

Pasiva positiva: los componentes de arcilla cocida en un edificio de consumo casi nulo passivhaus-premium en régimen de autoconsumo

Luis A. Martínez, Ph. D. Ciencias Sociales. Director Pasiva Positiva
 Nuria Díaz, Arquitecta. VAND Arquitectura
 Anne Vogt, Arquitecta. VAND Arquitectura

1. UN MARCO CONCEPTUAL

Como concepto, un edificio positivo es sencillo de describir. Es un edificio que aporta más de lo que recibe. De energía y no solo. Con respecto a la energía, lo habitual es considerar tres ámbitos de interacción del edificio:

- La energía para auto-abastecer su consumo o demanda, la del propio edificio y sus usuarios dentro del edificio (frío, calor, electrodomésticos).
- La energía para los vehículos de movilidad personal (automóviles, bicicletas o patinetes).
- La energía demandada por la ciudad en la que está ubicado el edificio para su funcionamiento y actividad (alumbrado, servicios públicos de recargas, actos discrecionales o similares).

La cantidad de condiciones previas que se tienen que cumplir para que el edificio sea positivo es enorme: edificatorias, de componentes y materiales, legales, conceptuales, medioambientales, de capacitación, hábitos, comunicación, económicas, tecnológicas y, finalmente, que todo ello pueda ser cuantificado, medido y evaluado. A su vez, incorpora técnicamente criterios asociados a la economía circular y análisis de ciclo de vida, su impacto cada vez mayor en la industrialización de la construcción y el control de costes. Se trata, también, de una cuestión de escala. De lo contrario, su impacto socio-económico-ambiental no se producirá. Es notorio que existen edificaciones de este tipo desde hace décadas. *Pasiva positiva* es un concepto singular para describir estos edificios que ya se ha adoptado globalmente. En el ámbito nacional de momento, se ha utilizado el concepto y la nomenclatura empleada en el Reino Unido, y se considerará como un objetivo en la Unión Europea para la eficiencia energética de los edificios en la próxima década 2030-2040, si no antes.

Culturalmente, aun cuando no sea el foco de este artículo, el edificio positivo es una vía más que constata la dimensión *relacional* de nuestro modo de vivir y su evidente dimensión global. Introduce de modo real y fehaciente para el usuario no profesional la diferencia entre *escasez* y *límite* de los recursos del planeta. En un edificio positivo, no por auto-generar su energía se deja de considerar el límite de los mismos y su gestión y disponibilidad más allá de la propia edificación.

2. EXPERIENCIA TÉCNICA Y REQUISITOS DE DISEÑO

Técnicamente, *pasiva positiva* es un edificio de consumo casi nulo bajo estándar passivhaus premium² en régimen de autoconsumo *-off-grid-*. En el siguiente gráfico se sintetiza la operación del edificio:



Figura 1: Vista general. Orientación sur exacta, control solar maestro fijo, balconeras con ganancia térmica controlada, cubierta y campo solar.

