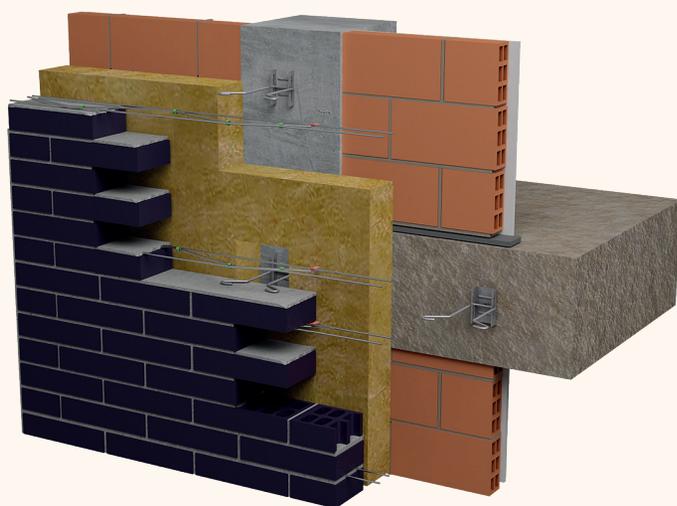


Artículo Técnico

Sistemas cerámicos de ladrillo cara vista para la construcción del edificio cero emisiones con estándar Passive House

Nuria Díaz Antón, VAND arquitectura



Los sistemas cerámicos de ladrillo cara vista se renuevan para cumplir los nuevos requerimientos de higiene, salud y eficiencia energética, manteniendo las características tradicionales que han hecho de estos sistemas la imagen de muchas de nuestras ciudades.

En este artículo se presenta el sistema de fachada de ladrillo cara vista para Passive House, promovido por Hispalyt, exponiendo sus ventajas.

Producto: Ladrillo cara vista
 Dirigido a: Projectistas y Fabricantes
 Contenidos: Fabricación

España es uno de los mayores productores europeos de materiales cerámicos para la construcción, y también una referencia para el resto de los países en cuanto a la elaboración de un producto final de calidad, conseguido gracias a la innovación y desarrollo de soluciones que buscan satisfacer las necesidades de unos clientes cada vez más exigentes y garantizar el cumplimiento de las nuevas normativas.

Hispalyt ha promovido el desarrollo y la certificación Passive House de dos sistemas constructivos tradicionales, basados en sistemas cerámicos, que cumplen con las altas exigencias de este estándar en materia de confort y eficiencia energética y nos permite aunar tradición e innovación en nuestros proyectos.

Con esta iniciativa, el sector de la cerámica se prepara para el próximo reto establecido en el Pacto Verde Europeo en septiembre de 2020 de descarbonización de las ciudades, donde se desarrolló una Hoja de Ruta que establece como objetivo reducir un 90% las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en 2050 con respecto a 1990.

El sector de la edificación juega un papel esencial para la consecución de estos ambiciosos objetivos en materia de eficiencia energética y descarbonización a los que se ha comprometido la Unión Europea, pues es responsable de aproximadamente el 36% del total de las emisiones de CO₂. Cada vez cobra más importancia el Edificio de Cero Emisiones y el estándar Passive House, siendo el estándar de construcción más exigente del mercado en materia de eficiencia energética, confort e higiene en los edificios, es el elegido por muchos inversores para la construcción de sus inmuebles.

El crecimiento de los edificios certificados Passive House en los últimos años ha sido exponencial. La razón principal es la sencillez del método y la garantía que nos ofrece, avalada por su extensa experiencia en el diseño, construcción, monitorización y mantenimiento de edificios de muy bajo consumo energético.

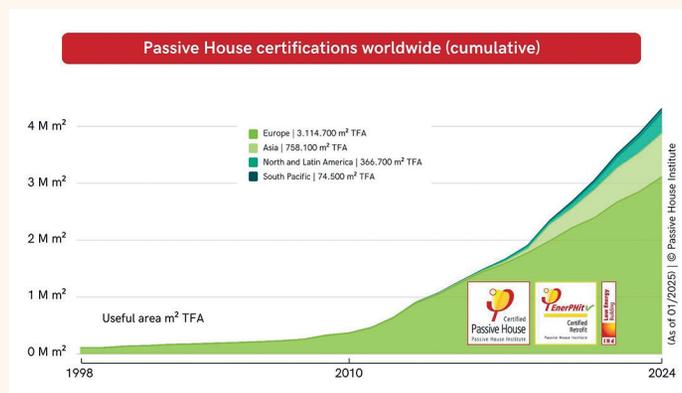


Figura 1. Crecimiento de los edificios certificados Passive House 2024

Las soluciones certificadas Passive House con sistemas cerámicos, además de contribuir a cumplir con las exigencias actuales y futuras de eficiencia energética ofrecen un valor adicional:

- Nos permite trabajar en proyectos con una estética tradicional de ladrillo cara vista, sin reducir prestaciones de confort y eficiencia energética. Estética que sigue siendo actual y demandada por numerosos diseñadores y clientes.
- Fomentan soluciones locales, que contribuyen al desarrollo económico regional.
- Garantizan la calidad de la ejecución al contar con mano de obra especializada y conocedora de estas técnicas constructivas tradicionales.
- Facilita el trabajo de diseñadores, al ofrecer documentación completa y fiable del sistema que incluye detalles constructivos principales, cálculos de puentes térmicos y soluciones para garantizar la hermeticidad al aire de la envolvente.
- Posiciona a los sistemas cerámicos en el mercado del Edificio de Cero Emisiones.

