

Los pavimentos continuos de caucho son productos medioambientalmente sostenibles, ya que en su fabricación se utiliza un elevado porcentaje de caucho reciclado procedente de neumáticos fuera de uso aunque, al ser aplicaciones relativamente nuevas, es necesario mejorar el control sobre las mismas, incrementando la calidad y seguridad del pavimento y garantizando el óptimo cumplimiento de su función.

Por ello, FEDERMUEBLE y su asociado AFAMOUR propusieron al Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) elaborar una guía que tiene como objetivo ser un documento de referencia y ayuda para prescriptores y fabricantes, que resuelva las incertidumbres actuales sobre el comportamiento del pavimento frente a las muchas situaciones a las que puede verse sometido durante su vida útil. En esta guía se recogen y analizan las propiedades más relevantes.

Pre-normative study and development of a guide for specifiers and manufacturers of recycled rubber pavements. Early results

Recycled rubber continuous pavements are environmental sustainable products due to the fact they are made of recycled rubber coming from used tyres. However, it is a relatively new application in which exists a need of improving control, increasing the pavement quality and safety and guarantying the optimum function performance.

In this way, FEDERMUEBLE and its associated AFAMOUR proposed to the Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) the development of a guide, with the objective of become a reference-helping document to specifiers and manufacturers, in order to solve the actual uncertainties about pavement performance in all situations along its lifespan. This guide analyzes the most relevant properties.

Estudio prenормativo y elaboración de una guía para prescriptores de pavimentos de caucho. Primeros resultados

Marta Valero Martínez, Tomás Zamora Álvarez, Pau Natividad Vivó, María Cerdá Casanoves

INSTITUTO DE BIOMECAÁNICA DE VALENCIA

INTRODUCCIÓN

Los pavimentos continuos de caucho son productos medioambientalmente sostenibles, idóneos para pavimento multiuso urbano, en parques infantiles, etc. Se trata de pavimentos y aplicaciones relativamente nuevas en las que resulta necesario mejorar el control sobre los mismos. De hecho, un control adecuado de sus propiedades incrementa la calidad y seguridad ofrecida por el pavimento y garantiza el adecuado servicio, mejorando la competitividad del producto en el mercado.

En la actualidad la única propiedad regulada a través de normas técnicas es la capacidad de amortiguación de impactos. No obstante, no existen normas que regulen de manera completa y global todas las propiedades que deberían cumplir los pavimentos continuos de caucho. Por esta razón, FEDERMUEBLE y su asociado AFAMOUR propusieron al Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) estudiar dichas propiedades con objeto de establecer una serie de requisitos técnicos cuyo cumplimiento asegurara unos rangos óptimos de confort, resistencia, durabilidad, salubridad y seguridad del pavimento durante su vida útil. A partir de las conclusiones obtenidas se planteó una guía de referencia y ayuda para los prescriptores y fabricantes, que resolviera las incertidumbres actuales que existen sobre el comportamiento de estos pavimentos frente a las muchas situaciones a las que puede verse sometido.

SELECCIÓN DE LAS PROPIEDADES MÁS RELEVANTES

En primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica en publicaciones científicas y en decretos y normativas sobre los aspectos generales de aplicación en pavimentos y los aspectos específicos vinculados con las propiedades de los pavimentos continuos de caucho. Esta revisión proporcionó una completa relación de las propiedades de interés, así como de métodos de ensayos y valores a considerar.

Se planteó evaluar la idoneidad de un pavimento continuo de caucho desde el punto de vista del usuario (función multiuso), según su capacidad de soportar agresiones que lo deterioren (función técnica) y según el impacto que generen al medioambiente (función medioambiental). Por este motivo, las propiedades seleccionadas se clasificaron sobre la base de dichas funciones o criterios. En la **figura 1** se presenta un esquema de esta primera fase de trabajo.

-- La función multiuso engloba las propiedades que definen la interacción con el usuario e influyen en la seguridad de uso, el confort, etc. Se han seleccionado la amortiguación de impactos, la fricción o resistencia al deslizamiento y la deformación vertical.

>

- > -- La función técnica hace referencia a las propiedades que definen el comportamiento ante las agresiones externas. Dichas propiedades influyen en la durabilidad, la resistencia a agentes climáticos, etc. Se han seleccionado la resistencia al desgaste por abrasión, la resistencia bajo carga rodante, la resistencia a la indentación o hendidura, el envejecimiento artificial, la planicidad de la superficie de acabado y el drenaje del pavimento.
- La función medioambiental en el entorno local de la instalación está relacionada con las propiedades que permiten evaluar la salubridad, la higiene, el impacto medioambiental, etc. Se han seleccionado el impacto en el sustrato, el impacto en la salud de las personas y en el medio ambiente, y la eficacia de un agente bactericida/fungicida ante la proliferación de hongos y bacterias.



Figura 1. Esquema de organización de las propiedades relevantes y la influencia sobre las exigencias de un pavimento continuo de caucho.

ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE AMORTIGUACIÓN

Entre las propiedades anteriormente mencionadas, la capacidad de amortiguación a impactos es una de las características principales por la que se selecciona un pavimento continuo de caucho para su utilización en parques infantiles. Se evalúa mediante un ensayo basado en el Criterio de Lesión en la Cabeza (HIC, Head Injure Criteria), recogido en la Norma UNE-EN 1177:2009 *Revestimientos de las superficies de las áreas de juego absorbedores de impactos. Determinación de la altura de caída crítica*.

El ensayo consiste en dejar caer sobre la muestra una cabeza-maniquí desde diferentes alturas, evaluando la energía de impacto y asociando a la misma un criterio de lesión en la cabeza (HIC) que viene definido como una altura en

metros. En la figura 2 puede verse el dispositivo de ensayo con la cabeza maniquí.



Figura 2. Dispositivo de ensayo de la capacidad de amortiguación (HIC).

Al ser la única propiedad exigida actualmente, los fabricantes necesitan conocer los factores con mayor influencia en dicha propiedad. A partir de encuestas y entrevistas a fabricantes, se determinaron los factores a considerar, agrupados en factores de diseño y factores externos, como se muestra en la tabla 1, y se realizó el diseño de experimentos que permitió determinar el número de muestras a evaluar (Figura 3).

Tabla 1. Factores o variables que influyen en la capacidad de amortiguación a impactos del pavimento.

FACTORES DE DISEÑO	
Son parámetros propios del pavimento.	1. El tipo de EPDM ⁽¹⁾
	2. El tamaño de grano de SBR ⁽²⁾
	3. El espesor de la capa de SBR ⁽²⁾
	4. La resina empleada como aglomerante
FACTORES EXTERNOS	
Son independientes del pavimento.	5. La temperatura ambiente
	6. La arena o polvo del ambiente
	7. El envejecimiento según UNE-EN 14836

(1) El EPDM (Caucho etileno-propileno-dieno) es el material de caucho triturado con el cual se ejecuta la capa superior de terminación, normalmente coloreada.

(2) El SBR (Caucho estireno-butadieno) es el material de caucho triturado reciclado con el cual se ejecuta la capa inferior, más gruesa que la superior y normalmente de color negro.

Los ensayos realizados muestran la influencia de los factores sobre la capacidad de amortiguación (Figura 4). El espesor es la variable con mayor influencia; a mayor espesor, mayor amortiguación a impactos. La relación existente entre el espesor y la amortiguación es de tipo cuadrático, lo que significa que en espesores pequeños un aumento de espesor significa un aumento considerable de amortiguación, mientras que en espesores grandes un aumento de espesor significa un aumento mucho menor de amortiguación.



Figura 3. Proceso de ejecución de las muestras de pavimento para ensayo: a) Ejecución de la capa de SBR. b) ejecución de la capa de EPDM. c) Aspecto final.

INFLUENCIA EN EL HIC



Figura 4. Influencia de las diferentes variables en la capacidad de amortiguación (HIC).

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MEDIOAMBIENTALES

Para la valoración del alcance local de las propiedades medioambientales se ha procedido a elaborar un estudio de la caracterización de material de caucho, realizado por un laboratorio de análisis y diagnóstico medioambiental.

Este estudio muestra que el producto de caucho se considera no peligroso para la salud humana o el medioambiente, y que los lixiviados que el material aplicado como pavimento pudiera generar se consideran no peligrosos para el suelo o agua subterránea. La eficacia de un agente bactericida debe estar contrastada por un laboratorio independiente (norma ASTM G21-96).

CONCLUSIONES

En este trabajo se han determinado y seleccionado las propiedades de interés de los pavimentos continuos de caucho. De las seleccionadas, actualmente se ha profundizado en el conocimiento de la capacidad de amortiguación a impactos (HIC), así como en las propiedades medioambientales.

Estos primeros estudios han permitido elaborar el contenido de una primera entrega de la guía, integrada por una serie de fichas técnicas donde se presenta una introducción a los pavimentos continuos de caucho y a las propiedades más relevantes, detallando su implicación. Además, se recogen los resultados y conclusiones de las propiedades que se han estudiado en más detalle hasta el momento, aportando de esta forma criterios y directrices generales de ayuda a fabricantes, instaladores y prescriptores.

El objetivo final del proyecto es completar las propiedades descritas en profundidad en la guía para que sea un documento de referencia pre-normativo capaz de resolver las incertidumbres existentes sobre el comportamiento de dichos pavimentos frente a las muchas y diferentes situaciones a las que puede verse sometido.

AGRADECIMIENTOS

FEDERMUEBLE, Federación Española de Organizaciones Empresariales de la Industria del Mueble.
AFAMOUR, Asociación Española de Fabricantes de Mobiliario Urbano y Parques Infantiles.
Proyecto Financiado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a través de la convocatoria de ayudas del Programa Nacional de Proyectos de Investigación Aplicada (IAP-560550-2008-13).