

CERÁMICA, ELECTRÓNICA Y ARQUITECTURA

**M. Llorens Colera, J. Clausell Castillo, D. Llorens Mesado,
J. Ramón Albors**

Instituto de Tecnología Cerámica (ITC).

Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE)

Universitat Jaume I. Castellón. España.

RESUMEN

En esta ponencia se expondrán posibilidades de integración de dispositivos electrónicos y ópticos en el ámbito de la cerámica con la intención de potenciar su aplicación en nuevos ámbitos relacionados con la domótica y el diseño inteligente de espacios, como la atención a discapacitados, la señalética o la iluminación.

Este estudio parte del proyecto "Room Escape", un espacio expositivo realizado por ITC-Alicer en el que se colocaron unos sensores capacitivos debajo del suelo para detectar la posición de los visitantes, lo que permitió crear un sistema que convirtió el pavimento del espacio en un gran tablero de juego que iba retando a los visitantes a repetir diferentes sucesiones de luces que iban iluminándose bajo sus pies.

A partir de estos conocimientos adquiridos se pasa a profundizar en el campo de aplicaciones no convencionales de la cerámica, haciendo una exposición de las posibilidades existentes actualmente o que se aventuran realizables en un futuro cercano, ilustrando estas con ejemplos prácticos que servirán de introducción para explicar los principios físicos en los que se basan los sensores y técnicas utilizadas, así como el procedimiento de integración de sus elementos funcionales, superando las restricciones de espacio disponible y autonomía energética de los diferentes dispositivos expuestos.

1. INTRODUCCIÓN

El espacio expositivo que se presenta, denominado "Room escape" estaba enmarcado dentro de Trans-hitos 09 "Redes", la muestra de arquitectura e interiorismo en cerámica que organiza el Instituto de Tecnología Cerámica (ITC), a través de su Área de Diseño y Arquitectura, Alicer. Esta muestra se organiza con el objetivo de transmitir nuevos usos y funciones de la cerámica a arquitectos, arquitectos técnicos, decoradores, interioristas, promotores, constructores, fabricantes y diseñadores.

Dicho espacio se caracterizaba por proponer a sus visitantes un juego en el que tenían que repetir diferentes sucesiones de luces que aparecían bajo sus pies al accionar el sensor inicial.

Para desarrollar dicho mecanismo era necesario crear un sistema de baldosas que pudiesen generar señales luminosas para mostrar la sucesión de luces a repetir y que a su vez fuesen capaces de detectar la presencia de los pies de los visitantes cuando éstos estuviesen intentando repetir la secuencia propuesta.

2. DESARROLLO

2.1. Consideraciones.

El proceso de diseño comenzó con el planteamiento de las diferentes consideraciones que se debían tener en cuenta para su correcto desarrollo:

2.1.1. Del espacio.

- La cerámica debía ser la protagonista del espacio, integrando el revestimiento de paredes y suelo, el soporte de sensores e iluminación, la señalización de entradas y salidas, y la explicación de las instrucciones del juego.
- El espacio debía crear un ambiente lo suficientemente tenue como para que se distinguiesen las luces del juego.
- El espacio debía permitir el fácil tránsito de múltiples visitantes para evitar aglomeraciones.
- Era necesario disponer de un espacio oculto a los visitantes que permitiese albergar sensores, iluminación, cableado y controladores.

2.1.2. Del mecanismo del juego.

- Tanto sensores como iluminación tenían que funcionar sin influir en la función del suelo (que se pueda transitar sin peligro de tropezar).
- La dificultad del juego tenía que estar adaptada a todo tipo de visitante sin importar edad, formación o nivel de implicación en el juego.

2.2. Soluciones.

2.2.1. Estructura del espacio.

En cuanto a la estructura del espacio, se tomó la forma de un cubo de 4x4x4 metros con dos altas ranuras en lados paralelos, lo cual permitía resguardar el interior de la luz del día y crear un ambiente oscuro que permitiese ver las señales luminosas emitidas por el juego.



Figura 1. Exterior del espacio.

Dicha estructura se soportaba en un armazón de madera, revestido por su exterior de cerámica porosa esmaltada en blanco y chapado de planchas madera gris en su interior. Para poder albergar todos los sensores, iluminación y cableado se hizo que el suelo fuese sobreelevado y registrable en aquellos puntos en los que hubiese que acceder a la electrónica, y para poder ocultar el ordenador y la tarjeta de controladores se hizo que una de las paredes laterales tuviese un armario oculto en un doble fondo para tenerlos a mano sin que pudiese acceder el público.