Las soluciones de SATE o fachada ventilada sobre una base de Termoarcilla es una de las soluciones más empleadas en los últimos años en proyectos Passive House en España, debido a su excelente relación calidad-precio y a la facilidad de su puesta en obra. Se puede trabajar con Termoarcilla estructural, o con un sistema mixto con estructura de hormigón.



Figura 2. Pasiva Positiva (Toledo) con sistema SATE sobre muro de carga de Termoarcilla rectificada. (Arquitectura: VAND arquitectura, Promotor: Passive House Consultores)

Sin embargo, no ha sido habitual hasta ahora encontrar edificios Passive House con ladrillo cara vista. Las dificultades técnicas que planteaba el sistema para eliminar los puentes térmicos e incorporar el espesor de aislamiento óptimo han supuesto una barrera para arquitectos y diseñadores. En este artículo vamos a presentar el sistema de fachada de ladrillo cara vista para Passive House, promovido por Hispalyt, exponiendo sus ventajas frente a los métodos tradicionales.

EL PROCESO DE CERTIFICACIÓN PASSIVE HOUSE DE UN SISTEMA OPACO DE FACHADA

Los requisitos que debe cumplir un sistema opaco de fachada Passive House para el clima cálido-templado son muy estrictos y dependen de la zona climática donde se vaya a comercializar. El clima principal de España es el clima cálido-templado y los valores límite que deben cumplirse pueden verse marcados en verde en la siguiente tabla:

| Climate zone | Hygiene criterion ^a $f_{Rsi} \geq 0.25 \text{ m}^2\text{K/W}$ ≥ 3 | Comfort criterion U-value of the installed window ^b \leq | Efficiency criteria | | | | Moisture criteria ^d | |
|-------------------|---|--|---|--|--|--|--------------------------------|--|
| | | | U-value of the exterior building component $U_{\text{opaque}} + f_{Ri}$ $\text{PHI}^2 \leq$ | Purely opaque details $f_{Rsi} \geq 0.25 \text{ m}^2\text{K/W}$ ≥ 3 | Absence of thermal bridges $\psi_a \leq 0.01$ | Condensation Ma limit according to DIN EN ISO 13788 \leq | | |
| | [-] | [W/(m ² K)] | [W/(m ² K)] | [-] | [W/(mK)] | [-] | [g/m ²] | |
| 1 Arctic | 0.80 | 0.45 (0.35) | 0.09 | 0.90 | | | | |
| 2 Cold | 0.75 | 0.65 (0.52) | 0.12 | 0.88 | | | | |
| 3 Cool, temperate | 0.70 | 0.85 (0.70) | 0.15 | 0.86 | | | | |
| 4 Warm, temperate | 0.65 | 1.05 (0.90) | 0.25 | 0.82 | 0.010 ^e | | 200 ^f | |
| 5 Warm | 0.60 | 1.20 (1.10) | 0.30 | 0.74 | | Condensation should be completely evaporated at the end of 12 months | | |
| 6 Hot | None | 1.25 (1.10) | 0.50 | 0.74 | | | | |
| 7 Very hot | None | 1.05 (0.90) | 0.25 | 0.82 | | | | |



Para certificar un sistema constructivo deben realizarse una serie de estudios que incluyen el cálculo de la transmitancia térmica de la fachada (incluyendo el efecto de los anclajes de retención y armadura de tendel), análisis de las principales conexiones de la fachada con ventana, cubierta (plana e inclinada), forjado, suelo y tabiquería para garantizar que son libres de puente térmico, con valores $\Psi_i \leq 0,01 \text{ W/(mK)}$. En cada sistema debe definirse también el material con el que se realiza la hermeticidad al aire y sus correspondientes conexiones.

EVOLUCIÓN DE LAS FACHADAS DE LADRILLO CARA VISA

Las fachadas confinadas de ladrillo cara vista, que incorporan aislamiento térmico en el interior de las dos hojas que se han venido utilizando hasta ahora presentan dos limitaciones desde el punto de vista de la física de la construcción para cumplir las exigencias cada vez más restrictivas de la normativa y de la sociedad.

Esto se debe a que la continuidad de la capa de aislamiento se ve interrumpida o disminuida en el canto de los forjados de forma que el puente térmico en este punto conlleva, por un lado, elevadas pérdidas energéticas y por otro, problemas de higiene y falta de confort debidos a las bajas temperaturas superficiales en el interior del muro, lo que puede provocar en algunos casos incluso la aparición de moho.

