

Cablebrick: fachada ventilada cerámica

José Pérez Fenoy (Arquitecto. Responsable del Área de Sistemas Constructivos de la Fundación Innovarcilla)

Fabricante del sistema y colaboración en el artículo: Cerámica Malpesa

Fachada ventilada Cablebrick

Cablebrick es un sistema de fachada ventilada con acabado de ladrillo cara vista que deriva de las inquietudes relacionadas con la constante evolución que vive el sector de la construcción, en el que los cerramientos, que tienen un carácter marcadamente prestacional, han abandonado la masividad de las estructuras basadas en muros de carga. Esta evolución se centra en la ejecución de fachadas cada vez más ligeras en las que la capa que se encarga de asegurar las prestaciones térmicas y acústicas es separada de la hoja principal de la fachada.

A esta situación hay que añadir que las soluciones de corte industrializado son cada vez más requeridas por el mercado debido a la constante búsqueda de una reducción de costes y de plazos a la que es sometida la ejecución de los proyectos de arquitectura e ingeniería.

Es en este escenario en el que Cerámica Malpesa comienza el desarrollo del sistema Cablebrick, en el que plantea el uso de piezas de espesores reducidos para la ejecución de una piel de fachada ventilada de elementos cerámicos (Figura 1). El sistema de fachada ventilada desarrollado es un sistema innovador de ejecución en seco que focaliza su intervención en la hoja exterior del conjunto de la fachada, buscando la mayor agilidad e industrialización posible en obra, evitando la colocación de piezas en húmedo y sustituyendo este sistema por una ejecución en seco, con colocación de las piezas cerámicas de forma verdaderamente sencilla, sin necesidad de mano de obra especializada para este objeto. Los componentes que forman el conjunto del sistema se agrupan en familias según su materialidad y finalidad de uso: 1. Componentes cerámicos, que aportan el acabado final; 2. Elementos no cerámicos que componen el sistema de sustentación estructural de la piel de la fachada; y 3. Componentes necesarios para el montaje específico de este sistema, pero que son retirados y reutilizados una vez la puesta en obra ha terminado (Figura 2).

Cabe destacar un aspecto muy relevante que genera identidad propia al sistema constructivo, formando parte fundamental de su propia idiosincrasia, que es la existencia de un cableado vertical sobre el que son instaladas las piezas de la piel cerámica exterior, evitando así el uso de morteros u otros elementos que la convertirían en una fábrica húmeda tradicional. Además, el plano de la fachada cerámica permite ser construido generando un tamaño de cámara ventilada a medida para poder instalar distintos espesores de aislamiento térmico entre la cara exterior y la interior del conjunto de la fachada.

Como se observa en la vista general de montaje del sistema Cablebrick, este se basa en la colocación de piezas de pequeñas dimensiones sobre un entramado de cables verticales que, fijados a perfiles U horizontales, son los encargados de sustentar el trabado de las piezas cerámicas, fijando su posición. Los perfiles horizontales que reciben los cables se encargan de sustentar el peso propio de las piezas cerámicas y la tracción que generan los cables metálicos al recibir las distintas cargas horizontales sobre la fachada. Los perfiles horizontales son los encargados, además, de transmitir las cargas a la estructura portante, junto con las escuadras de sustentación sobre las que se fijan (Figura 3). Junto con estos elementos se instalan dispositivos de retención de viento encargados de asumir las presiones y succiones generadas por la carga de viento sobre la fachada.

Adicionalmente a estos elementos característicos del sistema, se diseñan una serie de utilajes auxiliares que son necesarios para el correcto montaje del sistema. Entre otros se hace uso de unos perfiles en L, diseñados expresamente para estar ubicados en la coronación de los paños de fachada con el objeto de sustentar los cables. Una vez ejecutados dichos paños estos perfiles son desmontados para poder ser utilizados de nuevo en otro punto de la obra o en otro proyecto.