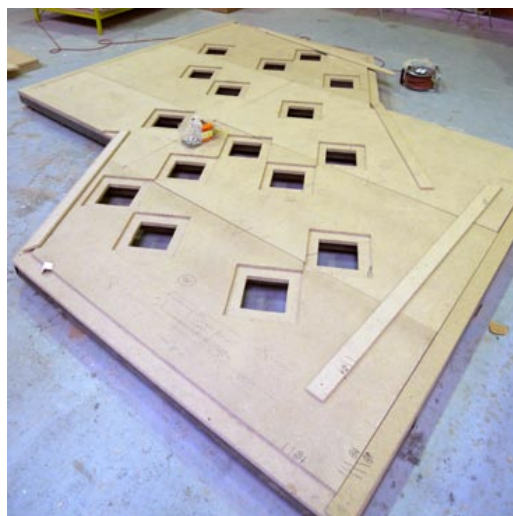


Figura 2. Suelo sobreelevado.



Figura 3. Armario oculto.

En el exterior del espacio se podían encontrar varias baldosas con vidrio rojo engastado en ranuras realizadas en la cerámica que hacían la función de señalética que informaba de por donde se encontraba la entrada y la salida del espacio. En dicha entrada también se encontraba una baldosa impresa con inyección de tinta que mostraba las normas y funcionamiento del juego que se encontraba en el interior.



Figura 4. Señalética.

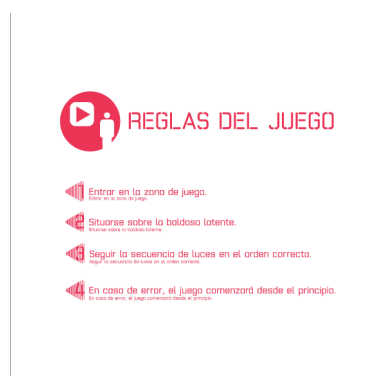


Figura 5. Normas del juego.

A aquellas piezas de pavimento que tuviesen la función de “casillas del juego” se les practicó una perforación circular con chorro de agua, dentro de la cual se introdujo un anillo de vidrio arenado en cuyo centro se introdujo un círculo de la misma baldosa, quedando así un anillo translúcido a través del cual se veían las señales luminosas del juego. El círculo de cerámica y el anillo de vidrio estaban pegados entre sí y a la pieza cerámica con resina epoxi y rejuntados con pasta de rejuntado. Para que el conjunto resistiera el peso de los visitantes se unió con silicona al reverso de la pieza un cuadrado de vidrio laminado de 6mm. de espesor que evitaba que se pudiese mover el anillo central.

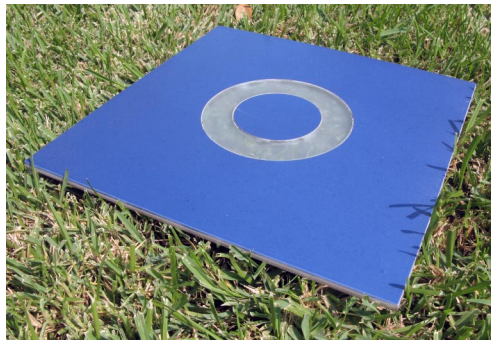


Figura 6. Baldosa con anillo de vidrio.



Figura 7. Baldosa iluminada.

2.2.2. Mecanismo del juego.

En cuanto al mecanismo del juego se adoptaron las siguientes soluciones:

Para la emisión de señales luminosas se optó por un anillo de 12 LED's de alta luminosidad premontados sobre un circuito impreso. Se adquirieron en total dieciséis anillos de diversos colores (blanco, verde, azul y rojo).

Para el accionamiento de las casillas del juego era necesario encontrar un sistema que fuese capaz de detectar los pies de los jugadores a través de la pieza cerámica evitando pulsadores mecánicos. Este fue un sensor capacitivo, cuyo funcionamiento consiste en señalar un cambio de estado basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico. Los sensores capacitivos detectan objetos metálicos, o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la

constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño, y distancia hasta la superficie sensible del detector.

