos de expertos quedaran reflejadas en una norma única. Los ensayos que se incluían eran;

- Método de ensayo de la **deslizadora dinámica manual**, conocido como método TORTUS. Utilizado y desarrollado en el Reino Unido. Mide el coeficiente de fricción dinámico en seco de un pavimento FFT.
- Método de ensayo de la **deslizadora estática**. Utilizado para la medida del coeficiente de fricción estático, es decir, en el momento del inicio del movimiento. Basado en la norma estadounidense ASTM C 1028. En este caso se modifica el peso de la deslizadora de 22,7 a 4,5kg, por consideraciones ergonómicas.
- Método de ensayo del **plano inclinado**, según norma alemana DIN 51130.

La desaparición del borrador de la norma se produjo cuando la delegación británica se negó a aceptar el uso del FFT en húmedo. No se tenía en cuenta el método de ensayo del péndulo, ensayo británico y consideraban que el método TORTUS clasificaría pavimentos como aceptables cuando no lo son, con otros métodos de ensayo.

En el 2003 se incorpora el método de ensayo del péndulo, introduciendo la norma experimental ENV 12633, *Método de la determinación del valor de la resistencia al deslizamiento/resbalamiento de los pavimentos pulidos y sin pulir, elaborada desde el Comité CEN/TC 178 Unidades para pavimentos y bordillos*, la secretaría la desempeñaba el BSI, Reino Unido.

Los países miembros la incorporan en su legislación. En el caso de España queda incorporada dentro del CTE, al hacer referencia al

método de ensayo del péndulo según esta Norma para determinar el valor de resbaladidad de un pavimento según su uso previsto.

Posteriormente, en el año 2013, la UNE-ENV 12633:2003<sup>54</sup> fue anulada ya que paso a convertirse en la **CEN/TS 12633:2014**<sup>55</sup>, Métodos de pulido de muestras previo a la determinación de la resistencia al deslizamiento y al resbalamiento, con la desaparición del Anexo C, que describe el ensayo del péndulo. Se mantiene el cuerpo de la Norma, método para simular el pulimento acelerado con el paso del tiempo. En el anexo se describía en método de ensayo del péndulo que media el valor de la resistencia al resbalamiento de la pieza antes y después de pulido.

Esta situación ocurre igualmente en el resto de países europeos. La referencia al método de ensayo del péndulo que aparece en el anexo A convierte al método en uno más para la determinación del valor de resbaladidad pudiendo ser adoptado cualquier otro. Todo dependerá de lo que se referencie en cada país, lo cierto es que en teoría serían las normas de producto las que indican el método que hay que aplicar a cada producto, pero siempre puede ocurrir, que se estén pidiendo otros métodos, por ejemplo en Alemania, piden la rampa con otras excusas (Sánchez Fernández, Miguel. 2015)<sup>56</sup>.

Frente a este vacío generado y la disconformidad de algunos países por esta anulación, entre ellos España e Inglaterra, surge otra especificación técnica en el año 2012, **CEN/TS 16165**, *Determinación de la resistencia al resbalamiento de las superficies peatonales. Métodos de evaluación*.

Se trata de una especificación que describe los métodos de ensayo utilizados en Europa para la determinación del valor de resistencia al resbalamiento en superficies peatonales. Se generan anexos en los que se describen cada uno de los métodos:

- Anexo A: Método de rampa con la aplicación de agua como contaminante y pies descalzos.

<sup>54</sup> Mientras en el CTE se siga haciendo referencia, en el DB-SUA, seguirá teniendo valor reglamentario, seguirá siendo de obligado cumplimiento..

<sup>55</sup> TS Especificación Técnica. No tiene categoría de norma. Pero puede convertirse en norma.

<sup>56</sup> Miguel Sánchez Fernández, presidente del comité AEN/CTN 41 SC-11. Deslizamiento.

- Anexo B: Método de la rampa con la introducción de aceite como contaminante y pies calzados.
- Anexo C: Método de ensayo basado en el péndulo de fricción, en seco y en mojado.
- Anexo D: Método basado en el tribómetro en seco y mojado.

Varios países, entre ellos España, votaron en contra de esta especificación por considerar que no se establece un único método de ensayo y que permite que cada país utilice el método de ensayo que consideré, sin llegar al consenso entre las partes.

En 2013, hubo un intento para pasar la CEN/TS 16165 a norma EN y posteriormente armonizarla. Eso habría oficializado que cada país usase el método que considerara más adecuado. Desde España, se enviaron varios comentarios para evitar que se convirtiese en Norma, retrasando el proceso de conversión. En estos momentos se encuentra en revisión, con intención de convertirla en EN, aunque no hay fecha prevista, no se producirá antes del 2018.

Con este panorama, nos encontramos que cada país aplica el método que considera. La teoría es que al menos debería aplicar el método que venga en la norma de producto, a efectos del Mercado CE, que en la mayoría de los casos es el péndulo, pero en alguna norma de producto ya está apareciendo la rampa.

Si la CEN/TS 16165 pasa a EN, se legalizará una situación que se está produciendo de forma encubierta, poniendo de manifiesto la divergencia y la falta de consenso entre los países europeos.

La presencia en la normativa del método de ensayo de la rampa (DIN 51097 y DIN 51130) satisfacen las necesidades alemanas y de otros países que ya se han acostumbrado a utilizar estas Normas (Francia o Bélgica). Por otro lado, la presencia del método de ensayo del péndulo satisface las necesidades británicas, y españolas. Los italianos defienden la presencia del método de ensayo del FFT-TORTUS, frente a la amplia oposición de muchos países, entre otros Estados Unidos y Reino Unido, ya que existen actualmente métodos de ensayo mucho más seguros y fiables.

La presión proviene de Alemania. Su intención es hacer desaparecer cualquier referencia al método de ensayo del péndulo para que se cambie por el de rampa, desapareciendo y remitiendo al CEN/TS

16165, y así aplicar cualquier método.

Está claro que el problema es político y de intereses de algunas partes a defender un método u otro, dependiendo de la fuerza del país, saldrá adelante.

Desde el Comité AEN/CTN 41 Construcción / SC 11 Deslizamiento, se han marcado el objetivo de sacar la Norma española UNE que describa como método de ensayo, para medir el valor de resistencia a la resbaladidad, péndulo. De esta forma, se conseguirá que el CTE no aluda a una Norma anulada UNE-ENV 12633:2003 Anexo A, sino a la nueva Norma UNE. Las expectativas son tenerla editada para finales el año 2016. Si se pretende convertir en Norma la CEN/TS 16165, al decir que España tiene norma previa, se vuelve a retrasar dicha conversión a nivel europeo, y más adelante bloquearla en España, para que, al menos dentro de España, no se extienda la falta de consenso ni la incertidumbre de los fabricantes ni prescriptores a la hora de seleccionar un método de ensayo.



## 11. Análisis fichas fabricantes

En los capítulos anteriores se ha expuesto la parte más teórica de la tesis con una mención a las normativas y métodos de ensayo, más relacionados con el producto, una vez que sale de fábrica, que con la instalación y puesta en marcha, formando el conjunto denominado itinerario peatonal.

En este capítulo se establece la relación entre las fichas de los fabricantes con la asignación de unas características a cada tipo de pavimento, producto, y el uso que se le da a ese producto.

Se introducirán las variables que hacen que un pavimento mantenga sus características inalterables a lo largo de su vida útil y se analizara la realidad de los pavimentos una vez instalados.

De las fichas técnicas facilitadas por los fabricantes, se extraen las características relacionadas con el desgaste y el deslizamiento<sup>57</sup>. Se observa que en algunos casos no se declara la resistencia al

---

<sup>57</sup> En el anexo correspondiente se aportan las fichas originales de cada uno de los pavimentos.

deslizamiento por no ser obligatorio a efectos de la marca AENOR.

La información que se aporta en los cuadros de productos, se extraen de las fichas originales de producto. No todos los fabricantes denominan sus productos de la misma forma. Se han seleccionado los fabricantes que más variedad de producto ofrecían. En cada apartado se introduce la ficha del fabricante y a continuación sus productos con sus denominaciones. Al final de cada apartado, bien por denominación o por material, se hace un análisis de los datos aportados.

Los pavimentos de piedra natural más utilizados en los itinerarios peatonales son los que tienen un acabado superficial flameado, abujardado o natural. Los acabados pulidos y apomazados se desaconsejan para tránsito peatonal exterior al no cumplir con el requisito de clase 3, con valor de deslizamiento  $>45$ .

Se introduce la característica de resistencia a la abrasión por considerar que influye a la durabilidad de la pieza. Un valor alto de resistencia a la abrasión indica un mayor desgaste y por lo tanto una alteración en la características de resistencia al deslizamiento.

El valor de resistencia al deslizamiento dependerá del material seleccionado. En el caso de la piedra natural, de su textura y mineralogía. El tipo de acabado determinará un valor menor, en el caso de pulido o apomazado, o mayor en el caso de los acabados de mayor rugosidad, abujardado, serrado. Este valor será muy bajo debido a la presencia de ciertos minerales, como arcilla.

Las fichas de producto para baldosa y para adoquín de piedra, mantienen las mismas características de resistencia al deslizamiento y a la abrasión. Cada producto tiene su ficha correspondiente.

En el apartado de Normas UNE se comentaba que debido al acabado de la cara vista del producto, en muchas ocasiones no era necesario realizar el ensayo para medir el índice de resbaladidad. Esto ocurre con la piedra natural y con las baldosas de terrazo con relieve. Según aparece en la norma UNE-EN 1339: *"Si la superficie de una adoquín contiene rugosidades, ranuras, surcos u otras características superficiales que impidan su ensayo por el péndulo de fricción, se considera que el producto satisface los requisitos establecidos por esta norma sin ser ensayado"*.

## 11. Análisis fichas fabricantes



FIGURA 132: Baldosa piedra natural gris Robledo granito. Fuente: [www.grupinex.com](http://www.grupinex.com). FIGURA 133: Adoquín piedra natural granito. Fuente: [www.grupinex.com](http://www.grupinex.com).



FIGURA 134: Baldosa piedra natural. Fuente: [www.naturpiedra.com](http://www.naturpiedra.com). FIGURA 135: Baldosa piedra natural pizarra. Fuente: [www.naturpiedra.com](http://www.naturpiedra.com).

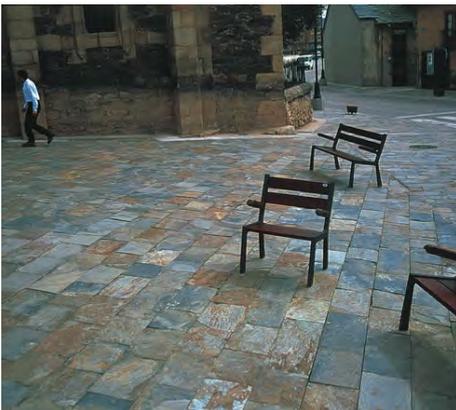


FIGURA 136: Baldosa piedra natural cuarcita. Fuente: [www.naturpiedra.com](http://www.naturpiedra.com). FIGURA 137: Adoquín piedra natural. Fuente: [www.naturpiedra.com](http://www.naturpiedra.com).

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos



FIGURAS 138 y 139: Baldosa cerámica. Fuente: [www.tauceramica.com](http://www.tauceramica.com).



FIGURAS 140 y 141: baldosa hidráulica hormigón. Fuente: [www.escofet.es](http://www.escofet.es).



FIGURA 142: Baldosa hormigón prefabricado. FIGURA 143: Adoquín hormigón prefabricado. Fuente: [www.pvt.es](http://www.pvt.es).

## 11. Análisis fichas fabricantes



FIGURAS 144 y 145: Adoquín prefabricado de hormigón. Fuente: [www.prefabricadosroda.com](http://www.prefabricadosroda.com)



FIGURA 146 y 147: Losa prefabricada de hormigón. Fuente: [www.prefabricadosroda.com](http://www.prefabricadosroda.com).



FIGURA 148: Adoquín cerámico Klinker. Fuente: [www.malpesa.es](http://www.malpesa.es). FIGURA 149: Adoquín cerámico. Fuente: [www.malpesa.es](http://www.malpesa.es).



FIGURAS 150 y 151: Adoquín cerámico. Fuente: [www.ceramica-lapaloma.es](http://www.ceramica-lapaloma.es).



FIGURAS 152 y 153: Terrazo pulido relieve. Fuente: [www.terrazosatlantico.com](http://www.terrazosatlantico.com).

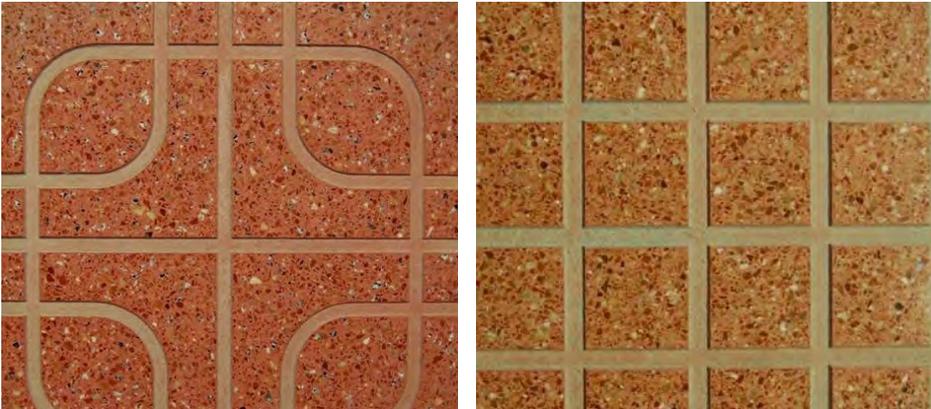
A continuación se añade una tabla que incluye las características de deslizamiento y desgaste por abrasión, se reflejan los datos extraídos de las fichas de los fabricantes.

Se observa que todos los productos tienen un valor de resistencia al deslizamiento superior al exigido por la Normas >45, clasificándose como clase 3. Se ha introducido el dato de un adoquín de piedra natural pulida que sirve para comparar su resultado con el resto, al tener un valor de resistencia al deslizamiento en seco de 56, satisfactorio, pero en mojado baja hasta 8, convirtiéndole en muy deslizante. En este caso, no cubriría los límites del CTE para clase 1. Por lo tanto, todos serían adecuados para su instalación en itinerarios peatonales, salvo el pulido.

Los productos de piedra natural aportan el valor de resistencia al deslizamiento en seco y en húmedo, estando en ambos casos por encima de los 45 que marca la norma.

De las fichas aportadas, solamente uno de los productos, ficha 24, no aporta el valor de resistencia al deslizamiento. Se trata de un pavimento con relieve de terrazo pulido (figuras 152 y 153). Este tipo de pavimento no admite el ensayo con el péndulo al tener ranuras. La zapata del péndulo se frena y el valor alcanzado es muy alto. Sin embargo, se trata un tipo de acabado que es deslizante en mojado. Es un terrazo pulido, por lo que la superficie es pulida. Las acanaladuras permiten que el agua no se quede y sirven de drenaje de la cara superior. El contacto del pie con el pavimento se realiza sobre la parte pulido que en presencia de agua es muy deslizante, lo mismo ocurre con las baldosas hidráulicas que corresponde a las fichas 13, 14 y 15 (figuras 154 y 155). El relieve.

En el caso de las piedras naturales, la presencia de agua o su instalación en ambientes húmedos, se genera una película en mojado al tiempo que permite la creación de hongos, convirtiendo el pavimento en muy deslizante.



FIGURAS 154 y 155: Terrazo pulido relieve. Ficha 24. Fuente: [www.terrazosatlantico.com](http://www.terrazosatlantico.com).

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos



FIGURAS 156 y 157: Baldosa hidráulica Escofet. Ficha 15. Fuente: [www.escofet.com](http://www.escofet.com).

| TABLA 21: ANÁLISIS CARACTERÍSTICAS DESLIZAMIENTO Y ABRASIÓN POR MATERIAL Según fichas fabricantes |                           |          |                |                                      |           |                           |          |                   |   |
|---|---------------------------|----------|----------------|--------------------------------------|-----------|---------------------------|----------|-------------------|---|
| MATERIAL  | PRODUCTO                  | FABRIC   | ACABADO SUPERF | CARACTERÍSTICAS (valores declarados) |           |                           |          | FICHA ANEXO       |   |
|   |                           |          |                | RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO         |           | RESISTENCIA A LA ABRASIÓN |          |                   |   |
|   |                           |          |                | En seco                              | En húmedo | Norma                     | Desgaste | Norma             |   |
| <b>PIEDRA NATURAL</b>   | ADOQUÍN Y BALDOSA GRANITO | GRUPINEX | ABUJARDADO     | 84                                   | 73        | UNE-EN 14231:2004         | 16mm     | UNE-EN 14157:2005 | 1 |
| <b>PIEDRA NATURAL</b>   | ADOQUÍN Y BALDOSA GRANITO | GRUPINEX | ASERRADO       | 88                                   | 77        | UNE-EN 14231:2004         | 16mm     | UNE-EN 14157:2005 | 2 |
| <b>PIEDRA NATURAL</b>   | ADOQUÍN Y BALDOSA GRANITO | GRUPINEX | FLAMEADO       | 88                                   | 77        | UNE-EN 14231:2004         | 16mm     | UNE-EN 14157:2005 | 3 |
| <b>PIEDRA NATURAL</b>   | ADOQUÍN GRANITO           | GRUPINEX | RUSTICO        | 88                                   |           | UNE-EN 14231:2004         | 16mm     | UNE-EN 14157:2005 | 4 |
| <b>PIEDRA NATURAL</b>   | ADOQUÍN Y BALDOSA GRANITO | GRUPINEX | PULIDO         | 56                                   | 8         | UNE-EN 14231:2004         | 16mm     | UNE-EN 14157:2005 | 5 |

| TABLA 21: ANÁLISIS CARACTERÍSTICAS DESLIZAMIENTO Y ABRASIÓN POR MATERIAL Según fichas fabricantes |                            |             |                 |                                      |           |                           |                    |    |
|---|----------------------------|-------------|-----------------|--------------------------------------|-----------|---------------------------|--------------------|----|
| MATERIAL  | PRODUCTO                   | FABRIC      | ACABADO SUPERF  | CARACTERÍSTICAS (valores declarados) |           |                           | FICHA ANEXO        |    |
|   |                            |             |                 | RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO         |           | RESISTENCIA A LA ABRASION |                    |    |
|   |                            |             |                 | En seco                              | En húmedo | Norma                     |                    |    |
| <b>PIEDRA NATURAL</b>   | BALDOSA PIZARRA            | J BERNARDOS | SERRADA NATURAL | >45                                  | >45       | UNE-EN 12633              | UNE-EN 14157:20 05 | 6  |
| <b>PIEDRA NATURAL</b>   | ADOQUÍN Y BALDOSA FILITA   | J BERNARDOS | SERRADA NATURAL | 90                                   | 76        | UNE-EN 12633              | UNE-EN 14157:20 05 | 7  |
| <b>PIEDRA NATURAL</b>   | ADOQUÍN Y BALDOSA CUARCITA | J BERNARDOS | SERRADA NATURAL | >45                                  | >45       | UNE-EN 12633              | UNE-EN 14157:20 05 | 8  |
| <b>PIEDRA NATURAL</b>   | ADOQUÍN Y BALDOSA PIZARRA  | J BERNARDOS | SERRADA NATURAL | 67                                   | 50        | UNE-EN 12633              | UNE-EN 14157:20 05 | 9  |
| <b>PIEDRA NATURAL</b>   | BALDOSA PIZARRA            | J BERNARDOS | SERRADA NATURAL | 65                                   | 47        | UNE-EN 12633              | UNE-EN 14157:20 05 | 10 |

| TABLA 21: ANÁLISIS CARACTERÍSTICAS DESLIZAMIENTO Y ABRASIÓN POR MATERIAL Según fichas fabricantes |                     |              |                |                                      |           |                                |             |                    |    |
|---|---------------------|--------------|----------------|--------------------------------------|-----------|--------------------------------|-------------|--------------------|----|
| MATERIAL  | PRODUCTO            | FABRIC       | ACABADO SUPERF | CARACTERÍSTICAS (valores declarados) |           |                                |             | FICHA ANEXO        |    |
|   |                     |              |                | RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO         |           | RESISTENCIA A LA ABRASIÓN      |             |                    |    |
|   |                     |              |                | En seco                              | En húmedo | Norma                          | Desgaste    | Norma              |    |
| <b>CERAMICO</b>   | BALDOSA PORCELÁNICO | TAU CERÁMICA | RUGOSO         | CLASE 3                              |           | UNE-EN 12633                   | V < 150 mm3 | UNE-EN ISO 10545-6 | 11 |
| <b>CERAMICO</b>   | BALDOSA PORCELÁNICO | TAU CERÁMICA | RUGOSO         | 64                                   | 0,99      | UNE-EN 12633<br>ASTM<br>TORTUS | NPD         | UNE-EN ISO 10545-6 | 12 |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | BALDOSA HIDRÁULICA  | ESCOFET      | RELIEVE        | 65                                   |           | UNE-EN 12633                   | < 17mm      |                    | 13 |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | BALDOSA HIDRÁULICA  | ESCOFET      | RELIEVE        | 65                                   |           | UNE-EN 12633                   | < 17mm      |                    | 14 |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | BALDOSA HIDRÁULICA  | ESCOFET      | RELIEVE        |                                      |           | UNE-EN 14231:2004              | 16mm        | UNE-EN 14157:2005  | 15 |

| TABLA 21: ANÁLISIS CARACTERÍSTICAS DESLIZAMIENTO Y ABRASIÓN POR MATERIAL Según fichas fabricantes |                 |                           |                |                                      |           |                           |              |       |    |
|---|-----------------|---------------------------|----------------|--------------------------------------|-----------|---------------------------|--------------|-------|----|
| MATERIAL  | PRODUCTO        | FABRIC                    | ACABADO SUPERF | CARACTERÍSTICAS (valores declarados) |           |                           | FICHA ANEXO  |       |    |
|   |                 |                           |                | RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO         |           | RESISTENCIA A LA ABRASION |              |       |    |
|   |                 |                           |                | En seco                              | En húmedo | Desgaste                  |              |       |    |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | BALDOSA         | PAVIMIENTOS DE TUDELA PVT | VETEADO        | 65                                   | Norma     | < 20mm                    | UNE-EN 12633 | Norma | 16 |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | BALDOSA         | PAVIMIENTOS DE TUDELA PVT | LISO           | 68                                   | Norma     | < 20mm                    | UNE-EN 12633 | Norma | 16 |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | BALDOSA         | PAVIMIENTOS DE TUDELA PVT | ARIDO VISTO    | 120                                  | Norma     | < 20mm                    | UNE-EN 12633 | Norma | 16 |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | BALDOSA TERRAZO | PAVIMIENTOS DE TUDELA PVT | VETADO         | 65                                   | Norma     | < 20mm                    | UNE-EN 12633 | Norma | 17 |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | BALDOSA TERRAZO | PAVIMIENTOS DE TUDELA PVT | LISO           | 68                                   | Norma     | < 20mm                    | UNE-EN 12633 | Norma | 17 |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | BALDOSA TERRAZO | PAVIMIENTOS DE TUDELA PVT | ARIDO VISTO    | 120                                  | Norma     | < 20mm                    | UNE-EN 12633 | Norma | 17 |

| TABLA 21: ANÁLISIS CARACTERÍSTICAS DESLIZAMIENTO Y ABRASIÓN POR MATERIAL Según fichas fabricantes |                          |                     |                |                                      |           |                           |                        |             |    |
|---|--------------------------|---------------------|----------------|--------------------------------------|-----------|---------------------------|------------------------|-------------|----|
| MATERIAL  | PRODUCTO                 | FABRIC              | ACABADO SUPERF | CARACTERÍSTICAS (valores declarados) |           |                           |                        | FICHA ANEXO |    |
|   |                          |                     |                | RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO         |           | RESISTENCIA A LA ABRASION |                        |             |    |
|   |                          |                     |                | En seco                              | En húmedo | Norma                     | Desgaste               | Norma       |    |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | ADOQUÍN PREFABRICADO     | PREFABRICA DOS RODA | VARIOS         | ≥45                                  |           | UNE-EN 12633              |                        | UNE-EN 1338 | 18 |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | LOSA PREFABRICADA        | PREFABRICA DOS RODA | VARIOS         | ≥55                                  |           | UNE-EN 12633              |                        | UNE-EN 1339 | 19 |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | ADOQUÍN PREFABRICADO     | PREFABRICA DOS RODA | VARIOS         | ≥45                                  |           | UNE-EN 12633              |                        | UNE-EN 1338 | 20 |
| <b>ADOQUÍN ARCILLA COCIDA</b>   | ADOQUÍN CERAMICO KLINKER | MALPESA             |                | CLASE 3                              |           | UNE-EN 12633              | CLASE A3               | UNE-EN 1344 | 21 |
| <b>ADOQUÍN ARCILLA COCIDA</b>   | ADOQUÍN CERÁMICO         | LA PALOMA           |                | ≥55                                  |           | CEN/TS 16165              | V≤450m <sup>3</sup>    | UNE-EN 1344 | 22 |
| <b>ADOQUÍN ARCILLA COCIDA</b>   | ADOQUÍN CERÁMICO         | LA PALOMA           |                | ≥55                                  |           | CEN/TS 16165              | V≤1100 mm <sup>3</sup> | UNE-EN 1344 | 23 |

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
 Criterios de uso y diseño para Pavimentos

| TABLA 21: ANÁLISIS CARACTERÍSTICAS DESLIZAMIENTO Y ABRASIÓN POR MATERIAL Según fichas fabricantes |                 |                    |                |                                      |           |                           |             |
|---|-----------------|--------------------|----------------|--------------------------------------|-----------|---------------------------|-------------|
| MATERIAL  | PRODUCTO        | FABRIC             | ACABADO SUPERF | CARACTERÍSTICAS (valores declarados) |           |                           | FICHA ANEXO |
|   |                 |                    |                | RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO         |           | RESISTENCIA A LA ABRASION |             |
|   |                 |                    |                | En seco                              | En húmedo |                           |             |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | BALDOSA TERRAZO | TERRAZOS ATLÁNTICO | RELIEVE        | NPD                                  | Norma     | UNE-EN 12633              | 24          |
| <b>PREFABR HORMIGÓN</b>   | BALDOSA TERRAZO | GARCÍA DOBLAS      | CHINA LAVADA   | SATISFACTORIO                        | Norma     | UNE-EN 12633              | 24          |





## 12. Necesidad de crear un entorno seguro y confortable

El pavimento es el elemento constructivo que más interactúa con el individuo.

Partiendo de los estudios realizados sobre la marcha humana, normal y patológica, desde el Instituto de Biomecánica de Valencia, IBV, que a su vez estaban basados en estudios anteriores de Winter et al. (1990) y Lockhart (1997, 2003) (Zamora Álvarez, Tomas. 2012), y la relación que existe entre las condiciones de equilibrio, velocidad de la marcha y el periodo de tiempo que transcurre en el proceso de apoyo del pie, entre el aterrizaje y despegue, se desarrolla el siguiente capítulo con el objetivo de justificar que es necesario tener en cuenta una serie de requisitos, relacionados con el individuo, cuando creamos un entorno seguro y confortable.

Una persona, con capacidad física y sensorial reducida, demandará unas propiedades más exigentes al entorno para poder realizar una marcha segura y confortable que una persona sin ningún tipo de alteración.

El riesgo a sufrir caídas de una persona con movilidad reducida o mayor de 75 años no es el mismo que el de una persona joven. La movilidad del individuo y su percepción del entorno hacen de la seguridad un factor clave para su desarrollo, factores intrínsecos y extrínsecos. Es importante que el usuario genere una marcha segura. Esta seguridad reducirá el nivel y número de caídas.

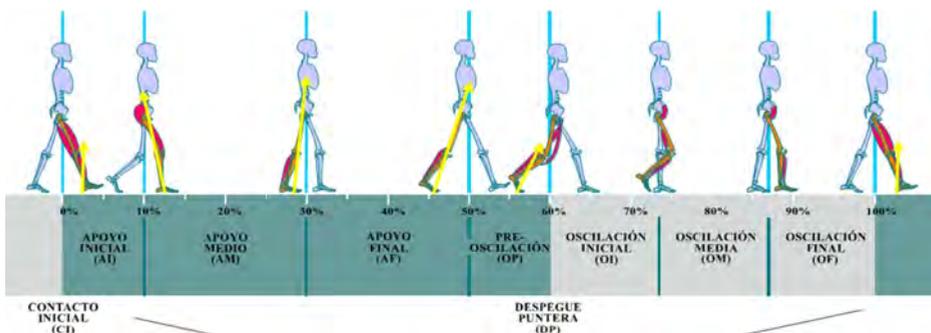


FIGURA 158: Ciclo de la marcha humana. Fuente: [www.ibv.org](http://www.ibv.org).

Los ciclos de la marcha humana normal y patológica nos dan una visión de cómo la marcha es diferente para cada individuo. Influyen aspectos como la edad, el peso, la velocidad de la marcha, las capacidades físicas y sensoriales de las personas. Estos factores influyen en el contacto del individuo con el pavimento, resultando un coeficiente de fricción diferente para cada caso, pero siempre dentro de unos valores límites de seguridad que permiten unificar y establecer los puntos de confort para una marcha segura. Por ello, es necesario definir un coeficiente de fricción mínimo que evitaría un deslizamiento. (Zamora Álvarez, Tomas. 2012)

El ciclo de la marcha es la secuencia de acontecimientos que tienen lugar desde el contacto del talón con el suelo, hasta el siguiente contacto del mismo talón con el suelo. El ciclo completo de la marcha consta de dos fases:

- Fase de apoyo: en la cual el pie de referencia está en contacto con el suelo.
- Fase de oscilación: en la que el pie de referencia está suspendido en el aire.

Los individuos presentan diferentes formas de andar que cambian

con su actividad, edad, capacidad física y sensorial. Usamos diferentes tipos de calzado, con diferentes suelas, que, al entrar en contacto con el pavimento, nos proporcionan distintos coeficientes de fricción, que igualmente van a depender del tipo y estado del pavimentos (Durabilidad, desgaste, resbaladidad, presencia de contaminante desgaste, etc.). Encontramos una gran variedad de factores que pueden provocar una caída, tropiezo o resbalón, que no sólo dependen del pavimento, también de la persona que camina.

Al caminar, las personas buscamos un patrón de marcha que nos resulte confortable y seguro, que dependerá de la velocidad y longitud del paso.

Las personas tenemos la habilidad de modificar nuestro patrón de marcha e ir adaptándonos a las condiciones de fricción que nos ofrece el entorno a través de su pavimento. Utilizamos distintas estrategias que nos permiten actuar sobre las fuerzas y posturas ejercidas, aumentando o disminuyendo la longitud del paso, la velocidad.

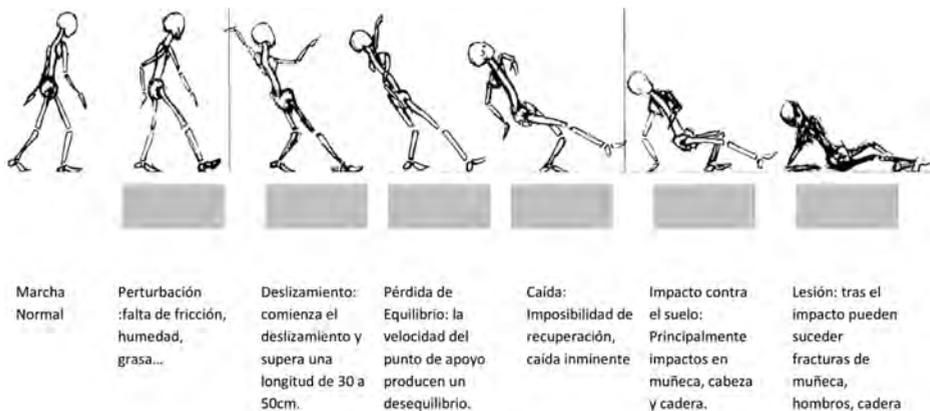


FIGURA 159: Cadena de acontecimientos que suceden en la mayoría de caídas por resbalón en el mismo nivel, Chiu y Robinovitch (1998). Fuente: Zamora Álvarez, Tomás. 2012.

Si un suelo no es seguro, pero la percepción de la persona lo recibe como seguro, no somos capaces de establecer una estrategia adecuada a la nueva situación generada y por ello se producen los resbalones y caídas.

En la figura 160 observamos un pavimento de piedra natural. La presencia de contaminantes, como el agua, hace que el pavimento se convierta en deslizante. De igual forma podemos observar como existe una combinación de pavimentos con diferente acabado superficial obligando a una adaptación de la marcha.

Los accidentes producidos al desarrollar actividades de la vida diaria, deportiva, educativa y lúdica, tienen un factor común como causante de dichos accidentes, el pavimento (tipo de superficie y estado). Por ello, las características de un pavimento tienen un papel muy destacado a la hora de evitar una caída o resbalón. El pavimento debe ser capaz de mantener e incluso reducir la velocidad de deslizamiento en el momento en el que se produce el resbalón. Si el pavimento no es adecuado, deslizante, se produce el caso contrario, aumentando el desequilibrio y el porcentaje de sufrir una caída. (Zamora Álvarez, Tomas. 2012).



*FIGURAS 160 y 161: Plaza Mayor Valladolid. Fuente propia.*

Debemos introducir otros aspectos que no deben influir en el comportamiento del pavimento, como es el peso de la persona o las condiciones de uso, debido a velocidades de la marcha. Del mismo modo, se demandan que los pavimentos instalados tengan propiedades parecidas. Cuando existe un cambio de pavimento, de un uso a otro (carril bica-acera), las propiedades de los pavimentos deben ser similares, ya que el individuo debe adaptarse a la nueva superficie modificando su patrón de marcha. En ocasiones el cambio es demasiado brusco y no contamos con el tiempo de reacción para adaptarnos.

La marcha va cambiando con la edad. Aumentamos la velocidad horizontal de contacto del talón, el paso es más corto y se ralentiza el movimiento general al caminar. Las personas con movilidad reducida presentan un balanceo al caminar que hace que aumente el riesgo de pérdida de equilibrio, que junto con la dificultad para restablecerlo, puede provocar una caída. (Zamora Álvarez, Tomas. 2012).

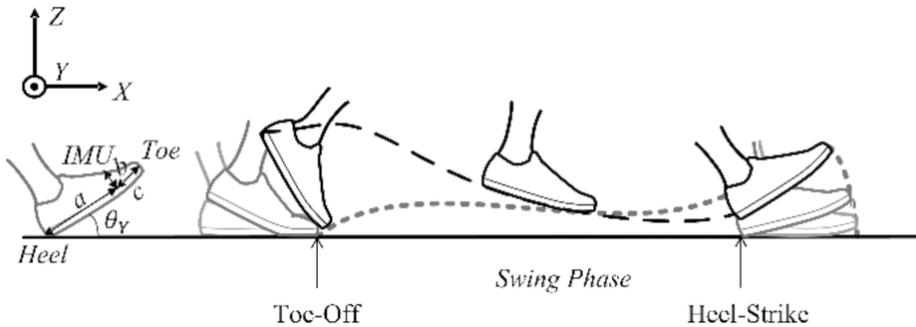


FIGURA 162: Trayectoria durante la fase de apoyo puntera y puntera. Fuente: [www.mdpi.com](http://www.mdpi.com).