La innovación de la idea se basa por tanto en la integración de elementos constructivos de corte tradicional como son las piezas cerámicas similares a los ladrillos, con otros



Figura 1: Fachada ejecutada con el sistema Cablebrick, fabricada y ejecutada por Cerámica Malpesa.

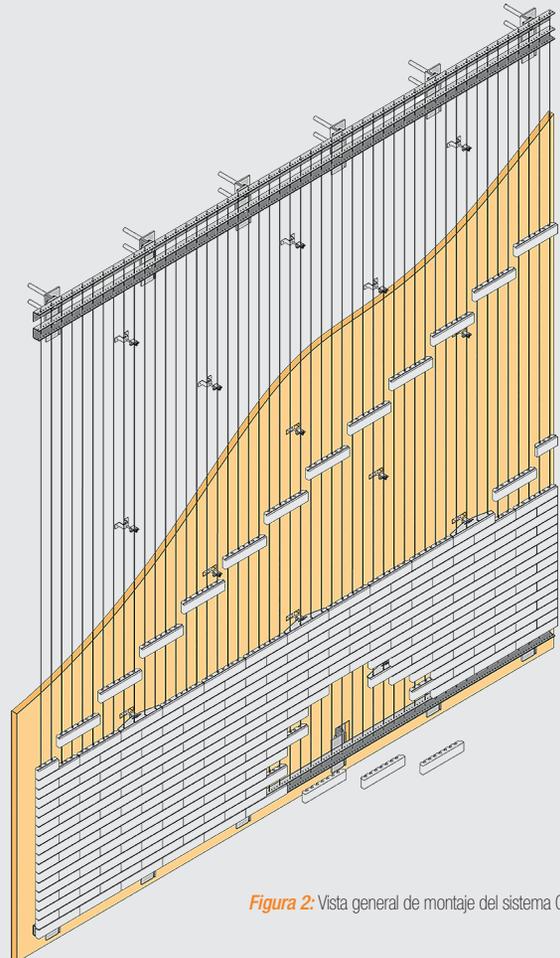


Figura 2: Vista general de montaje del sistema Cablebrick.



Figura 3: Perfiles horizontales U sobre escuadras de sustentación.

elementos de diversa índole, tales como el cable metálico, para ofrecer un sistema de montaje completamente en seco e industrializado que permita una puesta en obra ordenada y clara, pensando en la simplificación del proceso constructivo.

El sistema Cablebrick permite una gran versatilidad compositiva en función del tipo de pieza seleccionada (no solo elementos tipo plaqueta) y de la disposición de los elementos no cerámicos, permitiendo ejecutar desde celosías en distintos grados de permeabilidad hasta fachadas con diferentes trabados de las piezas. Además, tiene la ambición de orientar su uso tanto a obra nueva como a rehabilitación para la mejora del comportamiento energético de edificios preexistentes, pudiéndose alcanzar valores de aislamiento muy elevados aparte de contar con la cámara ventilada.

Componentes

Como ya se ha indicado, tenemos distintos tipos de componentes que conforman el sistema constructivo. En el caso de los elementos cerámicos, al aportar estos el aspecto final de la fachada, son variados tanto en geometría como en acabados, aportando las tradicionales buenas características de los ladrillos cara vista.

Las piezas base que conforman el sistema son las indicadas en la **Figura 4**. Las piezas mostradas de izquierda a derecha permiten la realización de: 1. Paños opacos con distintas configuraciones de traba, siendo estos idénticos a los acabados tradicionales de fachadas ejecutadas con fábrica de ladrillo cara vista; 2. Paños de celosía que aportan distintos grados de permeabilidad al aire y a la luz a la hoja exterior; 3. Paños con un acabado superficial volumétrico, mediante el uso de la primera y tercera pieza dentro del mismo paño de fachada.

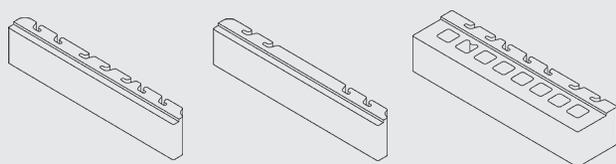


Figura 4: Piezas cerámicas.