Los detectores capacitivos están contruidos en base a un oscilador RC, cuya aplicación mas conocida es la medición de impedancias. Debido a la influencia del objeto a detectar, y del cambio de capacitancia, la amplificación se incrementa haciendo entrar en oscilación el oscilador. El punto exacto de ésta función puede regularse mediante un potenciómetro, el cual controla la realimentación del oscilador, con lo que se puede regular la distancia de actuación en determinados materiales. La señal de salida del oscilador alimenta otro amplificador, el cual a su vez, pasa la señal a la etapa de salida.

Cuando un objeto conductor se acerca a la cara activa del detector, el objeto actúa como un condensador. Si el objeto que se aproxima es poco conductor, como el pie del jugador, solamente se produce un cambio pequeño en la constante dieléctrica, y el incremento en su capacitancia es muy pequeño comparado con los materiales conductores, por lo que hay que calibrar la distancia de actuación con el potenciómetro para que el sensor sea capaz de detectar un pie de jugador que está aislado por el calzado y la pieza cerámica a la vez.

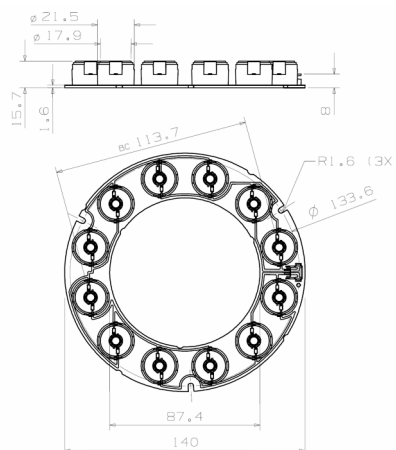


Figura 8. Anillo de LED'S.

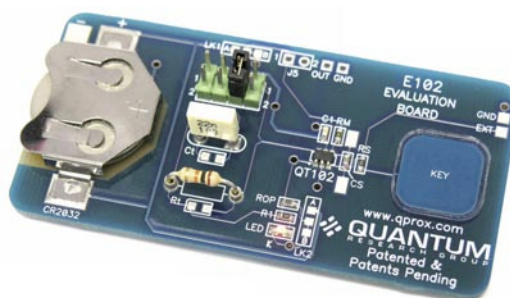


Figura 9. Sensor capacitivo.

El esquema de montaje del sistema de sensores es el que se muestra en la figura 10.

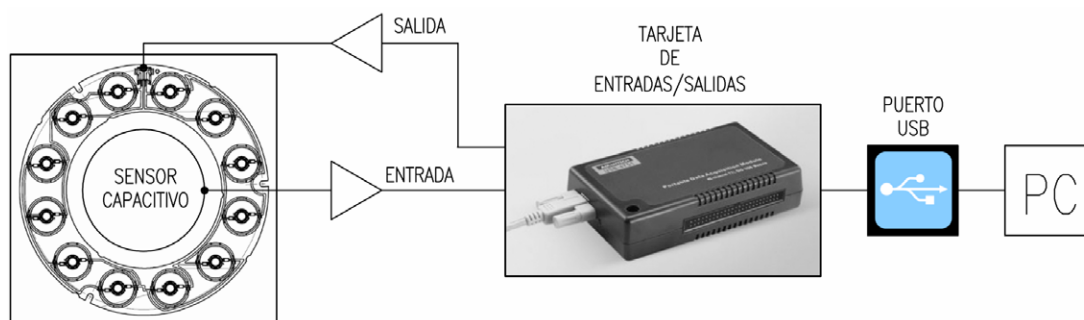
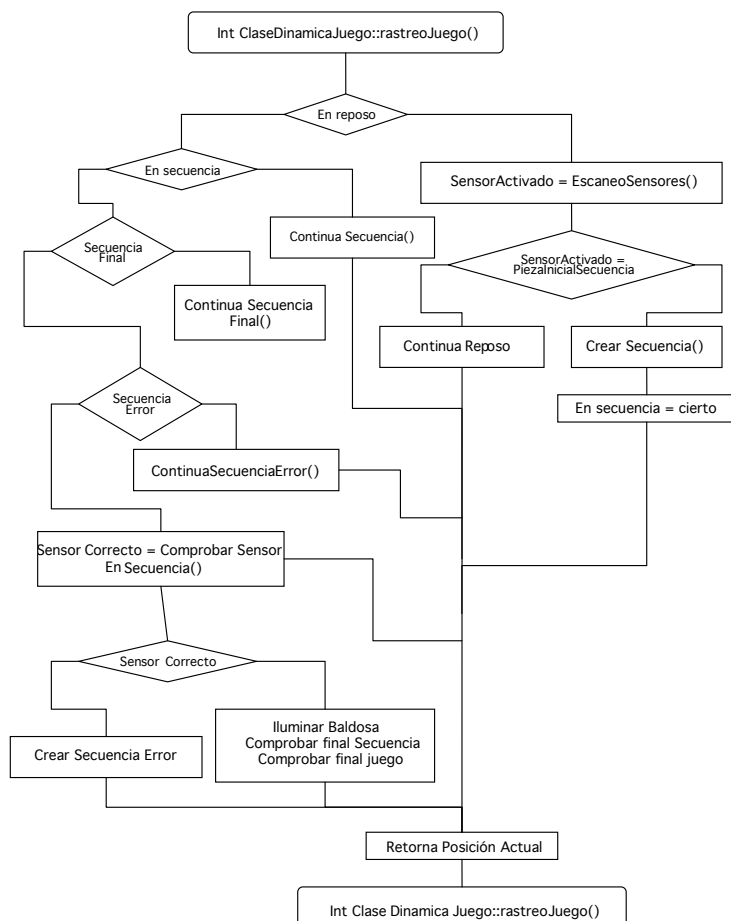