La realidad es que muchas caídas ocurren por la incapacidad del individuo para adaptarse a las condiciones que le ofrece el entorno, a las que hay que añadir la capacidad sensorial y física de la persona.

Las figuras 163 y 164 nos muestran pavimentos de prefabricados de hormigón. En la figura 163 observamos la unión de dos tipos de pavimento: Una zona adoquinada, para un tránsito combinado peatón-vehículo, y una zona de baldosa con unas características superficiales, a simple vista, menos rugosas. Destaco, tras un tiempo de observación de la calle, como los peatones transitaban por la zona de adoquinado, cuya superficie es más rugosa ofreciendo seguridad en la marcha.

La elección del pavimento de la figura 164 puede considerarse adecuado, pero no el sistema de juntas entre las piezas, dejando una superficie con excesivos resaltes.

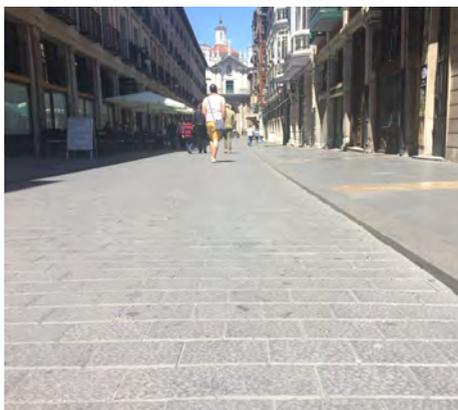


FIGURA 163: Calle peatonal Valladolid. Fuente propia. FIGURA 164: Calle peatonal Madrid. Fuente propia.

Según estudio de Myung et al (1993), llegaron a la conclusión de que una buena calidad de la visión es imprescindible para evitar caídas. Esto estaría relacionado con la necesidad de realizar estudios de percepción y visibilidad de los suelos. Si el individuo percibe el suelo como seguro (con texturas, sin brillos, sin deslumbramientos, con iluminación) podrá adaptar la marcha a esas condiciones, generando una marcha segura y confortable.

Es importante tener en cuenta, en el caso de las personas mayores y con movilidad reducida, los productos de apoyo que utilizan para desplazarse, como elementos que facilitan y generan su patrón de marcha (bastones, muletas, prótesis, andadores).

El riesgo de sufrir caídas se acentúa con la edad, con problemas de movilidad, relacionadas con la visión, el paso, el equilibrio y la capacidad de reacción tras un tropiezo o resbalón, por ello las personas mayores incrementan la probabilidad, así lo demuestran los informes D.A.D.O., de sufrir caídas que se ve agravada por la facilidad de sufrir lesiones graves como consecuencia.

Los tropiezos y resbalones son la principal causa de las caídas, por lo que debemos buscar mecanismos que nos aseguren que un pavimento es seguro, no deslizante y confortable.

Debemos tener en cuenta la visibilidad y percepción del entorno por las personas. Somos capaces de modificar las fuerzas ejercidas sobre el suelo para adaptarnos y cambiar el patrón de marcha

dependiendo de las características del itinerario. (Zamora Álvarez, Tomas. 2012)

La creación de espacios seguros y confortables podría tener una componente objetiva, relacionada con el valor de deslizamiento del pavimento, y otra subjetiva que corresponde al usuario.



FIGURA 165: Personas con andador y bastón. Fuente: [Aceplan.wordpress.com](https://www.aceplan.wordpress.com).

FIGURA 166: Persona con bastón. Fuente: [blog.ideas4all.com](https://blog.ideas4all.com).

## 12.1. Fricción necesaria y suficiente

El problema se podría centrar en la propiedad de fricción de la superficie peatonal y su interacción con las personas. En esta línea se desarrolla la tesis de Tomás Zamora Álvarez<sup>58</sup>, base para la realización de este capítulo junto con otros documentos editados por el Instituto de Biomecánica de Valencia, IBV. Se extrae de la misma los aparatos más relevantes que analizan la fricción necesaria CFN y la fricción disponible CFD, proporcionando una visión desde la biomecánica.

Define el deslizamiento como: *una disminución intensa del coeficiente de fricción estática entre el cuerpo en movimiento y la superficie de apoyo, que se produce de una forma rápida.*

Las propiedades antideslizantes de un pavimento deben considerar las siguientes variables:

<sup>58</sup> Tesis: Análisis biomecánico y perceptivo de la movilidad peatonal para fijar límites de seguridad y confort en la fricción de pavimentos urbanos. 2012.

- Tiempo de contacto con la superficie, que está relacionado con el tipo de superficie y su capacidad de evacuación de sustancias contaminantes.
- Ángulo del pie, que influye en la determinación de la parte más crítica del zapato (el talón).
- Punto de aplicación de la fuerza de contacto sobre el zapato.
- Fuerza vertical, que determina la presión correcta en la zona de contacto.
- Velocidad de deslizamiento, que determinará la dinámica correcta de las fuerzas de fricción.

Según la existencia de contaminante o no en la superficie y su tipo, el coeficiente de fricción será mayor o menor, variando así el riesgo de que se produzca un resbalón. Un pavimento debe proporcionar un coeficiente de fricción (CoF) adecuado al tipo de contaminante esperado de manera que si se produce un resbalón y hay un aumento brusco de la velocidad de deslizamiento, el suelo tenga un CoF que al menos no disminuya y empeore las condiciones de reacción del sujeto para evitar la caída. Es también primordial que esta propiedad no varíe excesivamente por el tipo de calzado, la naturaleza de la persona o el tipo de contaminante.

La aproximación más consensuada para estimar el riesgo de sufrir una caída se basa en la relación entre la fricción disponible (CFD) y la fricción demandada por la persona (CFN).



FIGURA 167: Cuadro fricción en la marcha humana. Fuente: [www.ibv.org](http://www.ibv.org)

El CFN es el coeficiente mínimo de fricción necesaria demandada por el individuo, en un suelo seco para que no se produzca el resbalón. Depende de cada persona y tipo de marcha. Cada

individuo varía el CFN para adaptarse a las características de fricción del suelo.

Cuando nos encontramos con una superficie deslizante, modificamos el patrón de marcha, realizando una longitud de paso más corto por lo que disminuye el CFN.

Las variaciones bruscas en la fricción del suelo son las que provocan caídas, por ello es necesario adaptarse y reaccionar a tiempo para modificar del CFN.

Las personas mayores y con movilidad reducida tiene mayor problema para adaptarse a la nueva situación, necesitando un mayor tiempo de reacción.

Se desconoce el CFN en personas con discapacidad, puesto que los estudios están basados en personas sin discapacidad, sobre todo en el ámbito laboral.

La fuerza vertical  $N$  aplicada y el tiempo de contacto entre el pie y el suelo, son los parámetros más importantes de los que depende que se produzca un resbalón que nos son reproducidos en los ensayos (Zamora Álvarez, Tomás. 2012).

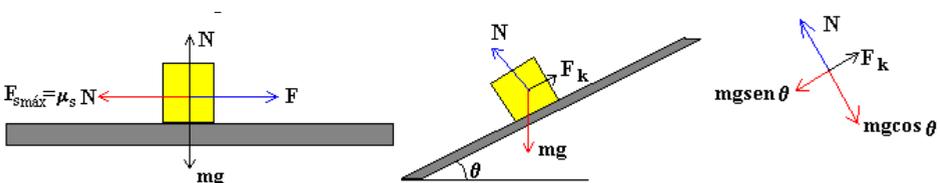


FIGURA 168: Medida del coeficiente de rozamiento. Fuente: [www.sc.ehu.es](http://www.sc.ehu.es)

Si aumenta la  $N$  de apoyo del pie, disminuye el CFN y viceversa. Al disminuir el tiempo de contacto, antes de que se produzca el deslizamiento entre el pie y el suelo, la resistencia es menor. Cuando el deslizamiento se ha producido aparece una nueva variable que afecta al CF, la velocidad de fricción. El CFD varía con la velocidad a la que se produce el deslizamiento.

Encontramos estudios que demuestran que la mayoría de los resbalones o caídas se producen cuando la velocidad de pisada del pie sobre la superficie en la fase de aterrizaje está comprendida entre 0,2 y 0,5m/s.

El coeficiente de fricción disponible o dinámico depende de las múltiples combinaciones de pavimento, textura, contaminante y usuario. Se considera que es el coeficiente que más aproxima las exigencias del usuario a las características del suelo.

Un pavimento se considera seguro cuando se incrementa el CF con la velocidad. Se estima que a mayor longitud de paso, mayor coeficiente de fricción. Pero no todos los usuarios tenemos una longitud de paso que permite un CF adecuado y seguro, por lo que no podemos supeditar la seguridad y confort del itinerario a esta variable.

La falta de consenso entre los diferentes expertos a nivel internacional y la inexistencia de un método de ensayo adecuado, hace que no podamos establecer un coeficiente de fricción dinámico seguro.

Las personas tenemos la habilidad de modificar nuestro patrón de marcha e ir adaptándonos a las condiciones de fricción del pavimento. Utilizamos estrategias que nos permiten actuar sobre las fuerzas y posturas ejercidas, aumentando o disminuyendo la longitud del paso y la velocidad.

Tomás Zamora plantea en su tesis un modelo basado en cuatro niveles estableciendo relaciones desde las propiedades de los pavimentos hasta la percepción subjetiva del individuo, estableciendo una cadena completa de la relación causa-efecto y entender de manera holística las consecuencias y mecanismos de adaptación que se activan al caminar sobre diferentes superficies.

- **Primer nivel** relacionado con las propiedades físicas del pavimento incluyendo las condiciones de uso (temperatura y humedad ambiente, función, etc.),
- **Segundo nivel** relacionado con las señales biomecánicas que recogen las consecuencias objetivas en el cuerpo humano de su interacción física con el pavimento,
- **Tercer nivel** relacionado con las percepciones básicas de sujeto (molestias, dolor, fatiga, etc..) y
- **Cuarto nivel** superior que define la experiencia sentida del uso del pavimento (confort, relajación, etc.).

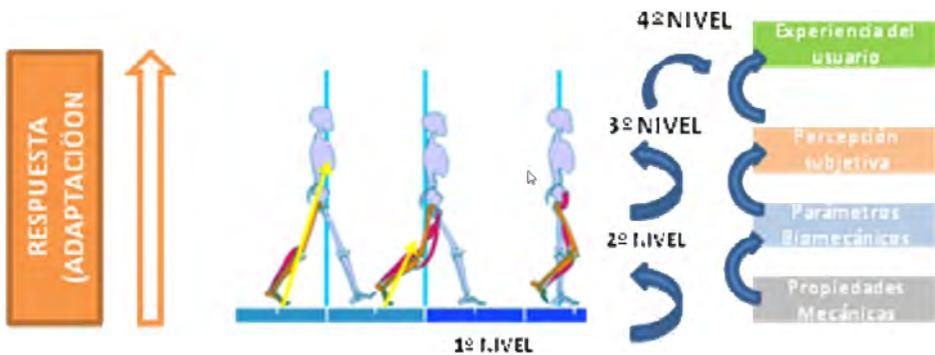


FIGURA 169: Modelo 4 niveles. Fuente; Zamora Álvarez, Tomás (tesis), 2012.

## 12.2. Problemática de los pavimentos una vez instalados

Analizando las fichas técnicas de los pavimentos, siendo un reflejo de la normativa vigente en nuestro país y en parte de los países europeos, podemos observar que los fabricantes y prescriptores nos limitamos a cumplir con la legislación. Garantizamos los productos de construcción, puesto que es obligatorio que cada producto tenga su certificado, Macado CE. Pero debemos plantearnos la siguiente pregunta: ¿qué ocurre cuando todos los productos entran a formar parte de un sistema?<sup>59</sup>

En muchas ocasiones nos encontramos que el producto, refiriéndonos a los pavimentos, es instalado para un uso que no le corresponde, en un lugar poco adecuado, con una climatología que no es favorable.

Las figuras 170 y 171 nos muestran el efecto de cambios de temperatura por acumulación de agua en invierno. Se produce un deterioro de la capa superficial que termina afectando a toda la pieza, dejando sin servicio la acera.

Encontramos algunas variables en el entorno que hacen que un pavimento pase de ser seguro, según certificados fabricante y cumplimiento de normativas, a ser inseguro. Una errónea elección de soporte para el pavimento (flexible o rígido), deficiente ejecución de la base de apoyo, de acabado superficial, de espesor, dan lugar a que el pavimento sufra un deterioro y con ello la pérdida de las características satisfactorias obtenidas en fábrica.

<sup>59</sup> El sistema entendido como el contexto en el que se inserta el producto que hemos seleccionado.



FIGURAS 170 y 171: Tramo de acera en calle peatonal de Tres Cantos. Fuente propia.

En las figuras 172 y 173 se observa una mala elección en la colocación de pavimento dentro de un recinto exterior. Las condiciones de uso han obligado a eliminar la zona de césped existente entre las piezas de diseño del pavimento, creando una trama más homogénea y transitable.



FIGURAS 172 y 173: Colegio de Arquitectos de Madrid. Fuente propia.

Con el marcado CE de los productos de construcción se declara el valor del ensayo de resistencia al resbalamiento o se incorporan en el etiquetado las siglas NPD (parámetro no determinado), según el método de ensayo aplicable en el Estado Miembro donde va destinado (que también hay que declarar). Uno de los problemas frecuentes es que los certificados son para un modelo de producto

(adoquín o baldosa) sin necesidad de certificar todas las partidas de dicho modelo. Los certificados de productos, como se puede observar en las fichas de los anexos, pueden corresponder a años anteriores. Los productos no se suelen ensayar ni antes ni después de su instalación<sup>60</sup>.

El desgaste de una superficie puede producirse por el tránsito (peatonal o rodado) al que esté sometido. Por eso es importante tener en cuenta la resistencia al desgaste y la durabilidad de los pavimentos. Una pieza con un acabado superficial rugoso (abujardado, flameado, veteado) nos indica a priori un valor de deslizamiento por encima de lo que marca la norma en el momento de la instalación. Pero estas características pueden cambiar si la pieza está compuesta por materiales que se disgregan con facilidad, convirtiendo el pavimento en deslizante a causa del desgaste de la cara vista. Por lo que es difícil que mantenga su clase durante la vida útil del mismo, como indica el CTE.



FIGURAS 174 y 175: Acceso Plaza Ayuntamiento San Sebastián de los Reyes. Piedra Natural. Fuente propia.

La zona peatonal que aparece en la figura 174, de piedra natural de granito con un acabado superficial abujardado, ha sufrido un cierto desgaste y se puede percibir como no seguro en presencia de agua. En la figura 175, se observa como las piezas, de gran peso, se han ido asentando y en algunos puntos se han agrietado. A esto se

<sup>60</sup> La ficha 25 del anexo es el certificado otorgado a un fabricante en el 2008 con vigencia hasta el 2017.

le añade la acumulación del agua en la cara interior, lo que produce un cambio de temperatura en periodo de heladas, creando zonas no transitables dentro de la plaza.



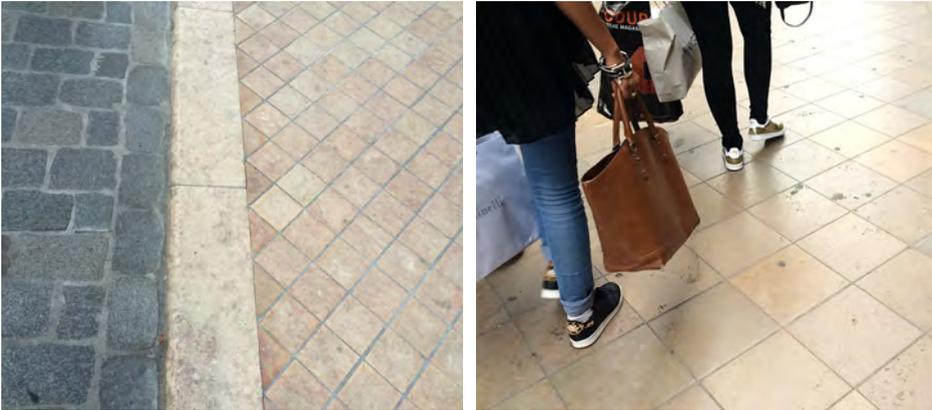
FIGURAS 176 y 177: Acceso calle peatonal Universidad Autónoma de Madrid. China lavada "in situ". Fuente propia.

En este caso (figuras 176-177) nos encontramos con una implantación de pavimento "in situ" de china lavada. Se trata de un pavimento sobre el que no se realiza el método de ensayo correspondiente para obtener el valor de resbaladividad al considerarse una superficie rugosa. Se le otorga directamente un valor  $R_d > 45$ . Sin embargo, se trata de un pavimento deslizante, sobre todo en mojado. Cabe destacar que, al ser "in situ", independientemente de su acabado superficial el método de ensayo se debería comprobar una vez puesto en servicio. La aparición de grietas son producidas por dilataciones del material y cambios de temperatura.

Las figuras 178 y 179 nos muestran cambios de tipos de pavimento, con acabados superficiales diferentes, figura 178. Se trata de una calle considerada plataforma mixta, tránsito peatonal y de vehículos. La zona de calzada cuenta con un pavimento de adoquín de piedra natural con acabado superficial abujardado con un valor de resbaladividad alto. La banda peatonal cuenta con un pavimento de piedra natural con acabado pulido, bastante deslizante. Si adecuamos nuestra marcha para crear un caminar seguro en la zona de adoquinado, al cambiar de banda, de pavimento, nos encontramos con una superficie cuyo valor de resbaladividad es

## 12. Necesidad de crear un entorno seguro y confortable

bajo y resulta peligroso en presencia de agua. Destacar como se realiza el cambio de una tramo a otro. Si se trata de una plataforma mixta, estas deben estar a nivel, no debe existir un elemento con resaltes como encontramos en ambas imágenes.



*FIGURAS 178 y 179: plataforma mixta peatonal+vehículo. Bordeaux, Francia. Fuente propia.*

Dentro del mismo tramo de plataforma se han realizado una serie de reparaciones en el pavimento, realmente son parches que nada tienen que ver con el pavimento original. En este caso encontramos que el acabado superficial de la reparación es menos deslizante, pero igualmente se requiere una adaptación de la marcha.



*FIGURAS 180 y 181: plataforma mixta. Bordeaux, Francia. Fuente propia.*

Siguiendo con los cambios de acabado superficial, observamos la figura 182 que corresponde a una plataforma mixta. La utilización de un tipo de calzado así como la de productos de apoyo (muletas, bastones, sillas de ruedas, andadores) harán que nuestra marcha sea más segura. Las juntas de las piezas de adoquín, de diferentes tamaños, obligan a una adaptación continua para evitar caídas.

Las figuras 183, 184, 185 y 186 muestran un pavimento adoquinado de piedra natural. El acabado superficial de las piezas es abujardado, considerado como antideslizante. Sin embargo, la falta de material en las juntas, dificulta la marcha.

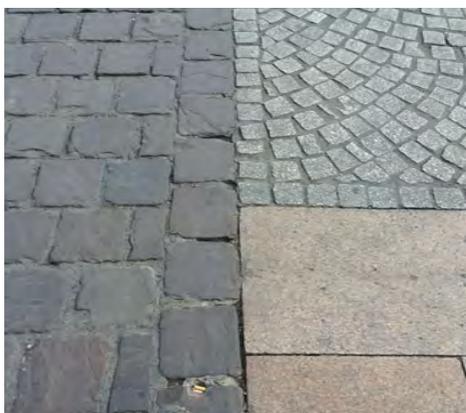
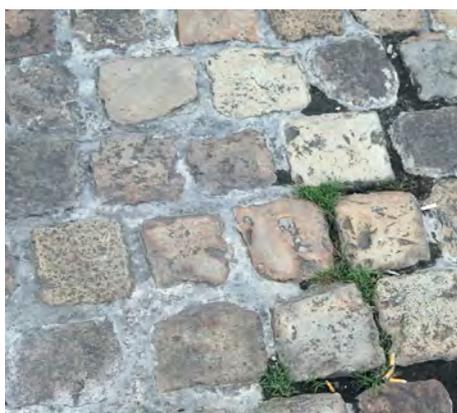
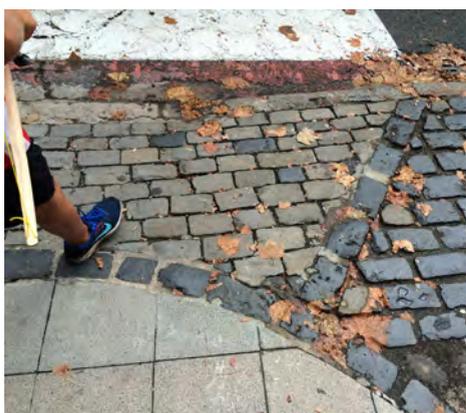


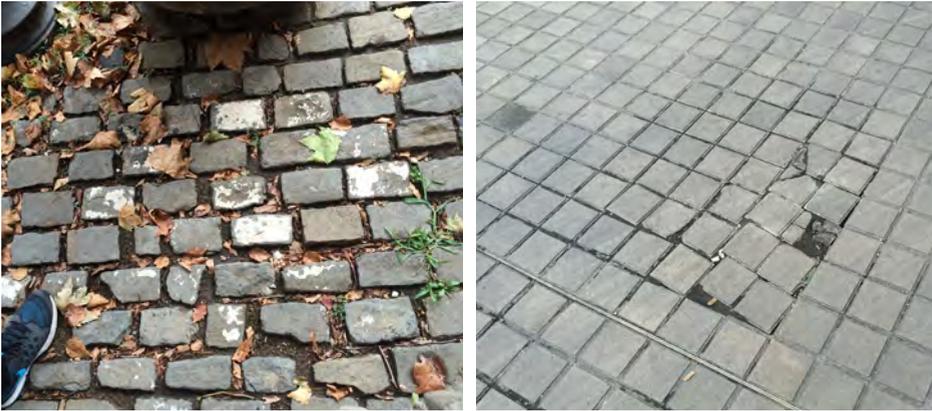
FIGURA 182: Calle mixta peatonal. Bordeaux, Francia. Fuente propia FIGURA 183: Plaza peatonal. Bordeaux, Francia. Fuente propia.



FIGURAS 184 y 185: Tramo acera calle en Olot, Gerona. Fuente propia.

## 12. Necesidad de crear un entorno seguro y confortable

Pueden ser varias las causas que hagan que un pavimento se levante, creando cavidades en las aceras. Una de las causas principales puede ser el asentamiento y composición de las capas (base, sub-base, explanada). El uso que se le dé. La pérdida de junta entre las piezas y con ello se facilita la entrada de agua. (Fig. 187)



FIGURAS 186 y 187: Tramo acera calle en Olot, Gerona. Fuente propia.



FIGURAS 188 y 189: Tramo acera calle en Olot, Gerona. Fuente propia.

Los pavimentos de terrazo pulido, aunque tengan ranuras y relieves, resultan muy deslizantes. El método de ensayo del péndulo no refleja la realidad del mismo, puesto que al realizar el ensayo en una dirección, perpendicular a las ranuras, el valor obtenido es superior a  $R_d 45$  (las ranuras hacen que la zapata del péndulo se frene). Sin embargo, al realizarlo en el sentido paralelo, el valor es bajo. En el caso de terrazos pulidos con relieve, descartando los de

ranuras, el valor de resbaladidad  $R_d > 45$ . Si a esta condición se le añaden las gritas producidas por uso o cambios de temperatura, obtenemos un pavimento muy peligroso. (Figuras 188 y 189).

Es preciso que también se cuide el mantenimiento que se realiza por los servicios de conservación. La proyección de agua a presión puede acelerar el desgaste de las piezas.

En climas muy fríos y lluviosos, hay que evitar acabados superficiales como el pulido y apomazado en suelos de exteriores, ya que pueden crear problemas de deslizamiento. Es mejor utilizar el flameado, abujardado o algún otro acabado áspero. Es recomendable aplicar un acabado antideslizamiento a la piedra.

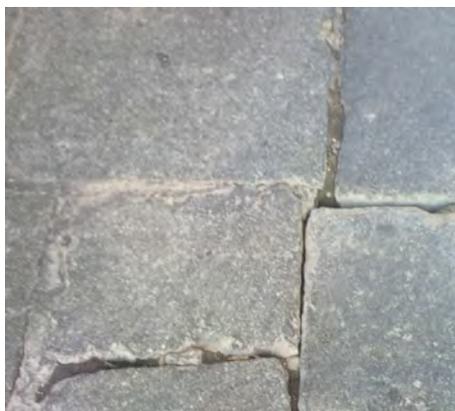
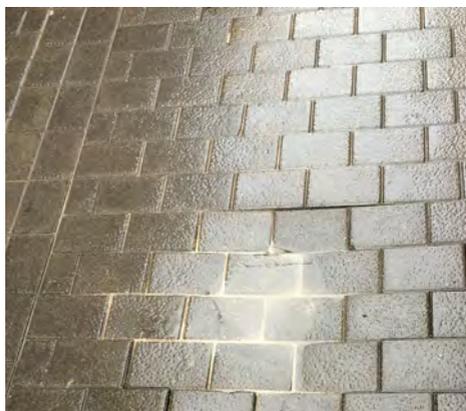


FIGURA 190: Tramo acera calle en Olot, Gerona. Fuente propia. FIGURA 191: Acceso calle peatonal Plaza Mayor de Madrid. Fuente propia.



FIGURAS 192 y 193: Acceso calle peatonal Plaza Mayor de Madrid. Fuente propia.



FIGURAS 194 y 195: Tramo acera calle de Madrid. Fuente propia.

Algunas de las causas que hacen que un itinerario peatonal se convierta en un espacio no seguro serían:

- Presencia de agua: debido un asentamiento de las capas inferiores se generan zonas hundidas que llegan a acumular agua en su superficie. También una ejecución no adecuada de las pendientes de la calle para la evacuación de aguas.
- Movimientos y roturas de piezas: Mala ejecución de las capas inferiores de asentamiento
- Discontinuidad en el itinerario: La pérdida de junta en determinados pavimentos, sobre todo los ejecutados con adoquines de piedra natural.
- Grietas: la presencia de agua y la entrada de agua en las capas inferiores del firme hacen que se produzcan, sobre todo en invierno, cambios bruscos de temperatura, produciendo dilataciones y contracciones.
- Desgaste por uso: Mala elección de un tipo de material para usos determinados.
- Acabado superficial: mala elección del acabado superficial de las piezas.



## 13. Conclusiones y futuras líneas de investigación

### 13.1. Conclusiones

El análisis de los elementos (personas, pavimento, lugar, uso) que están presentes a la hora de crear un espacio urbano seguro y confortable, ha permitido demostrar la necesidad de conexión entre ellos. De esta relación debe surgir un espacio de confort y seguridad donde el individuo busque la calidad de vida. Encontramos que en dicha conexión se generan tensiones al introducir la normativa vigente y aplicar lo que es estrictamente necesario para cumplir con el mercado CE.

En este capítulo se exponen las conclusiones principales obtenidas. Confirmaré los objetivos marcados en la introducción del tema que nos ha ocupado. Haré una revisión de cada uno de los capítulos tratados que justifiquen las hipótesis, para finalizar con las nuevas líneas de investigación que se podrían abrir, si se tienen en cuenta todos los parámetros que intervienen y que son necesarios.

En los temas tratados en cada uno de los capítulos se han establecido relaciones entre el individuo y el entorno urbano, cuyo elemento de conexión es el pavimento, la epidermis de la trama urbana, demostrando que no es posible el diseño de un pavimento urbano si no se tienen en cuenta todos los agentes que intervienen en el proceso de conocer la ciudad, relacionarse o simplemente de estancia.

Partiendo de la base de que los entornos exteriores no son seguros, se enumeran las hipótesis planteadas al inicio de la tesis, validadas y verificadas por las conclusiones:

- **HIPÓTESIS 1:** El principal causante de lesiones por caídas producidas por tropiezos o resbalones es el pavimento.
- **HIPÓTESIS 2:** Las caídas sufridas por el individuo en el espacio exterior son producidas por la falta de fricción y, en ocasiones, por la falta de adecuación a las nuevas condiciones del pavimento (cambio de pavimento o presencia de contaminantes).
- **HIPÓTESIS 3:** La normativa vigente, tanto a nivel nacional como internacional, no es suficiente para poder seleccionar pavimentos exteriores seguros. Falta de normativa y regulación.
- **HIPÓTESIS 4:** Los requisitos exigidos a un pavimento para que sea antideslizante no son suficientes.
- **HIPÓTESIS 5:** No sólo se deben tener en cuenta los métodos de ensayo que determinan las características de resbaladidad. Se deben incluir el desgaste y la durabilidad.
- **HIPÓTESIS 6:** Los métodos de ensayo realizados en laboratorio para medir el índice de fricción son ficticios.
- **HIPÓTESIS 7:** No se tiene en cuenta la puesta en servicio del producto. Las características del pavimento corresponden a un estado previo, de fabricación. No se consideran las condiciones de uso, lugar, efectos climáticos, el paso del tiempo, el desgaste, etc. No existen métodos de ensayo de medida "in situ" que sean fiables y nos aporten valores de resistencia al deslizamiento a lo largo del tiempo.
- **HIPÓTESIS 8:** Es imposible mantener los parámetros exigidos a un pavimento a lo largo de su vida útil.

- **HIPÓTESIS 9:** La resistencia al deslizamiento no sólo depende del pavimento.
- **HIPÓTESIS 10:** No es posible unificar criterios a nivel internacional para determinar si un pavimento exterior es seguro.
- **HIPÓTESIS 11:** No se pueden establecer relaciones entre los diferentes métodos de ensayo para medir el valor de resistencia al deslizamiento.

La inseguridad es un fenómeno complejo que no solo depende del individuo, de sus características físicas y de su patrón de marcha, o del tipo de calzado y del acabado superficial del pavimento. Se añade, además que el pavimento tenga agente contaminante (suciedad, agua, aceite o arena) y estado en el que se encuentre el pavimento (deteriorado, desgastado, falta de juntas,...). El fenómeno de erosión, desgaste juega un papel muy importante para determinar la seguridad de un pavimento. En el apartado *12.2. PROBLEMÁTICA DE LOS PAVIMENTOS UNA VEZ INSTALADOS* se han expuesto una serie de pavimentos, casos reales, en los que se aprecian algunas de las posibles causas que pueden generar un entorno no seguro. En este apartado se verifica la **hipótesis 7** y parcialmente la **hipótesis 1**.

Las estadísticas (informe D.A.D.O.), según se exponen en el punto 4.1 CONTEXTO ACTUAL, demuestran que las caídas por resbalones o tropiezos en el mismo nivel siguen siendo una de las principales causas de lesiones involuntarias, tal y como se enunciaba en la **hipótesis 1**.

En el año 2006, con la entrada en vigor del CTE, se comienza a establecer un índice de resbaladidad para pavimentos de interior. Sin embargo, los datos sobre caídas no varían y el porcentaje de personas que sufren lesiones sigue aumentando, según reflejan los datos extraídos del informe D.A.D.O expuestos en el apartado 4.1. Esto demostraría la ineficacia de la regulación en materia de deslizamiento que existe o bien que los métodos utilizados no son adecuados o no tienen en cuenta todas las variables posibles para crear entornos seguros y confortables, y por tanto validarían las **hipótesis 3 y 4**. Los datos obtenidos nos demuestran que los entornos exteriores siguen sin ser seguros, a pesar de la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, en el año 2006 (como normativa de referencia que establece valores de resbalicidad) o

de la Orden Ministerial VIV/561/2010 sobre Accesibilidad en los Espacios Urbanizados, en el año 2010.

Las caídas por resbalones, tropiezos o deslizamientos, y sus consecuencias, tienen un elevado impacto económico y social (Fallecimiento, discapacidad permanente o temporal, hospitalización, imposibilidad para poder asistir al centro de trabajo o escolar).

El porcentaje de población más propensa a sufrir una caída se encuentra en el tramo de mayores de 65 años.

Continuando en el mismo apartado de la tesis 4.1, dentro del mismo estudio, se establece que el principal causante de lesiones por caídas es el pavimento, tal y como se enunció en la **hipótesis 1**.

En el capítulo 12 *NECESIDAD DE CREAR UN ENTORNO SEGURO Y CONFORTABLE* se analiza el ciclo de la marcha humana y los factores que pueden influir en las caídas y en determinados grupos de personas. En muchas ocasiones acomodamos nuestro caminar a un determinado pavimento, convirtiéndose en un espacio seguro. El problema surge cuando cambiamos bruscamente de un tipo de pavimento a otro con diferente valor de resbaladidad. Esa transición incrementa el riesgo de caídas y resbalones, tal y como se exponía en la **hipótesis 2**.

No existe una referencia de cómo deben ser los pavimentos en los espacios públicos exteriores. En el capítulo 5. *MARCO NORMATIVO* y sus apartados, se realiza un análisis de la normativa a nivel estatal (CTE y Orden VIV/561/2010) y autonómico, llegando a la conclusión de que no se establece un valor de resistencia al deslizamiento para pavimentos exteriores, validando las **hipótesis 3 y 4**. Se limitan a describir que un pavimento debe ser no deslizante. Es necesario recurrir al CTE para asignar una clase y un valor de resistencia al deslizamiento, clase 3 y  $R_d > 45$ ., y a las normas técnicas UNE de producto, expuestas dentro del capítulo 6. *DOCUMENTOS FUERA DEL MARCO NORMATIVO*.

Desarrollamos productos nuevos que salen al mercado y evaluamos sus características antes de su puesta en servicio, desde fábrica. No se definen cuáles son las condiciones de uso previsto y resulta imposible definir el desgaste que sufrirá por diferentes niveles de tránsito, agentes contaminantes, cambios de temperatura,

choque hielo/deshielo, rotura de la pieza por cambios bruscos de temperatura y si todas estas alteraciones influirán en la resistencia al deslizamiento, según capítulo 10. *MÉTODOS DE ENSAYO APLICADOS A LOS PAVIMENTOS*. Por lo que se concluye que dichos ensayos realizados en el laboratorio son ficticios y que no se tienen en cuenta condiciones reales de puesta en servicio (uso, lugar, climatología), confirmando que la resistencia al deslizamiento no sólo depende del pavimento, como se exponía en las **hipótesis 5, 6, 8 y 9**.

En el capítulo 10. *MÉTODOS DE ENSAYO APLICADOS A LOS PAVIMENTOS*, se analizan los métodos de ensayo y dentro del capítulo 11. *ANÁLISIS FICHAS TÉCNICAS DE PRODUCTO* se reflejan los datos que ofrecen los fabricantes sobre sus productos para una puesta en el mercado y posterior instalación. Las tablas 20 y 21 ofrecen un resumen de ambos capítulos comparando métodos de ensayo y características de deslizamiento y desgaste, confirmando la **hipótesis 7**. La baja resistencia mecánica de un tipo de pavimento puede hacer que una superficie se convierta en deslizante, a pesar de ser antideslizante antes de salir de fábrica, en especial cuando la superficie este mojada.