Desde que arrancó el desarrollo, siempre se ha procurado que existiese el menor número de piezas especiales posibles, con el afán de simplificar la ejecución de los distintos tipos de casuísticas que se puedan dar en una obra. No obstante, existen ciertos puntos singulares que han requerido de piezas especiales como son la resolución de las esquinas, las piezas ubicadas bajo los dispositivos de retención de viento y las piezas de cierre de los paños (**Figura 5**).

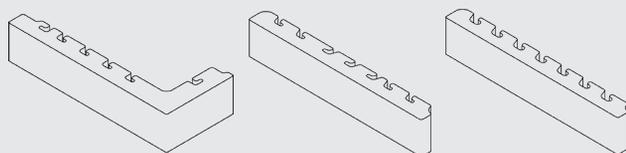


Figura 5: Piezas cerámicas singulares.

Por otro lado, encontramos los componentes no cerámicos, siendo su cometido variado, aunque a grandes rasgos se pueden englobar todos ellos dentro de los siguientes usos: 1. Permitir la ejecución del acabado cerámico, portando los elementos cerámicos y facilitando su traba; 2. Transmitir las distintas cargas que actúan sobre la fachada a la estructura soporte, asegurando el buen comportamiento del conjunto frente a distintas acciones externas que no deben comprometer la integridad del sistema.

Todos los componentes no cerámicos y elementos auxiliares son metálicos, de acero inoxidable o aluminio en distintas calidades, principalmente para hacer frente a los problemas derivados de la colocación a la intemperie. Estos elementos se agrupan formando: 1. Dispositivos de soporte, compuestos por cableado vertical, perfiles U horizontales, escuadras de soporte y todos los separadores, tornillería y anclajes adicionales necesarios (**Figura 6**); 2. Dispositivos de retención frente a acciones horizontales, que agrupa la pletina de retención y su correspondiente anclaje al paramento vertical (**Figura 7**); 3. Elementos auxiliares, entre los que se encuentran perfiles en L de coronación y diversos utilillajes de montaje (**Figura 8**).

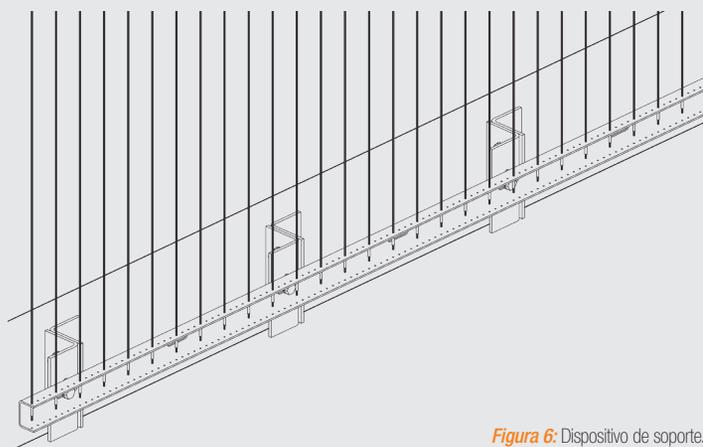


Figura 6: Dispositivo de soporte.



Figura 7: Pletina del dispositivo de retención.

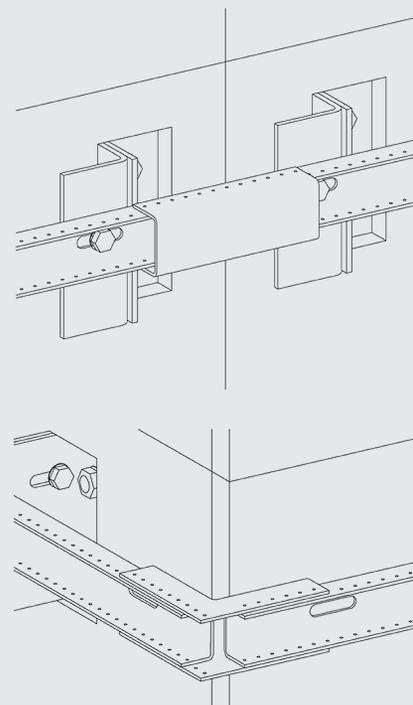


Figura 8: Componentes auxiliares.

