

Recubrimientos cerámicos que mejoran la seguridad y el confort en espacios públicos. CIVIS' AGORA

¹J. PORTOLES IBÁÑEZ, ²T. ZAMORA ÁLVAREZ, ³G. SILVA MORENO

¹TAU CERAMICA Carretera de Alcora, Cuadra la Torta 2,12006 Castellón

²Instituto de Biomecánica de Valencia. Universidad Politécnica de Valencia Camino Vera s/n. Edf. 9c 46022 Valencia

³Instituto de Tecnología Cerámica UJI (Castellón) Campus Universitario Riusec, Avda. de Vicent Sos Baynat s/n-12006 Castellón

Este trabajo ha obtenido el premio Alfa de oro en la Feria Internacional de Cerámica CEVISAMA 2009

CIVIS'AGORA, es una línea de productos pionera en el sector que propone la incorporación de requerimientos del usuario unida a técnicas innovadoras de ingeniería mecánica, en el diseño de recubrimientos cerámicos. Nace del Proyecto de I+D+i CERGOCIVIS en el que se ha apostado por la incorporación del usuario en la cadena de valor del proceso cerámico. Asimismo la visión del producto como parte de una solución integral, permite incluir propiedades que cobran sentido en su contexto, accesibilidad, encuentros con otros elementos o la percepción subjetiva de seguridad y confort. Las propiedades que caben destacar son: fricción segura para todos los usuarios, diseño toe clearance, colocación y diseño que transmiten seguridad subjetiva, adecuación a las especificaciones del código técnico, posibilidad de adecuación a las normativas de accesibilidad y el diseño estructural reforzante del relieve posterior de la baldosa cerámica (Strongrib), que aseguran una resistencia mecánica y a las patologías constructivas superior a la mayoría de los recubrimientos de exterior.

Palabras Clave: Ergonomía, accesibilidad, diseño universal, pavimento cerámico, confort, seguridad, aceras.

Ceramics coverings tu enhance safety and comfort on public sites

CIVIS'AGORA is a product line which breaks new ground in the sector by incorporating the user's requirements - combined with innovative mechanical engineering techniques - into the design of ceramic coverings. It has grown out of the CERGOCIVIS Research, Development and Innovation project which was committed to making the user part of the value chain in the ceramic process. This means that the product is also seen as part of a one-stop solution allowing the inclusion of properties which make sense in context, accessibility, combinations with other elements or the subjective perception of safety and comfort. The most noteworthy properties are safe friction for all users, toe clearance design, fitting and design which put across a sense of subjective safety, compliance with the specifications of the technical code, the ability to ensure compliance with standards on accessibility and the strengthening structural design of the relief on the back of the ceramic tile (Strongrib), thus ensuring both mechanical strength and resistance to building pathologies which are far greater than the majority of outdoor coverings.

Key words: ergonomy, accessibility, universal design, safety, comfort, sidewalk, paving

1. INTRODUCCIÓN

Resistencia-durabilidad, seguridad, confort y accesibilidad son cuatro atributos clave para conseguir un recubrimiento públicos de exterior a la medida de todos los usuarios y escenarios. Cuando caminamos, todas las personas tratamos de desarrollar un patrón de marcha lo más confortable y seguro en función de la capacidad de deambulación y de la velocidad que queramos mantener, es por eso que la filosofía seguida durante el proyecto CERGOCIVIS ha consistido en adaptar los recubrimientos a los usuarios y no que los usuarios se adapten a las condiciones impuestas por los materiales, de esta forma la deambulación se transforma en ergonómica en todos los sentidos.

La línea de productos desarrollada incorpora parámetros de diseño que transmiten seguridad y durabilidad, añadiendo

así funciones emocionales que invitan al uso. De esta forma, funcionalidad y diseño convergen en el desarrollo de un pavimento de exteriores ergonómico y coherente, mejorando las funciones y transmitiendo sensaciones positivas al transeúnte.

2. METODOLOGÍA

Partiendo de la bases de conocimiento generado tanto por el IBV en proyectos desarrollados con IMSERSO y CEAPAT como por ITC en especificaciones que incluyen necesidades de los usuarios y en el desarrollo de producto cerámico, se realizaron los ensayos necesarios para completar

aquellos aspectos en los que todavía no se había trabajado tales como la determinación de rangos de fricción óptima, que propiedades del pavimento pueden afectar a la fatiga del usuario y como sacar el máximo partido al diseño de la costilla para alcanzar altos niveles de durabilidad, resistencia y facilidad de colocación. Además de los aspectos funcionales, se incorporaron las especificaciones de diseño que resultaron influir significativamente en la percepción subjetiva de seguridad y confort publicadas en Qualicer 2006 bajo el título: "INCORPORACIÓN DE MÉTODOS DEL DISEÑO EMOCIONAL EN LA CERÁMICA. LOS PARÁMETROS DE DISEÑO COMO MODULADORES DE SENSACIONES".