No se puede limitar el valor a los ensayos realizados en laboratorio que son ficticios. Representan unas circunstancias que cambian en el momento de poner en servicio el material, como ya se expuso en el apartado 12.2. *PROBLEMÁTICA DE LOS PAVIMENTOS UNA VEZ INSTALADOS*, confirmando la **hipótesis 7**.

Existe una necesidad de verificar los resultados obtenidos en laboratorio una vez puesto en servicio, instalado el producto. Y buscar un método de ensayo que nos permita hacer una evaluación de los pavimentos una vez instalados, con sistemas de medición portátil y fiable.

Hay que conocer cómo afecta el paso del tiempo y qué propiedades se van perdiendo. Cuáles son las características hacen que el pavimento sea adecuado en origen, según fabricación y ensayo de laboratorio, y se convierta en no adecuado, peligroso, deslizante, inseguro.

Es necesario saber el uso que se le va a dar al pavimento (exterior, interior, piscinas, tránsito peatonal, vehículos) y poder seleccionar el ensayo más apropiado para el uso.

Se han identificado los métodos de ensayo de resistencia al deslizamiento, añadiendo un apartado *10.4 RELACIONES ENTRE LOS MÉTODOS DE ENSAYO DE RAMPA Y PÉNDULO*. Se concluye que es imposible hacer una conversión de los datos obtenidos con un método de ensayo a otro. No existe correlación de valores ni de clasificación, al utilizar equipos de medida, agentes contaminantes, materiales de contacto y criterios de clasificación totalmente diferentes. Lo mismo ocurriría al intentar establecer relaciones con el resto de métodos. (**Hipótesis 11**).

Uno de los principales problemas que encontramos a la hora de realizar el ensayo de resistencia al deslizamiento, en el mismo pavimento en laboratorios diferentes homologados, son los resultados distintos. Sobre todo cuando se empiezan a introducir contaminantes como agua o aceite. Dependiendo del método de ensayo, resultados dispares en la clasificación de los pavimentos. Los datos obtenidos por distintos laboratorios reflejan valores diferentes para un mismo producto. El problema está en los elementos utilizados para realizar los ensayos (tipo de goma de zapata y calibración del sistema para el ensayo del péndulo; tipo de calzado y contaminantes para la rampa). Existe la necesidad de estandarizar las características de estos elementos de forma que se obtengan iguales resultados para un mismo producto con un mismo método de ensayo. Esta conclusión pone de manifiesto la **hipótesis 10** y la problemática de consenso en los métodos de ensayo. Habría que empezar por unificar los elementos utilizados, estandarizando desde el contaminante, hasta el calzado o zapatas, calibración de los elementos de ensayo (péndulo, TORTUS, BOT-3000E, rampa), prototipo de persona (Rampa). En el capítulo *10. MÉTODOS DE ENSAYO APLICADOS A LOS PAVIMENTOS*, se hace un análisis de los métodos de ensayo y en la tabla 20 se genera un cuadro comparativo con cada uno de los métodos, con descripción del método y comentarios.

El método de ensayo de la rampa sólo considera un prototipo de individuo, que es el que realiza el ensayo. Los resultados que se reflejan serían muy distintos si el ensayo lo realizará una persona con movilidad reducida, mayor, niño, con sistemas de apoyos para desplazarse (bastón, muleta), etc. (**Hipótesis 6**).

Ninguno de los métodos de ensayo es capaz de realizar las mediciones reales y necesarias para garantizar la instalación de

un pavimento seguro. Lo que conseguimos con los ensayos en laboratorio es prevenir un porcentaje de caídas desechando los pavimentos que resultan resbaladizos. (**Hipótesis 6**).

Existe una falta de consenso europeo a la hora de designar un método de ensayo adecuado y fiable, que nos aporte un valor óptimo y necesario para crear espacios seguros y confortables. Esta imposibilidad de unificar métodos de ensayo está muy relacionada con intereses particulares de los países y, a pesar de la libre comercialización de productos dentro de la UE, al proteccionismo de la industria local, originando una mayor exigencia a los productos extranjeros. Quedaría validada la **hipótesis 10**, completada con el apartado 4.2. *CONTEXTO INTERNACIONAL* y 10.5 *PROYECTO DE NORMA INTERNACIONAL*.

La resistencia al resbalamiento no sólo depende del pavimento, tal y como se expone en el capítulo 12. *NECESIDAD DE CREAR UN ENTORNO SEGURO Y CONFORTABLE*. Existen otros factores intrínsecos y extrínsecos al individuo, que deberían tenerse en cuenta (individuo: peso, edad, movilidad, capacidad sensorial, capacidad física, tipo de calzado) iluminación, contaminantes (agua, grasa, arena) acabado superficial del material (texturas, dibujos, brillo). Esta conclusión nos lleva a validar la **hipótesis 9**.

Cuando todos estos factores confluyen, no podemos pensar que el método para medir el valor de resistencia al deslizamiento deba limitarse a un sistema ficticio, realizado en laboratorio. De igual forma, no se ha conseguido un sistema universal que unifique y valide los resultados que se realizan a un mismo pavimento con diferentes métodos.

Hoy en día sigue siendo necesaria una actualización de las normativas, dirigida a verificar los valores o dimensionamiento de los parámetros y estándares mínimos regulados, y fundamentalmente a dotarlas de una estructura clara, en la que se dé respuesta no sólo a las necesidades del individuo, sino también a las necesidades colectivas, que garanticen la interacción del mayor número posible de individuos con diversas capacidades.

Teniendo en cuenta esta situación, se considera que es necesario aunar esfuerzos y que todo aquello que se desarrolle sirva para unificar los criterios básicos que harán que el entorno construido sea accesible, seguro y confortable para el mayor número de

personas, con independencia de su grado de discapacidad.

Como conclusión final, se deben tener en cuenta las necesidades del ciudadano. Seleccionar el material adecuado al lugar y buscar las características adecuadas del material en las condiciones de uso previstas. Es imprescindible conocer el lugar y el uso al que se destina de forma que definamos las características fundamentales que se mantienen inalterables durante un periodo de tiempo razonable:

- **Usuario:** percepción del entorno. Valoración de los pavimentos (participación activa en el diseño).
  - Peso.
  - Edad.
  - Capacidades físicas.
  - Capacidades sensoriales.
- **Uso** (peatonal, bici, vehículo privado, transporte público).
- **Iluminación:** Visibilidad del itinerario. Iluminación natural y artificial.
- **Lugar:** Zona geográfica y ubicación en zona soleada o sombría. Zonas con pendiente.
- **Climatología:** zonas lluviosas, con presencia de humedad, ambientes salinos, riesgo de heladas, etc.
- **Métodos de ensayo relacionados:** antes de su instalación y después de su instalación. Estableciendo revisiones periódicas para observar que mantiene sus propiedades y determinar los nuevos valores.
  - Durabilidad (choques térmicos/hielo/deshielo).
  - Desgaste (abrasión).
  - Fricción/deslizamiento/derrape.
- **Ciclo de vida:** materiales utilizados y reutilización del material.
- **Conservación/mantenimiento/costes.**

- **Seguridad y confort:** Derivada de los métodos de ensayo, conservación, mantenimiento y revisiones periódicas.
- **Contaminantes:** suciedad, agua, aceite, arena.
- **Adecuación ambiental.**

## 13.2. Futuras líneas de investigación

Con esta exposición de características se abre una línea de investigación que considero se debe desarrollar. No podemos limitar la elección de un producto a un solo parámetro como es la fricción o deslizamiento, basándonos en un método de ensayo no adecuado, realizado en laboratorio antes de ser instalado. El usuario debe ser la pieza principal a la hora de intervenir en la ciudad y, partiendo de él, el resto de piezas se deben ir uniendo, sumando propiedades, que es lo que hará que el pavimento seleccionado sea el adecuado, tanto para el usuario como para el uso al que se destina, como para el lugar en el que se instala.

El espacio debe generar entornos de bienestar social y emocional.

Se plantea el desarrollo de un proyecto de investigación que nos permita determinar las características del pavimento instalado, teniendo en cuenta los parámetros descritos en las conclusiones finales del apartado anterior (uso, lugar, tránsito, desgaste, durabilidad, etc.), estableciendo sus características actuales. De forma paralela, se recopilarían los datos del producto exigidos en las normas técnicas, antes de ser instalado, facilitados por los fabricantes.

Cada fabricante tiene una relación de las instalaciones realizadas, con fechas, tipo material, producto y las fichas técnicas correspondientes.

Se determinaría como afecta el paso del tiempo al pavimento. El desgaste que ha sufrido y si ha podido influir en la pérdida de sus propiedades, destacando el valor de resbaladidad.

*“La naturaleza prepara el sitio, y el hombre lo organiza de tal manera que satisfaga sus necesidades y deseos.”*

*Paul Vidal de la Blanche*



## 14. Fuentes documentales

### 14.1. Referencias bibliográficas

- Alcantara Alcover, E., Zamora Álvarez, T., & Poveda Puente, R. (2006). Finalizada la primera fase del proyecto DRAC: Desarrollo y revalorización de las aplicaciones cerámicas orientadas a los usuarios. *Biomecánica* (46).
- Alcantara Alcover, E., Zamora Álvarez, T., & Poveda Puente, R. (2011). El IBV asesora a TAU CERÁMICA sobre accesibilidad integral en el diseño y ejecución de sus proyectos de pavimentación urbanística. *Biomecánica* (48).
- Alcantara, E., Zamora, T., & Poveda, R. (2007). El IBV asesora a TAU sobre accesibilidad integral en el diseño y ejecución de sus proyectos de pavimentación urbanística. (IBV, Ed.) *BioMecánica* 48, 15-16.
- America, S. D. (s.f.). *Safety Direct America*. Obtenido de <https://safetydirectamerica.com/floor-friction-testing/>

- ANDECE, A. n. (s.f.). *Asociación nacional de la Industria del prefabricado de Hormigón ANDECE*. Obtenido de [www.andece.org](http://www.andece.org)
- Aragall, F. (2008). *Diseño para todos. Un conjunto de instrumentos. da*.
- Aresa. (2015). *Aresa Pavimentos*. Obtenido de <http://www.aresapavimentos.es/altro-certificado.php>
- ASCER, A. e. (s.f.). *Asociación española de fabricantes de azulejos y pavimentos cerámicos ASCER*. Obtenido de [www.ascer.es](http://www.ascer.es)
- Bernabeu, A. (2010). *Utilización de rocas como pavimentos*. Universidad de Alicante, Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Alicante.
- Bowman, R. (1998). *Instituto de promoción de la cerámica, IPC*. Recuperado el 2014, de [www.ipc.org.es](http://www.ipc.org.es)
- Bowman, R. (2004). *Instituto de promoción de la cerámica, IPC*. Recuperado el 2013, de [www.ipc.org.es](http://www.ipc.org.es)
- Bowman, R. (2007). *Instituto de promoción de la cerámica, IPC*. Recuperado el 2012, de [www.ipc.org.es](http://www.ipc.org.es)
- Bowman, R. (s.f.). *Slip Alert*. Recuperado el 10 de marzo de 2015, de <http://www.slipalert.com/Partners/richard-bowman.htm>
- bulletin, G. a. (agosto de 2003). *Unites States Access board*. Recuperado el 05 de junio de 2008, de <https://www.access-board.gov/guidelines-and-standards/buildings-and-sites/about-the-ada-standards/guide-to-the-ada-standards/chapter-3-floor-and-ground-surfaces#3021>
- Calvino, I. (1995). *Las ciudades invisibles*. Madrid: Siruela.
- Careri, F. (2013). *Walkscapes, El andar como práctica estética*. Barcelona: GG.
- Castillo Sanz, L. A. (2004). Proyecto Euroshoe: personalización del calzado. *Biomecanica* (41).
- Cerámica, I. d. (s.f.). *Instituto de Promoción Cerámica*. Obtenido de [http://www.ipc.org.es/guia\\_colocacion/presentacion.html](http://www.ipc.org.es/guia_colocacion/presentacion.html).

- Conorsa. (2008). Catálogo de productos.
- Construible. (14 de enero de 2011). *www.construible.es*. Recuperado el 20 de mayo de 2011, de <https://www.construible.es/>
- Construmatica. (s.f.). *Construmatica*. Recuperado el 20 de julio de 2014, de [http://www.construmatica.com/construpedia/Introducci%C3%B3n\\_a\\_los\\_Pavimentos\\_de\\_Adoquines\\_Prefabricados\\_de\\_Hormig%C3%B3n](http://www.construmatica.com/construpedia/Introducci%C3%B3n_a_los_Pavimentos_de_Adoquines_Prefabricados_de_Hormig%C3%B3n)
- CONSTRUMATICA. (s.f.). *CONSTRUMATICA*. Recuperado el 10 de JULIO de 2014, de [http://www.construmatica.com/construpedia/Resistencia\\_de\\_Resbalamiento\\_y\\_Deslizamiento.\\_Tecnopavimento](http://www.construmatica.com/construpedia/Resistencia_de_Resbalamiento_y_Deslizamiento._Tecnopavimento)
- dealer, T. (s.f.). *Tileusa*. Recuperado el 05 de junio de 2015, de [http://www.tileusa.com/Articles/UpdatestoanAmericanMethod\\_Astrachan07.pdf](http://www.tileusa.com/Articles/UpdatestoanAmericanMethod_Astrachan07.pdf)
- Delgado Méndez, L. (2012). tesis doctoral: Condiciones de diseño y tecnologías de la piedra caliza Sierra Elvira de la provincia de Granada en la vía pública: paso de peatones. Granada.
- Díaz, J., Antona, E., Echevarría, M., & Ruiz-Prieto, J. (2009). *Soluciones Técnicas para mejorar la durabilidad en los pavimentos de terrazo*. Madrid: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Díaz, J., Antona, E., Echevarria, M., & Ruiz-Prieto, J. (2012). *Soluciones técnicas para mejorar la durabilidad en los pavimentos de terrazo*. MADRID: LOEMCO.
- Discapnet. (s.f.). *Discapnet*. Recuperado el 20 de mayo de 2015, de <http://www.discalpnet.es/Castellano/areastematicas/derechos/faqs/Paginas/faq12.aspx>
- Durá, J., Alcantara, E., Zamora, T., Balaguer, E., & Rosa, D. (2005). Identification of floor friction safety level for public buildings considering mobility disabled people needs. *Safety Science* (43).
- Durá, J., Zamora, T., Rosa, D., & Alcantara, E. (s.f.). *The development of a new portable friction-testing device*. Valencia: IBV.
- España, C. (2002). *Guía del terrazo*. Proyecto y puesta en obra. Control de Calidad. Barcelona: Cemex España, S.A.

- Euroadoquín. (2004). *Manual técnico para la correcta colocación de los euroadoquines MTCE-04*. Madrid: Asociación para la investigación y desarrollo del adoquín de hormigón.
- Fariña Tojo, J. (8 de mayo de 2008). *El blog de farina*. Recuperado el 15 de mayo de 2015, de <http://elblogdefarina.blogspot.com.es/2008/05/francesco-careri-walkscapes-el-andar.html>.
- Fariña Tojo, J. (08 de mayo de 2013). *El blog de Farina*. Recuperado el 20 de junio de 2014, de <http://elblogdefarina.blogspot.com.es/2013/05/ese-objeto-mal-disenado-llamado-peaton.html>.
- Fariña Tojo, J. (12 de mayo de 2014). *El Blog de Farina*. Recuperado el 20 de mayo de 2015, de <http://elblogdefarina.blogspot.com.es/2014/05/dos-libros-sobre-paisaje-urbano.html>.
- Fariña Tojo, J. (s.f.). *El blog de Farina*. Recuperado el 15 de mayo de 2015, de <http://elblogdefarina.blogspot.com.es/2010/02/la-ciudad-paseable.html>.
- Feliu, C. (1996). *Patente nº ES 2 070 663*. España.
- Fernandez Iglesias, J. L. (2007). *Blogs.lainformacion.com*. (Cermi) Recuperado el 25 de junio de 2011, de <http://blogs.lainformacion.com/laregladewilliam/2009/10/29/jose-luis-fernandez-iglesias-un-altavoz-para-la-discapacidad/>.
- Fernandez, M. (s.f.). *Ciudades a escala humana*. Obtenido de <http://www.ciudadesaescalahumana.org/>.
- Floorslip. (s.f.). *Floorslip*. Obtenido de <http://www.floorslip.co.uk/slippery-floors-resistance-test.html>.
- Francalacci da Silva, B. (2010). *Tesina. Evaluacion del impacto ambiental de los pavimentos urbanos exteriores*. Barcelona.
- García Saez, R. (2004). *Manual para el uso del adoquín cerámico*. Madrid: Hispalyt-Seccion adoquines.
- GLS, P. p. (s.f.). *www.glsprefabricados.com*. Recuperado el 02 de febrero de 2014, de <http://www.glsprefabricados.com/>.
- Gripsystem. (2008). *GripSystem*. Recuperado el 2008, de [www.gripsystem.es](http://www.gripsystem.es).

- Group, U. s. (s.f.). *UK slip resistance Group*. Obtenido de <http://www.ukslipresistance.org.uk/>.
- Gullen, G. (1974). *El paisaje urbano*. Barcelona: Blume.
- Health and Safety Executive, H. (s.f.). *Health and Safety Executive*, HSE. Recuperado el 05 de mayo de 2015, de <http://www.hse.gov.uk/pUbns/geis2.htm>.
- Hernandez Aja, A., Alguacil Gómez, J., Medina del Río, M., & Moreno Caballero, C. (1997). *La Ciudad de los Ciudadanos*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- Hipalyt. (2008). [www.hispalyt.es](http://www.hispalyt.es). Recuperado el 20 de julio de 2015, de [http://www.hispalyt.es/Uploads/docs/HISPALYT\\_CAT\\_4.pdf](http://www.hispalyt.es/Uploads/docs/HISPALYT_CAT_4.pdf).
- Hisbalit. (s.f.). *Hisbalit*. Recuperado el 2012, de [www.hisbalit.es](http://www.hisbalit.es).
- IBV, I. d. (2003). *Adapsuelo: desarrollo de una gama de pavimentos adaptados a las necesidades de personas con capacidad de deambulación reducida*. Valencia: IBV.
- IECA, I. e. (2009). *Instituto español del cemento y sus aplicaciones IECA*.
- Institute, I. I. (1998). [www.icpi.org](http://www.icpi.org). Recuperado el 2008, de <http://www.icpi.org>.
- Instituto de promoción de la cerámica, I. (s.f.). *Instituto de promoción de la cerámica, IPC*. Recuperado el 2012, de [www.ipc.org.es](http://www.ipc.org.es).
- Instituto de Promoción de la Cerámica, I. (s.f.). *IPC*. Recuperado el 2012, de [www.ipc.org.es](http://www.ipc.org.es).
- International, W. (s.f.). *Wessex laboratories*. Recuperado el 06 de junio de 2015, de [http://wessexlaboratories.com/?page\\_id=336](http://wessexlaboratories.com/?page_id=336)
- Javier, F. (2009). [latinfranciscojavier.blogspot.com.es](http://latinfranciscojavier.blogspot.com.es). Obtenido de <http://latinfranciscojavier.blogspot.com.es/2009/11/las-calzadas-romanas.html>
- Lamiquiz, F., & Pozueta, J. (2013). *La ciudad paseable: recomendaciones para el diseño de modelos urbanos orientados*

*a los modos no motorizados*. Madrid: CEDEX; Centro de publicaciones, Ministerio de Fomento.

- Littlewood, M. (1993). *Diseño Urbano 2. Pavimentos, rampas, escaleras y márgenes. Detalles*. Barcelona: GG.
- LTD, S. s. (s.f.). *Floor Slip test*. Obtenido de <http://www.floorsliptest.co.uk/>.
- Ministerio de Industria, T. y. (2009). *I+D+i pavimentos de hormigón prefabricado: desarrollo de soluciones técnicas orientadas al aseguramiento de la durabilidad de los pavimentos de terrazo en toda su cadena de valor*. Madrid: Ministerio de Industria, Turismo y comercio.
- Ministerio de Sanidad, P. S. (2011). *Programa de prevención de lesiones: Detección de Accidentes Domésticos y de ocio, DADO*. Madrid.
- Montero Lozano, C. (2003). *Manual técnico tecnopavimento MT-03. Tecno terrazo, tecnobaldosa, tecnolosa y tecnoloseta*. Madrid: Asociación tecnológica de fabricantes de losas y baldosas de hormigón.
- Muñoz, A., Silva, G., Dominguez, R., Gilabert, J., López, M., & Segura, M. (2014). *Análisis de la durabilidad de las prestaciones antideslizantes de pavimentos*. Castellón: Qualicer'14.
- Nagata, N., Kageyama, K., Goto, K., & Ishida, H. (1994). *Método de evaluación de lo deslizante de una superficie basado en la percepción humana*. Qualicer. castellón: Qualicer'94.
- ONCE, F. (s.f.). *Fundación ONCE*. Recuperado el 25 de octubre de 2013, de <http://www.fundaciononce.es/es/noticia/fundacion-once-aboga-por-pasar-de-ciudades-inteligentes-ciudades-humanas>
- Ortega Sánchez, N., Rosa Mañez, D., Zamora Álvarez, T., & Pereira Carrillo, I. (2009). ACUSAFE, resbaladicidad de pavimentos de pie descalzo. *Biomecánica* (52).
- Ortega, J. (2007). *La resbaladicidad de los suelos*. Ensayo de deslizamiento. AITIM.
- Ovejero, T., Dueñas, L., & Alcantara, E. (2003). *The required friction coefficient for disabled people*.

- Ovejero, T., Dueñas, L., Durá, J., & Alcantara, E. (s.f.). *The required friction coefficient for disabled people*. Valencia: IBV.
- Pacios Alvarez, A., & Ortiz Marcos, I. (2004). *Determinación de la contribución del suelo a la resbaladidad*. Bilbao: Aeipro.
- Portoles Ibañez, J., Zamora Álvarez, T., & Silva MOreno, G. (2009). *Recubrimientos cerámicos que mejoran la seguridad y el confort en espacios públicos*. CIVIS' AGORA. Castellón: Cerámica y Vidrio.
- Poveda, R. (s.f.). ¿Pueden los pavimentos ayudar a la deambulación de las personas mayores?.
- Puigcerver Palau, S., & Gonzalez, J. (2006). FAL Calzado de Seguridad S.A. desarrolla una gama innovadora de suelas antideslizantes para calzado de seguridad. *Biomecánica* (45).
- Puigcerver, S., & Gonzalez, J. (2006). FAL Calzado de Seguridad S.A. desarrolla una gama innovadora de suelas antideslizantes para calzado de seguridad. (IBV, Ed.) *BioMecánica* 45, 23-25.
- Rama Labrador, F. (s.f.). *Francisco Rama*. Recuperado el 23 de mayo de 2011, de <http://www.franciscorama.com/>.
- Rama Labrador, F. (s.f.). *Francisco Rama*. Recuperado el 23 de mayo de 2011, de [http://www.franciscorama.com/docs/conservacion\\_historia\\_original.pdf](http://www.franciscorama.com/docs/conservacion_historia_original.pdf).
- Roco, V., Fuentes, C., & Valverde, S. (s.f.). *Evaluación de la resistencia al deslizamiento en pavimentos chilenos*.
- RODA, p. (s.f.). [www.prefabricadosroda.com](http://www.prefabricadosroda.com). Recuperado el 20 de mayo de 2015, de <http://www.prefabricadosroda.com/>
- Sanchez Lacuesta, J., Prat Pastor, J., Hoyos Fuentes, J., Viosca Herrero, E., Soler Gracia, C., Comín Clavijo, M., . . . Vera Luna, P. (2005). *Biomecánica de la marcha humana. Normal y patológica*. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Sanchis Requena, E. (2003). Aproximación biomecánica al diseño de calzado para adultos. *Biomecánica* (40).
- Silva, G., Muñoz, A., Feliu, C., Monzo, M., Barbera, J., & Soler, C. (2008). Propuesta de método de Ensayo para la determinación de

la Durabilidad frente al tránsito peatonal de pavimentos. *Institut de Promocio Cerámica*, 13.

- Tecnopavimento. (s.f.). *Construmática*. Recuperado el 15 de enero de 2015, de [http://www.construmatica.com/construpedia/Resistencia\\_de\\_Resbalamiento\\_y\\_Deslizamiento.\\_Tecnopavimento](http://www.construmatica.com/construpedia/Resistencia_de_Resbalamiento_y_Deslizamiento._Tecnopavimento).
- Test, F. S. (s.f.). *Floor Slip Test*. Obtenido de <http://www.floorsliptest.com.au/stadnards-australia-handbook-hb-198-2014/>.
- Unidas, N. (s.f.). *UN*. Recuperado el 20 de mayo de 2013, de <http://www.un.org/spanish/disabilities/>.
- Universidad Politecnica Valencia, U. (03 de febrero de 2009). *www.cpi.upv.es*. Recuperado el 20 de mayo de 2011, de <http://www.cpi.upv.es/webportal>.
- Urbana, P. (s.f.). *PLataforma Urbana*. Recuperado el 03 de junio de 2015, de <http://www.plataformaurbana.cl/>.
- Valencia, I. b. (2003). *Diseño de ayudas técnicas para personas con discapacidad basado en criterios de usabilidad DATUS*. Valencia: IBV.
- Viladot Voegeli, A. (2001). *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. Springer-Verlag Ibérica.
- Villagra Astudillo, H. A. (2010). Intervención a través de la actividad física deportiva en la discapacidad intelectual. *Discapacidad, actividad física y deporte: clave para la calidad de vida*, 195-210.
- Villagra Astudillo, H. A. (2012). Deporte y juegos adaptados en la rehabilitación funcional de las personas con discapacidad. 131-135.
- Vivienda, M. d. (28 de marzo de 2006). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. España: BOE-A-2006-5515.
- Vivienda, M. d. (2010). *Accesibilidad en los espacios públicos urbanizados*. Madrid: Secretaría general técnica. Centro de Publicaciones.
- Zamora Alvarez, T. A. (2012). Tesis doctoral. Análisis biomecánico

y perceptivo de la movilidad peatonal para fijar límites de seguridad y confort en la fricción de pavimentos urbanos. Valencia.

## 14.2. Textos normativos

- AENOR. (2001). UNE- 41500:2001 IN. *Accesibilidad en la edificación y el urbanismo*. Criterios generales de diseño. España.
- AENOR. (2001). UNE 41510:2001. *Accesibilidad en el urbanismo*. España.
- AENOR. (2002). UNE-EN 1344:2002. *Adoquines de arcilla cocida. Especificaciones y métodos de ensayo*. España.
- AENOR. (2004). UNE-EN 14231:2004. *Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia al deslizamiento mediante el péndulo de fricción*. España.
- AENOR. (2007). UNE-CEN/TR 13548:2007 IN. *Reglas generales para el diseño y la instalación de baldosas cerámicas*. España.
- AENOR. (2008). UNE 138001:2008 IN. *Resistencia al desgaste por tránsito peatonal de pavimentos cerámicos. Recomendaciones para la selección en función del uso previsto*. España.
- AENOR. (2009). UNE-EN 13748-2:2005. *Baldosas de terrazo. Parte 2: Baldosas de terrazo para uso exterior*. España.
- AENOR. (2009). UNE-EN 15285:2009. *Piedra aglomerada. Baldosas modulares para suelos (uso interno y externo)*. España.
- AENOR. (2012). UNE-EN 1338:2004. *Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo*. España.
- AENOR. (2012). UNE-EN 1339:2004. *Baldosas de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo*. España.
- AENOR. (2013). UNE-EN 1341:2013. *Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo*. España.
- AENOR. (2013). UNE-EN 1342:2013. *Adoquines de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo*. España.

- AENOR. (2013). UNE-EN 14411:2013. *Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características, evaluación de la conformidad y marcado*. España.
- AENOR. (2013). UNE-EN 15286:2013. *Piedra aglomerada. Losas y baldosas para acabados de pared (interiores y exteriores)*. España.
- AENOR. (2015). UNE 170001-1:2007. *Accesibilidad universal. Parte 1: Criterios DALCO para facilitar la accesibilidad al entorno*. España.
- AENOR. (2015). UNE 170001-2:2007. *Accesibilidad universal. Parte 2: Sistema de gestión de la accesibilidad*. España.
- Decreto 13/2007, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Desarrollo en Materia de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas. (B.O.C.M. de 24-4-07). (s.f.).
- Decreto 135/1995, de 24 de marzo, de desarrollo de la Ley 20/1991, de 25 de noviembre, de promoción de la accesibilidad y de supresión de barreras arquitectónicas, y de aprobación del Código de accesibilidad. (D.O.G.C. de 28-4-95). Nota: Modificado por . (s.f.).
- Decreto 138/1998, de 23 de julio, por el que se modifican determinadas especificaciones técnicas de la Ley 8/1993, de 22 de junio, de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas. (B.O.C.M. de 30-7-98). (s.f.).
- Decreto 158/1997, de 2 de diciembre, del Código de Accesibilidad en Castilla-La Mancha. (D.O.C.M. de 5-12-97). Corrección de errores en D.O.C.M. de 20-2-98. (s.f.).
- Decreto 19/1999, de 9 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas, de Transportes y de la Comunicación. (B.O.A. de 15-3-99). (s.f.).
- Decreto 19/2000, de 28 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Accesibilidad en relación con las Barreras Urbanísticas y Arquitectónicas, en desarrollo de la Ley 5/1994, de 19 de julio. (B.O.L.R. de 3-6-00). (s.f.).

- Decreto 20/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Supresión de Barreras Arquitectónicas. (B.O.I.B. de 18-3-03). (s.f.).
- Decreto 217/2001, de 30 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Accesibilidad y Supresión de Barreras. (B.O.C.y L. de 4-9-01). (s.f.).
- Decreto 227/1997, de 18 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 8/1995, de 6 de abril, de accesibilidad y supresión de barreras físicas y de la comunicación. (B.O.C.A.C. de 21-11-97). Nota: Modificado por el Decreto 148/2001, de 9 d. (s.f.).
- Decreto 286/1992, de 8 de octubre (Consejería de la Presidencia y administración Pública), de accesibilidad y Eliminación de barreras (D.O.G. de 21 de octubre de 1992). (s.f.).
- Decreto 293/2009, de 7 de julio, por el que se regulan las normas para la accesibilidad en las infraestructuras, el urbanismo, la edificación y el transporte en la comunidad autónoma de Andalucía. (s.f.).
- Decreto 35/2000, de 28 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo y ejecución de la Ley de accesibilidad y supresión de barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia. (D.O.G. de 29-2-00). (s.f.).
- Decreto 37/2003. de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 5/1995, en los ámbitos arquitectónico y urbanístico. (B.O.P.A. de 11-6-03). (s.f.).
- Decreto 39/2004, de 5 de marzo, por el que se desarrolla la Ley 1/1998, de 5 de mayo, en materia de accesibilidad en la edificación de pública concurrencia y en el medio urbano. (D.O.G.V. de 10-3-04). (s.f.).
- Decreto 61/1990, de 6 de julio, sobre evitación y supresión de barreras arquitectónicas y urbanísticas en Cantabria. (B.O.C. de 29-11-90). (s.f.).
- Decreto 68/2000, de 11 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas sobre condiciones de accesibilidad de los entornos urbanos, espacios públicos, edificaciones y sistemas de información y comunicación. (s.f.).

- Decreto 72/1992, de 5 de mayo, por el que se aprueban las normas técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte en Andalucía. (B.O.J.A. de 23-5-92). (s.f.).
- Decreto 8/2003, de 28 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Promoción de la Accesibilidad en Extremadura. (D.O.E. de 20-3-03). (s.f.).
- Decreto Foral 154/1989, de 29 de junio, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y aplicación de la Ley Foral 4/1988, de 11 de julio, sobre barreras físicas y sensoriales. (B.O.N. de 21-7-89). (s.f.).
- Ley 1/1994, de 24 de mayo, de Accesibilidad y Eliminación de Barreras en Castilla-La Mancha. (D.O.C.M. de 24-6-94). (s.f.).
- Ley 1/1998, de 5 de mayo, de Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas y de la Comunicación. (D.O.G.V. de 7-5-98). (s.f.).
- Ley 13/1982, de 7 de abril, de integración social de los minusválidos (LISMI). (s.f.).
- Ley 20/1991, de 25 de noviembre, de promoción de la accesibilidad y de supresión de barreras arquitectónicas. (D.O.G.C. de 4-12-91). (s.f.).
- Ley 20/1997, de 4 de diciembre, para la Promoción de la Accesibilidad. (B.O.P.V. de 24-12-97). (s.f.).
- Ley 3/1993, de 4 de mayo, para la mejora de la accesibilidad y de la supresión de las barreras arquitectónicas. (B.O.C.A.I.B. de 20-5-93). (s.f.).
- Ley 3/1997, de 7 de abril, de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas, de Transportes y de la Comunicación. (B.O.A. de 18-4-97). (s.f.).
- Ley 3/1998, de 24 de junio, de Accesibilidad y Supresión de Barreras. (B.O.C.y L. de 1-7-98). Nota: Modificada por la Ley 11/2000, de 28 de diciembre. (B.O.C.y L. de 30-12-00). (s.f.).
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE). (s.f.).

- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE). (s.f.).
- Ley 39/2006, de 14 de diciembre, de Promoción de la Autonomía Personal y Atención a las personas en situación de dependencia. (s.f.).
- Ley 49/2007, de 26 de diciembre, por la que se establece el régimen de infracciones y sanciones en materia de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad. (s.f.).
- Ley 5/1994, de 19 de julio, de supresión de barreras arquitectónicas y promoción de la accesibilidad. (B.O.L.R. de 23-7-94). (s.f.).
- Ley 5/1995, de 6 de abril, de promoción de la accesibilidad y supresión de barreras. (B.O.P.A. de 19-4-95). (s.f.).
- Ley 8/1993, de 22 junio, de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas. (B.O.C.M. de 29-6-93). (s.f.).
- Ley 8/1995, de 6 de abril, de Accesibilidad y Supresión de Barreras Físicas y de la Comunicación. (B.O.C.A.C. de 24-4-95). (s.f.).
- Ley 8/1997, de 18 de junio, de Promoción de la Accesibilidad en Extremadura. (D.O.E. de 3-7-97). Nota: Modificada por la Ley 6/2002, de 27 de junio. (D.O.E. de 23-7-02). (s.f.).
- Ley 8/1997, de 20 de agosto, de accesibilidad y supresión de barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia. (D.O.G. de 29-8-97). (s.f.).
- Ley de Cantabria 3/1996, de 24 de septiembre, sobre Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas y de la Comunicación. (B.O.C. de 2-10-96). (s.f.).
- Ley Foral 4/1988, de 11 de julio, sobre barreras físicas y sensoriales. (B.O.N. DE 15-7-88). (s.f.).
- Orden de 15 de octubre de 1991, de la Consejería de Política Territorial, Obras Públicas y Medio Ambiente, sobre accesibilidad en espacios públicos y edificación. (B.O.R.M. de 11-11-91). (s.f.).