Figura 10. Esquema de montaje.

Aunque en el esquema solo se muestran un anillo de LED's y un sensor capacitivo (el segundo colocado en el centro del primero), en el montaje real existen dieciséis pares de LED's y sensores que se conectan a la tarjeta de entradas y salidas, la cual interpreta la señal de la etapa de salida de los sensores capacitivos como una entrada y gestiona la activación de los anillos de LED's a través de sus salidas.

Dicha Tarjeta E/S está conectada a través del puerto USB al PC, el cual tiene cargado el programa que hace funcionar el conjunto como un juego interactivo.

A continuación se muestra el diagrama de funcionamiento del programa "Room escape":



La dinámica del juego comienza cuando el jugador pulsa la casilla inicial, la cual varía de posición a cada partida y se puede reconocer porque se muestra parpadeante a la espera del inicio del juego.

Seguidamente se iluminan sucesivamente las dos primeras casillas del juego, las cuales pueden ser cualquiera de las dieciséis casillas que componen el juego, pero siempre estarán próximas entre sí. Cuando el jugador haya repetido esta primera sucesión habrá superado el primer nivel y el programa pasará a proponerle el siguiente, en el que serán tres las casillas cuyo orden de activación habrá que repetir. Finalmente el juego propondrá una sucesión de cuatro casillas seguidas que, de ser superada se llegará al final del juego, representado con repetidos destellos parpadeantes de todas las casillas a la vez.

Todas las señales luminosas irán acompañadas de su correspondiente tono musical, reproducido por unos altavoces conectados al PC.

Las siguientes figuras muestran el sistema del juego antes y después de ser instalado en el "Room escape".



Figura 11. Sistema antes de ser instalado.

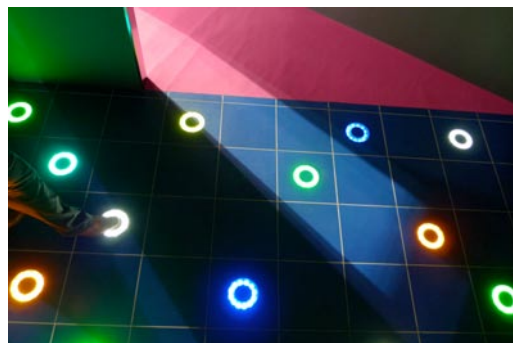


Figura 12. Sistema instalado en el espacio.

3. APLICACIÓN REAL DEL SISTEMA

Podemos encontrar una posible aplicación real del sistema en un suelo capaz de detectar la posición de las personas de una habitación y actuar en consecuencia de las situaciones que se produzcan.