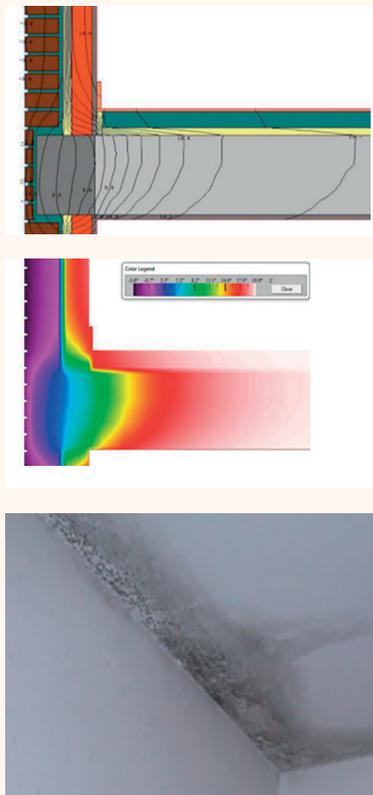


Imagen 3: Patologías ocasionadas por el puente térmico de un forjado de un sistema de fachada confinada

El desarrollo de soluciones de fachadas de ladrillo cara vista que permiten dar continuidad a la capa de aislamiento, nos ha permitido eliminar este riesgo, contribuyendo a mejorar la calidad de los espacios interiores y reduciendo los consumos energéticos. Es la evolución natural de la fachada de ladrillo cara vista hacia las necesidades del siglo XXI.

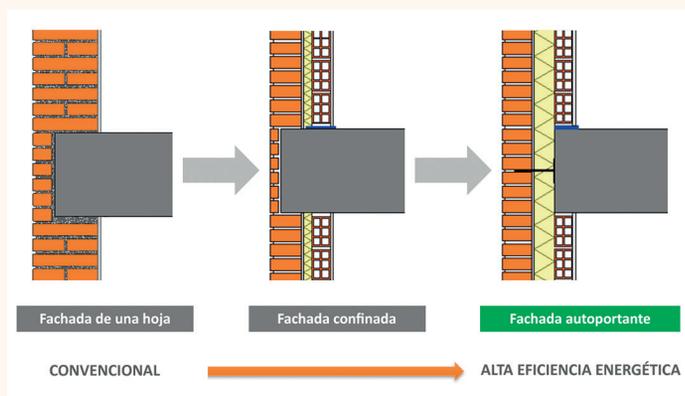


Imagen 4: Evolución de las fachadas de ladrillo cara vista.

SOLUCIONES DE FACHADA DE LADRILLO CARA VISTA

Presentación del sistema Structura-Ghas

El reto principal para la certificación Passive House de un sistema de fachada autoportante de ladrillo caravista ha sido el desarrollo de un anclaje de baja conductividad que permita incorporar los espesores de aislamientos necesarios en un edificio Passive House (hasta 150 mm en el clima cálido-templado) y la definición de soluciones constructivas que resuelvan las necesidades estructurales de esta fachada autoportante, sin ocasionar puentes térmicos.

El sistema certificado Structura-GHAS utiliza los anclajes de retención de acero inoxidable GEOANC unidos a una estructura soporte de hormigón armado para sujetar la fachada autoportante de ladrillo cara vista.

Los anclajes de retención se fijan a frentes de forjado y pilares de la siguiente manera:

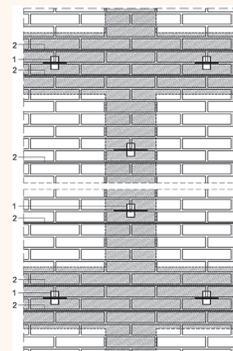
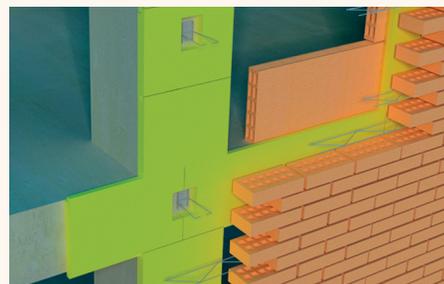


Imagen 5: Esquema del sistema G.H.A.S.



La cuantía y disposición de la armadura se define mediante cálculo estructural, de forma que nunca coinciden los anclajes de retención y la armadura de tendel en la misma hilada. La armadura de tendel de la hoja exterior de ladrillo se ha considerado también para el cálculo de la conductividad equivalente, al igual que el anclaje de retención. El cálculo 3D del puente térmico del anclaje de la fachada nos da como resultado un valor chi de 0,007W/K, para un aislamiento de 150 mm con un λ de 0,040 W/(Mk).

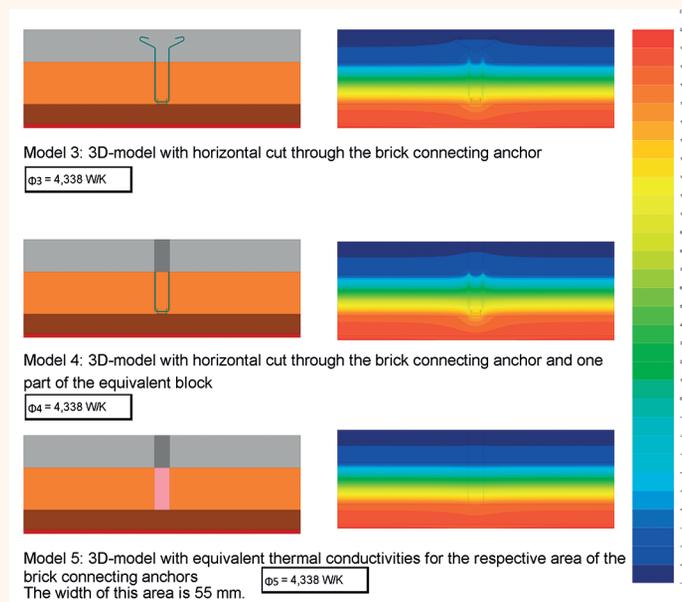


Imagen 6: Cálculo de la conductividad térmica equivalente de la cara exterior de ladrillo cara vista incluyendo los anclajes de retención GEOANC.