- Orden de 5 de septiembre de 1996, por la que se aprueba el modelo de ficha para la justificación del cumplimiento del Decreto 72/1992, de 5 de mayo, de la Consejería de la Presidencia de la Junta de Andalucía. (B.O.J.A. de 26-9-96). (s.f.).
- Orden de 9 de junio de 2004, por la que se desarrolla el Decreto 39/2004, de 5 de marzo, en materia de accesibilidad al medio urbano. (D.O.G.V. de 24-6-04). (s.f.).
- Orden PRE/446/2008, de 20 de febrero, por la que se determinan las especificaciones y características técnicas de las condiciones y criterios de accesibilidad y no discriminación establecidos en el Real Decreto 366/2007, de 16 de marzo. (s.f.).
- Ordenanza de 31 de marzo de 2003 para la accesibilidad y la eliminación de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas, del Transporte y de la Comunicación. (B.O.C.C. de 10-7-03). (s.f.).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. España: BOE-A-2006-5515.
- Real Decreto 1417/2006, de 1 de diciembre, por el que se establece el sistema arbitral para la resolución de quejas y reclamaciones en materia de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad por razón de discapacidad. (s.f.).
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación (CTE), de 17 de marzo de 2006, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad. (s.f.).
- Real Decreto 366/2007, de 16 de marzo, por el que se establecen las condiciones de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad en sus relaciones con la Administración General del Estado. (s.f.).
- Real Decreto 505/2007, de 20 de abril, por el que se aprueban las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones. (s.f.).





## 15. Índice de tablas y figuras

### 15.1. Índice de tablas

|  |     |
|--|-----|
| TABLA 1: Distribución modal porcentaje varios países. Fuente: Proyecto Europeo E-Cosmos. Elaboración propia.....   | 19  |
| TABLA 2: Evolución del mecanismo del accidente. Fuente: D.A.D.O. 2011. Elaboración propia.....                     | 45  |
| TABLA 3: Evolución del mecanismo del accidente, de 1999 hasta 2011. Fuente: D.A.D.O. 2011.....                     | 46  |
| TABLA 4: Evolución del mecanismo del accidente, de 1999 hasta 2011. Fuente: D.A.D.O. 2011. Elaboración propia..... | 46  |
| TABLA 5: Incidencia de los accidentes según edad. Comparativo 2007-2011.....                                       | 47  |
| TABLA 6 CUADRO COMPARATIVO RESUMEN NORMATIVA ESTATAL Y AUTONÓMICA.....   | 97  |
| TABLA 7: Clasificación de suelos según su resbaladidad. Tabla 1.1 del CTE Elaboración propia.....                  | 105 |

|   |     |
|---|-----|
| TABLA 8: Clase de suelo en función del riesgo de resbalamiento. Elaboración propia.....   | 106 |
| TABLA 9: Suelos que se consideran seguros, según DA DB-SUA/3 del CTE. Elaboración propia.....   | 110 |
| TABLA 10: Listado Comités Españoles de normalización. Fuente: AENOR. Elaboración propia.....  | 119 |
| TABLA 11: Relación comités técnicos de normalización españoles y normas técnicas desarrolladas. Elaboración propia.....   | 121 |
| TABLA 12: relación Normas según requisitos. Elaboración propia.....   | 161 |
| TABLA 13: Clasificación de suelos según su resbaladidad. Tabla 1.1 del CTE Elaboración propia.....  | 220 |
| TABLA 14: Clase de suelo en función del riesgo de resbalamiento. Elaboración propia.....  | 221 |
| TABLA 15: Clasificación según método rampa pies descalzo. Fuente: elaboración propia desde DIN 51097 y GUV-I 8527.....  | 224 |
| TABLA 16: Valores del ángulo de inclinación y clasificación. Fuente: norma DIN 51130. Elaboración propia.....   | 225 |
| TABLA 17: Zonas de riesgo vinculadas con el uso normal. Fuente: norma DIN 51130. Elaboración propia.....  | 226 |
| TABLA 18: Valores recomendados coeficiente de fricción según método Tortus. Fuente: <a href="http://www.gripsystem.es">www.gripsystem.es</a> . Elaboración propia.. | 229 |
| TABLA 19: Clasificación según método rampa pies descalzo. Fuente: elaboración propia desde DIN 51097 y GUV-I 8527.....  | 234 |
| TABLA 20: Cuadro comparativo métodos de ensayo Elaboración propia.....  | 236 |
| TABLA 21: Análisis características deslizamiento y abrasión por material Según fichas fabricantes.....  | 253 |

## 15.2. Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1: Fragmento imagen calle transitada de una ciudad europea. Fuente: <a href="http://www.paisajetransversal.org">www.paisajetransversal.org</a> .....  | 18 |
| FIGURA 2: Fragmento de mapa abstracto de Londres de Jazzberry Blue.....  | 20 |
| FIGURA 3: Fragmento Portada Mesa redonda “la ciudad del paseante” de Fundación Santander creativa.....   | 21 |
| FIGURA 4: Ficha pavimentos incluida en el Plan Especial de Actuación para la Accesibilidad de Lorca, año 2003. Fuente: <a href="http://www.urbanismo.lorca.es/lorcaAccesible.asp">http://www.urbanismo.lorca.es/lorcaAccesible.asp</a> ..... | 22 |
| FIGURA 5: Pirámide población española a largo plano. Fuente INE 2014.....  | 27 |
| FIGURA 6: fragmento imagen Honfleur, Francia. Fuente: <a href="http://www.plataformaurbana.cl">www.plataformaurbana.cl</a> by Franekn).....  | 27 |
| FIGURA 7: Fragmento imagen Copenhague, Dinamarca. SvR Design Co <a href="http://www.plataformaurbana.cl">www.plataformaurbana.cl</a> .....   | 32 |
| FIGURA 8: Fragmento imagen Propuesta de PPS para Times Square de Nueva York. (fuente: <a href="http://paisajetransversal.org">http://paisajetransversal.org</a> ).....   | 36 |
| FIGURA 9: Fragmento imagen de la exposición “Ando, luego existo”. Gráfica peatonal. La casa encendida. Le Mouvement, Etienne-Jules Marey, 1886, cronofotografía.....   | 38 |
| FIGURA 10: Ciclo de la marcha.....   | 42 |
| FIGURA 11: Cadena de acontecimientos que suceden en la mayoría de caídas por resbalón en el mismo nivel, Chiu y Robinovitch (1998).....  | 42 |
| FIGURA 12: Cuadro comparativo normativa autonómica. Referencia pavimento. Fuente. Análisis comparado de las normas autonómicas y estatal de accesibilidad, 2005 .....  | 50 |
| FIGURA 13. Ensayo péndulo en pavimento exterior. Fuente: <a href="http://www.floorsliptest.com.au">www.floorsliptest.com.au</a> .....  | 52 |
| FIGURA 14: Registro de movimientos del pie mediante el equipo Kinescan IBV. Fuente: <a href="#">cuaderno_biomecanica_indumentaria%20(1).pdf</a> .....  | 53 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 15: Cuadro comparado de normativa internacional. Parámetro pavimento. Fuente: Accesibilidad en los espacios públicos urbanizados. Artículo de Reyes Torres, Rafael y Viéitez Vivas, Ana Maria. 2010.....           | 56  |
| FIGURA 16: Cuadro comparado Normativa internacional. Parámetro Itinerarios peatonales. Fuente: Accesibilidad en los espacios públicos urbanizados. Artículo de Reyes Torres, Rafael y Viéitez Vivas, Ana Maria. 2010..... | 57  |
| FIGURA 17: Ensayo del Péndulo. Fuente: <a href="http://www.laboratorioderesbaladicidad.com">www.laboratorioderesbaladicidad.com</a> .....   | 58  |
| FIGURA 18: Ensayo de rampa pies mojados.....  | 60  |
| FIGURA 19: Ensayo de rampa pies mojados.....  | 60  |
| FIGURA 20: Ensayo de rampa pies mojados.....  | 60  |
| FIGURA 21: Método de ensayo del péndulo.....  | 61  |
| FIGURA 22: Método de ensayo del péndulo.....  | 61  |
| FIGURA 23: Método de ensayo del péndulo.....  | 62  |
| FIGURA 24: Método de ensayo del péndulo.....  | 62  |
| FIGURA 25: Ensayo BOT-3000E.....  | 64  |
| FIGURA 26: Ensayo BOT-3000E.....  | 64  |
| FIGURA 27: Estructura de órganos de trabajo CEN. Fuente: <a href="http://www.anaipnorma.es">www.anaipnorma.es</a> .....   | 117 |
| FIGURA 28: Esquema participación en los Comités Técnicos de Normalización. Fuente: <a href="http://www.anaipnormas.es">www.anaipnormas.es</a> . Completado esquema con cuadros. Elaboración propia.....                   | 118 |
| FIGURA 29: Codificación de una norma. Fuente: <a href="http://www.anaipnormas.es">www.anaipnormas.es</a> .....  | 119 |
| FIGURA 30: Mercado CE. Fuente: <a href="http://www.marcado-ce.com">www.marcado-ce.com</a> .....   | 151 |
| FIGURA 31: Descripción sistema de evaluación y verificación. Mercado CE.....  | 152 |
| FIGURA 32: Ejemplo de Mercado CE.....   | 153 |

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 33: Ejemplo de información del mercado CE en un embalaje de baldosas de piedra natural. Según Norma UNE-EN 1341:2012. Fuente: Aenor.....          | 154 |
| FIGURA 34: Ejemplo de información del mercado CE en un embalaje de adoquín de piedra natural. Según Norma UNE-EN 1342:2012. Fuente: AENOR.....           | 155 |
| FIGURA 35: Ejemplo de información del mercado CE en un embalaje de adoquín de prefabricado de hormigón. Según Norma UNE-EN 1338:2003. Fuente: AENOR..... | 156 |
| FIGURA 36: Ejemplo de información del mercado CE en un embalaje de baldosa de prefabricado de hormigón. Según Norma UNE-EN 1339:2003. Fuente: AENOR..... | 156 |
| FIGURA 37: Ejemplo de información del mercado CE en un embalaje de baldosa de terrazo. Según Norma UNE-EN 13748-2:2004. Fuente: AENOR.....               | 157 |
| FIGURA 38: Ejemplo de información del mercado CE en un embalaje de baldosas de piedra aglomerada. Según Norma UNE-EN 15285:2008. Fuente: AENOR.....      | 158 |
| FIGURA 39: Ejemplo de información del mercado CE en un embalaje de adoquines de arcilla cocida. Según Norma UNE-EN 1344:2013. Fuente: AENOR.....         | 159 |
| FIGURA 40: Ejemplo de información del mercado CE en un embalaje de baldosas cerámicas. Según Norma UNE-EN 14411:2012. Fuente: AENOR.....                 | 160 |
| FIGURA 41: Clasificación de los elementos de la vía pública. Fuente: Instrucción de Vía Pública. Ayuntamiento de Madrid. Ficha 2.....                    | 169 |
| FIGURA 42: Sección pavimentación flexible.....   | 170 |
| FIGURA 43: Acabados pavimentación flexible. Fuente: Recomendaciones de uso y conservación del adoquín de Malpesa.....                                    | 170 |
| FIGURA 44: Grabado en piedra de Bedolina, Val Caminica. Fuente: <a href="http://commons.wikimedia.org">http://commons.wikimedia.org</a> .....            | 176 |
| FIGURA 45: Petroglifo, Bedolina, Val Camonica. Datado entre 1.200 y 700 a.C. Fuente: <a href="http://www.rgc.cat">www.rgc.cat</a> .....                  | 176 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 46: Calzada romana, tramo Mombeltrán. Fuente: <a href="http://www.mombletrán.es">www.mombletrán.es</a> Imagen Chema Mancebo.....                     | 178 |
| FIGURA 47. Avenida de las esfinges, templo, Luxor, Egipto. Fuente: <a href="http://www.panoramico.com">www.panoramico.com</a> . Imagen Miguel Carrasco..... | 178 |
| FIGURA 48: Vía Apia, Roma. Año 312 a.C.....   | 179 |
| FIGURA 49: Calzada romana Sagunto, Valencia. Fuente: <a href="http://www.corobates.blogspot.com.es">www.corobates.blogspot.com.es</a> .....                 | 179 |
| FIGURA 50: Empedrado ciudad medieval Montañana, Huesca. Fuente: <a href="http://www.arteguias.com">www.arteguias.com</a> .....                              | 179 |
| FIGURA 51: Calle empedrada Sigüenza, Guadalajara.....   | 179 |
| FIGURA 52: Calle medieval.....  | 180 |
| FIGURA 53: Estación St Lázaro, Paris, 1837. Fuente: <a href="http://www.aloj.us.es">www.aloj.us.es</a> .....  | 180 |
| FIGURA 54: Pavimento Adoquines sXVIII. Fuente: Historia de los pavimentos urbanos. Artículo Francisco Rama Labrador.....                                    | 181 |
| FIGURA 55: Pavimentos s XIX. Fuente: Historia de los pavimentos urbanos. Artículo Francisco Rama Labrador.....  | 181 |
| FIGURA 56: Plaza Postdamer, Berlín. 1903.....   | 182 |
| FIGURA 57: Plaza Potsdamer, Berlín. 1932.....   | 182 |
| FIGURA 58: barrio de Palomeras, Madrid 1950. Fuente: <a href="http://e-ducativa.catedu.es">e-ducativa.catedu.es</a> .....                                   | 183 |
| FIGURA 59: Vista Torres de Madrid.....  | 183 |
| FIGURA 60: Calle Seattle, EE.UU.....  | 184 |
| FIGURA 61: Calle Londres, Reino Unido. Fuente: <a href="http://www.plataformaurbana.cl">www.plataformaurbana.cl</a> by Nacto.....                           | 184 |
| FIGURA 62: Plaza Mayor de Madrid. Adoquín piedra natural. Fuente: <a href="http://www.re-moto.com">www.re-moto.com</a> .....                                | 189 |
| FIGURA 63: Plaza Mayor de Cáceres. Baldosa piedra natural. Fuente: <a href="http://www.artmarketing.es">www.artmarketing.es</a> .....                       | 189 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 64: Pavimento adoquín cizallado. Fuente: <a href="http://www.olnasa.com">www.olnasa.com</a> .....                                  | 189 |
| FIGURA 65. Pavimento losa flameado.....   | 189 |
| FIGURA 66: Plaza Jacinto Benavente. Adoquinado. Fuente: <a href="http://www.piedranatural.com">www.piedranatural.com</a> .....            | 190 |
| FIGURA 67: Barrio de las Letras. Baldosa pizarra Fuente: <a href="http://www.piedranatural.com">www.piedranatural.com</a> .....           | 190 |
| FIGURA 68: Tratamiento Pulido.....  | 191 |
| FIGURA 69. Tratamiento Apomazado.....   | 191 |
| FIGURA 70: Tratamiento Abujardado.....  | 192 |
| FIGURA 71. Tratamiento Serrado.....   | 192 |
| FIGURA 72: Tratamiento Cizallado/corte natural.....   | 192 |
| FIGURA 73: Tratamiento Flameado.....  | 192 |
| FIGURA 74: Plaza Pueblosol, Benalmadena. Baldosa cerámica CIVIS AGORA.....  | 193 |
| FIGURA 75: Plaza Maestrazgo, Castellón.....   | 193 |
| FIGURA 76: Calle en Segura, Guipúzcoa. Adoquín prefabricado de hormigón. Fuente: <a href="http://www.pvt.es">www.pvt.es</a> .....         | 194 |
| FIGURA 77: Calle en Reinosa, Cantabria. Losa prefabricada hormigón. Fuente: <a href="http://www.pvt.es">www.pvt.es</a> .....              | 194 |
| FIGURA 78: Variedad de terrazo por el color de la capa de huella. Fuente: <a href="http://www.ipc.org.es">www.ipc.org.es</a> .....        | 195 |
| FIGURA 79: Variedad del terrazo por el tamaño del grano. Fuente: <a href="http://www.ipc.org.es">www.ipc.org.es</a> .....                 | 195 |
| FIGURA 80: Variedad de terrazo por textura/relieve de su cara vista. Fuente: <a href="http://www.ipc.org.es">www.ipc.org.es</a> .....     | 195 |
| FIGURA 81: Pavimento terrazo relieve.....   | 196 |
| FIGURA 82: Pavimento terrazo canto o china lavada. Fuente: <a href="http://www.prefabricatslomar.com">www.prefabricatslomar.com</a> ..... | 196 |

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 83: Pavimento terrazo liso.....   | 197 |
| FIGURA 84: Pavimento terrazo granallado. Fuente:<br>www.terratzosgraus.com.....  | 197 |
| FIGURA 85: Acabados de piedra aglomerada. Fuente:<br>www.ipc.org.es.....   | 198 |
| FIGURA 86: Calle en La Coruña. Adoquín prefabricado hormigón.<br>Fuente: www.eiros.es.....   | 199 |
| FIGURA 87: Parque de la Alamedilla, Salamanca. Adoquín<br>prefabricado hormigón, varios colores.....                               | 199 |
| FIGURA 88: Parque de la Alamedilla, Salamanca. Adoquín y baldosa<br>prefabricado hormigón, varios colores. Fuente: www.pvt.es..... | 199 |
| FIGURA 89: Calle en Camargo, Cantabria. Baldosa prefabricado<br>hormigón, varios colores.....                                      | 199 |
| FIGURA 90: Itinerario peatonal baldosa hidráulica en Lugo. Fuente:<br>www.eiros.es.....  | 200 |
| FIGURA 91: Calle de Barcelona. Baldosa hidráulica. Fuente:<br>www.escofet.es.....  | 200 |
| FIGURA 92: Loseta hidráulica.....  | 200 |
| FIGURA 93: Baldosa hidráulica acanaladura. Fuente:<br>www.prefabricadosponce.es.....   | 200 |
| FIGURA 94: Plaza pública en Bailén.....  | 201 |
| FIGURA 95: Plaza Ayuntamiento de Linares.....  | 201 |
| FIGURA 96: Plaza pública en Bailén. Fuente: www.malpesa.es.....  | 202 |
| FIGURA 97: Plaza Ayuntamiento de Linares. Fuente:<br>www.malpesa.es.....   | 202 |
| FIGURA 98: Pavimento desgastado en Rentería. Fuente:<br>www.argitalpen.ararteko.net.....   | 208 |
| FIGURA 99: Plaza con pavimento desgastado.<br>www.espormadrid.com.....   | 208 |

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 100: Esquema ensayo desgaste pavimentos. Fuente: Norma UNE-EN 14157:2004.....   | 208 |
| FIGURA 101: Calle ciudad en Rusia.....   | 210 |
| FIGURA 102: Murallas de Ávila.....   | 210 |
| FIGURA 103: Esquema ciclos de hielo-deshielo. Fuente: Artículo Ana Bernabéu. Utilización de rocas como pavimentos, 2011.....                           | 211 |
| FIGURA 104: Pavimento combinado con zona verde. Fuente: <a href="http://www.drenajeyurbanosostenible.org">www.drenajeyurbanosostenible.org</a> .....   | 212 |
| FIGURA 105: Pavimento en contacto con agua. Fuente: <a href="http://www.Hidrocreto.com">www.Hidrocreto.com</a> .....                                   | 212 |
| FIGURA 106: Paseo marítimo de Fuengirola. Pavimento prefabricado hormigón.....   | 213 |
| FIGURA 107: Paseo Puerto de Cartagena. Pavimento de piedra....   | 213 |
| FIGURA 108: Registro de movimientos del pie mediante el equipo Kinescan IBV. Fuente: <a href="#">cuaderno_biomecanica_indumentaria%20(1).pdf</a> ..... | 214 |
| FIGURA 109: Medida del coeficiente de rozamiento. Fuente: <a href="http://www.sc.ehu.es">www.sc.ehu.es</a> .....                                       | 215 |
| FIGURA 110. Ensayo péndulo en pavimento exterior.....  | 218 |
| FIGURA 111: Ensayo péndulo en pavimento exterior.....  | 218 |
| FIGURA 112: Método del péndulo. Obtención valores.....   | 219 |
| FIGURA 113: Equipo de ensayo del péndulo de fricción. Fuente: Norma UNE-ENV 12633:2003.....  | 219 |
| FIGURA 114. Ensayo de rampa pies mojados.....  | 223 |
| FIGURA 115: Ensayo de rampa pies mojados.....  | 223 |
| FIGURA 116. Ensayo de rampa pies mojados.....  | 223 |
| FIGURA 117: Ensayo rampa pies descalzos. Contaminante agua y jabón.....  | 224 |
| FIGURA 118: Ensayo Rampa pies calzados.....  | 224 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 119: Ensayo rampa pies calzados.....   | 226 |
| FIGURA 120: aplicación contaminante aceite en calzado.....  | 226 |
| FIGURA 121: Calzado homologado España.....  | 226 |
| FIGURA 122: Calzado homologado Australia.....   | 226 |
| FIGURA 123: Aparato ensayo ASTM-C 1028. Fuente:<br>www.systemanet.it.....                             | 227 |
| FIGURA 124: : Aparato ensayo BOT-3000e. Fuente:<br>www.laboratorioderesbaladicidad.com.....           | 227 |
| FIGURA 125: Aparato TORTUS. Fuente:<br>www.laboratorioderesbaladicidad.es.....                        | 229 |
| FIGURA 126: Aparato Brungraber Mark II.....   | 231 |
| FIGURA 127: Aparato English XL.....   | 231 |
| FIGURA 128: Aparato medida COFs. Dinamómetro. Fuente:<br>www.antislip.org.....                        | 231 |
| FIGURA 129: Aparato medida COFs. Dinamómetro fuente:<br>www.laboratorioderesbaladicidad.es.....       | 231 |
| FIGURA 130: Clasificación necesaria según localización de la<br>superficie. Norma UNE-EN 13451-1..... | 234 |
| FIGURA 131: Resultados de los ensayos por ambos métodos. Fuente:<br>proyecto ACUSAFE.....             | 235 |
| FIGURA 132: Baldosa piedra natural gris Robledo granito. Fuente:<br>www.grupinex.com.....             | 247 |
| FIGURA 133: Adoquín piedra natural granito.....   | 247 |
| FIGURA 134: Baldosa piedra natural. Fuente:<br>www.naturpiedra.com .....                              | 247 |
| FIGURA 135: Baldosa piedra natural pizarra. Fuente:<br>www.naturpiedra.com.....                       | 247 |
| FIGURA 136: Baldosa piedra natural cuarcita. Fuente:<br>wwwnaturpiedra.com.....                       | 247 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 137: Adoquín piedra natural. Fuente:<br>www.naturpiedra.com.....                 | 247 |
| FIGURA 138: Baldosa cerámica. Fuente: www.tauceramica.com...                            | 248 |
| FIGURA 139: Baldosa cerámica. Fuente: www.tauceramica.com...                            | 248 |
| FIGURA 140: baldosa hidráulica hormigón.....  | 248 |
| FIGURA 141: Baldosa hidráulica hormigón.....  | 248 |
| FIGURA 142: Baldosa hormigón prefabricado. Fuente:<br>www.pvt.es.....                   | 248 |
| FIGURA 143: Adoquín hormigón prefabricado. Fuente:<br>www.pvt.es.....                   | 248 |
| FIGURA 144: Adoquín prefabricado de hormigón. Fuente:<br>www.prefabricadosroda.com..... | 249 |
| FIGURA 145: Adoquín prefabricado de hormigón. Fuente:<br>www.prefabricadosroda.com..... | 249 |
| FIGURA 146: Losa prefabricada de hormigón. Fuente:<br>www.prefabricadosroda.com.....    | 249 |
| FIGURA 147: Losa prefabricada de hormigón. Fuente:<br>www.prefabricadosroda.com.....    | 249 |
| FIGURA 148: Adoquín cerámico Klinker.....   | 249 |
| FIGURA 149: Adoquín cerámico.....   | 249 |
| FIGURA 150: Adoquín cerámico. Fuente:<br>www.ceramica-lapaloma.es.....                  | 250 |
| FIGURA 151: Adoquín cerámico. Fuente:<br>www.ceramica-lapaloma.es.....                  | 250 |
| FIGURA 152: Terrazo pulido relieve.....   | 250 |
| FIGURA 153: Terrazo pulido relieve. Fuente:<br>www.terrazosatlantico.com.....           | 250 |
| FIGURA 154: Terrazo pulido relieve. Ficha 24.....                                       | 251 |
| FIGURA 155: Terrazo pulido relieve Ficha 24. Fuente:<br>www.terrazosatlantico.com.....  | 251 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 156: Baldosa hidráulica Escofet. Ficha 15.....   | 252 |
| FIGURA 157: Baldosa hidráulica Escofet. Ficha.....  | 252 |
| FIGURA 158: Ciclo de la marcha humana. Fuente: <a href="http://www.ibv.org">www.ibv.org</a> ....  | 262 |
| FIGURA 159: Cadena de acontecimientos que suceden en la mayoría de caídas por resbalón en el mismo nivel, Chiu y Robinovitch (1998). Fuente: Zamora Álvarez, Tomás. 2012..... | 263 |
| FIGURA 160: Plaza Mayor Valladolid. Fuente propia.....  | 264 |
| FIGURA 161: Plaza Mayor Valladolid. Fuente propia.....  | 264 |
| FIGURA 162: Trayectoria durante la fase de apoyo puntera y puntera. Fuente: <a href="http://www.mdpi.com">www.mdpi.com</a> .....  | 265 |
| FIGURA 163: Calle peatonal Valladolid. Fuente propia.....   | 266 |
| FIGURA 164: Calle peatonal Madrid. Fuente propia.....   | 266 |
| FIGURA 165: Personas con andador y bastón. Fuente: <a href="http://Acceplan.wordpress.com">Acceplan.wordpress.com</a> .....   | 267 |
| FIGURA 166: Persona con bastón.....   | 267 |
| FIGURA 167: Cuadro fricción en la marcha humana. Fuente: <a href="http://www.ibv.org">www.ibv.org</a> .....   | 268 |
| FIGURA 168: Medida del coeficiente de rozamiento. Fuente: <a href="http://www.sc.ehu.es">www.sc.ehu.es</a> .....  | 269 |
| FIGURA 169: Modelo 4 niveles. Fuente; Zamora Álvarez, Tomás (tesis), 2012.....  | 271 |
| FIGURA 170: Tramo de acera en calle peatonal de Tres Cantos. Fuente propia.....   | 272 |
| FIGURA 171: Tramo de acera en calle peatonal de Tres Cantos. Fuente propia.....   | 272 |
| FIGURA 172: Colegio de Arquitectos de Madrid. Fuente propia.....  | 272 |
| FIGURA 173: Colegio de Arquitectos de Madrid. Fuente propia....   | 272 |
| FIGURA 174: Acceso Plaza Ayuntamiento San Sebastián de los Reyes. Piedra Natural. Fuente propia.....  | 273 |

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 175: Acceso Plaza Ayuntamiento San Sebastián de los Reyes. Piedra Natural Fuente propia.....          | 273 |
| FIGURA 176: Acceso calle peatonal Universidad Autónoma de Madrid. China lavada "in situ". Fuente propia..... | 274 |
| FIGURA 177: Acceso calle peatonal Universidad Autónoma de Madrid. China lavada "in situ". Fuente propia..... | 274 |
| FIGURA 178: plataforma mixta peatonal+vehículo. Bordeaux, Francia. Fuente propia.....                        | 275 |
| FIGURA 179: plataforma mixta peatonal+vehículo. Bordeaux, Francia. Fuente propia.....                        | 275 |
| FIGURA 180: plataforma mixta. Bordeaux, Francia. Fuente propia.....  | 275 |
| FIGURA 181: Plataforma mixta peatonal+vehículo. Bordeaux, Francia. Fuente propia.....                        | 275 |
| FIGURA 182: Calle mixta peatonal. Bordeaux, Francia. Fuente propia.....                                      | 276 |
| FIGURA 183: Plaza peatonal. Bordeaux, Francia. Fuente propia....   | 276 |
| FIGURA 184: Tramo acera calle en Olot, Gerona. Fuente propia...276   |     |
| FIGURA 185: Tramo acera calle en Olot, Gerona. Fuente propia...276   |     |
| FIGURA 186: Tramo acera calle en Olot, Gerona. Fuente propia...277   |     |
| FIGURA 187: Tramo acera calle en Olot, Gerona. Fuente propia...277   |     |
| FIGURA 188: Tramo acera calle en Olot, Gerona. Fuente propia...277   |     |
| FIGURA 189: Tramo acera calle en Olot, Gerona. Fuente propia...277   |     |
| FIGURA 190: Tramo acera calle en Olot, Gerona. Fuente propia...278   |     |
| FIGURA 191: Acceso calle peatonal Plaza Mayor de Madrid. Fuente propia.....                                  | 278 |
| FIGURA 192: Acceso calle peatonal Plaza Mayor de Madrid. Fuente propia.....                                  | 278 |
| FIGURA 193: Acceso calle peatonal Plaza Mayor de Madrid. Fuente propia.....                                  | 278 |

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos

FIGURA 194: Tramo acera calle de Madrid. Fuente propia.....279

FIGURA 195: Tramo acera calle de Madrid. Fuente propia.....279





## 16. Anexos

### 16.1. Fichas técnicas de producto

|  |     |
|--|-----|
| FICHA 1: PIEDRA NATURAL. ADOQUÍN ABUJARDADO. FABRICANTE GRUPINEX.....                              | 326 |
| FICHA 2: PIEDRA NATURAL. ADOQUÍN ASERRADO. FABRICANTE GRUPINEX.....                                | 327 |
| FICHA 3: PIEDRA NATURAL. ADOQUÍN FLAMEADO. FABRICANTE GRUPINEX.....                                | 328 |
| FICHA 4: PIEDRA NATURAL.ADOQUÍN RÚSTICO. FABRICANTE GRUPINEX.....                                  | 329 |
| FICHA 5: PIEDRA NATURAL. ADOQUÍN PÚLIDO. FABRICANTE GRUPINEX.....                                  | 330 |
| FICHA 6: PIEDRA NATURAL. BALDOSA DE PIZARRA SERRADA NATURAL FABRICANTE J BERNARDOS.....            | 331 |
| FICHA 7: PIEDRA NATURAL. ADOQUÍN Y BALDOSA DE FILITA. SERRADA NATURAL. FABRICANTE J BERNARDOS..... | 332 |

|  |     |
|--|-----|
| FICHA 8: PIEDRA NATURAL. ADOQUÍN Y BALDOSA CUARCITA.<br>SERRADA NATURAL. FABRICANTE J BERNARDOS.....                                     | 333 |
| FICHA 9: PIEDRA NATURAL.ADOQUÍN Y BALDOSA DE PIZARRA.<br>SERRADA NATURAL. FABRICANTE J BERNARDOS.....                                    | 334 |
| FICHA 10: PIEDRA NATURAL. BALDOSA DE PIZARRA SERRADA<br>NATURAL. FABRICANTE J BERNARDOS.....   | 335 |
| FICHA 11: CERÁMICO. BALDOSA PORCELÁNICO. RUGOSO.<br>FABRICANTE TAU CERÁMICA.....   | 336 |
| FICHA 12: CERÁMICO. BALDOSA PORCELÁNICO. RUGOSO.<br>FABRICANTE TAU CERÁMICA.....   | 337 |
| FICHA 13: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA HIDRAÚLICA.<br>RELIEVE FABRICANTE ESCOFET.....   | 338 |
| FICHA 14: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA HIDRÁULICA.<br>RELIEVE. FABRICANTE ESCOFET.....  | 339 |
| FICHA 15: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA HIDRAULICA<br>RELIEVE. FABRICANTE ESCOFET.....   | 340 |
| FICHA 16: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA VETADA, LISA<br>ARIDO VISTO. FABRICANTE PAVIMENTOS DE TUDELA PVT.....                        | 341 |
| FICHA 17: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA DE TERRAZO<br>VETEADO, LISO Y ÁRIDO VISTO. FABRICANTE PAVIMENTOS DE<br>TUDELA.....           | 342 |
| FICHA 18: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. ADOQUÍN<br>PREFABRICADO LISO ABUJARDADO Y LACADO. FABRICANTE<br>PREFABRICADOS RODA.....              | 343 |
| FICHA 19: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. LOSA PREFABRICADA<br>LISA, ABUJARDADA, LACADA O ENVEJECIDA. FABRICANTE<br>PREFABRICADOS RODA.....    | 351 |
| FICHA 20: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. ADOQUÍN<br>PREFABRICADO LISO, ABUJARDADO, LACADO O ENVEJECIDO.<br>FABRICANTE PREFABRICADOS RODA..... | 352 |
| FICHA 21: ARCILLA COCIDA. ADOQUÍN CERÁMICO KLINKER.<br>FABRICANTE MALPESA.....   | 353 |

|   |     |
|---|-----|
| FICHA 22: ARCILLA COCIDA. ADOQUÍN CERÁMICO. FABRICANTE LA PALOMA.....                           | 355 |
| FICHA 23: ARCILLA COCIDA. ADOQUÍN CERÁMICO. FABRICANTE LA PALOMA.....                           | 357 |
| FICHA 24: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA TERRAZO RELIEVE. FABRICANTE TERRAZOS ATLÁNTICO..... | 359 |
| FICHA 25: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA TERRAZO CHINA LAVADA. FABRICANTE GARCÍA DOBLAS..... | 367 |

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos

|  |                         |   |
|--|-------------------------|---|
|   |                         |   |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>GRUPINEX</b><br/>GRUPO PIEDRA NATURAL EXTREMEÑA S.L.</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>AVDA. DE BADAJOZ Nº1, 1ªA.<br/>06400 DON BENITO<br/>BADAJOZ - ESPAÑA</p> </div> </div> |                         |   |
| <b>10</b>  |                         |   |
| NORMA DE REFERENCIA: <b>EN 1342:2001</b>   |                         |   |
| <p><b>ADOQUÍN ABUJARDADO de Piedra Natural</b> destinada a la circulación de peatones y vehículos fabricada con la variedad comercial denominada "Gris Robledo"</p>  |                         |   |
| <u>CARACTERÍSTICA:</u>   | <u>METODO DE ENSAYO</u> | <u>VALORES DECLARADOS</u>                             |
| Resistencia a la flexión.  | UNE-EN 12372:2007       | Valor medio: 16,8 MPa<br>Desviación estándar: 1,4 MPa |
| Resistencia a la flexión (después de ensayo hielo/deshilo).  | UNE-EN 12372:2007       | Valor medio: 15,7 MPa                                 |
| Resistencia al deslizamiento.  | UNE-EN 14231:2004       | En Seco: 84<br>En Húmedo: 73                          |
| Resistencia a la abrasión.   | UNE-EN 14157:2005       | 1,6 mm  |

FICHA 1: PIEDRA NATURAL. ADOQUÍN ABUJARDADO. FABRICANTE GRUPINEX.

|   |                         |   |
|--|-------------------------|---|
|  <p>AVDA. DE BADAJOZ Nº1, 1ºA.<br/>06400 DON BENITO<br/>BADAJOZ - ESPAÑA</p> <p><b>10</b></p> |                         |   |
| NORMA DE REFERENCIA: <b>EN 1342:2001</b>   |                         |   |
| <p><b>ADOQUÍN ASERRADO de Piedra Natural</b> destinada a la circulación de peatones y vehículos fabricada con la variedad comercial denominada "Gris Robledo"</p>              |                         |   |
| <u>CARACTERÍSTICA:</u>   | <u>METODO DE ENSAYO</u> | <u>VALORES DECLARADOS</u>                             |
| Resistencia a la flexión.  | UNE-EN 12372:2007       | Valor medio: 16,8 MPa<br>Desviación estándar: 1,4 MPa |
| Resistencia a la flexión (después de ensayo hielo/deshielo).   | UNE-EN 12372:2007       | Valor medio: 15,7 MPa                                 |
| Resistencia al deslizamiento.  | UNE-EN14231:2004        | En Seco: 88<br>En Húmedo: 77                          |
| Resistencia a la abrasión.   | UNE-EN 14157:2005       | 1,6 mm  |

FICHA 2: PIEDRA NATURAL. ADOQUÍN ASERRADO. FABRICANTE GRUPINEX.