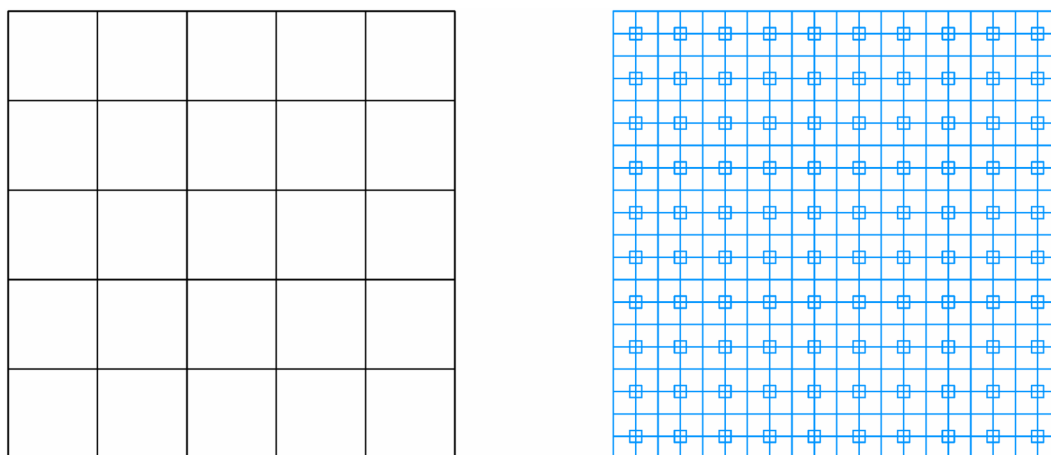


Figura 13. Suelo con superficie sensora.

Si se distribuyen multitud de sensores capacitivos a lo largo de la superficie del suelo se pueden monitorizar diversas situaciones:

- **Detección de trayectorias:** identificando la sucesión de sensores que son activados por los pies de una persona al andar se puede definir su trayectoria, permitiendo prever los lugares a los que se puede estar dirigiendo, lo que posibilitaría servicios como abrir y cerrar puertas antes de que se llegue a estar cerca de ellas, encender o apagar luces, activar o desactivar aparatos de aire acondicionado, etc. Esta aplicación, además de servir como ayuda a los habitantes de la casa mientras se encontrasen en ella, podría protegerla de robos al poder configurarse como sistema de detección de presencia cuando la vivienda se encontrase desocupada, pudiendo además almacenar la información del camino seguido por el posible intruso durante su incursión.

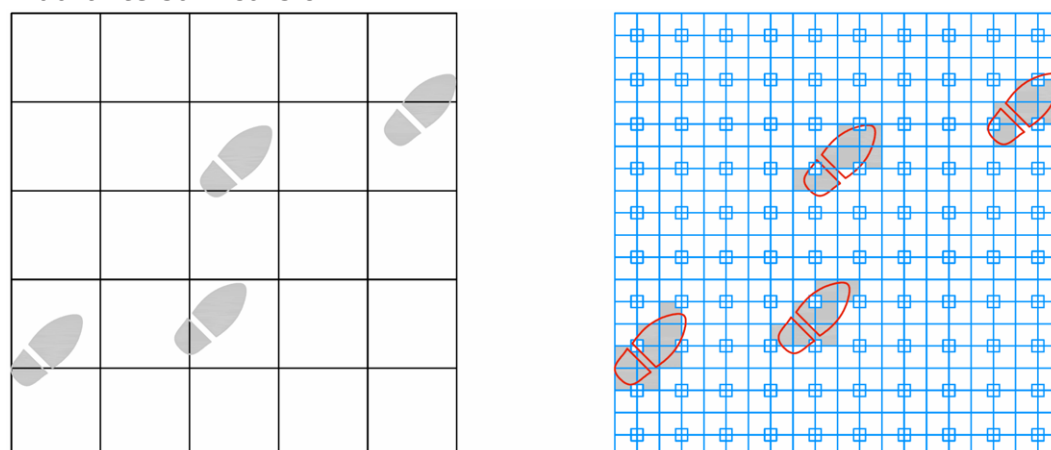


Figura 14. Detección de trayectorias.

- **Detección de caídas:** identificando los sensores que se activan cuando una persona cae al suelo se puede crear un sistema que active una alarma si se produce una caída accidental.