3. PRUEBAS Y ENSAYOS

Dentro del apartado dirigido al estudio de especificaciones que incluyen necesidades de los usuarios, el proyecto comenzó con la fase de transferencia de conocimiento en la que TAU tradujo en elementos añadidos a su producto, las especificaciones ya conocidas por el IBV en lo que respecta a las propiedades de interacción con los usuarios y los resultados de estudios clínicos sobre la población sobre la incidencia de los diseños de relieves y texturas superficiales (toe clearance) en su seguridad al caminar. A partir de aquí se realizaron los siguientes ensayos con sujetos:

- Aplicación de la ingeniería Kansei al diseño emocional de productos cerámicos.
- Determinación de las características del pavimento para reducir la fatiga en bipedestación dinámica.
- Estudio de la existencia de un nivel máximo de fricción desde el punto de vista ergonómico.

Durante los ensayos se pusieron a prueba diferentes productos y prototipos que configuraban pasillos de pruebas en donde hasta 30 sujetos sin patologías en la marcha deambulaban de forma controlada. Durante los ensayos

se instrumentaba a los sujetos de forma que se registraban variables biomecánicas tales como impactos de talón y su transmisión a lo largo de la cadena musculoesquelética, la evolución del patrón de marcha y la distribución de las presiones plantares como causa y efecto de la fatiga en bipedestación dinámica.

El registro de variables biomecánicas se acompañaba del registro de la percepción subjetiva del usuario tanto en aspectos de fatiga como de seguridad, de forma que era posible detectar necesidades y/o preferencias de los usuarios sobre cada uno de los aspectos de los pavimentos evaluados

Por otra parte, dentro del apartado dedicado al desarrollo de producto cerámico, desde TAU con el apoyo del ITC en la aplicación de un diseño estructural reforzante del relieve posterior de la baldosa cerámica (Strongrib, desarrollado en trabajos previos de forma conjunta), se desarrollan baldosas cerámicas adaptadas a los requisitos asociados al uso en equipamiento urbano, entre los que destaca especialmente el comportamiento mecánico bajo cargas elevadas, que podrían provocar la fractura del pavimento. Tras un estudio preliminar relativo a la tipología de fracturas habituales en pavimentos instalados en aceras urbanas, se confirmó que cerca de la mitad se corresponden con roturas en las esquinas asociadas a huecos bajo la baldosa, seguidas de las fracturas en las proximidades de las aristas, ambas debidas probablemente a un incorrecto macizado de la capa de mortero entre las piezas.

El diseño estructural reforzante del relieve posterior de la baldosa cerámica (Strongrib), se efectuó mediante la aplicación combinada de cálculo teórico de tensiones por elementos finitos y cálculo por momento de inercia. Mediante el cálculo por elementos finitos se analizaron las posiciones críticas de concentración de tensiones en función de la distribución de las costillas, en diversas condiciones de carga concentrada sobre una baldosa de gres porcelánico de 40 cm x 40 cm, asentada centralmente sobre una placa de mortero circular de 28 cm de diámetro (Figuras 1 y 2)



Figura 1. Ensayo de seguridad al caminar.

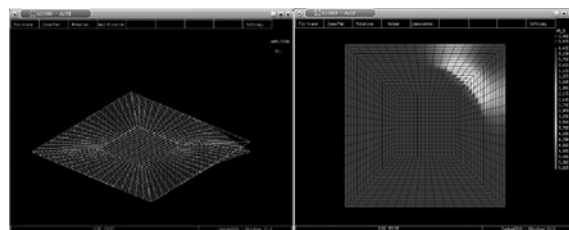


Figura 1. Deformación y tensión principal en estado de carga concentrada en esquina.

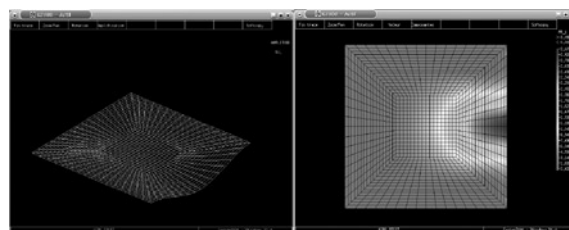


Figura 2. Deformación y tensión principal en estado de carga concentrada en centro de arista



Figura 3. Diseño estructural reforzante del relieve posterior de la baldosa (Strongrib®).



Figura 4. Pavimento Civis Agora instalado en acera.

A partir de este análisis se pudo establecer la distribución óptima de posición de las costillas reforzantes que redujeron el riesgo de rotura en las diferentes situaciones de carga analizadas, estableciéndose el diseño definitivo del relieve posterior de la baldosa, denominado Strongrib (Figura 3).