Proceso constructivo

Cablebrick, es un sistema que está diseñado pensando en tener un proceso de montaje completamente estructurado y específico, gracias a este proceso no existen elementos a resolver que queden abandonados a la improvisación. Para garantizar la correcta ejecución de la fachada ventilada en obra se deben seguir los pasos que, de manera general, se detallan a continuación:

- Replanteo de los paños de revestimiento sobre la estructura soporte y muros de obra de fábrica (Figura 9)
- Instalación de las escuadras de sustentación (Figura 9)
- Instalación del aislamiento (Figura 9)

- Instalación de los soportes de los dispositivos de retención (Figura 9)
- Instalación de los perfiles horizontales: de soporte, de cerco de hueco y auxiliar (Figura 10)
- Instalación de los cables, casquillos terminales y terminales tensores (Figura 11)
- Instalación de las piezas cerámicas y pletinas de los dispositivos de retención (Figura 11)
- Ajuste y corte de cables
- Instalación de petos y/o faldones (Figura 12)
- Instalación de piezas de chapado (Figura 12)
- Cercado de huecos

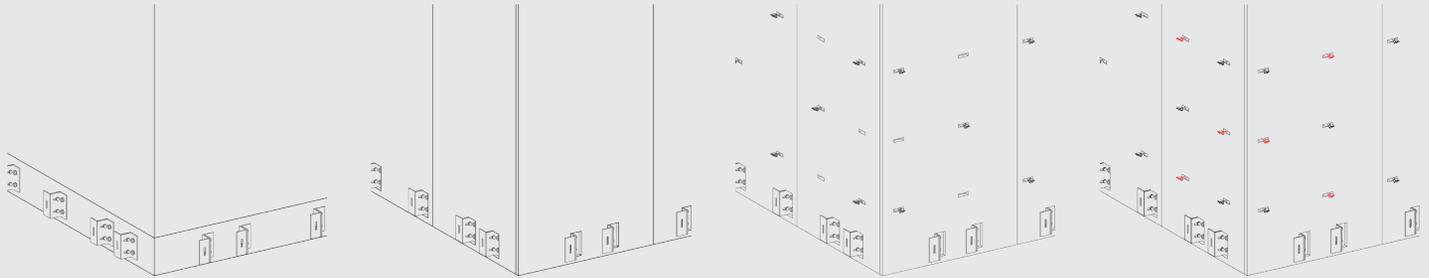


Figura 9: Esquema de montaje del sistema Cablebrick. Replanteo de los paños de revestimiento sobre la estructura soporte, instalación de las escuadras de sustentación, instalación del aislamiento y de los soportes de los dispositivos de retención de viento según densidad especificada por m².