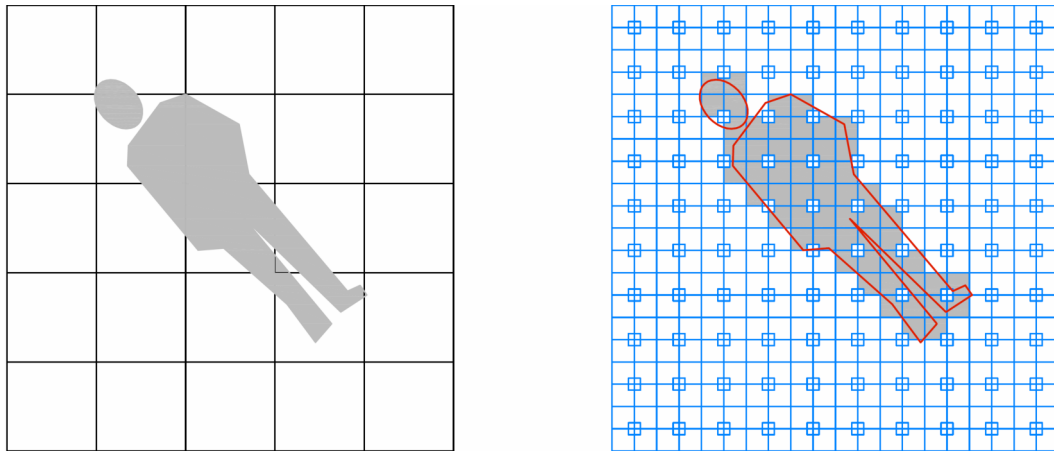


Figura 15. Detección de caídas.

4. AUTONOMÍA DEL SISTEMA

En el espacio "Room escape" todas las instalaciones de alimentación y transmisión de datos se realizan mediante cables eléctricos, pero existen formas mas sutiles de instalación que no requieren de complejos cableados a lo largo de grandes superficies.

- **Transmisión de datos:** Existen sistemas sin cables que permiten transmitir la señal de estos sensores por radio a frecuencias de 868 o 315 Mhz con un bajo aporte energético, del orden de 50 μ Ws, a distancias de 300m en cielo abierto y de 30m en el interior de edificios. Esto es posible debido a que la duración de la señal transmitida es de menos de una milésima de segundo, con lo que el consumo energético es muy bajo.
- **Alimentación:** Existen múltiples maneras de aprovechar las pequeñas fuentes de energía que se pueden encontrar en el interior de un edificio.
 - **Movimiento:** mediante convertidores electrodinámicos se puede extraer energía eléctrica de cualquier movimiento que se produzca en una habitación, como la apertura y cierre de puertas, cajones, ventanas y persianas, movimiento de sillas de oficina, etc.
 - **Rotación:** se pueden instalar generadores que produzcan energía eléctrica a partir de la rotación de las palas de los contadores de gas i agua.
 - **Luz solar:** se puede aprovechar la luz solar que entra en una habitación mediante pequeñas placas solares colocadas en lugares bien iluminados.

- Fuentes de calor: mediante módulos peltier se puede extraer energía eléctrica de mínimas diferencias de temperatura como las que se encuentran en los disipadores de un ordenador, el calor corporal de una persona (al sentarse en una silla), los extractores del aire acondicionado, etc.
- Vibración: se puede aprovechar la energía de cualquier objeto vibrante como el compresor de una nevera, una lavadora o cualquier máquina con motor.

Mediante el uso de estos sistemas de transmisión de datos y alimentación se puede realizar un sistema de sensores que funcione sin cables de ningún tipo “co-sechando” su propia energía, evitando así la complejidad de instalación y reparación que supone el cablear grandes superficies.

5. CONCLUSIONES

Se puede extraer que la integración de sensores capacitivos en piezas cerámicas permite dotar al pavimento de la capacidad de “sentir” la presencia de las personas que lo estén pisando, así como determinar diversas situaciones en las que estas personas se puedan ver envueltas para ofrecer respuestas a dichas situaciones.

Por el lugar en el que tienen que ir colocados y el uso que se les exige, la manera óptima de realizar la instalación de estos sensores pasa por añadirles sistemas de alimentación y transmisión de datos que eviten la necesidad de cablear grandes superficies, convirtiendo cada baldosa sensora en un sistema independiente o “Stand Alone”, capaz de autoabastecerse energéticamente y de transmitir la información de los sensores sin necesidad de aportes externos.

Un edificio proyectado para albergar este tipo de instalaciones tiene la ventaja de facilitar su construcción, al permitir una gran flexibilidad en la distribución de las instalaciones del suelo, ya que no es necesario que dichas instalaciones estén conectadas a ningún cableado, lo que permite que su planteamiento sea independiente del de las instalaciones de la pared, así como facilitar posteriores cambios en la distribución de la habitación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el impulso proporcionado a este proyecto por parte de la Generalitat Valenciana a través del Instituto de la Pequeña y Mediana Industria (IMPIVA) y a la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). También agradecemos el apoyo de la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos Pavimentos y Baldosas Cerámicas (ASCER) y la colaboración de la organización del certamen CEVISAMA y la Sociedad Estatal para el Desarrollo del Diseño y la Innovación (DDI).