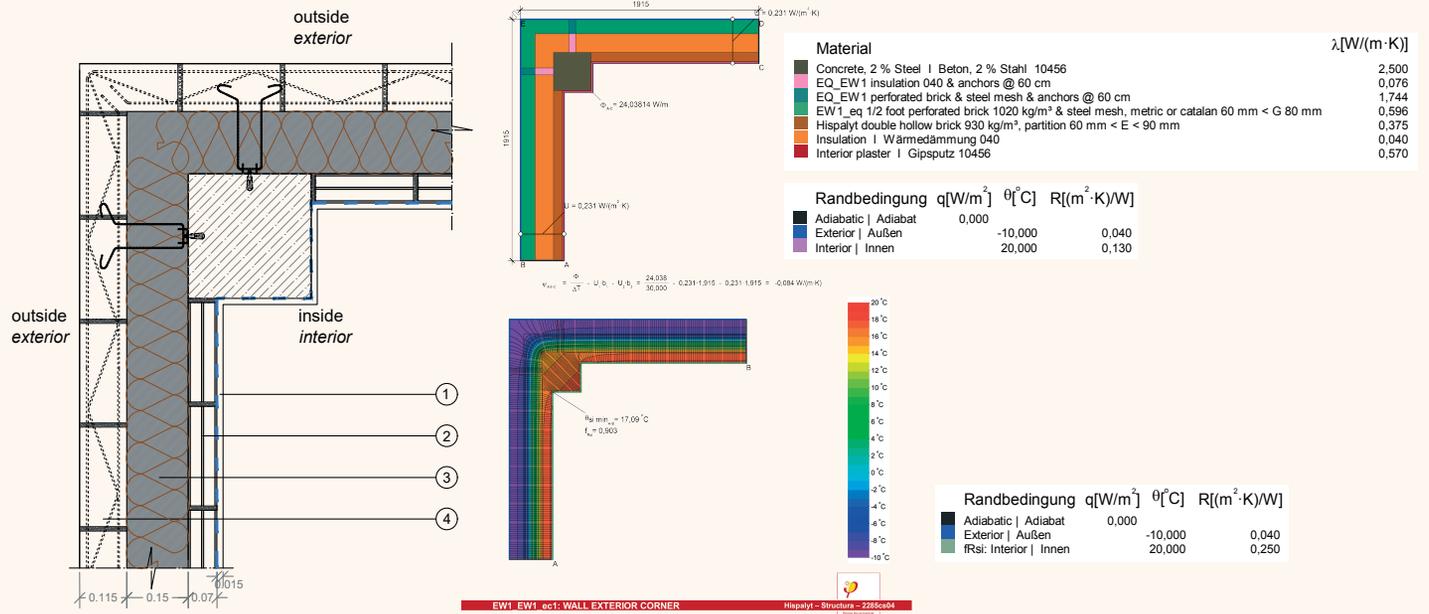
Este sistema de fachada es compatible con distintas soluciones de cubiertas (planas e inclinadas) y cimentaciones (el arranque de la fábrica puede realizarse sobre solera, viga de cimentación, muro de sótano...)

La hermeticidad al aire se garantiza gracias a la aplicación de una capa de enlucido de yeso por la cara interior de la hoja de ladrillo interior. Las uniones con ventanas y superficies de hormigón se realizan mediante cintas específicas que se unen con el yeso (para garantizar el pegado correcto de estas cintas las superficies deben estar limpias, sin polvo y con tratamiento previo en caso de ser necesario)