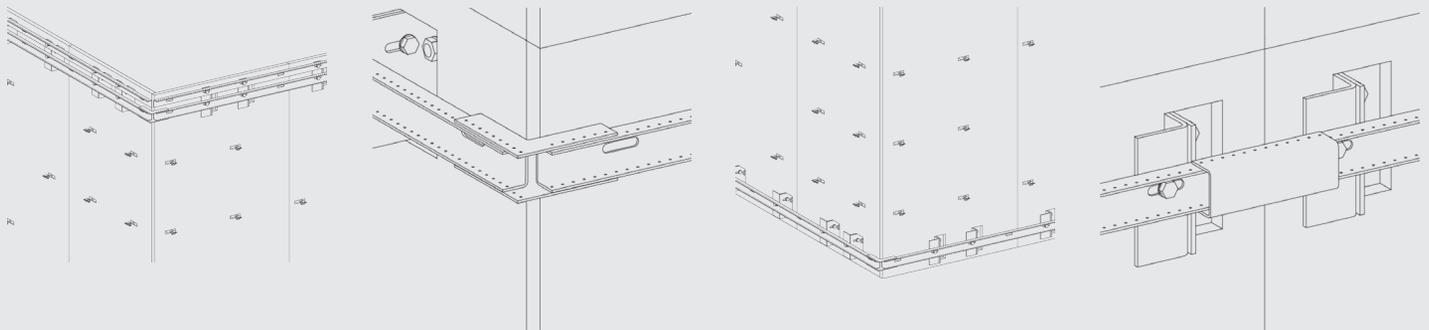


Figura 10: Esquema de montaje del sistema Cablebrick. Instalación de los perfiles horizontales, de cerco de hueco y auxiliares de montaje.

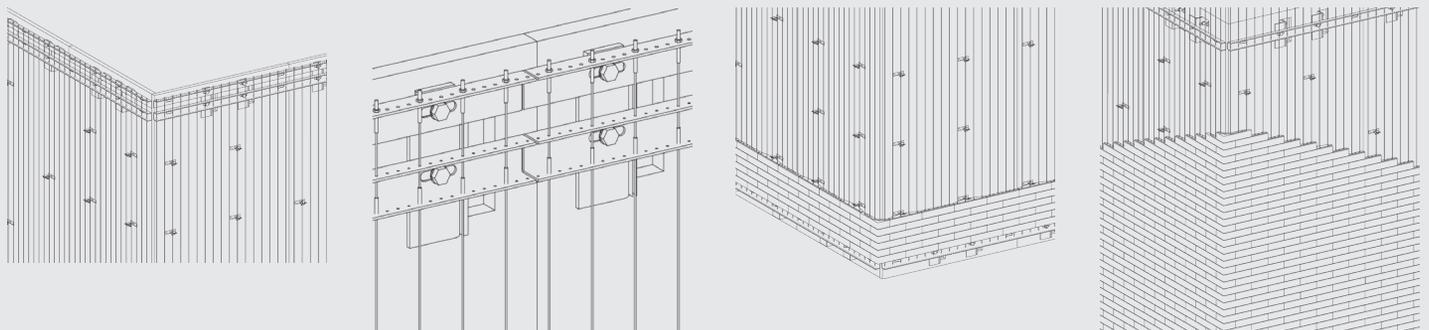


Tabla 11: Esquema de montaje del sistema Cablebrick. Colocación del cableado vertical, casquillos terminales y terminales tensores, para posterior montaje de piezas cerámicas y pletinas de retención sobre los soportes previamente anclados al paramento interior.

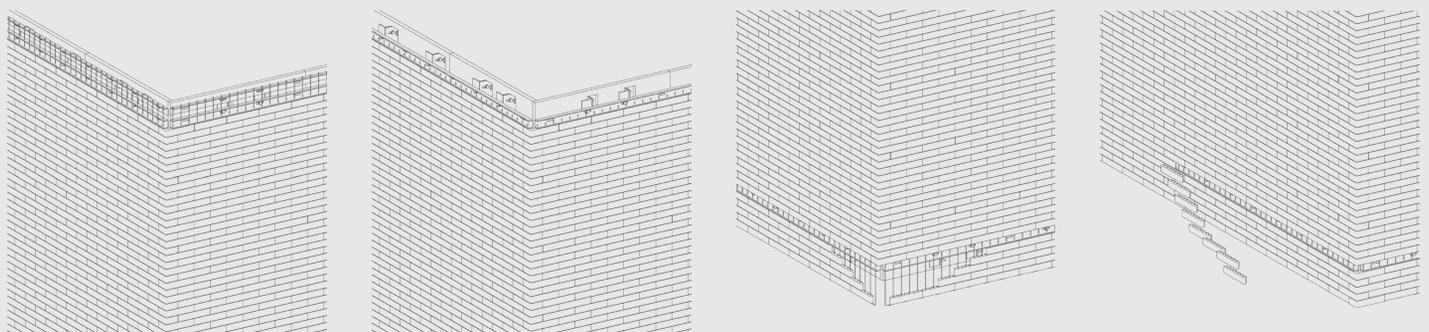


Figura 12: Esquema de montaje del sistema Cablebrick. Instalación de petos y/o faldones e instalación de piezas de chapado.