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
 Criterios de uso y diseño para Pavimentos

|    |                         |   |
|---|-------------------------|---|
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>GRUPINEX</b><br/>GRUPO PIEDRA NATURAL EXTREMEÑA S.L.</p> </div> <div style="text-align: right;"> <p>AVDA. DE BADAJOZ Nº1, 1ª.<br/>06400 DON BENITO<br/>BADAJOZ - ESPAÑA</p> </div> </div> |                         |   |
| <b>10</b>   |                         |   |
| NORMA DE REFERENCIA: <b>EN 1342:2001</b>  |                         |   |
| <p><b>ADOQUÍN FLAMEADO de Piedra Natural</b> destinada a la circulación de peatones y vehículos fabricada con la variedad comercial denominada "Gris Robledo"</p>   |                         |   |
| <u>CARACTERÍSTICA:</u>  | <u>METODO DE ENSAYO</u> | <u>VALORES DECLARADOS</u>                             |
| Resistencia a la flexión.   | UNE-EN 12372:2007       | Valor medio: 16,8 MPa<br>Desviación estándar: 1,4 MPa |
| Resistencia a la flexión (después de ensayo hielo/deshilo).   | UNE-EN 12372:2007       | Valor medio: 15,7 MPa                                 |
| Resistencia al deslizamiento.   | UNE-EN 14231:2004       | En Seco: 88<br>En Húmedo: 77                          |
| Resistencia a la abrasión.  | UNE-EN 14157:2005       | 1,6 mm  |

FICHA 3: PIEDRA NATURAL. ADOQUÍN FLAMEADO. FABRICANTE GRUPINEX.

|   |                         |   |
|---|-------------------------|---|
|    |                         |   |
|  <p>AVDA. DE BADAJOZ Nº1, 1ª.<br/>06400 DON BENITO<br/>BADAJOZ - ESPAÑA</p> <p><b>10</b></p> |                         |   |
| NORMA DE REFERENCIA: <b>EN 1342:2001</b>  |                         |   |
| <p><b>ADOQUÍN RÚSTICO de Piedra Natural</b> destinado a la circulación de peatones y vehículos fabricado con la variedad comercial denominada "Gris Robledo"</p>              |                         |   |
| <u>CARACTERÍSTICA:</u>  | <u>METODO DE ENSAYO</u> | <u>VALORES DECLARADOS</u>                             |
| Resistencia a la flexión.   | UNE-EN 12372:2007       | Valor medio: 16,8 MPa<br>Desviación estándar: 1,4 MPa |
| Resistencia a la flexión (después de ensayo hielo/deshilo).   | UNE-EN 12372:2007       | Valor medio: 15,7 MPa                                 |
| Resistencia al deslizamiento.   | UNE-EN 14231:2004       | 88  |
| Resistencia a la abrasión.  | UNE-EN 14157:2005       | 1,6 mm  |

FICHA 4: PIEDRA NATURAL.ADOQUÍN RÚSTICO. FABRICANTE GRUPINEX.

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
 Criterios de uso y diseño para Pavimentos

|   |                         |   |
|--|-------------------------|---|
|  <p>AVDA. DE BADAJOZ N°1, 1ªA.<br/>       06400 DON BENITO<br/>       BADAJOZ - ESPAÑA</p> <p><b>10</b></p> |                         |   |
| NORMA DE REFERENCIA: <b>EN 1342:2001</b>   |                         |   |
| <p><b>ADOQUÍN PULIDO de Piedra Natural</b> destinada a la circulación de peatones y vehículos fabricada con la variedad comercial denominada "Gris Robledo"</p>                              |                         |   |
| <u>CARACTERÍSTICA:</u>   | <u>METODO DE ENSAYO</u> | <u>VALORES DECLARADOS</u>                             |
| Resistencia a la flexión.  | UNE-EN 12372:2007       | Valor medio: 16,8 MPa<br>Desviación estándar: 1,4 MPa |
| Resistencia a la flexión (después de ensayo hielo/deshielo).   | UNE-EN 12372:2007       | Valor medio: 15,7 MPa                                 |
| Resistencia al deslizamiento.  | UNE-EN 14231:2004       | En Seco: 56<br>En Húmedo: 8                           |
| Resistencia a la abrasión.   | UNE-EN 14157:2005       | 1,6 mm  |

FICHA 5: PIEDRA NATURAL. ADOQUÍN PÚLIDO. FABRICANTE GRUPINEX.

## B1 piedranatural pizarra Jbernardos

Textura natural

Piedra serrada






www.piedranatural.es

### Definición

UNE EN 12407  
Pizarra en paso a esquistos con biotita y clorita de color gris medio, bien cristalizada, compacta y con un alto contenido en cuarzo.

### Aplicaciones

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Revestimientos exteriores | <input type="checkbox"/> Cubiertas   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Revestimientos interiores | <input type="checkbox"/> Mampostería |
| <input checked="" type="checkbox"/> Solados exteriores        | <input type="checkbox"/> Paisajismo  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Solados interiores        | <input type="checkbox"/> Obra civil  |

### Medidas (cm)

30xLL 30x30 40x20 60x30  
30xLL 30x30 40x20 60x30  
Despiece en medida especial

| Espesor (cm) | Textura   | m <sup>2</sup> /palet | Kg/palet  | pzs/caja | m <sup>2</sup> /caja |
|--------------|---|-----------------------|-----------|----------|----------------------|
| 1            | natural/natural   | 40                    | 1300-1400 |          |                      |
| 2            | natural/natural<br>natural/natural<br>natural/calibrado | 20                    | 1300-1400 |          |                      |

### Ficha técnica

| Característica  | Valor                                  |
|---|--|
| UNE-EN 1936 Densidad aparente                                 | 2660 Kg/m <sup>3</sup>                 |
| UNE-EN 12633 Resistencia al deslizamiento                     | SRV en seco > 45<br>SRV en húmedo > 45 |
| UNE-EN 14157 Resistencia a la abrasión                        | 25 mm                                  |
| UNE-EN 1926 Resistencia a la compresión                       | 104,69 MPa                             |
| UNE-EN 12372 Resistencia a la flexión                         | 59,70 Mpa                              |
| UNE-EN 12371 Resistencia a la heladicidad                     | 59,61 Mpa (60 ciclos)                  |
| UNE-EN 14066 Resistencia al envejecimiento por choque térmico | Sin alteraciones                       |
| UNE-EN 13755 Absorción de agua a presión atmosférica          | 0,10%                                  |
| UNE-EN 13364 Carga de rotura al anclaje                       | 3550 N                                 |

### Recomendaciones colocación

Se recomienda su colocación mediante cemento cola flexible C2 TE conforme según norma UNE-EN 12004.  
Aplicación cemento-cola con doble encolado y llana dentada.  
Dejar juntas de dilatación perimetrales (5 mm. aprox.) y juntas intermedias cada 5 metros  
En revestimientos exteriores imprescindibles utilizar anclajes de acero inoxidable, preferiblemente de vía uña

**Oficinas y Exposición**  
P.E. Aulencia/C/ Saturno I  
28229 Villanueva del Pardillo MADRID  
Tel. +34 91 813 51 72  
Fax. +34 91 813 51 70  
info@piedranatural.es

**Cantera y fábrica**  
Ctra. de Carbonero s/n  
40460 Bernardos SEGOVIA  
Tel. +34 921 56 65 11  
Fax. +34 921 56 65 08  
cantera@piedranatural.es

suministro y colocación de piedra natural

fachadas ventiladas y tradicionales

rehabilitación piedra y cubiertas

cubiertas de pizarra, plomo, cobre y zinc

www.piedranatural.es info@piedranatural.es

FICHA 6: PIEDRA NATURAL. BALDOSA DE PIZARRA SERRADA NATURAL  
FABRICANTE J BERNARDOS.

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos

## B2 piedranatural filita Jbernardos

Textura corte de disco Piedra serrada



**Definición**  
UNE EN 12407  
Pizarra en paso a esquivo con biotita y clorita de color gris medio, bien cristalizada, compacta y con un alto contenido en cuarzo.



### Aplicaciones

|                                     |                           |                          |             |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Revestimientos exteriores | <input type="checkbox"/> | Cubiertas   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Revestimientos interiores | <input type="checkbox"/> | Mampostería |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Solados exteriores        | <input type="checkbox"/> | Paisajismo  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Solados interiores        | <input type="checkbox"/> | Obra civil  |

### Medidas (cm)

15,20,30,40 x Largo libre 60 x 30; 30 x 30 y 40 x 20  
15,20,30,40 x Largo libre 60 x 30; 30 x 30 y 40 x 20  
15,20,30,40 x Largo libre 60 x 30; 30 x 30 y 40 x 20  
Despiece en medida especial

### Espesor (cm) Textura

|   |                |
|---|----------------|
| 1 | corte de disco |
| 2 | corte de disco |
| 3 | corte de disco |

| m <sup>2</sup> /palet | Kg/palet  | pzs/caja | m <sup>2</sup> /caja |
|-----------------------|-----------|----------|----------------------|
| 40                    | 1000-1100 |          |                      |
| 20                    | 1000-1100 |          |                      |
| 15                    | 1000-1100 |          |                      |

### Ficha técnica

| Característica  | Valor                                |
|---|--------------------------------------|
| UNE-EN 1936 Densidad aparente                                 | 2750 Kg/m <sup>3</sup>               |
| UNE-EN 12633 Resistencia al deslizamiento                     | SRV en seco: 90<br>SRV en húmedo: 76 |
| UNE-EN 14157 Resistencia a la abrasión                        | 25 mm                                |
| UNE-EN 1926 Resistencia a la compresión                       |                                      |
| UNE-EN 12372 Resistencia a la flexión                         | 59,70 Mpa                            |
| UNE-EN 12371 Resistencia a la heladicidad                     | Sin alteraciones (144 ciclos)        |
| UNE-EN 14066 Resistencia al envejecimiento por choque térmico | Sin alteraciones                     |
| UNE-EN 13755 Absorción de agua a presión atmosférica          | 0,10%                                |
| UNE-EN 13364 Carga de rotura al anclaje                       | 3550 N                               |

### Recomendaciones colocación

Se recomienda su colocación mediante cemento cola flexible C2 TE conforme según norma UNE-EN 12004.  
Aplicación cemento-cola con doble encolado y llana dentada.  
Dejar juntas de dilatación perimetrales (5 mm. aprox.) y juntas intermedias cada 5 metros  
En revestimientos exteriores imprescindibles utilizar anclajes de acero inoxidable, preferiblemente de uña vista

|  |   |
|--|---|
| <b>Oficinas y Exposición</b><br>P.E. Aulencia./ Saturno 1<br>28229 Villanueva del Pardillo MADRID<br>Tel. +34 91 813 51 72<br>Fax. +34 91 813 51 70<br>info@piedranatural.es | <b>Cantera y fábrica</b><br>Ctra. de Carbonero s/n<br>40460 Bernardos SEGOVIA<br>Tel. +34 921 56 65 11<br>Fax. +34 921 56 65 08<br>cantera@piedranatural.es |
|--|---|

- suministro y colocación de piedra natural
- fachadas ventiladas y tradicionales
- rehabilitación piedra y cubiertas
- cubiertas de pizarra, plomo, cobre y zinc
- www.piedranatural.es info@piedranatural.es

FICHA 7: PIEDRA NATURAL. ADOQUÍN Y BALDOSA DE FILITA. SERRADA NATURAL. FABRICANTE J BERNARDOS.

## B11 piedranatural cobre Jbernardos



Pizarras  
Jbernardos

naturpizarras

www.piedranatural.es

Textura natural

Piedra serrada



**Definición**  
UNE-EN 12407  
Cuarcita esquistosa de tonos oxidados, rojos, marrones y grises



**Aplicaciones**

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Revestimientos exteriores | <input type="checkbox"/> Cubiertas   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Revestimientos interiores | <input type="checkbox"/> Mampostería |
| <input checked="" type="checkbox"/> Solados exteriores        | <input type="checkbox"/> Paisajismo  |
| <input type="checkbox"/> Solados interiores                   | <input type="checkbox"/> Obra civil  |

**Medidas (cm)**

|         |     |                 |    |           |
|---------|-----|-----------------|----|-----------|
| 70 x LL | 3-5 | natural/natural | 13 | 1400-1500 |
| 25 x LL | 3-5 | natural/natural | 13 | 1400-1500 |
| 30 xLL  | 3-5 | natural/natural | 13 | 1400-1500 |

**Ficha técnica**

| Característica  | Valor                                  |
|---|--|
| UNE-EN 1936 Densidad aparente                                 | 2650 Kg/m <sup>3</sup>                 |
| UNE-EN 12633 Resistencia al deslizamiento                     | SRV en seco > 45<br>SRV en húmedo > 45 |
| UNE-EN 14157 Resistencia a la abrasión                        |  |
| UNE-EN 1926 Resistencia a la compresión                       |  |
| UNE-EN 12372 Resistencia a la flexión                         | 8,40 Mpa                               |
| UNE-EN 12371 Resistencia a la heladidad                       | 0,02 % (48 ciclos)                     |
| UNE-EN 14066 Resistencia al envejecimiento por choque térmico | Sin alteraciones                       |
| UNE-EN 13755 Absorción de agua a presión atmosférica          | 0,53%                                  |
| UNE-EN 13364 Carga de rotura al anclaje                       | 1973 N                                 |

**Recomendaciones colocación**

Para mejorar la distribución de tonos de colores mezclar las baldosas de varios paquetes  
Se recomienda su colocación mediante cemento cola flexible C2 TE conforme según norma UNE-EN 12004.  
Aplicación cemento-cola con doble encolado y llana dentada.  
Dejar juntas de dilatación perimetrales (5 mm. aprox.) y juntas intermedias cada 5 metros  
En revestimientos exteriores imprescindibles utilizar anclajes de acero inoxidable

**Oficinas y Exposición**  
P.E. Aulencia C/ Saturno 1  
28229 Villanueva del Pardillo MADRID  
Tel. +34 91 813 51 72  
Fax. +34 91 813 51 70  
info@piedranatural.es

**Cantera y fábrica**  
Ctra. de Carbonero s/n  
40460 Bernardos SEGOVIA  
Tel. +34 921 56 65 11  
Fax. +34 921 56 65 08  
cantera@piedranatural.es

suministro y colocación de piedra natural

fachadas ventiladas y tradicionales

rehabilitación piedra y cubiertas

cubiertas de pizarra, plomo, cobre y zinc

www.piedranatural.es    info@piedranatural.es

FICHA 8: PIEDRA NATURAL. ADOQUÍN Y BALDOSA CUARCITA. SERRADA NATURAL. FABRICANTE J BERNARDOS.

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos

## B14 piedranatural ebano Jbernardos



Textura natural

Piedra serrada

www.piedranatural.es



### Definición

UNE-EN 12407

Pizarra (Metasemipelta) de color gris oscuro bandeado con textura planar de grano muy fino



### Aplicaciones

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Revestimientos exteriores | <input type="checkbox"/> Cubiertas   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Revestimientos interiores | <input type="checkbox"/> Mampostería |
| <input checked="" type="checkbox"/> Solados exteriores        | <input type="checkbox"/> Paisajismo  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Solados interiores        | <input type="checkbox"/> Obra civil  |

### Medidas (cm)

60 x 30; 40 x 40  
60 x 30  
120 x 16  
120 x 33; 200 x 100  
200x40  
Despiece en medida especial

### Espesor (cm) Textura

|       |         |
|-------|---------|
| 1     | Natural |
| 2     | Natural |
| 1,5   | Natural |
| 2,5-3 | Natural |
| 2,5-3 | Natural |
| 2,5-3 | Natural |

| m <sup>2</sup> /palet | Kg/palet  | pzs/caja | m <sup>2</sup> /caja |
|-----------------------|-----------|----------|----------------------|
| 38                    | 1050-1450 |          |                      |
| 25                    | 1100      |          |                      |
| 26                    | 1160      |          |                      |
| 22                    | 1780      |          |                      |
| 32                    | 2210      |          |                      |

### Ficha técnica

| Característica  | Valor                                |
|---|--------------------------------------|
| UNE-EN 1936 Densidad aparente                                 | 2720 Kg/m <sup>3</sup>               |
| UNE-EN 12633 Resistencia al deslizamiento                     | SRV en seco: 67<br>SRV en húmedo: 50 |
| UNE-EN 14157 Resistencia a la abrasión                        | 27 mm                                |
| UNE-EN 1926 Resistencia a la compresión                       |                                      |
| UNE-EN 12372 Resistencia a la flexión                         | 19,90 Mpa                            |
| UNE-EN 12371 Resistencia a la heladicidad                     | 9,3 MPa % (48 ciclos)                |
| UNE-EN 14066 Resistencia al envejecimiento por choque térmico | Sin alteraciones                     |
| UNE-EN 13755 Absorción de agua a presión atmosférica          | 0,60%                                |
| UNE-EN 13364 Carga de rotura al anclaje                       | 1100 N                               |

### Recomendaciones colocación

Se recomienda su colocación mediante cemento cola flexible C2 TE conforme según norma UNE-EN 12004. Aplicación cemento-cola con doble encolado y llana dentada.  
Dejar juntas de dilatación perimetrales (5 mm. aprox.) y juntas intermedias cada 5 metros  
En revestimientos exteriores imprescindibles utilizar anclajes de acero inoxidable, preferiblemente de uña vista

**Oficinas y Exposición**  
P.E. Aulencia.C/ Saturno 1  
28229 Villanueva del Pardillo MADRID  
Tel. +34 91 813 51 72  
Fax. +34 91 813 51 70  
info@piedranatural.es

**Cantera y fábrica**  
Ctra. de Carbonero s/n  
40460 Bernardos SEGOVIA  
Tel. +34 921 56 65 11  
Fax. +34 921 56 65 08  
cantera@piedranatural.es

suministro y colocación de piedra natural

fachadas ventiladas y tradicionales

rehabilitación piedra y cubiertas

cubiertas de pizarra, plomo, cobre y zinc

www.piedranatural.es info@piedranatural.es

FICHA 9: PIEDRA NATURAL.ADOQUÍN Y BALDOSA DE PIZARRA. SERRADA  
NATURAL. FABRICANTE J BERNARDOS

## B38 piedranatural pretta Jbernardos



Textura natural

Piedra serrada

www.piedranatural.es



### Definición

UNE-EN 12407

Pizarra (Metapelite con cloritoide) de color gris oscuro, de grano muy fino, donde se puede apreciar a simple vista el crecimiento de nódulos de color amarillento con brillo metálico.



### Aplicaciones

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Revestimientos exteriores | <input type="checkbox"/> Cubiertas   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Revestimientos interiores | <input type="checkbox"/> Mampostería |
| <input checked="" type="checkbox"/> Solados exteriores        | <input type="checkbox"/> Paisajismo  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Solados interiores        | <input type="checkbox"/> Obra civil  |

### Medidas (cm)

40 x 20  
60 x 15

### Espesor (cm) Textura

| Espesor (cm) | Textura | m <sup>2</sup> /palet | Kg/palet | pzs/caja | m <sup>2</sup> /caja |
|--------------|---------|-----------------------|----------|----------|----------------------|
| 1            | natural | 36                    | 900      |          |                      |
| 1            | natural | 36                    | 1300     |          |                      |

### Ficha técnica

| Característica  | Valor                                |
|---|--------------------------------------|
| UNE-EN 1936 Densidad aparente                                 | 2820 Kg/m <sup>3</sup>               |
| UNE-EN 12633 Resistencia al deslizamiento                     | SRV en seco: 65<br>SRV en húmedo: 47 |
| UNE-EN 14157 Resistencia a la abrasión                        | 33,5 mm                              |
| UNE-EN 1926 Resistencia a la compresión                       |                                      |
| UNE-EN 12372 Resistencia a la flexión                         | 23,30 Mpa                            |
| UNE-EN 12371 Resistencia a la heladicidad                     | 20,1 MPa % (48 ciclos)               |
| UNE-EN 14066 Resistencia al envejecimiento por choque térmico | Posibilidad oxidaciones puntuales.   |
| UNE-EN 13755 Absorción de agua a presión atmosférica          | 0,40%                                |
| UNE-EN 13364 Carga de rotura al anclaje                       | 1200 N                               |

### Recomendaciones colocación

Se recomienda su colocación mediante cemento cola flexible C2 TE conforme según norma UNE-EN 12004.

Aplicación cemento-cola con doble escotado y llana dentada.

Dejar juntas de dilatación perimetrales (5 mm. aprox.) y juntas intermedias cada 5 metros

En revestimientos exteriores imprescindibles utilizar anclajes de acero inoxidable, preferiblemente de uña vista

**Oficinas y Exposición**  
P.E. Aulencia.C/ Saturno 1  
28229 Villanueva del Pardillo MADRID  
Tel. +34 91 813 51 72  
Fax. +34 91 813 51 70  
info@piedranatural.es

**Cantera y fábrica**  
Ctra. de Carbonero s/n  
40460 Bernardos SEGOVIA  
Tel. +34 921 56 65 11  
Fax. +34 921 56 65 08  
cantera@piedranatural.es

suministro y colocación de piedra natural

fachadas ventiladas y tradicionales

rehabilitación piedra y cubiertas

cubiertas de pizarra, plomo, cobre y zinc

www.piedranatural.es

info@piedranatural.es

FICHA 10: PIEDRA NATURAL. BALDOSA DE PIZARRA SERRADA NATURAL.  
FABRICANTE J BERNARDOS.

|  |  |   |                                 |
|--|--|---|---------------------------------|
| <b>TAU CERÁMICA</b>  |  | <b>INFORME DE VALORACIÓN TÉCNICA. CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS</b> |                                 |
| <b>MODELO:</b>   | <b>HARD STONE SMOKE EXT 60x60 REC</b>  | <b>900</b>  |                                 |
| <b>Dimensión nominal:</b>  | 60 x 60  | <b>Fecha:</b>   | 02-mar-15                       |
| <b>Dimensión de fabricación:</b>   | 596,0 x 596,0 mm   |   |                                 |
| <b>NORMA EN 14411 (ISO 13006)</b>  |  | <b>ANEXO: Bla-Anexo G</b>   |                                 |
| UNE-EN ISO 10545-1   | Muestreo y criterios de aceptación.  |   | CUMPLE                          |
| UNE-EN ISO 10545-2   | Determinación de las dimensiones y del aspecto superficial.  |   | CUMPLE                          |
| UNE-EN ISO 10545-3   | Determinación de la absorción de agua, de la porosidad abierta, de la densidad relativa aparente, y de la densidad aparente. |   | E<0,5%                          |
| UNE-EN ISO 10545-4   | Determinación de la resistencia a la flexión y de la carga de rotura.  |   | R>40N/mm <sup>2</sup> / S-1500N |
| UNE-EN ISO 10545-5   | Determinación de la resistencia al impacto por medición del coeficiente de resiliencia.                                      |   | NPD                             |
| UNE-EN ISO 10545-6   | Determinación de la resistencia a la abrasión profunda de las baldosas no esmaltadas.  |   | V< 150 mm3                      |
| UNE-EN ISO 10545-7   | Determinación de la resistencia a la abrasión superficial de las baldosas esmaltadas.  |   | No aplica                       |
| UNE-EN ISO 10545-8   | Determinación de la dilatación térmica lineal.   |   | NPD                             |
| UNE-EN ISO 10545-9   | Determinación de la resistencia al choque térmico.   |   | NPD                             |
| UNE-EN ISO 10545-10  | Determinación de la dilatación por humedad.  |   | NPD                             |
| UNE-EN ISO 10545-11  | Determinación de la resistencia al cuarteo de las baldosas esmaltadas.   |   | NO APLICA                       |
| UNE-EN ISO 10545-12  | Determinación de la resistencia a la helada.   |   | RESISTE                         |
| UNE-EN ISO 10545-13  | Determinación de la resistencia química  | HCL 18% (VV) / HCL 3% (VV)<br>KOH 100g/l / KOH 30 g/l                   | GLA<br>GLA                      |
| UNE-EN ISO 10545-14  | Determinación de la resistencia a las manchas  | Myritol / Yodo / Aceite de oliva  | Clase 4<br>Clase 4              |
| UNE-EN ISO 10545-15  | Determinación de la emisión de plomo y cadmio en las baldosas esmaltadas.  |   | NPD                             |
| UNE-EN ISO 10545-16  | Determinación de las pequeñas diferencias de color.  |   | NPD                             |
| UNE-ENV 12633:2003   | Pendulo UNE-ENV 12633  | DIN 51130 Método de la Rampa  | DIN 51097 Pias descalzos        |
| <b>OBSERVACIONES:</b>  |  |   |                                 |
| <b>TAU</b>   |  |   |                                 |
| <b>CLAUSULAS DE RESPONSABILIDAD:</b>   |  |   |                                 |
| *Todos los resultados que figuran en el presente informe se refieren únicamente al material sometido a ensayo, no pudiendo extrapolarse de forma generalizada a la totalidad de los diferentes lotes fabricados.<br>Las únicas especificaciones que pueden considerarse de carácter general son las que establece la norma internacional de baldosas cerámicas UNE EN ISO 14411 (ISO 13.006) |  |   |                                 |
| *Este informe tiene carácter exclusivamente comercial y no podrá ser utilizado en cualquier procedimiento judicial o administrativo, ni como dictamen pericial, ni como prueba documental, salvo autorización expresa de Tauell, S.L.  |  |   |                                 |
| *El contenido de este informe no podrá ser comunicado, transformado, reproducido o distribuido públicamente sin la autorización expresa de Tauell, S.L.  |  |   |                                 |

FICHA 11: CERÁMICO. BALDOSA PORCELÁNICO. RUGOSO. FABRICANTE TAU CERÁMICA.

|   |   |  |                      |                               |                      |
|---|---|--|----------------------|-------------------------------|----------------------|
| TAUCERÁMICA   | INFORME DE VALORACIÓN TÉCNICA.<br>CARACTERÍSTICAS FÍSICO-<br>QUÍMICAS | PRODUCTO:  | Porcelánico Natural  |                               |                      |
|   |   | PLANTA:  | 4                    |                               |                      |
|   |   | FECHA:   | 16-nov-09            |                               |                      |
| MODELO:   | NICE EXT 40x40  |  |                      | 2DX                           |                      |
| Adecuación al uso:  | 7/3/H/E   | Familia:   | TAUTEC EXT           |                               |                      |
| Dimensión nominal:  | 40 x 40 cm  | Grupo:   | Bla-Anexo G          | UGL                           |                      |
| Dimensión de fabricación:   | 400.0 x 400.0 mm  | Norma:   | EN 14411 (ISO 13008) |                               |                      |
| <b>Datos generales de fabricación</b>   |   |  |                      |                               |                      |
| Prueba a Máquina: <input type="checkbox"/>  |   | Posteriores fabricaciones: <input checked="" type="checkbox"/> |                      |                               |                      |
| FECHA E:  | <input type="text"/>  | ESMALTADORA:   | <input type="text"/> | FECHA C:                      | <input type="text"/> |
|   |   |  |                      | HORNO:                        | <input type="text"/> |
| <b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>  |   |  |                      |                               |                      |
| IT-EPT/00: ABSORCIÓN DE AGUA AL VACÍO (%)   |   |  |                      |                               | 0,03                 |
| IT-EPT/01: DUREZA MOHS / DUREZA TAU (con lápiz)                                       |   |  |                      |                               | 6   5                |
| IT-EPT/03: RESISTENCIA A LA ABRASIÓN SUPERFICIAL (PEI)                                |   |  |                      |                               | No aplica            |
| IT-EPT/04: Nº DE REVOLUCIONES A LAS QUE SE VISUALIZA LA ABRASIÓN                      |   |  |                      |                               |                      |
| IT-EPT/05: POROSIDAD DESPUÉS DE LA ABRASIÓN A 12 000 REVOLUCIONES                     |   |  |                      |                               | No aplica            |
| IT-EPT/09: RESISTENCIA AL CUARTEO   |   |  |                      |                               | No aplica            |
| IT-EPT/11: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R-Nw/mm2 / F-Nw / S-Nw / E min.-mm)              | 46,1  | 2.123  | 2.017                | 8,1                           |                      |
| IT-EPT/13: COEFICIENTE DE FRICCIÓN ESTÁTICO HÚMEDO ( ASTM )                           |   |  |                      |                               | 0,99                 |
| IT-EPT/13: COEFICIENTE DE FRICCIÓN DINÁMICO HÚMEDO ( TÖRTUS )                         |   |  |                      |                               | 0,81                 |
| IT-EPT/15: RESBALADICIDAD PENDULO UNE-ENV 12633                                       | 64  |  | Clase 3              |                               |                      |
| IT-EPT/14: BRILLO A 60 ° (Inicial pulido o esmaltado / Pérdida a 600 Rev. en esmalt.) |   |  |                      |                               |                      |
| <b>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS</b>   |   |  |                      |                               |                      |
| IT-EPT/06: RESISTENCIA MANCHAS NORMA ISO (Myritol / Yodo / Aceite oliva)              | Clase 3   | Clase 3  | Clase 3              |                               |                      |
| IT-EPT/06: RESISTENCIA MANCHAS TRAS 600 REV (Myritol / Yodo / Ac oliva)               |   |  |                      |                               |                      |
| IT-EPT/06: RESISTENCIA MANCHAS DOMÉSTICAS (Café / Vino)                               | Clase 3   |  | Clase 3              |                               |                      |
| IT-EPT/06: RESISTENCIA MANCHAS NORMA UNE (Azul metileno / Permanganato)               | 2   |  | 2                    |                               |                      |
| IT-EPT/08: RESISTENCIA A LOS ÁCIDOS (Baja concentración / Alta concentración)         | ULA   |  | UHA                  |                               |                      |
| IT-EPT/08: RESISTENCIA A LAS BASES (Baja concentración / Alta concentración)          | ULA   |  | UHA                  |                               |                      |
| <b>OBSERVACIONES:</b>   |   |  |                      |                               |                      |
| DIN 51130. R11  |   | Realizado por:   |                      | V/Bº Departamento de Calidad: |                      |
|   |   | <i>Felipe Montoliu</i>   |                      | <i>Felipe Montoliu</i>        |                      |

• Todos los resultados que figuran en el presente informe se refieren únicamente al material sometido a ensayo, no pudiendo extrapolarse de forma generalizada a la totalidad de los diferentes lotes fabricados. Las únicas especificaciones que pueden considerarse de carácter general son las que establece la norma internacional de baldosas cerámicas UNE EN ISO 14411 (ISO 13008)

• Este informe tiene carácter exclusivamente comercial y no podrá ser utilizado en cualquier procedimiento judicial o administrativo, ni como dictamen pericial, ni como prueba documental, salvo autorización expresa de Taulerl, S.A.

• El contenido de este informe no podrá ser comunicado, transformado, reproducido o distribuido públicamente sin la autorización expresa de Taulerl, S.A.

FICHA 12: CERÁMICO. BALDOZA PORCELÁNICO. RUGOSO. FABRICANTE TAU  
CERÁMICA.

### CARACTERÍSTICAS

|            |  |          |   |
|------------|--|----------|---|
| MATERIAL   | hormigón bicapa<br>grueso /<br>grueso            | MATERIAL | vibrado/pressed<br>out of the mould and burnished<br>out of the mould and burnished |
| COLOR      | gris /<br>gris                                   | COLOR    | gris /<br>gris  |
| ACABADO    | alisado de molde y pulido<br>sobre montero       | FINISH   | on monter<br>on monter  |
| COLOCACION | (R mín. 100kg/m <sup>2</sup> )<br>3.4 kg baldosa | FRING    | (R mín. 100kg/m <sup>2</sup> )<br>3.4 kg piece                                      |
| REBO       | 120x120  | WEIGHT   | 120x120   |
| PALLET     | 17.28 m <sup>2</sup> / pallet                    | PALLET   | 17.28 m <sup>2</sup> / pallet   |

DISEÑO / DESIGN

Estate Terradas, Robert Terrades,  
Marc Arnel, arquitectes.

### GEOMETRIA

ESCALA 0 MM 100 MM

PAVOT (4 CMT.)  
montero / monter, 3 a 5 cm.  
(R mín. 100 kg/m<sup>2</sup>)  
tierra compactada /  
compacted earth (R mín. 100 kg/m<sup>2</sup>)  
or concrete (R > 250)

comunicación central 0,5 mm.

### AGREGACION

### FICHA TÉCNICA según UNE-EN 13389/2004 TECHNICAL FILE UNE-EN 13389/2004

| PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS<br>MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES    | CLASE MAS EMISIÓN<br>DEBENCIÓN/NOPE CLASE | PAVOT  |
|--|---|--|
| Absorción de agua<br>Water absorption                                    | Clase 2 / Clase 2<br>Mercado B / Market B | 4.5%   |
| Resistencia al hielo-deshielo<br>Frost resistance                        | Clase 3 / Clase 3<br>Mercado D / Market D | F1 D kg/mm <sup>2</sup> D1 Kg/MP                   |
| Resistencia a la flexión<br>Flexural resistance                          | Clase 3 / Clase 3<br>Mercado U / Market U | ≤5MPa<br>BM/µ                                      |
| Carga máxima puntual de rotura<br>Maximum point breaking load            |   | 8 kN 814 Kg  |
| Resistencia al desgaste por abrasión<br>Friction wear resistance         | Clase 4 / Clase 4<br>Mercado I / Market I | ≤ 30 mm<br>s 17 mm                                 |
| Resistencia al largo<br>Friction resistance                              |   | Indicador de desgaste<br>comparativo / comparative |
| Resistencia al deslizamiento / resbalamiento<br>Chew and slip resistance | Clase 3 / Clase 3                         | RQ=45<br>Ra 05                                     |
| Actividad fotocatalítica<br>Photocatalytic activity                      |   | totalmente (gratuito)<br>Activated > 4% (NOX)      |
| Acidez residual<br>Recycled aggregates                                   |   | >5%  |
| Factor de reflectancia<br>Reflectance value                              |   | >0.26  |
| Estabilidad cromática<br>Chromatic stability                             |   | 5 / Year   |

www.escofet.com

FICHA 13: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA HIDRAÚLICA. RELIEVE  
FABRICANTE ESCOFET.