DETALLES CONSTRUCTIVOS

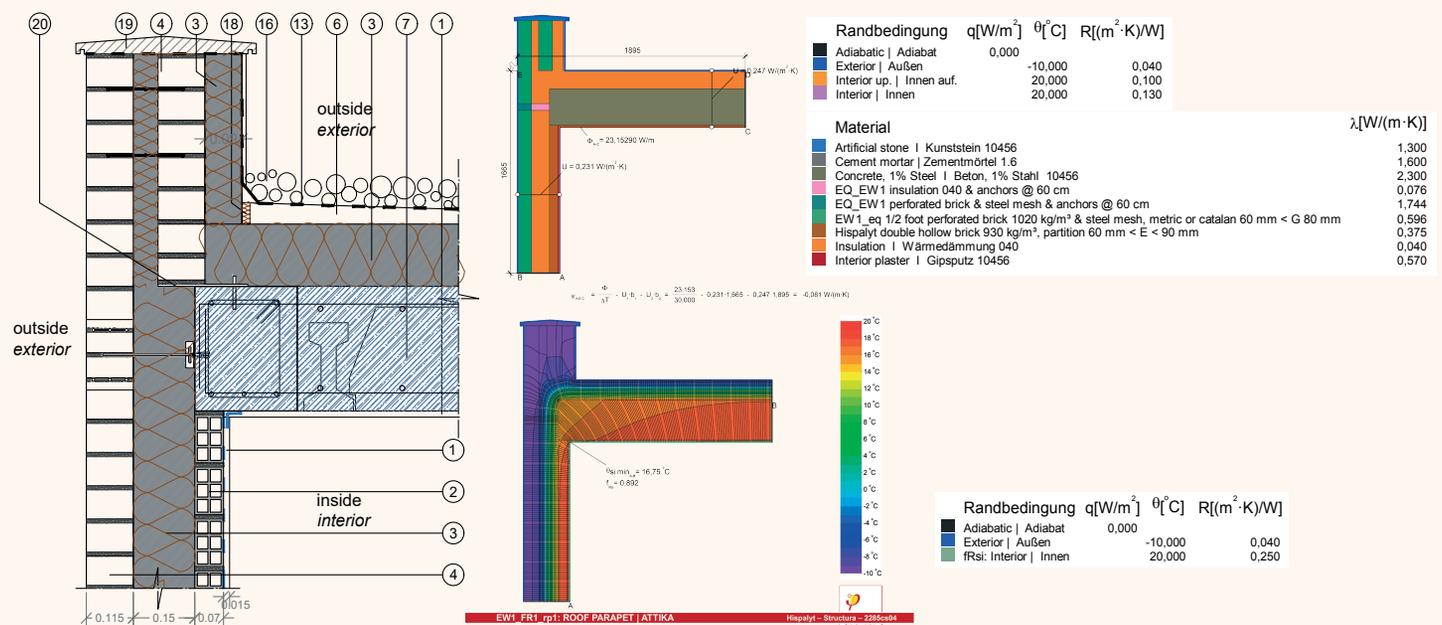
A continuación, se muestran algunos de los detalles constructivos más representativos del sistema junto con los cálculos de puente térmico y los resultados obtenidos. La capa hermética se representa en color azul.

Detalle esquina exterior:



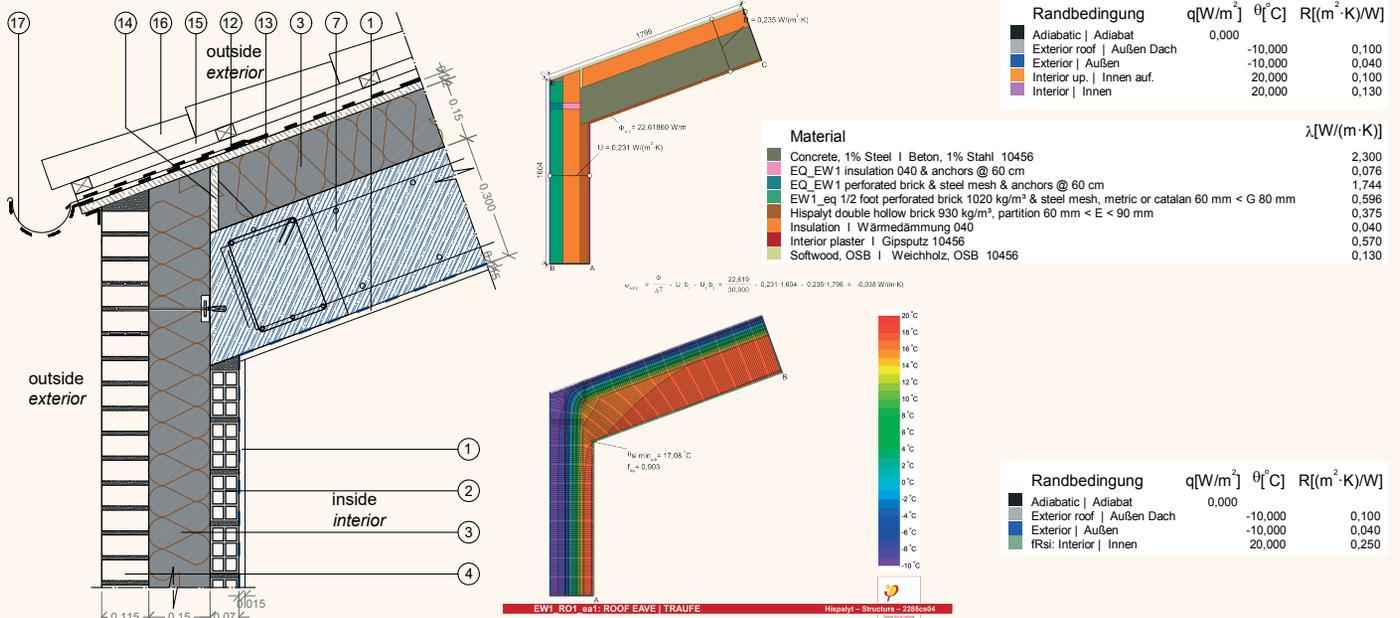
$$\psi_{A-E-C} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{24,038}{30,000} - 0,231 \cdot 1,915 - 0,231 \cdot 1,915 = -0,084 \text{ W/(m·K)}$$

Conexión muro fachada con cubierta plana:

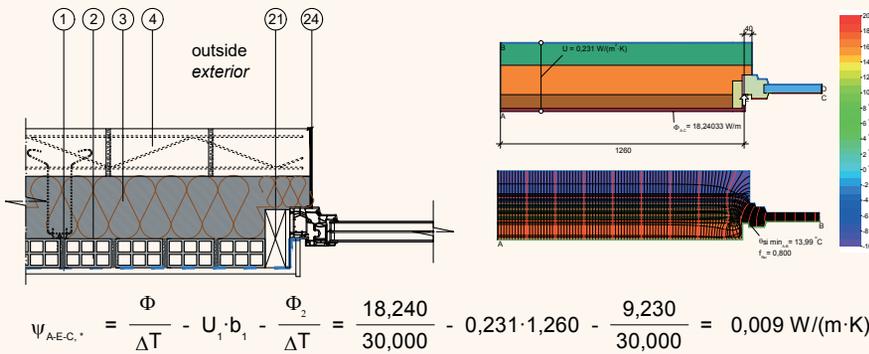


$$\psi_{A-E-C} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{23,153}{30,000} - 0,231 \cdot 1,665 - 0,247 \cdot 1,895 = -0,081 \text{ W/(m·K)}$$

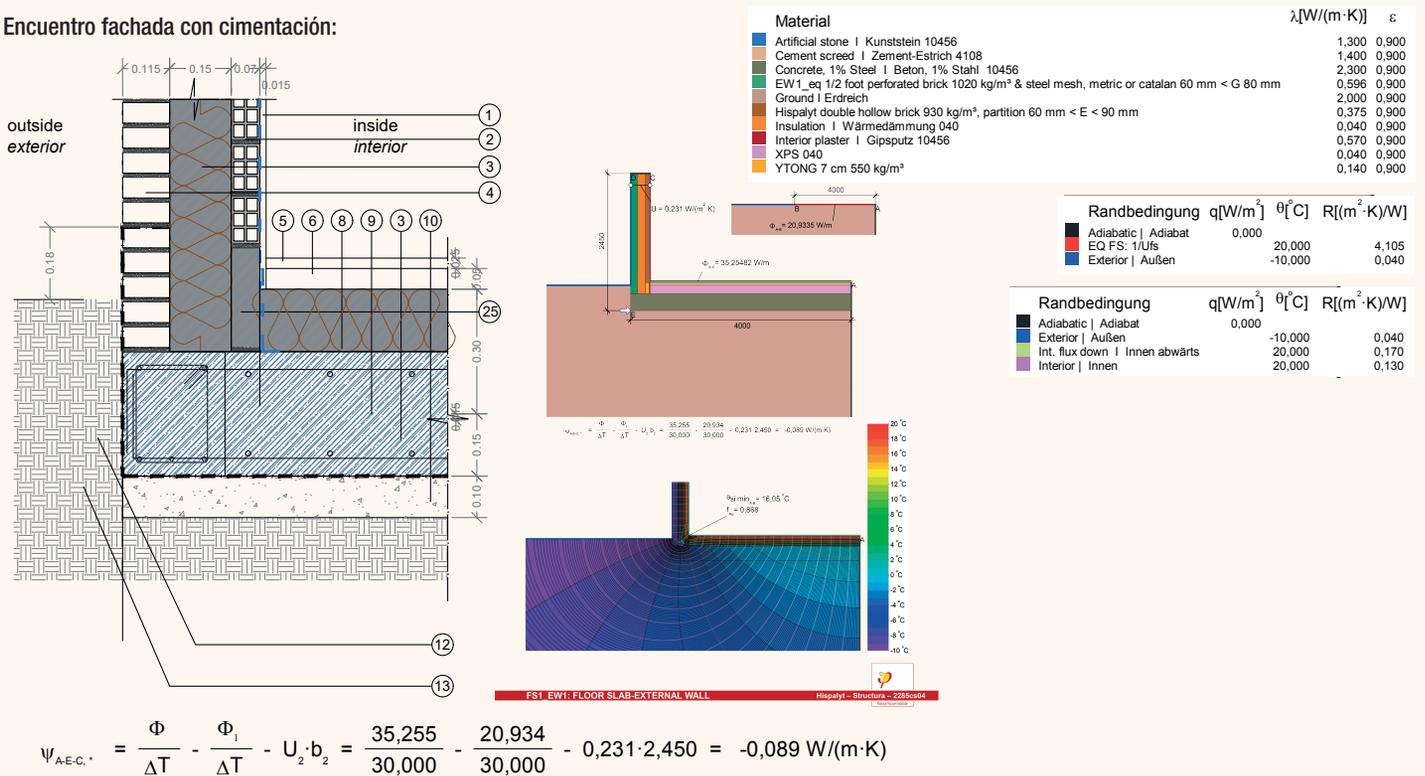
Conexión muro fachada con cubierta inclinada:



Detalle de insalación ventana en fachada-encuentro lateral:



Encuentro fachada con cimentación:



CERTIFICADO PASSIVE HOUSE

El certificado Passive House puede descargarse de la base de datos de componentes certificados del PHI: https://database.passivehouse.com/en/components/details/construction_system/hispalyt-estructura-2285cs04

Y contiene la siguiente información:

- Descripción del sistema
- Concepto de hermeticidad al aire
- Valores de puente térmico (Psi) y factor de temperatura (frsi) de los detalles estudiados
- Valor U total de la fachada
- Tablas resumen

EJEMPLOS: VIVIENDAS PASSIVE HOUSE CON FACHADA DE LADRILLO CARA VISTA

A continuación, se muestran algunos ejemplos de edificios ejecutados con este sistema.