Una vez definida la distribución de los elementos reforzantes, se aplicó el cálculo mediante momento de inercia para acotar la anchura, profundidad y forma de las citadas costillas, que permitiese garantizar que la baldosa soportase los niveles de esfuerzo requeridos en pavimentación urbana, de acuerdo a las tipologías de fractura más habituales observadas en el estudio preliminar.

Finalmente, y dado que todas las estimaciones se habían efectuado suponiendo un módulo de rotura similar al que presentan las baldosas de gres porcelánico de los espesores habituales (entre 9 y 12 mm), se decidió validar los cálculos teóricos efectuados mediante el ensayo de piezas prototipo obtenidas en condiciones industriales de fabricación.

Asimismo, teniendo en cuenta la gran variabilidad en condiciones reales de uso tanto de los métodos de instalación como de situaciones de carga aplicadas sobre el pavimento, se consideró necesario comprobar el nivel de prestaciones alcanzado por comparación frente a otros materiales utilizados habitualmente en este tipo de aplicaciones urbanas.

4. CONCLUSIONES

El conocimiento generado ha hecho posible el descubrimiento de parámetros de diseño claves en la interacción con el usuario y que hasta ahora no se habían considerado en el proceso de desarrollo del producto cerámico convencional, por otro lado, las características técnicas alcanzadas aumentan considerablemente la durabilidad y resistencia del sistema situándolo por encima del nivel de mercado en pavimentación exterior (Tabla 1), definiendo una línea de productos de alta durabilidad para espacios exteriores, no ligado a la rigidez de un único formato regular y destinados a transmitir al ciudadano seguridad y comodidad.

El resultado final trasciende el concepto de la baldosa cerámica y configura un sistema constructivo que, como tal, implica al material cerámico pero también a su forma de colocación y al resto de elementos que configuran el pavimento. Se deben incluir, asimismo, los conceptos de accesibilidad integral en la prescripción y diseño urbanístico para que el resultado sea óptimo.

TABLA 1.

Característica	Pavimento cerámico CIVIS AGORA	Pavimento convencional base cemento
Formato (mm)	400 x 400	400 x 400
Espesor (mm)	17,3	40,0
Carga central distribuida (N)	7057	4142
Carga concentrada esquina (N)	8071	6041
Carga concentrada arista (N)	5474	5043



CIVIS'AGORA® es un sistema de recubrimientos constructivos para espacios públicos fruto de los trabajos de investigación desarrollados por TAU junto al Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) y el Instituto de Tecnología Cerámica (ITC).

BIBLIOGRAFIA

1. L.E. Broquetas Ariza, (1997) Estudio de la prevalencia de caídas y sus factores de riesgo en una población de ancianos residentes en una Institución de larga estada. *Geriatría*; 9(13):27-30.
2. E. Cepero Moreno, y col. (1998) Adaptación del miembro inferior al caminar en desnivel. *Biomecánica*; Fasc 1, 10(6):23-29.
3. F. Justus, F. and De Lateur, J. Barbara (1993) Análisis de la marcha: diagnóstico y manejo. *Medicina física y rehabilitación*. Ed. Panamerica. Madrid
4. D.P. Manning, C. Jones C. (2001) The effect of roughness, floor polish, water, oil and ice on underfoot friction: current safety footwear solings are less slip resistant than microcellular polyurethane; *Applied Ergonomics*; 2(32): 185-96
5. R. Tundo Fernández, (1982) Seguridad en el trabajo Investigación sobre la resistencia al deslizamiento del calzado de seguridad y suelos antideslizantes. *Mapfre Seguridad*; N° 8 cuarto trimestre.
6. A. Plaza, ; M. Cassinello, (1994) Conceptos arquitectónicos básicos de la asistencia geriátrica institucionalizada. *Rev. Esp. Geriatr. Gerontol*; 29 (S3): 29-37.
7. R. Poveda Puente y col. (1988) Guía de selección y uso de sillas de ruedas. IBV. IMSERSO. Madrid.
8. <http://www.ine.es/discapa/discapamenu.htm> "Encuesta sobre discapacidades, deficiencias y estado de salud del INE 1999". Instituto Nacional de Estadística de España.
9. <http://www.imsersomayores.csic.es/portal/estadisticas/documentos/informe2000/original/01-capitulo1.pdf> "Las personas mayores en España, indicadores Básicos. Informe IMSERSO 2000". Volumen 1: datos nacionales. Instituto Nacional de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO)
10. <http://www.tra.gva.es/espa/home/framediscapitados.htm> Consellería de Bienestar Social de la Comunidad Valenciana. Dirección General de Integración Social de Discapitados
11. <http://www.jccm.es/social/accesibilidad/uapag1.pdf> Urbanismo, Anexo 1. Normas de Accesibilidad Urbanística
12. <http://www.once.es/home.cfm?id=354&nivel=3&orden=4> Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE), Ayudas a la Investigación. Financiación de proyectos