### CARACTERÍSTICAS

|             |  |
|-------------|--|
| MATERIAL:   | hormigón bicapa vibrado/pressed cast stone                         |
| COLOR:      | gris verdoso/greenish grey   |
| ACABADO:    | salido de molde/as it leaves the mould                             |
| COLOCACION: | sobre mortero/ on mortar   |
| REBO:       | 1 kg / 1160 kg / m <sup>2</sup> (ft. min. 100kg / m <sup>2</sup> ) |
| PALET:      | 80x120x85 cm / 1160 kg / pallet                                    |
| SUPERFICIE: | 11,26 m <sup>2</sup> / pallet                                      |

### GEOMETRIA

ESCALA: 0,1MM 100 MM

### COLOCACION

DESIGN / DESIGN: Javier Mariscal

### AGREGACION

### FICHA TÉCNICA según UNE-EN 1339/2004

TECHNICAL FILE UNE-EN 1339/2004

| PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS<br>MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES     | CLASE MÁS EXISTENTE<br>DEMANDADA / M.C.B.E. CLASS | PANOT  |
|---|---|--|
| Absorción de agua<br>Water absorption                                     | Clase 2 / Clase 2<br>Marcado E1 / Marked B        | 6%   |
| Resistencia al hielo-deshielo<br>Frost resistance                         | Clase 3 / Clase 3<br>Marcado D1 / Marked D        | ≤ 10 kg/cm <sup>2</sup> ó 1 kg/cm <sup>2</sup> |
| Resistencia a la flexión<br>Flexural resistance                           | Clase 3 / Clase 3<br>Marcado U1 / Marked U1       | ≤ 50 MPa                                       |
| Carga máxima puntual de rotura<br>Maximal point loading load              |   | ≤ 10 kN (114 kg)                               |
| Resistencia al chisgado por abrasión<br>Frotion wear resistance           | Clase 4 / Clase 4<br>Marcado I1 / Marked I1       | ≤ 20 mm  |
| Resistencia al frotido<br>Fro resistance                                  |   | Indicador según compás de fricción             |
| Resistencia al deslizamiento / resbalamiento<br>Chico and slip resistance | Clase 3 / Clase 3                                 | R <sub>a</sub> ≥ 45                            |
| Resistencia a productos de limpieza<br>Chemical cleaning agent resistance |   | SI / Yes                                       |
| Resistencia a las manchas<br>Stain resistance                             |   | SI / Yes                                       |
| Resistencia rayas LUV<br>Abrasion wear resistance                         |   | SI / Yes                                       |
| Resistencia a eflorescencias<br>Efflorescence resistance                  |   | SI / Yes                                       |

K.07

FICHA 14: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA HIDRÁULICA. RELIEVE. FABRICANTE ESCOFET.

**CARACTERÍSTICAS**

|            |                                       |          |   |
|------------|---------------------------------------|----------|---|
| MATERIAL   | hormigón bicolor<br>vibroresinado     | MATERIAL | vibrated/pressed<br>cast stone            |
| COLOR      | gris verdoso                          | COLOR    | greenish grey                             |
| ACABADO    | salido de molde                       | FINISH   | as it leaves the mould                    |
| COLOCACION | sobre mortero                         | FINISH   | on mortar                                 |
| RESO       | 6 mm. (100kg/m <sup>2</sup> )         | WEIGHT   | 6 kg                                      |
| PALET      | 100x75 148 uds.<br>peso palet - 800kg | PALET    | 100x75 148 units<br>pallet weight - 800kg |

DISEÑO / DESIGN: Antoni Gaudí - 1904/16  
 Equipo Técnico Escofet - 1996

**GEOMETRIA**

ESCALA 0,1MM = 100MM

**COLOCACION**

PANOT (4,5cm)  
 mortero / mortar: 3 a 5 cm.  
 (6mm, 100 kg/m<sup>2</sup>)  
 Herra compactada  
 u hormigón (h=250)  
 compacted soil  
 or concrete (H=250)

**AGREGACION**

OFICINA TÉCNICA, Barcelona, tel. 93 318 50 50, www.escofet.com

**Escofet**

K,04

FICHA 15: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA HIDRAULICA RELIEVE.  
 FABRICANTE ESCOFET.

| BALDOSA DE HORMIGÓN<br>EN 1339  |   |   | Nº ficha técnica:<br>1BAH-ECO 01.01  |   |
|---|---|---|--|---|
| Fabricante: PAVIMENTOS DE TUDELA,S.L.<br>POLG. INDUSTRIAL - VIAL C. APDO. CORREOS 217, C.P. 31500, TUDELA - NAVARRA<br>Telf.: 948 826 861 Fax: 948 823 084 www.pvt.es pvt@pvt.es<br>Designación modelo: <b>ecoGranic®</b>   |   |   |  |   |
| Coloración masa: [ISO 22197: 1 Gris perla, rosa porriño, figueras, ocre, negro, blanco, rojo, azul y verde. / 2 Cuero, arena, hierba, acero, cárdeno, tierra, fuego, óxido, travertino, mica y H <sub>2</sub> O. / 3 Según solicitud del peticionario.]<br>[UNE 127197-1: Gris, nieve, blanco, arena, acero y travertino. (No interfiere el acabado)]<br>Acabado en cara vista:<br>Árido visto <sup>1</sup> , Veteado <sup>2</sup> , Liso <sup>3</sup> , botonera <sup>4</sup> , abujardado y personalizado según solicitud.  |   |   |  |   |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PIEZA  |   |   |  |   |
| *CARACTERÍSTICAS ESPECIALES   | Valor declarado                                   | Degradación de NOx  |  |   |
| ISO 22197   | mg/m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>               | ≥ 650   |  |   |
| UNE 127197-1  | Clase 3   | X <sub>NOx</sub> > 8,0%   |  |   |
| Características generales<br>(Según UNE-EN 13748-2)   |   | Requisitos<br>s/ norma  | **Valor garantizado por el fabricante  |   |
| Caract. Superficiales y aspecto superficial   |   | Apdo. 5.4   | No son visibles grietas, exfoliaciones ni delaminación.  |   |
| Tolerancias dimensionales (mm)  | Capa de huella                                    | Apdo. 5.1   | ≥ 4 mm   |   |
|   | Longitud / Anchura                                | Apdo. 5.2.4   | Clase 1 - Marcado N : ± 5 mm   |   |
|   | Espesor   | Apdo. 5.2.4   | Clase 1 - Marcado N : ± 3 mm   |   |
|   | Diferencia entre diagonales                       | Apdo. 5.2.4   | Clase 3 - Marcado L :<br>[L <sub>diag</sub> ≤ 850 mm: ± 2 mm] y [L <sub>diag</sub> > 850 mm: ± 4 mm]   |   |
|   | Planeidad y curvatura                             | Apdo. 5.2.4   | [L <sub>300mm</sub> : Cv ≤ 1,5 mm-Cx ≤ 1,0 mm][L <sub>400mm</sub> : Cv ≤ 2,0 mm-Cx ≤ 1,5 mm]<br>[L <sub>500mm</sub> : Cv ≤ 2,5 mm-Cx ≤ 1,5 mm][L <sub>600mm</sub> : Cv ≤ 4,0 mm-Cx ≤ 2,5 mm] |   |
| Resistencias mecánicas  | Resistencia a flexión (Mpa)                       | Apdo. 5.3.3   | Mínimo. Clase 1 - Marcado ST : R <sub>med</sub> ≥ 3,5 MPa y R <sub>ind</sub> ≥ 2,8 MPa   |   |
|   | Carga de rotura (kN)                              | Apdo. 5.3.6   | Clasificación según formato de la pieza:   |   |
|   | FORMATOS (cm)                                     | 20x20x4 / 40x40x4 / 60x20x6,5   |  | Clase 45 - Marcado 4T : C <sub>med</sub> ≥ 4,5 kN y C <sub>ind</sub> ≥ 3,6 kN     |
|   |   | 30x20x4 / 40x40x6,5 / 50x33x5 / 50x33x6,5 / 60x40x6,5 / 100x50x10   |  | Clase 70 - Marcado 7T : C <sub>med</sub> ≥ 7,0 kN y C <sub>ind</sub> ≥ 5,6 kN     |
|   |   | 30x20x6,5 / 50x33x8   |  | Clase 110 - Marcado 11T : C <sub>med</sub> ≥ 11,0 kN y C <sub>ind</sub> ≥ 8,8 kN  |
|   |   | 50x50x6,5 / 60x40x8 / 60x40x10  |  | Clase 140 - Marcado 14T : C <sub>med</sub> ≥ 14,0 kN y C <sub>ind</sub> ≥ 11,2 kN |
|   |   | 40x40x8 / 50x50x8   |  | Clase 250 - Marcado 25T : C <sub>med</sub> ≥ 25,0 kN y C <sub>ind</sub> ≥ 20,0 kN |
| Desgaste por abrasión (mm)  | Apdo. 5.3.4                                       | Clase 4 - Marcado I : V <sub>ind</sub> ≤ 20 mm (Método anexo G)   |  |   |
| Resistencia al impacto  | UNE 127748:2012                                   | Apdo. 4.2.9   | Altura caída (H) > 2000mm  |   |
| Resistencia al resbalamiento / deslizamiento ( USRV )   | No pulida   | Apdos. 5.3.5  | Satisfactoria ( USRV ≥ 65) ***   |   |
|   | Pulida  |   | PND  |   |
| Resistencia climática   | Absorción por capilaridad (Succión) (%)           | Apdo. 5.3.2   | Clase 2 Marcado B<br>V <sub>medio</sub> ≤ 0,4 g/cm <sup>3</sup><br>V <sub>medio</sub> ≤ 6 %  |   |
|   | Absorción total de agua (%)                       |   | Clase 3 - Marcado D: V <sub>med</sub> ≤ 1,0 kg/m <sup>2</sup> y V <sub>ind</sub> ≤ 1,5 kg/m <sup>2</sup>   |   |
|   | Resistencia al hielo-deshielo (g/m <sup>2</sup> ) |   |  |   |
| Comportamiento frente al fuego  | Reacción al fuego                                 | Apdo. 5.3.7.1   | Clase A1 fl ( s/ Decisión de la CE 96/603/CE )   |   |
|   | Comportamiento frente al fuego                    | Apdo. 5.3.8   | Satisfactorio ( s/ Decisión de la CE 200/553/CE )  |   |
| Conductividad térmica   |   | Apdo. 4.2.8   | PND  |   |
| Observaciones:<br>1ª - ** PVT garantiza estos valores en productos con una antigüedad mínima de 28 días desde la fecha de su fabricación.<br>2ª - Todos los modelos se pueden fabricar con y sin bisel.<br>3ª - * El valor declarado corresponde a ensayos de laboratorio. Los resultados de ensayos in situ dependen de la localización de la obra, la coloración y el acabado del material. El color negro-mica o del mismo nivel de tonalidad oscura no está incluido.<br>4ª - * El acabado "botonera" cumple con la especificación técnica CEN/TS 15209:2008 - Indicadores para pavimentos de superficie táctil de hormigón, arcilla y piedra natural.<br>5ª *** El valor USRV de la resistencia a la deslización/resbalamiento depende del acabado de la cara vista, por lo que oscila entre el 68 USRV (Liso) y el 120 USRV (Árido visto) |   |   |  |   |
|    |   | Pavimentos de Tudela, S.L.<br>C.V. EXISTENTE<br>Pol. Industrial Vial C. Apdo. Correos 217<br>31500 TUDELA (NA)<br>T. 948 826 861 F. 948 823 084 E. pvt@pvt.es<br>www.pvt.es |  |   |
| Fecha: 07/01/2014   |   |   |  |   |

FICHA 16: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA VETADA, LISA ARIDO VISTO. FABRICANTE PAVIMENTOS DE TUDELA PVT.

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos

| Características generales<br>(Según UNE-EN 13748-2)  |   | Requisitos<br>s/ norma  | **Valor garantizado por el fabricante  |   |
|--|---|---|--|---|
| Caract. Superficiales y aspecto superficial  |   | Apdo. 4.2.3.  | No son visibles proyecciones, depresiones, exfoliaciones ni grietas.           |   |
| Tolerancias dimensionales<br>(mm)  | Longitud / Anchura  | Apdo. 5.2.1   | $\pm 0,3\%$  |   |
|  | Espesor   |   | $\pm 3$ mm   |   |
|  | Capa de huella  | Apdo. 4.2.2.2   | Clase II (Th II): $e \geq 8$ mm  |   |
| Tolerancias de forma (mm)  | Rectitud bordes cara vista  | Apdo. 4.2.2.4.2   | Valor máximo $\pm 0,3\%$   |   |
|  | Planeidad de la cara vista  | Apdo. 4.2.2.4.3   | Valor máximo $\pm 0,3\%$ ⇒ No aplica: Cara vista texturada.                    |   |
| Resistencias mecánicas   | Resistencia a flexión (Mpa)   | Apdo. 4.2.4.2   | Mínimo: Clase 1 - Marcado ST : $R_{med} \geq 3,5$ MPa y $R_{ind} \geq 2,8$ Mpa |   |
|  | Carga de rotura (kN)  | Apdo. 4.2.4.3   | Clasificación según formato de la pieza:                                       |   |
|  | FORMATOS (cm)<br>40x20x4,5 / 60x40x4,5 /<br>20x20x4,5 / 20x20x6 / 40x20x6 /<br>40x40x4,5 / 40x40x6 / 50x50x4,8 /<br>60x40x6 |   |  | Clase 45 - Marcado 4T : $C_{med} \geq 4,5$ kN y $C_{ind} \geq 3,6$ kN |
|  |   |   |  | Clase 70 - Marcado 7T : $C_{med} \geq 7,0$ kN y $C_{ind} \geq 5,6$ kN |
| Desgaste por abrasión (mm)   | Apdo. 4.2.4.4   | Clase 4 - Marcado I : $V_{ind} \leq 20$ mm (Método apdo. 5.6.1) |  |   |
| Resistencia al impacto   | UNE 127748:2012   | Apdo. 4.2.9   | Altura caída (H) $\geq 600$ mm   |   |
| Resistencia al resbalamiento / deslizamiento (USRV)  | No pulida   | Apdos. 4.2.5 y 5.7  | Satisfactoria (USRV $\geq 65$ )  |   |
|  | Pulida  |   | PND  |   |
| Resistencia climática  | Absorción por capilaridad (Succión) (%)   |   | $V_{med} \leq 0,4$ g/cm <sup>2</sup> ***                                       |   |
|  | Absorción total de agua (%)   | Apdo. 4.2.6.1   | $V_{med} \leq 6$ %   |   |
|  | Resistencia al hielo-deshielo (kg/m <sup>2</sup> )  |   | PND  |   |
| Comportamiento frente al fuego   | Reacción al fuego   | Apdo. 4.2.7.1   | Clase A1 fl (s/ Decisión de la CE 96/603/CE)                                   |   |
|  | Comportamiento frente al fuego  | Apdo. 4.2.7.2   | Satisfactorio (s/ Decisión de la CE 200/553/CE)                                |   |
| Conductividad térmica  |   | Apdo. 4.2.8   | PND  |   |
| Observaciones:<br>1ª - ** PVT garantiza estos valores en productos con una antigüedad mínima de 28 días desde la fecha de su fabricación.<br>2ª - Pieza con bisel.<br>3ª - * El abujardado mecánico se realiza siguiendo los mismos parámetros exigidos a los materiales de piedra natural.<br>4ª - *** Tratamiento superficial especial en la cara vista del producto una vez abujardado. |   |   |  |   |

FICHA 17: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA DE TERRAZO VETEADO, LISO Y ÁRIDO VISTO. FABRICANTE PAVIMENTOS DE TUDELA.

## Declaración de prestaciones

**Holanda** // Espesor 8

Rev. 0 // Fecha 24/09/14


**PREFABRICADOS  
RODA**

 NORMA UNE-EN 1338:2004  
 ADOQUINES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

| FAMILIA RESISTENTE             | FAMILIA SUPERFICIAL       |
|--------------------------------|---------------------------|
| UNICA (>3,6 MPa)               | LISA , ABUJARDADA, LACADA |
| Uso previsto: SOLERÍA EXTERIOR |                           |

| FORMATO           | Piezas / m2 | PESO Kg/m2 |
|-------------------|-------------|------------|
| 10 x 10 x 8       | 100 Ud.     | 185 Kg/m2  |
| 10 x 20 x 8       | 50 Ud.      |            |
| 20 x 20 x 8       | 25 Ud.      |            |
| 30 x 20 x 8       | 16,60 Ud.   |            |
| 30 x 30 x 8       | 8,33 Ud.    |            |
| PICOS 30 x 30 x 8 | 11,11 Ud.   |            |

| Prestación                                     | Clase-Valor          | Especificación técnica armonizada |
|--|----------------------|-----------------------------------|
| Absorción de agua                              | 6% (Según norma UNE) | Anexo E                           |
| Resistencia al desgaste por abrasión           | Clase 4              | Anexo G                           |
| Resistencia a la Rotura (MPa)                  | ≥ 3,6 MPa            | Anexo F                           |
| Resistencia a Resbalamiento / Deslizamiento    | ≥ 45                 | Anexo I                           |
| Durabilidad de la Resistencia a Rotura         | Satisfactorio        |                                   |
| Durabilidad de la Resistencia al Resb. / Desl. | Satisfactorio        |                                   |
| Comportamiento frente al fuego                 | PND                  | DC 96/603/CE                      |

Sistema de evaluación de la conformidad 4

**CE07**

 PREFABRICADOS RODA, S.L.  
 C.I.F.: B-07132877  
 Puerta de Cuenca, 51  
 02630 LA RODA (Albacete)

**PREFABRICADOS RODA**

 Dirección: Puerta de Cuenca, N°51,  
 02630 La Roda (Albacete)  
 Apartado de Correos: 195  
 Teléfono: +34 967 440 403  
 FAX: +34 967 443 804  
 E-mail: info@prefabricadosroda.com

 FICHA 18: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. ADOQUÍN PREFABRICADO LISO  
 ABUJARDADO Y LACADO. FABRICANTE PREFABRICADOS RODA.

## Declaración de conformidad



Declaramos, de acuerdo con el certificado de control de producción en fábrica que el producto que se referencia en el cuadro siguiente es conforme con las disposiciones las norma UNE - EN 1338:2004 y UNE - EN 1339:2004 (incluyendo todas las modificaciones aplicables) así como la UNE-CEN TS 15209 EX y que se han aplicado las normas y/o especificaciones técnicas citadas.

Las características declaradas en el marcado de los productos que se indican más abajo se encuentran recogidas en las fichas de información del marcado que se adjuntan a la presente declaración.

| PRODUCTO              |  |                  | APLICACIÓN  |                    |  |
|-----------------------|--|------------------|---|--------------------|--|
| Referencia (o código) | Descripción  | Familia          | Disposiciones con las que el producto es conforme | NORMA              | Condiciones particulares aplicables al uso   |
| 001                   |  | Arcos            |   | UNE - EN 1338:2004 |  |
| 002                   |  | Berlin           |   | UNE - EN 1338:2004 |  |
| 003                   |  | Betera           |   | UNE - EN 1338:2004 |  |
| 004                   |  | Florenxia        |   | UNE - EN 1338:2004 |  |
| 005                   | Piezas prefabricadas de hormigón de superficie lisa, abujadada, lacada, envejecida o abotonada/ rayada | Holanda          |   | UNE - EN 1338:2004 | Para uso externo y acabado de calles, cubriendo áreas externas de circulación de peatones y de vehículos |
| 006                   |  | Lanza            |   | UNE - EN 1338:2004 |  |
| 007                   |  | Ponto            | ANEXO ZA  | UNE - EN 1338:2004 |  |
| 008                   |  | Roma             |   | UNE - EN 1338:2004 |  |
| 009                   |  | Roterdam         |   | UNE - EN 1338:2004 |  |
| 010                   |  | Rustico          |   | UNE - EN 1338:2004 |  |
| 011                   |  | Tulipe           |   | UNE - EN 1338:2004 |  |
| 012                   |  | Uni              |   | UNE - EN 1338:2004 |  |
| 013                   |  | Unidecor         |   | UNE - EN 1338:2004 |  |
| 014                   |  | Losas g. formato |   | UNE - EN 1339:2004 |  |
| 015                   | Botones  |                  | UNE-CEN TS 15209 EX                               |                    |  |
| 016                   | Bandas   |                  | UNE-CEN TS 15209 EX                               |                    |  |

Firma:  
Nombre: Félix Escribano Ruiz  
Cargo: Gerente (Resp. del Control de producción en fábrica)

**Prefabricados RODA**

Urb. El Estero de Guadalupe, Res. 1  
02630 La Roda (Albacete)  
Apartado de Correos: 195  
Teléfono: +34 967 411103  
FAX: +34 967 411804  
E-mail: info@prefabricadosroda.com



BUREAU VERITAS  
Certification



## Certificación Certification

Concedida a / Awarded to

### PREFABRICADOS RODA SL

CL PUERTA DE CUENCA 51  
02630 LA RODA  
SPAIN

**Bureau Veritas Certification certifica que el Sistema de Gestión ha sido auditado y encontrado conforme con los requisitos de la norma:**

Bureau Veritas certify that the Management System has been audited and found to be in accordance with the requirements of standard:

**NORMA / STANDARD**

## ISO 9001:2008

**El Sistema de Gestión se aplica a:**

Scope of certification:

FABRICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ADOQUINES PREFABRICADOS.

MANUFACTURING AND COMMERCIALIZATION OF PREFABRICATED CABBLE STONES.

**Número del Certificado**  
Certificate Number

**ES053224-1**

Director de Certificación / Certification  
Manager

**Aprobación original :**  
Original approval date :

02/01/2008

**Certificado en vigor:**  
Effective date:

03/01/2014

**Caducidad del certificado:**  
Certificate expiration date:

02/01/2017

*Este certificado está sujeto a los términos y condiciones generales y particulares de los servicios de certificación*  
This certificate is valid, subject to the general and specific terms and conditions of certification services.

Entidad de Certificación / Certification Body: Bureau Veritas Iberia S.L.  
C/ Valportillo Primera 22-24, Edificio Caoba, Pol. Ind. La granja, 28108 Alcobendas - Madrid, Spain



**ENAC**  
CERTIFICACIÓN  
N.º 04-C-SC004

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos



Pol. Ind. Calvo Sotelo - C. Rodrigo, 34 - Tlfno: 968 501480 - 968 501411 - 30195 CARTAGENA (Murcia)  
Pol. Ind. Calvo Sotelo - Ctra. Madrid Km. 364 - Tlfno: 916 478 552 - Fax: 916 478 048 - 30100 ESPINARDO (Murcia)  
C/ Sierra de las Villas, Nave Nº. 1 - Pol. Ind. La Janda - Telf.: 678 708 757 - 60240 VIATOR (Almería)

| CODIGO ACTA | Nº PRESUPUESTO | Nº EXPEDIENTE | MUESTRA    | FECHA DE ACTA |
|-------------|----------------|---------------|------------|---------------|
| I           | 303295         | 301678        | .2014/1763 | 27/10/2014    |

**AQ007, AQ009, AQ010, AZ015, AQ008**  
Dimensiones de adoquines (CE) S/UNE-EN 1338/04 ANEXO C, Resistencia a la rotura de adoquines (CE) S/UNE-EN 1338/04 ANEXO F, Desgaste por abrasión adoquines, disco (CE) S/UNE-EN 1338/04 ANEXO G, Coeficiente de deslizamiento, Absorción total de agua, sobre adoquines (CE) S/UNE-EN 1338/04 ANEXO E

**ACTA DE RESULTADOS**

2014/10209

Obrac: PREFABRICADOS RODA 2014  
, ALBACETE

Peticionario: PREFABRICADOS RODA, S. L.  
Fecha recepción: 16/10/2014  
Inicio/Fin de ensayos: 21/10/2014 / 24/10/2014

DESTINATARIO

PREFABRICADOS RODA, S. L.  
Puerta de Cuenca, 51  
LA RODA  
02630-ALBACETE

RESULTADOS DEL ENSAYO

Material: ADOQUIN, RECTANGULAR DC RUGOSA 30 x15 x 8  
Recogido/realizado en: OBRA, Entregado por: Muestreado por laboratorio. Nuestro albarán:88153  
Referencia: MOD. PONTO 30 x 15, HORMIG. GRANITO TEXTURA ABUJARDADA.

| Ensayo AQ007 - Dimensiones de adoquines (CE) S/UNE-EN 1338/04 ANEXO C |    |         |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| LONGITUD, L   |    |         |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ADOQUIN   |    |         | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| 1ª MEDIDA   | mm |         | 298.0 | 299.1 | 299.1 | 298.4 | 299.0 | 298.1 | 297.9 | 299.0 |
| 2ª MEDIDA   | mm |         | 297.6 | 297.9 | 298.6 | 298.7 | 297.9 | 297.6 | 298.0 | 298.2 |
| MEDIA   | mm |         | 298   | 299   | 299   | 299   | 298   | 298   | 298   | 299   |
| ANCHURA, b  |    |         |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ADOQUIN   |    |         | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| 1ª MEDIDA   | mm |         | 148.5 | 147.7 | 149.1 | 147.9 | 147.6 | 147.6 | 149.1 | 147.4 |
| 2ª MEDIDA   | mm |         | 148.4 | 147.9 | 149.4 | 147.3 | 147.4 | 147.6 | 149.4 | 147.6 |
| MEDIA   | mm |         | 148   | 148   | 149   | 148   | 148   | 148   | 149   | 148   |
| ESPESOR, t  |    |         |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ADOQUIN   |    |         | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| 1ª MEDIDA   | mm |         | 80.36 | 81.08 | 80.30 | 81.01 | 80.40 | 81.00 | 80.77 | 80.91 |
| 2ª MEDIDA   | mm |         | 80.21 | 81.60 | 80.41 | 80.77 | 80.42 | 80.90 | 80.80 | 80.88 |
| 3ª MEDIDA   | mm |         | 80.07 | 81.02 | 80.36 | 80.69 | 80.36 | 80.66 | 80.66 | 80.67 |
| 4ª MEDIDA   | mm |         | 80.88 | 81.15 | 80.22 | 81.10 | 80.30 | 80.76 | 80.70 | 80.96 |
| MEDIA   | mm |         | 80.38 | 81.21 | 80.32 | 80.89 | 80.37 | 80.83 | 80.73 | 80.66 |
| DIFERENCIA MAXIMA   | mm | <= 3 mm | 0.81  | 0.58  | 0.19  | 0.41  | 0.12  | 0.34  | 0.14  | 0.29  |
| DIAGONALES, cuando dg>300 mm  |    |         |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ADOQUIN   |    |         | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| 1ª MEDIDA   | mm |         | 328.1 | 327.4 | 326.5 | 327.0 | 326.9 | 327.3 | 328.1 | 327.4 |
| 2ª MEDIDA   | mm |         | 327.5 | 327.4 | 327.8 | 327.2 | 328.0 | 327.2 | 327.6 | 327.5 |
| DIFERENCIA  | mm |         | 0.6   | 0.0   | 1.3   | 0.2   | 1.1   | 0.1   | 0.5   | 0.1   |
| PLANEIDAD Y CURVATURA, cuando L>300 mm                                |    |         |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ADOQUIN   |    |         | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| 1ª MEDIDA   | mm |         | 0.20  | 0.15  | 0.20  | 0.15  | 0.15  | 0.20  | 0.15  | 0.15  |
| 2ª MEDIDA   | mm |         | 0.15  | 0.15  | 0.20  | 0.20  | 0.15  | 0.20  | 0.15  | 0.20  |
| CHAFLAN   |    |         |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ADOQUIN   |    |         | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| 1ª MEDIDA HORIZONTAL  | mm |         | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  |
| 2ª MEDIDA HORIZONTAL  | mm |         | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  |
| MEDIA HORIZONTAL  | mm |         | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  |
| 1ª MEDIDA VERTICAL  | mm |         | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  |
| 2ª MEDIDA VERTICAL  | mm |         | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  |
| MEDIA VERTICAL  | mm |         | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  | ----  |
| ESPESOR DE LA DOBLE CAPA  |    |         |       |       |       |       |       |       |       |       |
| ADOQUIN   |    |         | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| ESPESOR MINIMO  | mm | >= 4 mm | 12.11 | 12.46 | 12.01 | 11.96 | 12.30 | 12.36 | 12.10 | 12.30 |

Observaciones: APECTOS VISUALES: NO PRESENTAN GRIETAS, DESCONCHONES O EXFOLIACIONES

Página 3/3

Inversiones de Murcia, s.l. - inscrita en el Reg. Merc. de Murcia, Libro 264-3, Folio 18, Hoja N.º 4993, Inscr. 1.º - C.I.F.: B-30620629

HORYSU INVERSIONES DE MURCIA, S.L.  
Vº B. DIRECTOR TÉCNICO

*[Firma]*  
VICENTE GARCIA

Copias enviadas a:  
PREFABRICADOS RODA, S.L.

PREFABRICADOS RODA, S.L.  
C.I.F.: B-02065677  
Puerta de Cuenca, 51  
02630 LA RODA (Albacete)

Murcia, 27/10/2014  
HORYSU Murcia

HORYSU INVERSIONES DE MURCIA, S.L.  
TECNICO RESPONSABLE

*[Firma]*  
DAVID TAPIA ABAD

Laboratorio habilitado para la realización de ensayos de control de la edificación según RD4/02/2010.  
Este acta de ensayos solo afecta a la muestra recogida y ensayada en laboratorio. En caso de difusión del presente informe, deberá reproducirse íntegramente, todas las hojas de que consta.



**HORYSU LABORATORIOS**  
 Pol. Ind. Cabos Bozta - C/ Belgrado, 64 - Tfno: 968 500 650 - 968 500 412 - 30095 CARTAGENA (Murcia)  
 Pol. Ind. Cabos Cortado - Ctra. Madrid Km 384 - Tel: 96 879 452 - Fax: 96 838 040 - 30104 ESPINARDO (Murcia)  
 C/ Sierra de las Villas Nave N.º 1 - Pol. Ind. La Juañeta - Tel: 676 708 157 - 60240 VIATOR (Almería)

| CODIGO ACTA | Nº PRESUPUESTO | Nº EXPEDIENTE | MUESTRA    | FECHA DE ACTA |
|-------------|----------------|---------------|------------|---------------|
| I           | 303295         | 301678        | .2014/1763 | 27/10/2014    |

DESTINATARIO

PREFABRICADOS RODA, S. L.  
 Puerta de Cuenca, 51  
 LA RODA  
 02630-ALBACETE

## ACTA DE RESULTADOS

2014/10209

Ensayo AQ009.- Resistencia a la rotura de adoquines (CE)

| RESISTENCIA A LA ROTURA s/ UNE-EN 1338/04 ANEXO F                                    |      |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Adoquín  | 1    | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |        |
| Carga de rotura  | N    | 165222 | 170130 | 192731 | 167675 | 182464 | 155201 | 181783 | 180476 |
| Resistencia a la rotura  | MPa  | 4.4    | 4.5    | 5.1    | 4.5    | 4.8    | 4.1    | 4.8    | 4.8    |
| Resistencia a la rotura media  | MPa  | 4.6    |        |        |        |        |        |        |        |
| Rotura por unidad de longitud  | N/mm | 551    | 567    | 642    | 559    | 608    | 517    | 606    | 602    |
| Rotura por unidad de longitud media  | N/mm | 581.5  |        |        |        |        |        |        |        |
| Según norma UNE: Resistencia a rotura mínima media 3.6 MPa y mínima unitaria 2.9 MPa |      |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Según norma UNE: Carga de rotura por unidad de longitud mínima 250 N/mm              |      |        |        |        |        |        |        |        |        |

Ensayo AQ010.- Desgaste por abrasión adoquines, disco (CE)

| RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION s/ UNE-EN 1338/04 ANEXO G                                  |    |       |       |       |
|---|----|-------|-------|-------|
| Adoquín/Pieza   | 1  | 2     | 3     |       |
| Huella 1  | mm | 18.35 | 17.02 | 18.25 |
| Huella 2  | mm | 17.80 | 17.76 | 18.04 |
| Longitud Huella mayor   | mm | 18.35 | 17.76 | 18.25 |
| Longitud Huella media   | mm | 18.13 |       |       |
| Según norma UNE: Huella máxima individual 23 mm (Clase 3-Marcado H) y 20 mm (Clase 4-Marcado I) |    |       |       |       |

Observaciones: Clase 4 : Huella máxima: 20 mm.

Ensayo AZ015.- Coeficiente de deslizamiento

| COEFICIENTE AL DESLIZAMIENTO       |      |     |     |     |     |
|------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|
| PROBETAS                           | P-1  | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 |
| MUESTRA 1                          | 75   | 74  | 74  | 75  | 75  |
| MEDIA MUESTRA 1                    | 74.6 |     |     |     |     |
| COEFICIENTE DE DESLIZAMIENTO MEDIO | 75   |     |     |     |     |

Observaciones: CLASE 3

Página 2/4

Inversiones de Murcia, s.l. - inscrita en el Reg. Merc. de Murcia, Libro 264-3, Folio 18, Hoja N.º 4993, Inscryp. 1.º - C.I.F.: B-30620529

**HORYSU** INVERSIONES DE MURCIA, S.L.  
 Vº B. DIRECTOR TÉCNICO  
  
 ANDRÉS CLEMENTE GARCÍA

 Copias enviadas a:  
 PREFABRICADOS RODA, S. L.

PREFABRICADOS RODA, S. L.  
 C.I.F.: B-02067717  
 Puerta de Cuenca, 51  
 02630 ALBACETE (ALBACETE)  
 Murcia, 27/10/2014  
 HORYSU, Murcia

**HORYSU** INVERSIONES DE MURCIA, S.L.  
 TÉCNICO RESPONSABLE  
  
 DAVID TAPIA ABAD

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos



**Laboratorios**

Pal. Ind. Cabezo Basa - C/ Belgrado, 84 - Tfno: 965 500 600 - 965 500 412 - 30705 CARTAGENA (Murcia)  
Pal. Ind. Cabezo Cerdado - C/ta. Madrid, km. 384 - Telf: 965 079 952 - Fax: 965 858 045 - 30100 ESPINARDO (Murcia)  
C/ Sierra de las Villas, Nave N.º 1 - Pal. Ind. La Zaidúa - Telf: 678 708 757 - 0240 VIATOR (Almería)

| CODIGO ACTA | Nº PRESUPUESTO | Nº EXPEDIENTE | MUESTRA   | FECHA DE ACTA |
|-------------|----------------|---------------|-----------|---------------|
| 1           | 303295         | 301678        | 2014/1763 | 27/10/2014    |

DESTINATARIO

PREFABRICADOS RODA, S. L.  
Puerta de Cuenca, 51  
LA RODA  
02630-ALBACETE

**ACTA DE RESULTADOS** 2014/10209

Ensayo AQ008.- Absorción total de agua, sobre adoquines (CE)

| ABSORCION TOTAL DE AGUA s/ UNE-EN 1338/04 ANEXO E |   |      |      |      |
|---|---|------|------|------|
| Adoquín/Pieza                                     |   | 1    | 2    | 3    |
| Absorción de agua                                 | % | 3.60 | 3.77 | 3.87 |
| Absorción de agua media                           | % | 3.75 |      |      |

Según norma UNE: Absorción de agua media máxima 6% ( Clase 2-Marcado B)

Inversiones de Murcia, s.l. - inscrita en el Reg. Merc. de Murcia, Libro 264-3, Folio 18, Hoja N.º 4983, Inscript. 1ª - C.I.F.: B-30620629

Página 3/3

**HORYSU** INVERSIONES DE MURCIA, S.L.  
1º B. DIRECTOR TÉCNICO

ANDRES CLEMENTE GARCIA

Copias enviadas a:  
PREFABRICADOS RODA, S. L.