Casa AYM, La Rioja. Arquitecto: Esther Vicario Azcona

CERTIFICADO
 Componente certificado Passive House
 ID del componente 2285cs04 válido hasta el 31 de diciembre de 2025

Passive House Institute
 Dr. Wolfgang Feist
 64283 Darmstadt
 Alemania

Categoría: Construction system
 Fabricante: Hispalyt, Madrid, Spain
 Nombre del producto: Estructura

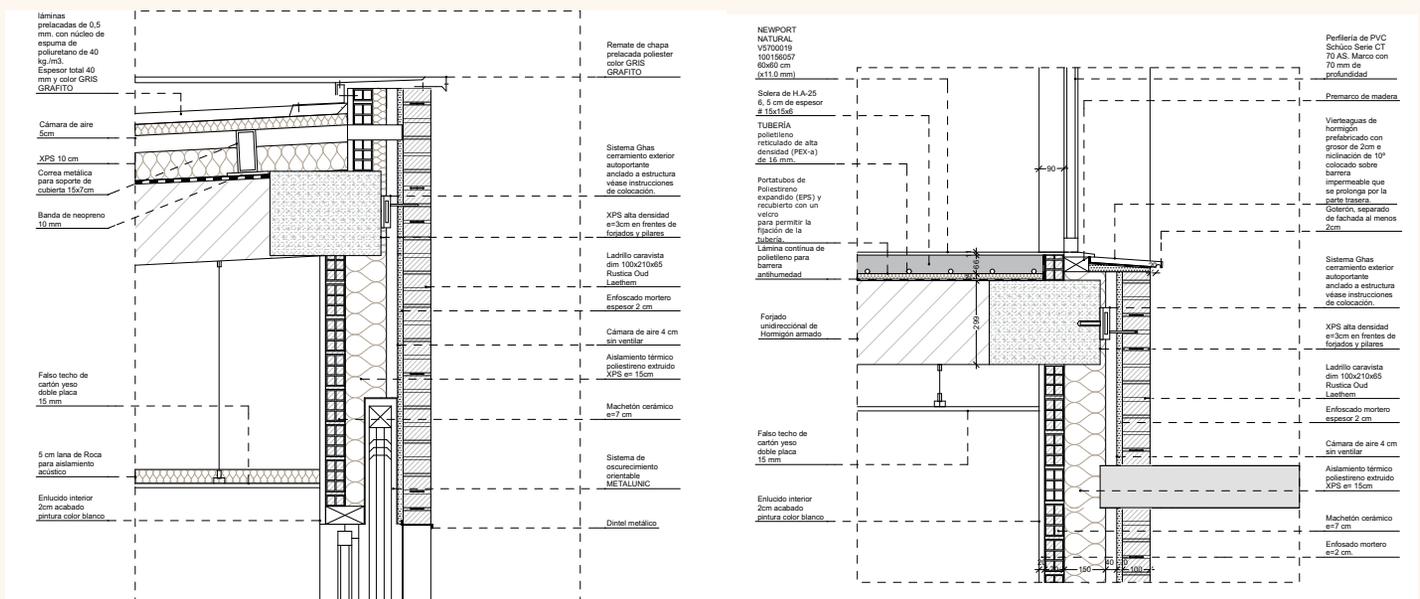
Hygiene criterion
 The minimum temperature factor of the interior surfaces is $f_{Rsi,0.25,air/ISO} \geq 0.65$

Comfort criterion
 The U-value of the installed windows is $U_{w} \leq 1,05 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