El diseño de este proceso constructivo se ha refinado mediante la constante realización de múltiples pilotos a diferentes escalas de trabajo durante el desarrollo del producto. La ejecución de este tipo de prototipos ha permitido experimentar y poner a prueba las condiciones teóricas de los distintos diseños, detectando, evaluando y resolviendo los puntos críticos y situaciones del proceso de montaje que, o bien estaban mal concebidas o, directamente habían sido pasadas por alto. Este proceso de testeo continuo culminó, con el mayor reto que hasta el momento se había planteado en el proyecto, la ejecución de la rehabilitación de la fachada de un edificio real. Se trata de un edificio destinado a uso de oficinas, aislado, con dos plantas y de morfología cúbica, con cuatro fachadas continuas y no siempre completamente ortogonales entre sí, aspecto que descubrimos durante el proceso de ejecución de la fachada (Figura 13).

Este edificio fue seleccionado por albergar múltiples puntos críticos que debían ser resueltos en el proceso de ejecución de la obra y que resultaban de especial interés por estar presentes de forma habitual en edificios preexistentes, tales como: emparchados de frentes de forjados, huecos de ventanas no modulados, falta de planeidad de las fachadas, petos de cubierta no anclados al forjado, escaleras y un sinfín de pequeños detalles más, que han sido detectados a pie de obra y resueltos con los mecanismos y la versatilidad que ofrece el sistema constructivo, evitando así, como ya se ha comentado, la improvisación y el azar en obra.

En este proyecto se han ejecutado distintos tipos de celosías con diferentes grados de opacidad, paños completamente opacos, así como la transición entre ambos (Figura 14). Además, el edificio contaba con huecos de geometrías muy variadas, siendo resueltos mediante la creación del hueco en la propia fachada ventilada o instalando sobre éstos, celosías que tamizan la luz en el interior del edificio.

Evaluación: Componentes y sistema constructivo

Debido al carácter innovador de la propuesta, muchos de los componentes que conforman el sistema de fachada ventilada son fabricados con una geometría específica que no está normalizada, siendo necesario un proceso de evaluación completo. Con el fin de poder validar el comportamiento de los distintos elementos, Cerámica Malpasa en estrecha colaboración con la Fundación Innovarcilla y con el Instituto de Tecnología de la Construcción (ITeC), ha elaborado y ejecutado un completo plan de ensayos experimentales, tanto a nivel de laboratorio como a escala 1:1, con los que se han obtenido los valores característicos necesarios de los distintos componentes, para poder compararlos con los requerimientos exigidos por la normativa vigente en España y con los cálculos realizados mediante software. La evaluación se ha realizado para obtener la declaración de opinión favorable de las prestaciones del sistema constructivo, alcanzando resultados positivos en los distintos ensayos realizados. Se ha obtenido, por tanto, un Documento de Adecuación al Uso (DAU) emitido por el ITeC. El objetivo de este documento es evaluar la aptitud al uso prevista para una solución constructiva innovadora, en este caso el Sistema Cablebrick, comparándolo con los valores límites exigibles a su aplicación prevista.

Para los distintos ensayos de evaluación se ha seguido la metodología indicada en la guía ETAG 034 de evaluación de fachadas ventiladas, adaptando las probetas de ensayo al sistema cuando ha sido necesario, junto con el uso además de diversa normativa UNE. Se detalla a continuación un listado de ensayos ejecutados para la validación del sistema Cablebrick:

- Ensayos de sistema constructivo:
 - Presión y succión de viento. Sistema completo → Anexo E, basado en ETAG 034
 - Impacto de cuerpo duro y blando. Sistema completo → Anexo G, basado en ETAG 034
- Ensayos de componentes:
 - Resistencia del conjunto soporte a fuerza vertical y horizontal → Anexo L, basado en ETAG 034
 - Resistencia unión entre el cable y el tensor. Tracción pura → Anexo J, basado en ETAG 034
 - Tensión de rotura cable trenzado → Ensayo normalizado de tracción mediante mordazas
 - Resistencia del conjunto retención viento a fuerza horizontal de succión → Anexo J, basado en ETAG 034
 - Resistencia de la pestaña de las piezas → Anexo H, basado en ETAG 034
 - Resistencia a cargas pulsantes → Anexo M, basado en ETAG 034
- Ensayos de caracterización de componentes cerámicos



Figura 13: Imagen del edificio preexistente antes de la intervención y una vez finalizado el proceso de ejecución de Cablebrick.

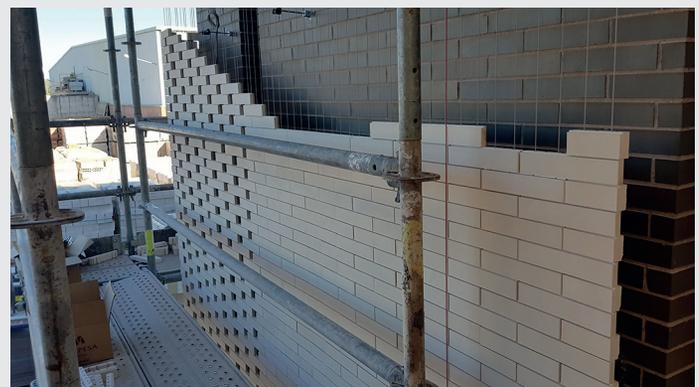


Figura 14: Ejecución del sistema Cablebrick. Transición desde un paño en celosía a paño opaco.

Un ejemplo de ensayo para caracterización de componente es el de resistencia del soporte a fuerza vertical y horizontal. Mediante la ejecución de este ensayo podemos conocer el comportamiento de los elementos de sustentación encargados de transmitir las diferentes cargas a la estructura del edificio. Se evalúa, por tanto, la capacidad de carga vertical y horizontal (presión y succión de viento) del conjunto de escuadras ancladas a la estructura en su posición más desfavorable (Figura 15), para así poder diseñar la separación entre escuadras en un paño de fachada.

Las probetas se someten a ciclos sucesivos durante el ensayo, aumentando la carga en cada ciclo y volviendo a cero para cerrar el ciclo y comenzar uno nuevo. El proceso se realiza aplicando la carga sobre las probetas en escalones de desplazamiento hasta que se obtienen los valores de carga en kN que hacen referencia a 1 mm y 3 mm de desplazamiento bajo carga y el 0,2% L de distorsión residual una vez el ciclo se ha cerrado descargando completamente la escuadra, siendo L la separación de la escuadra al soporte.

Junto con los ensayos de caracterización de componentes individuales, se ejecutan varios ensayos de caracterización de comportamiento del sistema completo entre ellos un ensayo de presión de viento sobre una muestra representativa del sistema de fachada ventilada con distintas densidades de dispositivos de retención (Figura 16). Para la realización de esta caracterización, la probeta se instala en un banco de ensayo capaz de proveer un flujo de aire y presión constante sobre la muestra, a la que se le instala una protección posterior para evitar pérdidas de carga. Se somete la muestra a un ensayo de presión de viento, en la que se colocan una serie de transductores de medida con los que comprobar el desplazamiento objetivo de los distintos elementos. Esto sumado a una inspección visual del estado de los componentes durante y a la finalización del ensayo nos aporta una caracterización relevante del comportamiento que tiene la piel cerámica frente a situaciones de viento.

El ensayo se define por la aplicación de cargas de viento a diferentes escalones de presión. Se aplican dos pulsos iniciales de 300 Pa, un pulso de 500 Pa, un pulso de 1000 Pa y el resto de los escalones de 200 Pa, cada escalón tiene una duración de 10 segundos.