Murcia, 27/10/2014  
HORYSU Murcia

**HORYSU** INVERSIONES DE MURCIA, S.L.  
TECNICO RESPONSABLE

DAVID TAPIA ABAD

Laboratorio habilitado para la realización de ensayos de control de la edificación según RD418/2010.  
Este acta de ensayos sólo afecta a la muestra recogida y ensayada en laboratorio. En caso de difusión del presente informe, deberá reproducirse íntegramente, todas las hojas de que consta.



Tel. Ind. Calvo Sainz - C. Belgrado s/n - Taxis - 309 500450 - 300 510412 - 3096 CARTAGENA (Murcia)  
 Ed. Ind. Calvo Sainz - Cta. 2626 - Km. 202 - L.01 - 048 09 03 - Fax 048 09 04 - 3000 ESPINARDO (Murcia)  
 C/ Sierra de los Villares S/n - 1. - Pol. Ind. La Jarsida - Telf: 628 700 757 - 6248 VIATOR (Almería)

| CODIGO ACTA | Nº PRESUPUESTO | Nº EXPEDIENTE | MUESTRA   | FECHA DE ACTA |
|-------------|----------------|---------------|-----------|---------------|
| 3           | 303295         | 301678        | 2014/2076 | 21/11/2014    |

AQ009

Resistencia a la rotura de adoquines (CE) S/UNE-EN 1338/04 ANEXO F

ACTA DE RESULTADOS 2014/11440

Obra: PREFABRICADOS RODA 2014  
 ,ALBACETE

Peticionario: PREFABRICADOS RODA, S. L.  
 Fecha recepción: 20/10/2014  
 Inicio/Fin de ensayos: 20/11/2014 / 21/11/2014

DESTINATARIO

PREFABRICADOS RODA, S. L.  
 Puerta de Cuenca, 51  
 LA RODA  
 02630-ALBACETE

RESULTADOS DEL ENSAYO

Material: ADOQUIN, MOD. HOLANDA 20 x 30 x 8, OBRA: URBANIZ. TRES CANTOS.  
 Recogido/realizado en: LABORATORIO. Entregado por: Muestreado por peticionario, Nuestro albarán:87356  
 Referencia: OBRA: URBANIZ. TRES CANTOS.

Ensayo AQ009.- Resistencia a la rotura de adoquines (CE)

| RESISTENCIA A LA ROTURA s/ UNE-EN 1338/04 ANEXO F                                    |      |              |        |        |        |        |
|--|------|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Adoquín  |      | 1            | 2      | 3      | 4      | 5      |
| Carga de rotura  | N    | 254100       | 231400 | 218700 | 222000 | 232100 |
| Resistencia a la rotura  | MPa  | 6.81         | 6.20   | 5.86   | 5.95   | 6.22   |
| Resistencia a la rotura media  | MPa  | <b>6.2</b>   |        |        |        |        |
| Rotura por unidad de longitud  | N/mm | 855          | 779    | 736    | 747    | 781    |
| Rotura por unidad de longitud media  | N/mm | <b>779.6</b> |        |        |        |        |
| Según norma UNE: Resistencia a rotura mínima media 3.6 MPa y mínima unitaria 2.9 MPa |      |              |        |        |        |        |
| Según norma UNE: Carga de rotura por unidad de longitud mínima 250 N/mm              |      |              |        |        |        |        |

Inversiones de Murcia, s.l. - Inscrite en el Reg. Merc. de Murcia, Libro 264-3, Folio 18, Hoja N.º 4093, Inscrp. 1ª - C.I.F.: B-30620629

Página 1/1

HORYSU INVERSIONES DE MURCIA S.L.  
 Vº B. DIRECTOR TÉCNICO  
  
 DAVID TAPIA ABAD

Copias enviadas a:  
 PREFABRICADOS RODA S.L.

Murcia, 21/11/2014

HORYSU Group

HORYSU INVERSIONES DE MURCIA S.L.  
 TECNICO RESPONSABLE  
  
 DAVID TAPIA ABAD

Laboratorio habilitado para la realización de ensayos de control de la edificación según RD410/2010.  
 Este tipo de ensayos solo afecta a la muestra recogida y ensayada en Laboratorio. En caso de difusión del presente informe, deberá reproducirse íntegramente, todas las hojas de que consta.

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos



**HORYSU**  
**LABORATORIOS**

Tel. Ind. (horas/Rozar): 011 4646464 - Fax: 011 4646464 - 3095 C/ BARTAGENA (Murcia)  
Tel. Ind. (horas/Rozar): 011 4646464 - Fax: 011 4646464 - 3100 C/ ESPINARDO (Murcia)  
C/ Santa de la Villa: N° 1 - Tel. Ind. La Lanza - Tel: 05 706 555 - 0240 VIATOR (Almería)

| CODIGO ACTA | Nº PRESUPUESTO | Nº EXPEDIENTE | MUESTRA   | FECHA DE ACTA |
|-------------|----------------|---------------|-----------|---------------|
| 2           | 303295         | 301678        | 2014/1980 | 12/11/2014    |

**AQ014**

Determinación de la resistencia al hielo/deshielo ( CE ) S/UNE-EN 1338/04 ANEXO D

**ACTA DE RESULTADOS** 2014/10935

Obra: **PREFABRICADOS RODA 2014**  
**, ALBACETE**

Peticionario: **PREFABRICADOS RODA, S. L.**  
Fecha recepción: **14/10/2014**  
Inicio/Fin de ensayos: **14/10/2014 / 11/11/2014**

DESTINATARIO

**PREFABRICADOS RODA, S. L.**  
Puerta de Cuenca, 51  
LA RODA  
02630-ALBACETE

RESULTADOS DEL ENSAYO

Material: **ADOQUIN, RECTÁNGULAR DC RUGOSA 30 x15 x 8.**  
Recogido/realizado en: **LABORATORIO.** Entregado por: **Muestreado por peticionario.** Nuestro albarán: **88188**  
Referencia: **MOD. PONTO 30 x 15, HORMIG GRANITO TEXTURA ABUJARDADA.**

Ensayo **AQ014.** - Determinación de la resistencia al hielo/deshielo ( CE )

| DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL HIELO/DESHIELO s/ UNE-EN 1338/04 ANEXO D |                   |      |      |      |
|---|-------------------|------|------|------|
| Probetas  |                   | 1    | 2    | 3    |
| Pérdida de masa por unidad de área  | Kg/m <sup>2</sup> | 0.65 | 0.70 | 0.81 |
| Media de pérdida de masa por unidad de área                                 | Kg/m <sup>2</sup> | 0.72 |      |      |

Inversiones de Murcia, s.l. - inscrita en el Reg. Merc. de Murcia, Libro 264-3, Folio 16, Hoja N.º 4893, Inscrip. 1ª - C.I.F.: B-30620629

Página 1/1

**HORYSU** INVERSIONES DE MURCIA S.L.  
Vº B. DIRECTOR TÉCNICO



**BASILIO REYES CLEMENTE GARCIA**

Copias enviadas a:  
PREFABRICADOS RODA, S. L.



Murcia, 12/11/2014

HORYSU Murcia

**HORYSU** INVERSIONES DE MURCIA S.L.  
TECNICO RESPONSABLE



**DAVID TAPIA ABAD**

Laboratorio habilitado para la realización de ensayos de control de la edificación según RD410/2010

## FICHA DE PRODUCTO

Rev. 1

Fecha: 02/03/12

## LOSAS



**NORMA UNE-EN 1339:2004**  
LOSAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN

**MODELO LOSA DE GRAN FORMATO**

| FORMATO cm<br><small>(DIFER. COMPLEMENTOS)</small> | Piezas/m <sup>2</sup> | PESO Kg/m <sup>2</sup> |
|--|-----------------------|------------------------|
| 40 x 30 x 8  | 8,33 Ud.              | 185 Kg/m <sup>2</sup>  |
| 50 x 50 x 8  | 4 Ud.                 | 185 Kg/m <sup>2</sup>  |
| 60 x 40 x 8  | 4,16 Ud.              | 185 Kg/m <sup>2</sup>  |
|  |                       | Espesor: 8 cm          |

**TIPO****Familia Resistente**

UNICA (&gt;5 MPa)

Uso previsto: SOLERÍA EXTERIOR

**Familia Superficial**LISA, ABUJARDADA, LACADA  
O ENVEJECIDA**Resistencia a la Rotura (MPa)** ≥ 5 MPa**Absorción de Agua** 2%**Resistencia a Resbalamiento / Deslizamiento** ≥ 55**Durabilidad de la Resistencia a Rotura** Satisfactorio**Durabilidad de la Resistencia al Resb. / Desl.** Satisfactorio

La emisión de armario, la conductividad térmica, el comportamiento ante fuego externo y la reacción al fuego no son relevantes en este producto para el uso previsto.

**MARCADO** Baldosa prefabricada  
de Hormigón B I L N T 25

**CE11****Prefabricados RODA**

Dirección: Puerta de Cuéncas, Nº51,  
02630 La Roda (Albacete)  
Apartado de Correos: 195  
Teléfono: +34 967 443 403  
FAX: +34 967 443 804  
E-mail: info@prefabricadosroda.com



FICHA 19: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. LOSA PREFABRICADA LISA,  
ABUJARDADA, LACADA O ENVEJECIDA. FABRICANTE PREFABRICADOS RODA.

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos

FICHA DE PRODUCTO

Rev.1

Fecha: 02/03/12

# ROMA



**NORMA UNE-EN 1338:2004**

ADOQUINES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

### MODELO ROMA

| FORMATO cm<br><small>(SEN = LONGITUD)</small> | Piezas/m <sup>2</sup> | PESO Kg/m <sup>2</sup> |
|---|-----------------------|------------------------|
| 21 x 22 x 16                                  | 14 Ud.                |                        |
| 17 x 18 x 16                                  | 8 Ud.                 | 185 Kg/m <sup>2</sup>  |
| 13 x 14 x 16                                  | 14 Ud.                |                        |
| 9 x 10 x 16                                   | 6 Ud.                 | Espesor: 8 cm          |

### TIPO

#### Familia Resistente

UNICA (>3,6 MPa)

Uso previsto: SOLERÍA EXTERIOR

#### Familia Superficial

LISA, ABUJARDADA, LACADA  
O ENVEJECIDA

|  |               |
|--|---------------|
| Resistencia a la Rotura (MPa)                  | ≥ 3,6 MPa     |
| Resistencia a Resbalamiento / Deslizamiento    | ≥ 45          |
| Durabilidad de la Resistencia a Rotura         | Satisfactorio |
| Durabilidad de la Resistencia al Resb. / Desl. | Satisfactorio |

La emisión de amianto, la conductividad térmica, el comportamiento ante fuego externo y la reacción al fuego no son relevantes en este producto para el uso previsto.

# CE07

**Prefabricados RODA**

Dirección: Puerta de Cuernca, Nº51,  
02640 La Roda (Alicante)  
Apartado de Correos: 175  
Teléfono: +34 967 140 103  
FAX: +34 967 143 804  
E-mail: info@prefabricadosroda.com



FICHA 20: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. ADOQUÍN PREFABRICADO LISO, ABUJARDADO, LACADO O ENVEJECIDO. FABRICANTE PREFABRICADOS RODA.

# Certificado AENOR de Producto

## Materiales de arcilla cocida para construcción



034/000987

AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación, certifica que la organización

### CERAMICA MALPESA, S.A.

con domicilio social en: AUTOVIA A-4, KM 303  
23730 VILLANUEVA DE LA REINA (Jaen - ESPAÑA)

suministra: Adoquines de arcilla cocida y sus accesorios

elaborados en: CR NACIONAL MADRID-CÁDIZ, KM. 303  
23710 BAILEN (Jaen - ESPAÑA)

conformes con: UNE-EN 1344:2002 (EN 1344:2002)

Nº Ficha Técnica: 0831201 (ver anexo)

Sistema de certificación: Este certificado se ha concedido de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Particular de Certificación de AENOR RP 34.12

Fecha de emisión: 2009-05-26

Fecha de expiración: 2014-05-26

**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación

El Director General de AENOR

**AENOR**

Asociación Española de Normalización y Certificación

Génova, 6. 28004 Madrid, España  
Tel. 902 102 201 - www.aenor.es

FICHA 21: ARCILLA COCIDA. ADOQUÍN CERÁMICO KLINKER.FABRICANTE MALPESA.

**DECLARACION DE CONFORMIDAD**  
**CERAMICA MALPESA, S.A.**

Autovía A-4, km 303. Villanueva de la Reina 23730. Jaén. España

Declara de acuerdo al artículo 9 de la Ley de Productos para la construcción (transposición de la Directiva sobre productos para la construcción 89/106/CE que el

**Adoquín cerámico clinker de pavimentación,**  
**Modelos Rojo, Avellana, Marrón, Blanco, Beige, Gris, Palo de Rosa, Albero, Maestranza, Roble y Terracota**

**De formato 199 x 97 con gruesos de 50, 60 y 65 mm.**

Fabricado en Villanueva de la Reina. Jaén

cumple las condiciones para la identificación CE según Anexo ZA de la norma UNE EN 1344 en unión de la utilización se aseguran las siguientes propiedades de la citada norma:

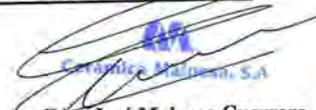
| PROPIEDADES   | Campo de aplicación previsto   |
|---|--|
|   | TODO TIPO DE USOS<br>(pavimentación interior y exterior para uso de peatones, vehículos y cubiertas. Colocación flexible y rígida) |
| Rango en cada dimensión   | Clase R1   |
| Reacción al fuego   | Euroclase A1   |
| Comportamiento al fuego exterior  | Satisfactorio  |
| Emisiones de asbesto y formaldehído   | No contiene  |
| Carga de rotura transversal   | Clase T4   |
| Resistencia al deslizamiento/derrape  | Clase U2   |
| Resistencia a la abrasión   | Clase A3   |
| Resistencia a los ácidos  | Clase C  |
| Conductividad térmica 1)  | NPD 2)   |
| Durabilidad (Resistencia hielo-deshielo)  | Clase FP100  |
| 1) Conductividad térmica según norma UNE EN 1344.<br>2) NPD = No performance determined – “ No se ha determinado ningún valor de prestación”. |  |

Para evaluar la conformidad se llevarán a cabo los procedimientos indicados en la tabla ZA.2 de la norma UNE EN 1344. El producto está sujeto al control de la producción en la propia planta según esta misma norma.

Independientemente de lo citado anteriormente, se garantiza conforme a la norma UNE-ENV 12633:2003 lo siguiente:

| PROPIEDAD                       | CLASIFICACIÓN |
|---------------------------------|---------------|
| Resistencia al deslizamiento Rd | Clase 3       |

Villanueva de la Reina a 15 de mayo de 2009

  
 Cerámica Malpesa, S.A.  
**Edo: José Malpesa Guerrero**  
**Presidente – Consejero Delegado**

# Certificado AENOR de Producto

## Materiales de arcilla cocida para construcción



034/001341

AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación, certifica que la organización

### GRES ACUEDUCTO S.A.

con domicilio social en: CR VEGAS DE MATUTE, S/N 40422 OTERO DE HERREROS (Segovia - España)

suministra: Adoquines de arcilla cocida y sus accesorios

Nº Ficha Técnica: 0911202

elaborados en: CR VEGAS DE MATUTE, S/N 40422 OTERO DE HERREROS (Segovia - España)

conformes con: UNE-EN 1344:2002 (EN 1344:2002)

Sistema de certificación: Este certificado se ha concedido de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Particular de Certificación de AENOR RP 34.12

Este certificado anula y sustituye al 034/001341, de fecha 2009-11-11

Fecha de emisión: 2009-11-11  
Fecha de modificación: 2011-02-15  
Fecha de expiración: 2016-02-15

**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación

El Director General de AENOR

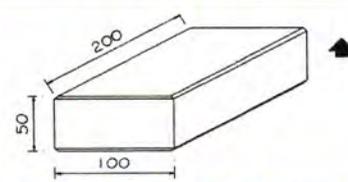
**AENOR**

Asociación Española de Normalización y Certificación

Génova, 6. 28004 Madrid, España  
Tel. 902.102.201 – www.aenor.es

FICHA 22: ARCILLA COCIDA. ADOQUÍN CERÁMICO. FABRICANTE LA PALOMA.

Anexo al Certificado AENOR N° 034/001341

| MARCA AENOR PARA ADOQUINES DE ARCILLA COCIDA Y ACCESORIOS   |   |  |                        |  |                  |  |            |  |      |
|---|---|--|------------------------|--|------------------|--|------------|--|------|
| N° DE FICHA TÉCNICA: 0911202  |   |  |                        |  |                  |  |            |  |      |
| FABRICANTE: <b>GRES ACUEDUCTO, S.A.</b>   |   |  |                        |  |                  |  |            |  <p>AENOR<br/>Producto<br/>Certificado</p> |      |
| LOCALIDAD: <b>Otero de Herreros (Segovia)</b>   |   |  |                        |  |                  |  |            |  |      |
| DESIGNACIÓN DEL MODELO: <b>Adoquín de arcilla cocida de 200 x 100 x 50</b>  |   |  |                        |  |                  |  |            |  |      |
| NOMBRE COMERCIAL: <b>Bilbao, Asturias, Británico, Oporto, Otero, Levante, Castilla; Lanzarote, Timanfaya, Escorial, Galicia, Toulouse y Aquitania</b> |   |  |                        |  |                  |  |            |  |      |
| USO PREVISTO <sup>(1)</sup> : <b>UTILIZACIÓN GENERAL</b>  |   |  |                        |  |                  |  |            |  |      |
| TRÁNSITO RODADO:  |   |  |                        | APTO <input checked="" type="checkbox"/> |                  | NO APTO <input type="checkbox"/>       |            |  |      |
| ESQUEMA DEL MODELO  |   |  |                        |  |                  |  |            |  |      |
|    |   |  |                        |  |                  |  |            |  |      |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ADOQUÍN  |   |  |                        |  |                  |  |            |  |      |
| Característica  |   |  | Método de comprobación | VALORES EXIGIDOS                         |                  |  |            |  |      |
|   |   |  |                        | Fabricante                               |                  | Marca AENOR                            |            | UNE-EN 1344  |      |
| Dimensiones nominales   | l/a   |  | Anexo B<br>UNE-EN 1344 | ≤ 3                                      | ≤ 6              |  | ≤ 6        |  |      |
|   | e (mm)  | Pavimentos flexibles <input checked="" type="checkbox"/> |                        | ≥ 40                                     | ≥ 40             |  | ≥ 40       |  |      |
|   |   |  | ≥ 30                   | ≥ 30                                     |                  | ≥ 30                                   |            |  |      |
| Tolerancias dimensionales (mm)  | Desviación al valor nominal (d)                 |  | Anexo C<br>UNE-EN 1344 | ± 0,3vd                                  | ± 0,3vd          |  | ± 0,4vd    |  |      |
|   | Rango en cada dimensión                         | Clase R0 <input type="checkbox"/>                        |                        | N/A                                      | N/A              |  | S.D.       |  |      |
| Resistencia al hielo/deshielo   | Clase R1 <input checked="" type="checkbox"/>    |  | Anexo D<br>UNE-EN 1344 | ≤ 0,5vd                                  | ≤ 0,5vd          |  | ≤ 0,6vd    |  |      |
|   | Clase FP100 <input checked="" type="checkbox"/> |  |                        | S.D.                                     | S.D.             |  | S.D.       |  |      |
| Carga de rotura transversal (N/mm)  | Clase T0 <input type="checkbox"/>               |  | Anexo E<br>UNE-EN 1344 | Resistente                               | Resistente       |  | Resistente |  |      |
|   | Clase T1 <input type="checkbox"/>               |  |                        | Valor Medio                              | N/A              | N/A                                    |            | S.D.   |      |
|   | Clase T2 * <input type="checkbox"/>             |  |                        | N/A                                      | N/A              | N/A                                    |            | ≥ 30   |      |
|   | Clase T3 <input type="checkbox"/>               |  |                        | N/A                                      | Valor individual | ≥ 30                                   | ≥ 24       |  | ≥ 15 |
|   | Clase T4 <input checked="" type="checkbox"/>    |  |                        | N/A                                      | N/A              | N/A                                    |            | ≥ 30   |      |
|   | Clase T5 <input type="checkbox"/>               |  |                        | N/A                                      | Valor individual | ≥ 80                                   | ≥ 64       |  | ≥ 24 |
| Resistencia a la abrasión (Valor medio del volumen erosionado en mm <sup>3</sup> )  | Clase A1 <input type="checkbox"/>               |  | Anexo F<br>UNE-EN 1344 | Valor Medio                              | N/A              |  | ≤ 2100     |  |      |
|   | Clase A2 <input type="checkbox"/>               |  |                        | N/A                                      | ≤ 1100           |  | ≤ 1100     |  |      |
|   | Clase A3 <input checked="" type="checkbox"/>    |  |                        | N/A                                      | ≤ 450            | ≤ 450                                  |            | ≤ 450  |      |
|   | Clase U0 <input type="checkbox"/>               |  |                        | N/A                                      | N/A              | N/A                                    |            | S.D.   |      |
| Resistencia al deslizamiento/derrape (Valor USRV)   | Clase U1 <input type="checkbox"/>               |  | Anexo G<br>UNE-EN 1344 | N/A                                      | ≥ 35             |  | ≥ 35       |  |      |
|   | Clase U2 <input type="checkbox"/>               |  |                        | N/A                                      | ≥ 45             |  | ≥ 45       |  |      |
|   | Clase U3 <input checked="" type="checkbox"/>    |  |                        | N/A                                      | ≥ 55             | ≥ 55                                   |            | ≥ 55   |      |
| Resistencia a los ácidos (% pérdida de masa)  | S.D. <input type="checkbox"/>                   |  | Anexo G<br>UNE-EN 1344 | S.D.                                     | S.D.             |  | S.D.       |  |      |
|   | Clase C <input checked="" type="checkbox"/>     |  |                        | ≤ 7                                      | ≤ 7              |  | ≤ 7        |  |      |
| Tratamiento químico después de la cocción   |   |  |                        | Sí <input type="checkbox"/>              |                  | No <input checked="" type="checkbox"/> |            | X <input type="checkbox"/>   |      |
| Reacción al fuego   |   |  |                        | Clase A1                                 |                  |  |            |  |      |
| Comportamiento frente al fuego exterior   |   |  |                        | SATISFACTORIO                            |                  |  |            |  |      |
| Emisión de asbesto  |   |  |                        | NO CONTIENE                              |                  |  |            |  |      |
| Emisión de formaldehído   |   |  |                        | NO CONTIENE                              |                  |  |            |  |      |
| Bisel > 7 mm  |   |  |                        | Sí <input type="checkbox"/>              |                  | No <input checked="" type="checkbox"/> |            | X <input type="checkbox"/>   |      |
| Accesorios:   |   |  |                        |  |                  |  |            |  |      |
| Medio Adoquín, bordillo, canal, tira romana, y mosaico  |   |  |                        |  |                  |  |            |  |      |
| Observaciones:  |   |  |                        |  |                  |  |            |  |      |

Datos de la obra a la que se ha suministrado el material cuya ficha técnica aparece aquí fotocopiada:  
 (Para la calificación final de la obra deberá estar sellada y firmada por el fabricante)

Sello y firma

Fecha de emisión: 2011-02-15  
Anula y sustituye a la de fecha 2009-11-11



R-DTC-117.00

# Certificado AENOR de Producto

## Materiales de arcilla cocida para construcción



034/001342

AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación, certifica que la organización

### GRES ACUEDUCTO S.A.

con domicilio social en: CR VEGAS DE MATUTE, S/N 40422 OTERO DE HERREROS (Segovia - España)

suministra: Adoquines de arcilla cocida y sus accesorios

Nº Ficha Técnica: 0911201

elaborados en: CR VEGAS DE MATUTE, S/N 40422 OTERO DE HERREROS (Segovia - España)

conformes con: UNE-EN 1344:2002 (EN 1344:2002)

Sistema de certificación: Este certificado se ha concedido de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Particular de Certificación de AENOR RP 34.12

Este certificado anula y sustituye al 034/001342, de fecha 2009-11-11

Fecha de emisión: 2009-11-11  
Fecha de modificación: 2011-02-15  
Fecha de expiración: 2016-02-15

**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación  
El Director General de AENOR

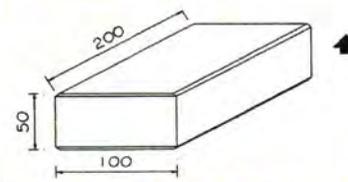
**AENOR**

Asociación Española de Normalización y Certificación

Génova, 6. 28004 Madrid. España  
Tel. 902 102 201 - www.aenor.es

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos

Anexo al Certificado AENOR N° 034/001342

| MARCA AENOR PARA ADOQUINES DE ARCILLA COCIDA Y ACCESORIOS  |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         |  |      |             |      |      |
|--|---------------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|---------|--|------|-------------|------|------|
| N° DE FICHA TÉCNICA: 0911201   |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| FABRICANTE: <b>GRES ACUEDUCTO, S.A.</b>  |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         | <br>Producto Certificado |      |             |      |      |
| LOCALIDAD: <b>Otero de Herreros (Segovia)</b>  |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| DESIGNACIÓN DEL MODELO: <b>Adoquín de arcilla cocida de 200 x 100 x 50</b>   |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| NOMBRE COMERCIAL: <b>Adoquín Artico y Palo de Rosa</b>   |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| USO PREVISTO <sup>1)</sup> : <b>UTILIZACION GENERAL</b>  |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| TRÁNSITO RODADO:   |                                 |                        |                               | APTO                          |                               | NO APTO     |         | x  |      |             |      |      |
| ESQUEMA DEL MODELO   |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         |  |      |             |      |      |
|   |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ADOQUÍN   |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| Característica   |                                 |                        | Método de comprobación        | VALORES EXIGIDOS              |                               |             |         |  |      |             |      |      |
|  |                                 |                        |                               | Fabricante                    | Marca AENOR                   | UNE-EN 1344 |         |  |      |             |      |      |
| Dimensiones nominales  | e (mm)                          | l/a                    | <b>Anexo B</b><br>UNE-EN 1344 | ≤ 3                           | ≤ 6                           | ≤ 6         |         |  |      |             |      |      |
|  |                                 | Pavimentos flexibles   |                               | X                             | ≥ 40                          | ≥ 40        | ≥ 40    |  |      |             |      |      |
| Pavimentos rígidos   | X                               | ≥ 30                   |                               | ≥ 30                          | ≥ 30                          |             |         |  |      |             |      |      |
| Tolerancias dimensionales (mm)   | Desviación al valor nominal [d] | Clase R0               |                               | N/A                           | ± 0,3√d                       | ± 0,3√d     | ± 0,4√d |  |      |             |      |      |
|  |                                 | Clase R1               |                               | X                             | N/A                           | N/A         | S.D.    |  |      |             |      |      |
| Resistencia al hielo/deshielo  | Rango en cada dimensión         | Clase Fo <sup>2)</sup> |                               | N/A                           | ≤ 0,5√d                       | ≤ 0,5√d     | ≤ 0,6√d |  |      |             |      |      |
|  |                                 | Clase FP100            |                               | X                             | S.D.                          | S.D.        | S.D.    |  |      |             |      |      |
| Carga de rotura transversal (N/mm)   | Clase                           | Clase T0               |                               | N/A                           | <b>Anexo D</b><br>UNE-EN 1344 | Resistente  |         | Resistente   |      | Resistente  |      |      |
|  |                                 | Clase T1               |                               | N/A                           |                               | Valor Medio | N/A     | Valor Medio  | N/A  | Valor Medio | S.D. | S.D. |
|  |                                 | Clase T2 *             |                               | X                             |                               | ≥ 30        | ≥ 24    | ≥ 30   | ≥ 24 | ≥ 30        | ≥ 24 | ≥ 15 |
|  |                                 | Clase T3               | N/A                           | N/A                           |                               | N/A         | ≥ 80    | ≥ 50   | ≥ 80 | ≥ 50        | ≥ 80 | ≥ 50 |
|  |                                 | Clase T4               | N/A                           | N/A                           |                               | N/A         | ≥ 80    | ≥ 64   | ≥ 80 | ≥ 64        | ≥ 80 | ≥ 64 |
| Resistencia a la abrasión (Valor medio del volumen erosionado en mm <sup>3</sup> )   | Clase                           | Clase A1               | N/A                           | <b>Anexo E</b><br>UNE-EN 1344 | N/A                           | ≤ 2100      | ≤ 2100  |  |      |             |      |      |
|  |                                 | Clase A2               | X                             |                               | ≤ 1100                        | ≤ 1100      | ≤ 1100  |  |      |             |      |      |
|  |                                 | Clase A3               | N/A                           |                               | N/A                           | ≤ 450       | ≤ 450   |  |      |             |      |      |
| Resistencia al deslizamiento/derrape (Valor USRV)  | Clase                           | Clase U0               | N/A                           | <b>Anexo F</b><br>UNE-EN 1344 | N/A                           | N/A         | N/A     |  |      |             |      |      |
|  |                                 | Clase U1               | N/A                           |                               | N/A                           | ≥ 35        | ≥ 35    |  |      |             |      |      |
|  |                                 | Clase U2               | N/A                           |                               | N/A                           | ≥ 45        | ≥ 45    |  |      |             |      |      |
| Resistencia a los ácidos (% pérdida de masa)   | Clase                           | Clase U3               | X                             | <b>Anexo G</b><br>UNE-EN 1344 | ≥ 55                          | ≥ 55        | ≥ 55    |  |      |             |      |      |
|  |                                 | S.D.                   | N/A                           |                               | S.D.                          | S.D.        | S.D.    |  |      |             |      |      |
| Tratamiento químico después de la cocción  |                                 |                        |                               | Sí                            |                               | No          |         | X  |      |             |      |      |
| Reacción al fuego  |                                 |                        |                               | Clase A1                      |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| Comportamiento frente al fuego exterior  |                                 |                        |                               | SATISFACTORIO                 |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| Emisión de asbesto   |                                 |                        |                               | NO CONTIENE                   |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| Emisión de formaldehído  |                                 |                        |                               | NO CONTIENE                   |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| Bisel > 7 mm   |                                 |                        |                               | Sí                            |                               | No          |         | X  |      |             |      |      |
| Accesorios:  |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| Medio Adoquín, bordillo, canal, tira romana, y mosaico   |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| Observaciones:   |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         |  |      |             |      |      |
| <sup>1)</sup> Uso previsto según los indicados en el apartado ZA.1 de la Norma UNE-EN 1344:2002.<br><sup>2)</sup> Sólo aplicable en adoquines en uso interior y colocación rígida.<br>N/A: No considerado a efectos de la Marca AENOR para adoquines cerámicos.<br>S.D.: Sin determinar.<br>* Sólo aplicable cuando el adoquín haya sido declarado como NO APTO PARA EL TRÁNSITO RODADO. |                                 |                        |                               |                               |                               |             |         |  |      |             |      |      |

Datos de la obra a la que se ha suministrado el material cuya ficha técnica aparece aquí fotocopiada:  
 (Para la calificación final de la obra deberá estar sellada y firmada por el fabricante)

Sello y firma

|  |   |  |  |  |                               |  |  |  |
|--|---|--|--|--|-------------------------------|--|--|--|
|  <b>TERRAZOS ATLÁNTICO, S.L.</b><br>LAS HUESAS S/N<br>TELÉFONO: 352 70 30 81 - 82<br>FAX: 352 68 94 28<br>TELER: (900) CANARIA<br>E-mail: terrazos@telefonos.es | <b>BALDOSAS DE TERRAZO (250x250-9past.)</b><br>(Norma UNE 13748-2:2005) |  |  |  | FICHA TÉCNICA<br>DE PRODUCTO  |  |  |  |
|  | <b>DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD</b>                               |  |  |  | <b>BA 9P -2</b><br>Enero 2007 |  |  |  |

### CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CE

**PRODUCTO:** BALDOSAS DE TERRAZOS  
**NORMA:** UNE EN 13748-2:2005  
**SUMINISTRADO:** TERRAZOS ATLÁNTICO, S.L.  
 MONTAÑA LAS HUESAS S/N, C.P. 35200, TELDE, GRAN CANARIA  
**FABRICADO EN:** MONTAÑA LAS HUESAS S/N, C.P. 35200, TELDE, GRAN CANARIA

**DEFINICIÓN**

Las baldosas de terrazo son elementos prefabricados de hormigón de forma prismática, macizos y con una sección transversal condicionada por las superficies exteriores de distinta naturaleza a las que delimita. Están compuestos por un núcleo de hormigón en masa y una capa de mortero de acabado en sus caras vistas a base de hormigón con cemento blanco BL-II y árido granulado a base de granito natural que mejora sus condiciones estéticas y de durabilidad. Así mismo, existen determinadas piezas complementarias con formas y dibujos que aporta un gran abanico de soluciones arquitectónicas.

La normativa básica de aplicación a estos productos es la Norma UNE 13748-2:2005.