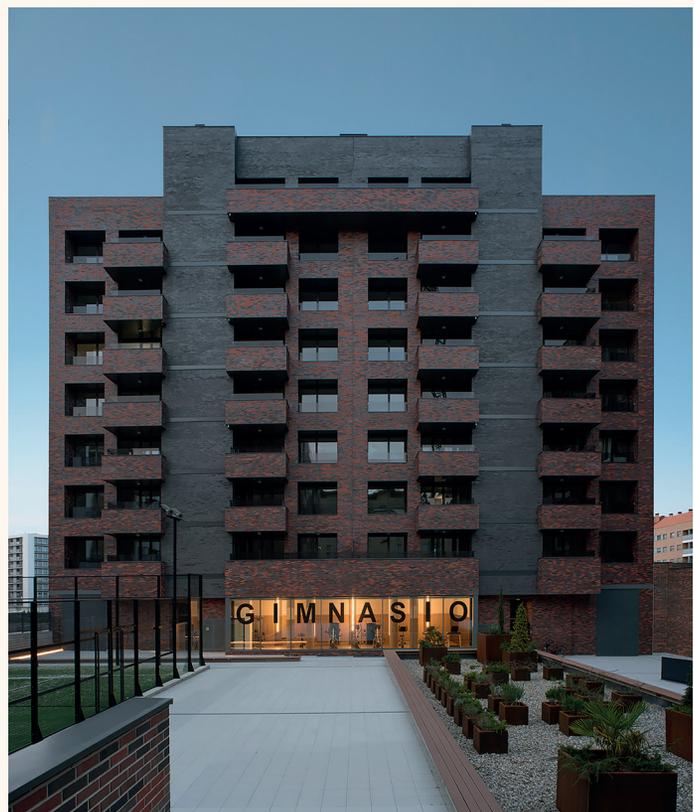
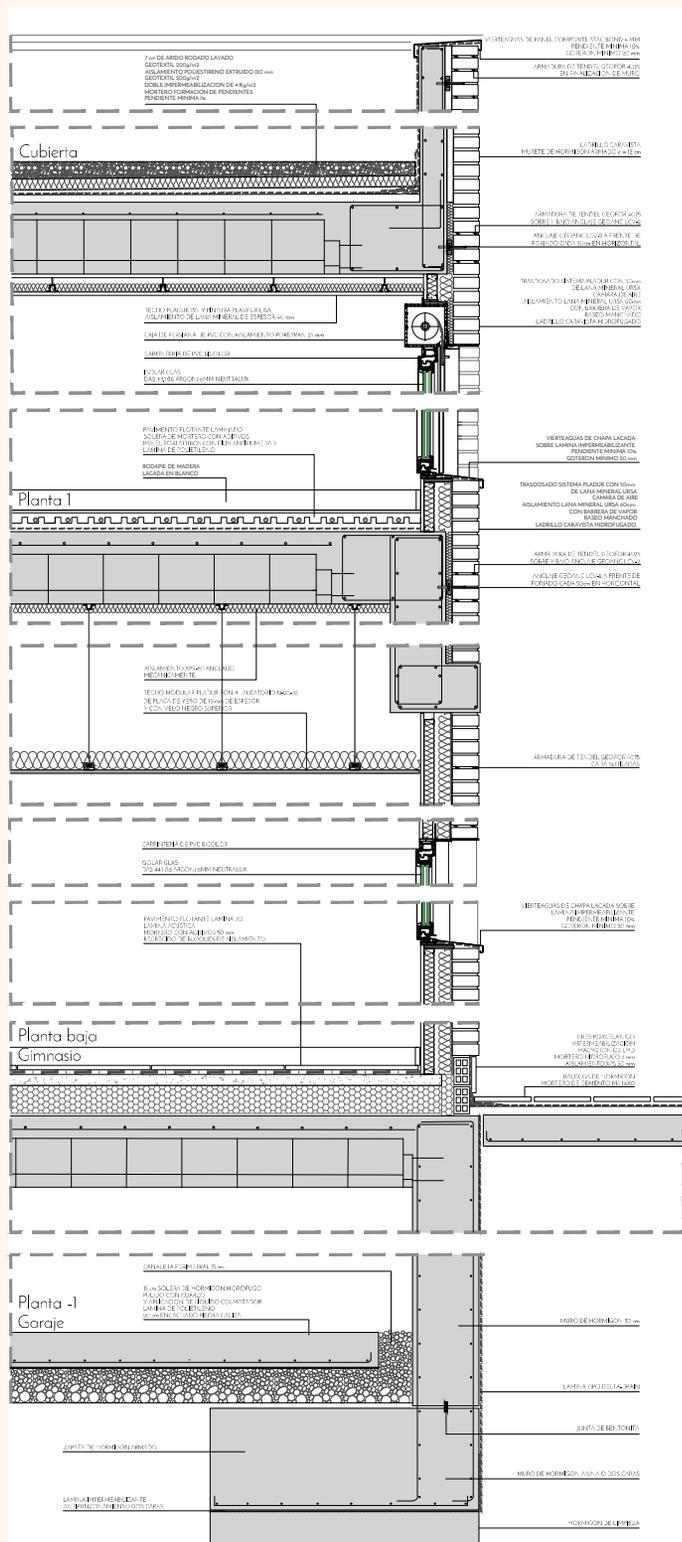
Efficiency criteria
 Heat transfer coefficients of building envelope:
 Temperature factor of opaque junctions: $f_{Rsi,0.25,air/ISO} \geq 0.82$
 $U + f_{Rsi} \leq 0.25 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
 Thermal bridge-free design for key connection details:
 An airtightness concept for all components and connection details was provided: $\Psi \leq 0.01 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

It was confirmed that the structure will dry out within 12 months and there is no risk of moisture-related damage.

www.passivehouse.com



Edificio 30 viviendas en Vitoria-Gasteiz.
Arquitecto: José Manuel Simón de la Torre, Patxi Cortazar Vilaverde



CONCLUSIÓN

Los sistemas cerámicos de ladrillo cara vista son una opción competente, actual y de calidad para la construcción de edificios climáticamente neutros cumpliendo los requisitos del Código Técnico de la Edificación (CTE) y del estándar internacional más exigente en material de eficiencia energética y confort e higiene interior. El certificado Passive House posiciona al sistema Structura-GHAS en un mercado en crecimiento.

Muy pronto podremos ver terminados los primeros edificios certificados Passive House con este sistema constructivo y conocer las experiencias de sus usuarios.

A continuación, se indican los enlaces desde los cuales es posible ampliar esta información:

- Página web SISTEMA STRUCTURA: www.estructura.es
- Certificado Passive House: [Structura in the Passive House Portal component database](#)