Conclusiones y agradecimientos

Cablebrick es un sistema de piel cerámica para fachada ventilada aplicable para su uso ante diversas situaciones, tanto en proyectos de obra nueva como de rehabilitación, que permite la colocación de piezas de acabado similar al del ladrillo visto con mayor rapidez y sencillez que el sistema húmedo tradicional. Aunque su presencia en el mercado es muy incipiente aún, el sistema ofrece una gran versatilidad estética y técnica como grandes garantes de sus posibilidades futuras. Es un sistema constructivo que ha sido testado tanto en laboratorio como mediante pruebas a escala real de manera muy exhaustiva y que ha obtenido resultados favorables y muy satisfactorios ante estas evaluaciones, obteniendo de esta manera un Documento de Adecuación al Uso (DAU) emitido por el iTeC.

En este artículo me gustaría aprovechar la oportunidad para agradecer a José Malpesa, autor de la idea, así como al resto del equipo de Cerámica Malpesa y de la Fundación Innovarcilla, por permitirme participar en este proyecto de manera tan activa y por acceder a que Cablebrick se convirtiera en mi proyecto de tesis junto con mis directores de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. Por supuesto, no quiero dejar tampoco fuera de este pequeño agradecimiento a María Bento del iTeC, que nos ha orientado muy atentamente en la evaluación del sistema.

Este proyecto ha sido cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional y CDTI, dentro del Programa Operativo de Crecimiento Inteligente FEDER 2014-2020.

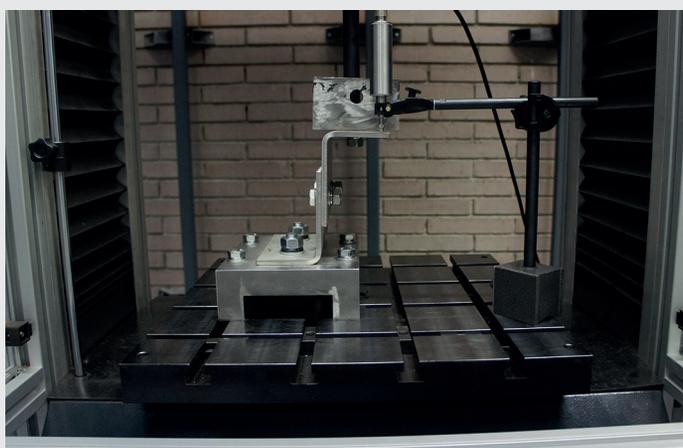


Figura 15: Ensayo de carga vertical (arriba) y carga horizontal (abajo).

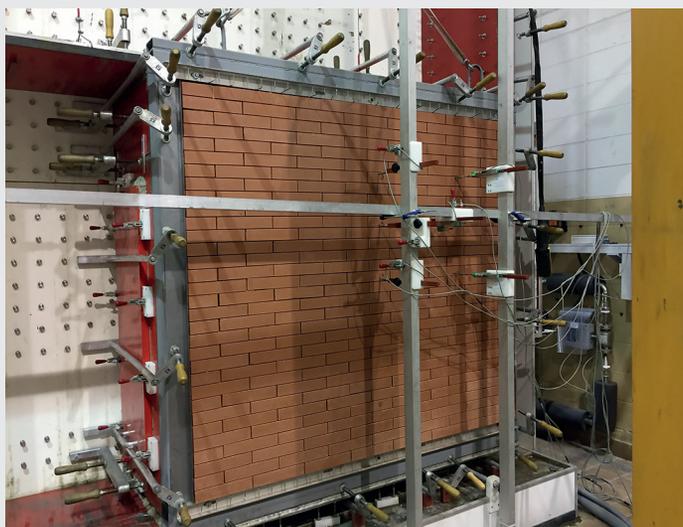


Figura 16: Ensayo de presión de viento. Probeta montada sobre banco de ensayo.



Los artículos técnicos son facilitados por Hispalyt (asociación española de fabricantes de ladrillos y tejas de arcilla cocida) y forman parte de los programas de investigación que desarrolla sobre los distintos materiales cerámicos y su aplicación.

+ en www.conarquitectura.com

Producto: Ladrillo cara vista

Dirigido a: Proyectista

Contenidos: Diseño