**GEOMETRÍA, DIMENSIONES, TOLERANCIAS Y PESOS**

**PROBETAS (Baldosas)**

|                |               | 1   | 2  | 3     | 4     |       |       |  |  | V. Medio |  |       |
|----------------|---------------|---|----|-------|-------|-------|-------|--|--|----------|--|-------|
| LONGITUD       | Individual    | L <sub>1</sub> (AB)                               | mm | 250,0 | 251,0 | 250,1 | 250,2 |  |  |          |  |       |
|                |               | L <sub>2</sub> (BC)                               | mm | 250,2 | 250,4 | 250,0 | 249,8 |  |  |          |  |       |
|                |               | L <sub>3</sub> (BB)                               | mm | 250,1 | 250,3 | 250,0 | 250,1 |  |  |          |  |       |
|                | Media         | L <sub>m</sub>                                    | mm | 250,1 | 250,5 | 250,0 | 250,0 |  |  |          |  | 250,1 |
|                | Diferenc. máx | L <sub>max</sub> - L <sub>min</sub>               | mm | 0,2   | 0,7   | 0,1   | 0,4   |  |  |          |  | 0,35  |
|                | Diferenc. máx | (L <sub>i</sub> - L <sub>m</sub> ) <sub>max</sub> | mm | 0,1   | 0,5   | 0,1   | 0,2   |  |  |          |  | 0,22  |
| ANCHO          | Individual    | L <sub>1</sub> (AD)                               | mm | 250,0 | 250,2 | 250,2 | 250,0 |  |  |          |  |       |
|                |               | L <sub>2</sub> (BC)                               | mm | 250,0 | 250,1 | 250,1 | 250,0 |  |  |          |  |       |
|                |               | L <sub>3</sub> (BD)                               | mm | 249,9 | 250,2 | 250,2 | 250,0 |  |  |          |  |       |
|                | Media         | L <sub>m</sub>                                    | mm | 250,0 | 250,1 | 250,1 | 250,0 |  |  |          |  | 250,1 |
|                | Diferenc. máx | L <sub>max</sub> - L <sub>min</sub>               | mm | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,0   |  |  |          |  | 0,1   |
|                | Diferenc. máx | (L <sub>i</sub> - L <sub>m</sub> ) <sub>max</sub> | mm | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,0   |  |  |          |  | 0,1   |
| ESPESOR        | Individual    | E <sub>1</sub>                                    | mm | 29,4  | 30,1  | 30,0  | 30,5  |  |  |          |  |       |
|                |               | E <sub>2</sub>                                    | mm | 29,7  | 29,7  | 29,6  | 30,4  |  |  |          |  |       |
|                |               | E <sub>3</sub>                                    | mm | 29,6  | 30,0  | 29,5  | 30,9  |  |  |          |  |       |
|                | Media         | E <sub>m</sub>                                    | mm | 29,5  | 29,9  | 29,7  | 30,7  |  |  |          |  | 29,9  |
|                | Diferenc. máx | E <sub>max</sub> - E <sub>min</sub>               | mm | 0,2   | 0,2   | 0,5   | 0,5   |  |  |          |  | 0,35  |
|                | Diferenc. máx | (E <sub>i</sub> - E <sub>m</sub> ) <sub>max</sub> | mm | 0,2   | -0,2  | 0,3   | 0,3   |  |  |          |  | 0,25  |
| CAPA DE HUELLA | Individual    | E <sub>c1</sub>                                   | mm | 11,8  | 12,4  | 12,3  | 12,4  |  |  |          |  |       |
|                |               | E <sub>c2</sub>                                   | mm | 12,4  | 12,6  | 12,3  | 12,5  |  |  |          |  |       |
|                |               | E <sub>c3</sub>                                   | mm | 12,3  | 12,0  | 12,5  | 12,4  |  |  |          |  |       |
|                | Media         | E <sub>m</sub>                                    | mm | 12,1  | 12,3  | 12,4  | 12,4  |  |  |          |  | 12,3  |
| DIAGONALES     | Individual    | D <sub>1</sub> (AC)                               | mm | 351,1 | 351,8 | 351,8 | 351,7 |  |  |          |  |       |
|                |               | D <sub>2</sub> (BD)                               | mm | 351,8 | 351,4 | 351,3 | 351,8 |  |  |          |  |       |
|                | Media         | E <sub>m</sub>                                    | mm | 351,4 | 351,5 | 351,5 | 351,7 |  |  |          |  | 351,5 |

FICHA 24: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA TERRAZO RELIEVE.  
FABRICANTE TERRAZOS ATLÁNTICO.

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos

|                            |               |   |    |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |
|----------------------------|---------------|---|----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|
| ACANALADURA<br>PROFUNDIDAD | Individual    | L <sub>1</sub> (AD)                               | mm | 5,2 | 4,0 | 4,9 | 4,8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |
|                            |               | L <sub>2</sub> (BC)                               | mm | 5,2 | 4,0 | 5,0 | 5,0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |
|                            |               | L <sub>3</sub> (BD)                               | mm | 5,4 | 4,3 | 4,9 | 4,9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |
|                            | Media         | L <sub>m</sub>                                    | mm | 5,2 | 4,1 | 4,9 | 4,9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4,7 |
|                            | Diferenc. máx | L <sub>max</sub> - L <sub>min</sub>               | mm | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0,2 |
|                            | Diferenc. máx | (L <sub>i</sub> - L <sub>m</sub> ) <sub>max</sub> | mm | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0,1 |

|                      |               |   |    |      |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |
|----------------------|---------------|---|----|------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|
| ACANALADURA<br>ANCHO | Individual    | L <sub>1</sub> (AD)                               | mm | 10,1 | 10,3 | 11,0 | 10,6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |
|                      |               | L <sub>2</sub> (BC)                               | mm | 10,4 | 10,2 | 10,9 | 10,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |
|                      |               | L <sub>3</sub> (BD)                               | mm | 10,4 | 10,5 | 10,7 | 10,6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |     |
|                      | Media         | L <sub>m</sub>                                    | mm | 10,3 | 10,3 | 10,8 | 10,6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4,7 |
|                      | Diferenc. máx | L <sub>max</sub> - L <sub>min</sub>               | mm | 0,3  | 0,3  | 0,2  | 0,1  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0,2 |
|                      | Diferenc. máx | (L <sub>i</sub> - L <sub>m</sub> ) <sub>max</sub> | mm | 0,2  | 0,2  | 0,1  | 0,1  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0,1 |

Las comprobaciones dimensionales se realizan de acuerdo con la Norma UNE 13748-2:2005.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS:**

**A) Densidad aparente:**

Refleja la masa de una unidad de volumen de suelo seco y no perturbado, para que incluya tanto a la fase sólida como a la gaseosa englobada en ella. Para establecerla deberías tomar un volumen suficiente para que la heterogeneidad del suelo quede suficientemente representada y su efecto atenuado. Su valor nos permite establecer equivalencias entre las relaciones masa/masa, que son la forma habitual de medir los parámetros de la pasta con la que se fabrica la baldosa, y las masa/superficie que son las utilizadas en la aplicación de aditivos al mismo para corregir sus deficiencias.

Se ensayan cuatro baldosas según los criterios establecidos en la norma UNE 13748-2:2005 para establecer su clasificación.

| Nº | Masa desecada (g) | Densidad (g/cm <sup>3</sup> ) |
|----|-------------------|-------------------------------|
| 1  | 4216              | 2,29                          |
| 2  | 4031              | 2,15                          |
| 3  | 4125              | 2,22                          |
| 4  | 4126              | 2,15                          |

|             | Masa desecada (g) | Densidad (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-------------|-------------------|-------------------------------|
| Valor medio | 4124,5            | 2,20                          |

**B) Absorción de agua:**

El coeficiente de absorción de agua, C<sub>a</sub>, determinado según la instrucción, se obtendrá a partir de una muestra de 4 Probetas (baldosas), las cuales se secan a al horno a una temperatura de 105° C hasta masa constante. Se sellan los laterales con parafina, a modo de impermeabilizar los mismos y a continuación se sumergen en agua hasta una altura de 3 a 10 mm en todo su perímetro. El tiempo de inmersión será de 24 horas y el agua ha de estar a temperatura constante de 20 °C (con una variación de 2 °C). A continuación se pesan, inmediatamente después se sumergen de 25 a 50 mm en agua y se dejan otras 24 horas, para posteriormente volver a pesarlas.

La secuencia de obtención de los valores serán a 24 y 48 horas datos que se observan en la tabla adjunta;

| Probeta     | Masa desecada (g) | Masa con parafina (g) | Superficie baldosa (cm <sup>2</sup> ) | Masa saturada a 24 horas (g) | Masa saturada a 48 horas (g) | Absorción total (g/cm <sup>2</sup> ) | Absorción total % |
|-------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| 1           | 4216              | 4229                  | 625,25                                | 4303                         | 4319                         | 0,12                                 | 2,13              |
| 2           | 4031              | 4038                  | 627,00                                | 4055                         | 4047                         | 0,03                                 | 0,22              |
| 3           | 4125              | 4132                  | 625,50                                | 4237                         | 4264                         | 0,17                                 | 3,20              |
| 4           | 4126              | 4133                  | 625,00                                | 4133                         | 4176                         | 0,05                                 | 1,04              |
| Valor medio |                   |                       |                                       |                              |                              | 0,09                                 | 1,65              |

**C) Resistencia al impacto:**

Para la determinación de este ensayo, se analizan 3 probetas (baldosas). El procedimiento establecido por la instrucción consiste en: fijar la pieza objeto del ensayo y sobre ella dejar caer una bola de acero desde una altura inicial que dependerá del uso recomendado de la baldosa. Si no se produce fisura, se va aumentando la altura de caída de 100 en 100 mm, hasta conseguir la rotura de la baldosa, o si ésta no se produce hasta alcanzar una altura máxima de 1000 mm.

| Nº | Altura primera fisura (mm) | Rotura (mm) |
|----|----------------------------|-------------|
| 1  | -                          | -           |
| 2  | 700                        | -           |
| 3  | 600                        | 1000        |

**D) Resistencia al desgaste por abrasión. Método de ensayo por disco ancho:**

Para la determinación de este ensayo, se analizan 4 probetas (baldosas). La resistencia a la abrasión se determina por lo establecido en la instrucción y consiste en medir el desgaste producido en la cara vista de la pieza que se somete al ensayo mediante un disco de acero y material abrasivo (corindón blanco de tamaño 80, según FEPA 42 F 84) bajo condiciones normalizadas.

Los valores medidos en los ensayos se observan en la tabla adjunta.

| Nº | Ancho huella (mm) |
|----|-------------------|
| 1  | 22,0              |
| 2  | 22,5              |
| 3  | 22,8              |
| 4  | 22,9              |

**E) Resistencia a flexión:**

El análisis se realiza sobre 4 probetas (baldosas). Las cuales se colocarán con la cara vista hacia arriba en el dispositivo de rotura y se aplica una carga, sin golpes, incrementándola en su intensidad de forma uniforme hasta producir la rotura, a una velocidad tal que la rotura se produzca en 45 minutos.

| Probeta      | Carga de rotura (N) | Distancia entre apoyos inferiores (mm) | Anchura baldosa en zona de rotura (mm) | Espesor zona rotura (mm) | Módulo de flexión (Mpa) |
|--------------|---------------------|--|--|--------------------------|-------------------------|
| 1            | 3340                | 166                                    | 250                                    | 29,7                     | 3,77                    |
| 2            | 5200                | 166                                    | 250                                    | 30,2                     | 5,66                    |
| 3            | 2920                | 166                                    | 250,1                                  | 29,6                     | 3,32                    |
| 4            | 4320                | 166                                    | 250                                    | 29,8                     | 4,85                    |
| <b>Media</b> | <b>3,945 kN</b>     |  |  |                          | <b>4,40</b>             |

En Telde a diecinueve de enero de 2007.

Responsable de Producción

Responsable departamento Control de Calidad

Fdo: D. Agustín Rodríguez Sánchez  
Dirección-gerente

Fdo: D. Carlos Ojeda Díaz  
Ing. Tec. Industrial. Colig. 1735

**TERRAZOS ATLANTICO, S.L.**



Gobierno  
de Canarias

Consejería de Obras Públicas  
y Transportes  
Viceconsejería de Infraestructuras  
y Planificación

Área de Laboratorios y  
Calidad de la Construcción

REGISTRO AUXILIAR

Fecha: 20.05.2009

SALIDA

Número: 331704

CITV: 5602 Hora: 11.29.5

REFERENCIA: 0046 / 09 - GC

Material ensayado

- 7 series de baldosas

Ensayos solicitados

- Resistencia al deslizamiento

Datos de la Obra

Denominación  
Situación

Datos del Peticionario

Nombre TERRAZOS ATLÁNTICO  
Domicilio Carretera Las Huesas s/n  
Ciudad Telde

INFORME DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Este Informe consta de: cinco (5) ..... páginas numeradas y selladas.

Plaza de Benalmádena s/n, Polígono de San Cristóbal. 35016 Las Palmas de Gran Canaria. 928 31 40 90 - 928 31 62 77 (Fax).



El 15 de abril de 2009 se recibió en Laboratorio **7 series de baldosas**. La descripción del material recibido y los ensayos solicitados son los siguientes:

| Descripción muestras   | Referencia Laboratorio | Ensayos solicitados  |
|--|------------------------|--|
| 1 Peldaño de terrazo de 87x33 cm cortado en cuatro trozos en sentido transversal | M 1                    | Ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento |
| 5 Adoquines bicapa de 18x16x6 cm   | M 2                    |  |
| 5 Baldosas de hormigón 25x25 cm de 4 pastillas color rojo                        | M 3                    |  |
| 5 Baldosas de hormigón 25x25 cm de 4 pastillas color gris                        | M 4                    |  |
| 5 Baldosas de terrazo uso exterior 40x40 cm de 5 pastillas                       | M 5                    |  |
| 5 Baldosas de hormigón 40x40 cm Pergaminocolor                                   | M 6                    |  |
| 5 Baldosas de hormigón 40x40 cm de 64 tacos color negro                          | M 7                    |  |

PETICIONARIO: TERRAZOS ATLANTICO

A continuación se expresan los resultados obtenidos en las muestras. Los ensayos se ha realizado de acuerdo con la norma UNE ENV 12.633/2003.

#### MUESTRA M1: Peldaño de terrazo de 87x33 cm. (Foto nº 1)

Los resultados obtenidos figuran en la hoja aneja. El resumen de los resultados obtenidos y, como información complementaria, los criterios del Documento Básico DB SU (Seguridad en la utilización) del Código Técnico de la Edificación CTE son los siguientes

| Ensayo                          | Clasificación de suelos según su resbaladidad (CTE DB SU 1) |         | Muestra | Rd | Clasificación |
|---------------------------------|---|---------|---------|----|---------------|
| Resistencia al deslizamiento Rd | Rd ≤ 15   | Clase 0 | M 1     | 48 | Clase 3       |
|                                 | 15 < Rd ≤ 35  | Clase 1 |         |    |               |
|                                 | 35 < Rd ≤ 45  | Clase 2 |         |    |               |
|                                 | Rd > 45   | Clase 3 |         |    |               |



**MUESTRA M2: Adoquín bicapa de 18x16x6 cm (Foto nº 2)**

Debido a la rugosidad de la cara vista no se puede realizar el ensayo de resistencia al deslizamiento UNE EN 12.633

La norma del producto UNE EN 1.338 (Adoquines de hormigón), en su apartado 5.3.5.2, establece que: "Si la superficie de un adoquín contiene **rugosidades**, ranuras, surcos u otras características superficiales que impidan su ensayo por el péndulo de fricción, se considera que el producto satisface los requisitos establecidos por esta norma sin ser ensayado"

**MUESTRAS M3 y M4: Baldosas de hormigón 25x25 cm de 4 pastillas (Fotos nº 3 y 4)**

La superficie de las pastillas (11x11 cm) impide obtener una superficie de ensayo con una longitud limpia de 126 mm, por lo que no se puede realizar el ensayo de resistencia al deslizamiento UNE EN 12.633

La norma del producto UNE EN 1.339 (Baldosas de hormigón), en su apartado 5.3.5.2, establece que: "Si la superficie de una baldosa contiene **rugosidades**, ranuras, surcos u otras características superficiales que impidan su ensayo por el péndulo de fricción, se considera que el producto satisface los requisitos establecidos por esta norma sin ser ensayado"

**MUESTRA M5: Baldosa de terrazo 40x40 cm de 5 pastillas (Foto nº 5)**

La superficie de las pastillas (6,5x38 cm) impide obtener una superficie de ensayo de 76,2 mm (ancho del patín deslizante), por lo que no se puede realizar el ensayo de resistencia al deslizamiento UNE EN 12.633

La norma del producto UNE EN 13.748 (Baldosas de terrazo. Uso exterior), en su apartado 4.2.5.1., establece que: " Si la capa de huella de la baldosa de terrazo tiene **resaltes**, **acanaladuras** u otros perfiles que impidan su ensayo mediante el péndulo de fricción, se supone que el producto cumple con este requisito sin necesidad de ensayo"

**MUESTRAS M6 y M7: Baldosas de hormigón 40x40 cm, Pergaminocolor (M6, Foto nº 6) y de 64 tacos (M7, Foto nº 7)**

Debido a la rugosidad de la cara vista de la baldosa M6 o a la presencia de tacos de Ø 3 cm separados 2 cm en las dos direcciones en la cara vista de baldosa M7, no se puede realizar el ensayo de resistencia al deslizamiento UNE EN 12.633

La norma del producto UNE EN 1.339 (Baldosas de hormigón), en su apartado 5.3.5.2, establece que: "Si la superficie de un adoquín contiene **rugosidades**, ranuras, surcos u otras características superficiales que impidan su ensayo por el péndulo de fricción, se considera que el producto satisface los requisitos establecidos por esta norma sin ser ensayado"

Salvador Borrego Peinador  
Jefe de Calidad de la Construcción de Las Palmas

Las Palmas de Gran Canaria, 19 de mayo de 2009



## BALDOSAS

**DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO**  
 UNE ENV 12.633:2003

**Fundamento del método**

La medida de la resistencia al deslizamiento se determina mediante un equipo de ensayo de péndulo de fricción que incorpora un patín deslizante de goma normalizada fijado en el extremo del péndulo. Durante la oscilación del péndulo, la fuerza de rozamiento entre el patín y la superficie de la baldosa ensayada se mide mediante la reducción de la longitud de la oscilación empleando una escala calibrada (escala C del aparato)

**Método operatorio**

- El péndulo de fricción debe estar en una habitación a una temperatura de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  al menos 30 minutos antes del ensayo
- La muestra de baldosas debe estar sumergida en agua a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  al menos 30 minutos antes del ensayo
- Revisar que el patín no exceda de los requisitos fijados en la norma o acondicionar un nuevo patín
- Calibrar el péndulo antes del ensayo de la muestra y la altura del brazo antes del ensayo de cada baldosa
- Sobre cada baldosa el ensayo se realiza 5 veces (posición 1) y se vuelve a repetir una vez girada  $180^\circ$  la baldosa (posición 2). Al inicio de cada ensayo se humedece la baldosa y el patín con agua pulverizada

**Valor de la resistencia al deslizamiento**

- Se calcula el valor en cada baldosa como media de los dos valores medios registrados medidos en direcciones opuestas ajustando al entero más próximo
- En las 4 baldosas, si la diferencia entre el menor y mayor valor es mayor de 6 unidades, deben ensayarse otras 4 baldosas
- El valor de la resistencia al deslizamiento de la muestra es la media de los 4 (u 8) valores obtenidos

**Resultados obtenidos** Peldaño de terrazo  $87 \times 33$  cm, cortado en 4 trozos

| Muestra<br>nº | Probeta<br>nº | Resistencia al deslizamiento |       |                         |       | Baldosa | Muestra |
|---------------|---------------|------------------------------|-------|-------------------------|-------|---------|---------|
|               |               | Posición 1                   |       | Posición 2              |       |         |         |
|               |               | Valores<br>individuales      | Media | Valores<br>individuales | Media |         |         |
| M 1           | 1.1           | 50                           | 50    | 52                      | 50    | 50      | 48      |
|               |               | 50                           |       | 50                      |       |         |         |
|               |               | 51                           |       | 50                      |       |         |         |
|               |               | 50                           |       | 50                      |       |         |         |
|               |               | 50                           |       | 50                      |       |         |         |
|               | 1.2           | 50                           | 48    | 48                      | 48    | 48      |         |
|               |               | 49                           |       | 50                      |       |         |         |
|               |               | 47                           |       | 48                      |       |         |         |
|               |               | 46                           |       | 48                      |       |         |         |
|               | 1.3           | 46                           | 48    | 47                      | 48    | 48      |         |
|               |               | 48                           |       | 49                      |       |         |         |
|               |               | 47                           |       | 49                      |       |         |         |
|               |               | 48                           |       | 48                      |       |         |         |
|               | 1.4           | 47                           | 47    | 47                      | 48    | 47      |         |
|               |               | 47                           |       | 48                      |       |         |         |
|               |               | 48                           |       | 49                      |       |         |         |
| 46            |               | 48                           |       |                         |       |         |         |
| 46            |               | 47                           |       |                         |       |         |         |



Foto 1. Peleñaño terrazo  
87x33 cm cortado en 4  
trozos



Foto 2. Adoquin bicapa 18x12x6



Foto 3. 25x25 cm 4 Pastillas Rojo



Foto 4. 25x25 cm 4 Pastillas Gris



Foto 5. Terrazo 40x40 cm 5 Pastillas



Foto 6. 40x40 cm Pergaminocolor

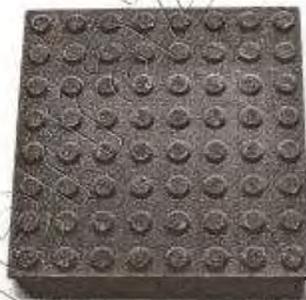


Foto 7. 40x40 cm 64 Tacos Negro

MUESTRAS DE BALDOSAS  
TRAÍDAS AL LABORATORIO



**GARCÍA DOBLAS, S.L.U**

Empresa Certificada



## FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

Características Físico Mecánicas según  
NORMA UNE-EN 13748-2:2005  
Baldosas de Terrazo para uso exterior

|  |                            |
|--|----------------------------|
| <b>POR ESPESOR:</b>                                    | <b>CLASE 1</b>             |
| <b>FORMATO:</b>  | <b>400x400mm</b>           |
| <b>MODELO:</b>   | <b>CHINO LAVADO</b>        |
| <b>COLOR:</b>  | <b>DILAR</b>               |
| <b>USO PREVISTO:</b>                                   | <b>SOLERÍA EXTERIOR</b>    |
| <b>REACCIÓN AL FUEGO:</b>                              | <b>A1<sub>fl</sub></b>     |
| <b>RESISTENCIA CLIMÁTICA:</b>                          | <b>CLASE B</b>             |
| <b>RESISTENCIA AL<br/>RESBALAMIENTO/DESLIZAMIENTO:</b> | <b>SATISFACTORIO</b>       |
| <b>CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/MK):</b>                   | <b>NPD</b>                 |
| <b>ESPESOR:</b>  | <b>38mm</b>                |
| <b>ABSORCIÓN DE AGUA:</b>                              | <b>≤ 6%</b>                |
| <b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN:</b>                       | <b>≥ 4 Mpa</b>             |
| <b>CAPA DE HUELLA:</b>                                 | <b>15mm</b>                |
| <b>PESO POR M<sup>2</sup>:</b>                         | <b>86 Kg</b>               |
| <b>CANTIDAD PALET:</b>                                 | <b>14,08 m<sup>2</sup></b> |

Carriterón de Arpas, Km. 3. - Tlf: 958 723 128 - Fax: 958 723 408 - 41060 - PRADO DEL REY (Cádiz)

www.garciadoblas.com - E-mail: garcia@doblas.com; info@doblas.com; pedidos@doblas.com

FICHA 25: PREFABRICADO DE HORMIGÓN. BALDOSA TERRAZO CHINA LAVADA.  
FABRICANTE GARCÍA DOBLAS.



## 17. Glosario

El conjunto de términos que aparece a continuación hacen referencia a esas expresiones utilizadas a lo largo del libro con un significado específico.

- **Accidente:** es un acontecimiento, independientemente de la voluntad humana, caracterizado por el efecto repentino de una fuerza extraña, que pueda alcanzar o no a una persona, y que origina que la persona tenga que solicitar posteriormente asistencia médica, independientemente del daño corporal o mental
- **Antideslizante:** relacionado con las superficies de los pavimentos. Se trata de dotar al pavimento de un acabado superficial que evite las caídas del usuario por resbalamiento.
- **Caída:** acontecimiento involuntario que hace perder el equilibrio y dar con el cuerpo en tierra u otra superficie que lo detenga.
- **Capacidad:** Recursos potenciales de que dispone un individuo para poder realizar las acciones que quiere o debe llevar a cabo

para desarrollar sus actividades en la vida diaria (capacidad física, sensorial o cognitiva)

- **Coeficiente de fricción:** expresa la oposición al deslizamiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto. En este caso hacemos referencia al usuario y al pavimento.

**Confort:** todo aquello que produce bienestar y comodidad.

- **Contaminante:** se trata de las sustancias que se introducen en un medio, provocando que este sea inseguro o no apto para ser utilizado. En el caso de los contaminantes relacionados con los pavimentos, nos referimos a: agua, arena, grasa, hongos, hielos. Elementos que aparecen sobre la superficie de los pavimentos creando inseguridad y modificando un entorno seguro y confortable a inseguro.

- **Desgaste:** es la pérdida del acabado superficial del pavimento ocasionado por la interacción mecánica con otro cuerpo en contacto. En este caso, las superficies de los pavimentos se ven alteradas por un uso (tránsito rodado, peatonal). El material pierde las características iniciales, convirtiéndose en deslizante.

- **Deslizamiento:** durante la marcha se puede producir el deslizamiento por inestabilidad del usuario al estar en contacto con un pavimento cuya superficie es antideslizante (con o sin presencia de contaminante).

- **Diseño para todos:** es la intervención sobre entornos, productos y servicios con la finalidad de que todas las personas, incluidas las generaciones futuras, independientemente de la edad, género, las capacidades o el bagaje cultural, puedan disfrutar participando en la construcción de nuestra sociedad, en igualdad de oportunidades para participar en actividades económicas, sociales, culturales, de ocio y recreativas y pudiendo acceder, utilizar y comprender cualquier parte del entorno con tanta independencia como sea posible

- **Durabilidad:** relacionada con las propiedades mecánicas del material utilizado y como se alteran a la hora de instalar el producto en un determinado ambiente, lugar. Relacionado con los ciclos de hielo y deshielo, humedad y sequedad, precipitaciones de sales en zonas costeras. La durabilidad de un material se mide

en laboratorio, simulando condiciones ambientales extremas.

- **Duro:** es la oposición que ofrecen los materiales a alteraciones como la penetración, la abrasión, el rayado, la cortadura, las deformaciones permanentes, entre otras.
- **Entorno:** distinguiendo entre entorno urbano, natural y añadiendo amigable. Se trataría de todo aquello que nos rodea y con lo que podemos llegar a interactuar.

De los tipos de entorno, el que más se referencia en el presente libro es la creación de un entorno seguro y confortable, pudiendo describirlo como entorno amigable.

- **Estable:** las características del material permanecen a lo largo del tiempo.
- **Limitación:** Alteración de las propias capacidades, ya sea consecuencia de una deficiencia (discapacidad) o consecuencia de una situación reversible.
- **Marcha normal:** Serie de movimientos alternantes, rítmicos de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento hacia delante del su centro de gravedad-
- **Marcha patológica:** Alteración en el patrón de marcha normal, generando desplazamiento inestables e irregulares.

Existen procesos patológicos que afectan a la marcha:

- Dolor (disminución velocidad, cadencia del paso, longitud de la zancada, tiempo de apoyo, busca de centro de gravedad)
- Limitación de movimiento (no permiten una movilidad suficiente, pérdida de equilibrio)
- Debilidad muscular (atrofia muscular por desuso, lesiones neurológicas y miopatías) falta fuerza muscular para desplazamientos.
- Control neurológico deficitario: patología del sistema nervioso central o periférico (espasticidad, falta de coordinación, alteración propiocepción, patrones reflejos primitivos)
- **Método de ensayo:** se trata de un procedimiento definitivo

que produce un resultado de prueba. Una prueba puede ser considerada como operación técnica que consiste en la determinación de una o más características de un determinado producto, proceso o servicio de acuerdo con un procedimiento especificado.

- **Normas:** conjunto de reglas u ordenaciones, marcadas por un organismo competente, pudiendo ser voluntarias o de obligado cumplimiento.
- **Normalización:** es el proceso de elaborar, aplicar y mejorar las normas que se aplican a distintas actividades científicas, industriales o económicas con el fin de ordenarlas y mejorarlas, de forma que se consiga una simplificación, unificación y especificación de las mismas.
- **Personas con movilidad reducida:** personas con problemas para poder desplazarse y que pueden necesitar una serie de ayudas técnicas para poder desplazarse. Igualmente, demandan al entorno en el que se desenvuelven, unas propiedades de seguridad y confort más exigentes.
- **Personas mayores:** personas que se encuentran en una rango de edad por encima de los 65 años
- **Productos de apoyo:** Cualquier aparato, instrumento o máquina que hace posible que una persona con una discapacidad específica realice una tarea concreta, por ejemplo desplazarse con una silla de ruedas en lugar de andar, utilizar un bastón a andador; o utilizar gafas, etc.
- **Reglamentación:** Es el conjunto de normas jurídicas de carácter general dictadas por la Administración pública y con valor subordinado a la Ley. Su finalidad es regular todas las actividades de los miembros de una comunidad. Consiste en sentar bases para la convivencia y prevenir los conflictos que se pueden generar entre los individuos.
- **Resbaladidad:** relacionado con el coeficiente de fricción. En el CTE se asigna un valor de resbaladidad a los tipos de pavimentos según el uso al que se van a destinar.
- **Seguridad:** ausencia de riesgo o confianza en el entorno en el que desarrollamos las actividades de la vida diaria.

- **Usuario:** personas que utiliza un entorno, producto y servicio. La sociedad debe garantizar que pueda desenvolverse con total seguridad y confort.



# Agradecimientos

El libro que se presenta debe tributo a numerosas personas que me ofrecieron su ayuda, colaborando con consejos, sugerencias, comentarios, aportando información, revisando textos. Todas ellas hicieron valiosas aportaciones que permitieron perfilar la idea original, redirigir mis pasos, hasta dar forma definitiva a la investigación. Las personas, organismos, empresas o entidades que figuran a continuación han dedicado parte de su tiempo a atender mis peticiones, ya sea información a través de intercambios de correos, como entrevistas telefónicas o personales. En especial, me gustaría ofrecer mi reconocimiento y gratitud a José Fariña. Gracias a su insistencia hoy esta investigación tiene forma.

Muchas gracias.



*Pavimento en Plaza en Auch, Francia. Fuente propia. Termino latín: detenerse.*

**José Fariña Tojo**, Tutor. Doctor arquitecto. Profesor de la ETSAM, departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio.

**Miguel Sánchez Fernández**, Doctor Ingeniero de Minas. Presidente del Comité de deslizamiento de AENOR AEN/CTN 41/SC 11.

**Jesus Hernández Galán**, doctor ingeniero de Montes. Director de Accesibilidad Universal e Innovación, FUNDACION ONCE.

**Agustín Hernández Aja**, Doctor Arquitecto, profesor de la ETSAM, departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio.

**Hernán Ariel Villagra Astudillo**, Doctor en Ciencias de la actividad física y deporte. Profesor en la Universidad Autónoma de Madrid, UAM.

**Carlos Feliu Mingarro**, Doctor Ingeniero en Químicas, Profesor Titular de Ingeniería Química en el Instituto Universitario de tecnología cerámica "Agustín Escardino" Universidad Jaume I de Castellón.

**Gloria Gómez Muñoz**. Dra. Arquitecta.

**Domingo Sánchez Fuentes**. Dr. Arquitecto. Profesor en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla.

**Manuel Cisneros Belmonte**, Secretario Comité de Deslizamiento de AENOR AEN/CTN 41/SC 11.

**Adoración Muñoz**, Responsable del Laboratorio de Producto Acabado. Instituto de Tecnología Cerámica, ITC Castellón.

**Gonzalo Silva Moreno**, Secretario ITC-AICE, Instituto de Tecnología Cerámica.

**Jose Luis Pocar**, Área de Promoción Cerámica IPCD.



*Pavimento en Plaza en Auch, Francia. Fuente propia. Termino latín: regresar.*

**Alejandro Lopez Vidal**, Director Técnico ANDECE.

**Antonia Pacios Álvarez**, Doctora Arquitecta, profesora del departamento de Mecánica estructural y Construcciones Industriales de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid.

**Jose Antonio Tenorio Ríos**, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja CSIC.

**Juan Queipo de Llano**, Arquitecto. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja CSIC.

**Elena Frías**, Arquitecta. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja CSIC.

**Jose Luis Posada Escobar**, Jefe de Área de Seguridad y Accesibilidad, Ministerio de Fomento.

**Yannick Pichardie**, traducción de textos y paciencia.

**Rhut Hurtado García**, Arquitecta.

**Eva M<sup>a</sup> García Campillo**, revisión y edición.

**Isabel Arias de la Osa**, fotógrafa.

**Peter Boland**, traducción texto.

**Inocencio Olza**, Comercial. Pavimentos de Tudela. PVT.

**Pavimentos Prefabricados Roda**.

**Pavimentos Piedra Natural**.

**Pizarras J. Bernardos**.

**Tono Rodriguez**, TAU CERÁMICA.



*Pavimento en Plaza en Auch, Francia. Fuente propia. Termino latín: descansar.*

Entornos urbanos seguros, confortables y accesibles.  
Criterios de uso y diseño para Pavimentos

### **Prefabricados PONCE.**

**César Pinilla Villa, Escofet.**

**Laura Cooper, NFSI. National Floor Safety Institute. Estados Unidos.**

**Mette Drejer, Dansk Standard.**

**Mick Walton, Independent slip testing Service for Australian, New Zealand and Singapoure.**

**Stephen Horpe, UK Slip Resistance.**

**Emmanuel Delaval, Pavement design and maintenance departement France.**



*Pavimento en Plaza en Auch, Francia. Fuente propia. Termino latín: superficie.*





**"Las ciudades como los sueños, están constituidas de deseos y de temores, aunque el hilo de su discurrir sea secreto, sus normas absurdas, sus perspectivas engañosas, y cada cosa esconde otra. También las ciudades creen que son obra de la mente o el azar, pero ni la una ni el otro bastan para mantener en pie sus muros. De una ciudad no disfrutas las siete o las setenta y siete maravillas, sino la respuesta que da a una pregunta tuya".**

*Italo Calvino, Las ciudades invisibles.*

La necesidad creciente del ciudadano por recuperar las relaciones con su entorno en busca de un cambio que mejore su calidad de vida, hace que nos replanteemos las ciudades y los elementos que la componen.

La presente investigación se centra en los pavimentos urbanos como elemento principal de conexión entre el ciudadano y su entorno, de generación del paisaje urbano. El paisaje urbano nos ofrece el pavimento como parte exterior y visible de su piel, la epidermis, en la que se apoya y desarrolla toda la actividad de la ciudad, dando forma e influyendo en la calidad del espacio

Los pavimentos urbanos deben permitir la utilización y el uso de la vía pública exterior con total seguridad y confort para el ciudadano.

Se deben tener en cuenta las necesidades del ciudadano. Seleccionar el material adecuado al lugar y buscar las características adecuadas del material en las condiciones de uso previstas. Conocer el lugar y el uso al que se destina de forma que definamos las características fundamentales que se mantienen inalterables durante un periodo de tiempo razonable.



periodico



**La Ciudad Accesible**

Accesibilidad Universal, Usabilidad y Diseño para Todos



web

La Ciudad Accesible pone al alcance de toda la sociedad interesada un sistema profesional, sencillo y gratuito para publicaciones, investigaciones, textos o simples reflexiones, lleguen a miles de lectores potenciales en pocos días. Así, puedes publicar dentro de nuestras colecciones todo lo relativo a Accesibilidad Universal, Usabilidad, Diseño para Todos y Atención a la Diversidad de Usuario.

La idea de una editorial o servicios editoriales sobre accesibilidad universal viene derivada de la filosofía del término que hemos creado sobre Accesibilidad de Código Abierto. Al conseguir publicar estudios, investigaciones, manuales, revistas y libros derivados de la experiencia y análisis estas materias, generaremos más posibilidades de intercambio de conocimiento, formación de profesionales y concienciación de la sociedad. Sin duda, el futuro es compartir.