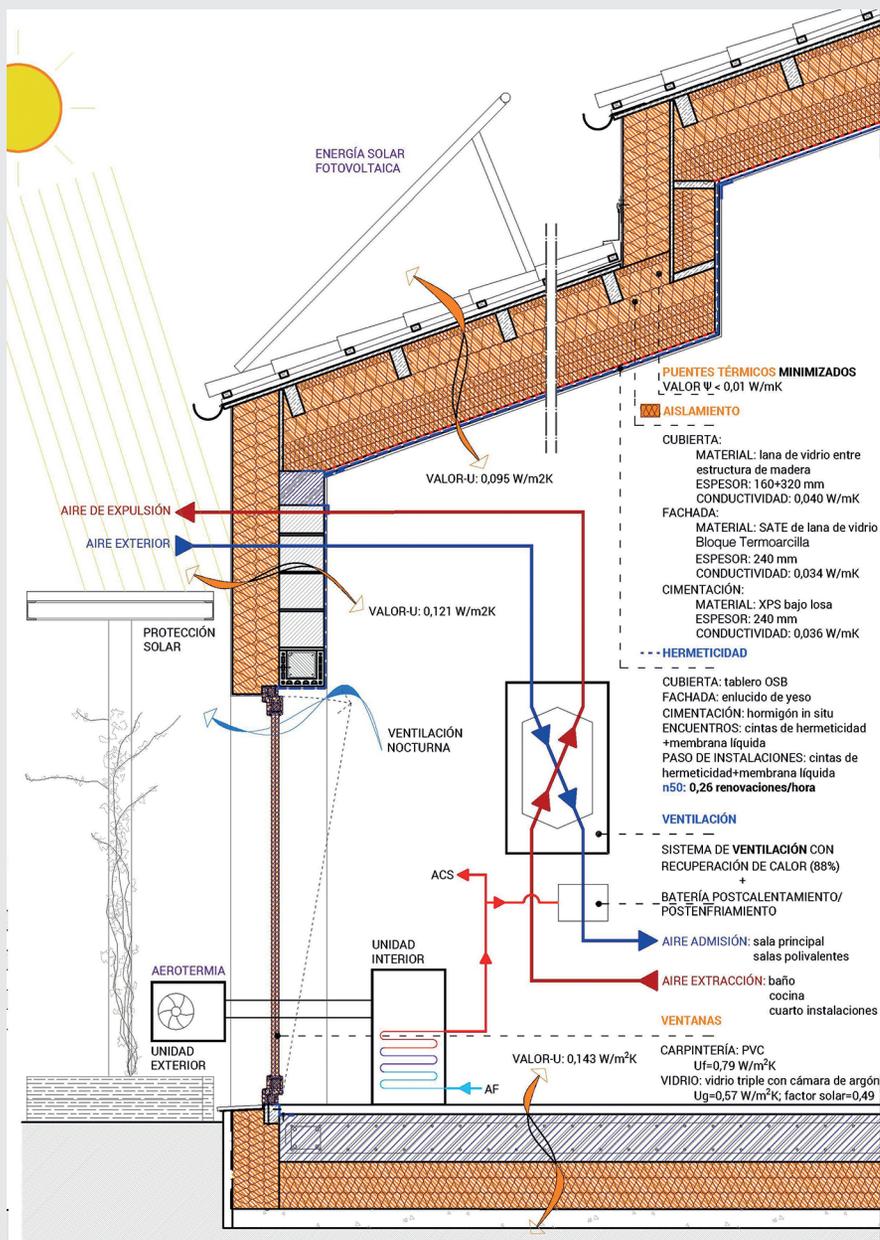


Figura 2: Gráfico operativo de principios y criterios pasivos.

Como tal, el edificio obtiene su balance energético nulo o cero con respecto a sí mismo y produce energía para la movilidad y la ciudad. Tiene, dado su carácter demostrativo, peculiaridades constructivas como partes vistas, distinto tipos de hermeticidad, limitación de la generación, etc. En todo caso, un edificio aislado tipo unifamiliar para el que hay que diseñar, construir y calcular atendiendo a tres requisitos y por este orden:

- Reducción dramática de la demanda de energía del propio edificio. Del 95% en comparación con un edificio convencional. Más allá del legalmente considerado edificio de consumo casi nulo. Esto implica un pre-requisito técnico que, con frecuencia, viene a menos cuando se abordan los edificios sostenibles: sólo si antes hemos reducido la demanda de energía al máximo, es realista abordar el abastecimiento de energía renovable de estos edificios. Con el añadido de que, de no ser así, produce un debate distorsionado sobre si los edificios podrán o no hacerlo al no tener superficie en cubierta, orientación, situaciones específicas de rehabilitación, etc. Y el colofón de lo que sea prioritario: políticas de generación de energía renovable o de rehabilitación de edificios y la así denominada *eficiencia energética*. La demanda de calefacción y refrigeración de Pasiva Positiva es de 5 kwh/m²a y 12 kwh/m²a respectivamente.
- Almacenamiento y gestión de la energía. La gestión de la energía es la clave para atender las tres demandas del edificio (edificio, movilidad, ciudad). En este caso, el abastecimiento se produce por energía solar fotovoltaica. Con los conocidos condicionantes que presenta a lo largo del día y del año. Dispone de 10 kW de almacenamiento.
- Generación. El campo solar en cubierta es de 10 kW. Técnicamente, la generación es el menor de los problemas en este caso, se pueden instalar más paneles solares o más capacidad de almacenamiento, pero esto dilataría en el tiempo excesivamente el período de retorno de la inversión. La captación está dimensionada para estar en el límite de lo que la gestión de la energía requiere y, voluntariamente, no incurrir en el consumo indiscriminado del recurso. Sin provocar, tampoco, el denominado *efecto rebote*³ de la eficiencia. Para que, dentro y fuera del edificio, se experimente un uso y hábitos de sus habitantes en modo que se pueda comprender la diferencia entre escasez y límite de los recursos como parámetros medioambientales y cómo no supone renuncia al confort o la salud. Contrariamente a lo que se tiende a creer, la generación es la tercera cuestión en un edificio positivo. El gráfico de generación es el siguiente:

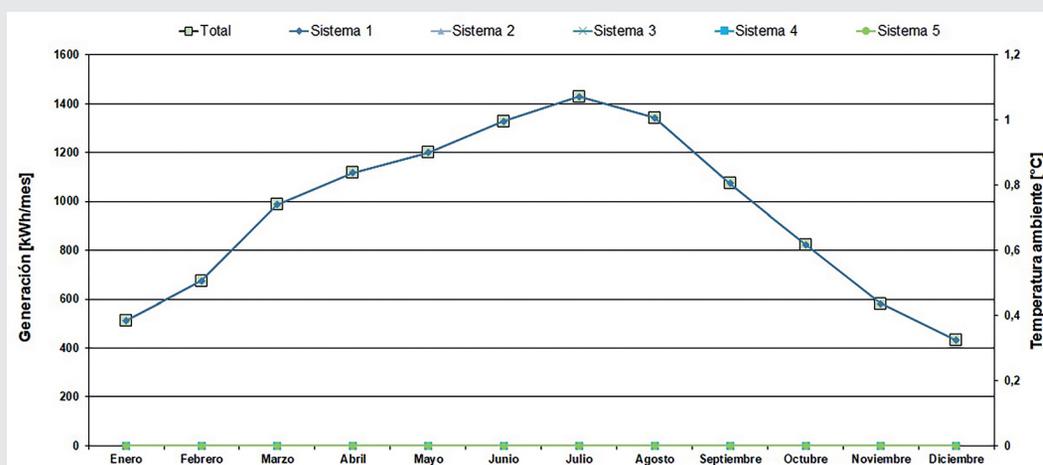


Figura 3: Gráfico energía. Generación y limitación del recurso, aun cuando no sea escaso.

3. LOS MATERIALES CERÁMICOS Y LA REDUCCIÓN DE LA DEMANDA DEL EDIFICIO

En el *sine qua non* del primer punto recién indicado –reducción de la demanda– es donde los materiales cerámicos han sido utilizados en *pasiva positiva*:

- Como elemento estructural
- De la envolvente del edificio -paramentos verticales y cubiertas-
- Interiorismo

No hay que olvidar que estos materiales deben operar durante toda la vida útil del edificio. Esto es, la elección de materiales y componentes se realiza bajo la premisa de su calidad, inexcusable para el aseguramiento de las prestaciones energéticas, de confort y salud que el edificio debe garantizar a lo largo del tiempo.

A continuación, describimos cada uno de los elementos.

3.1. Estructural

El proyecto explora las innovaciones de la Termoarcilla en su faceta estructural combinando los bloques clásicos con los rectificadas, que reducen la cantidad de mortero utilizado en las juntas agilizando el proceso constructivo y mejorando las prestaciones térmicas del producto. La sencillez del sistema nos permite conseguir una puesta en obra de calidad excelente, exigencia ineludible para alcanzar las características del edificio pasivo positivo definidas en proyecto. Los muros de carga cerámicos sirven de apoyo a una cubierta de entramado ligero de madera, que optimiza el comportamiento energético sin añadir peso excesivo a la estructura.



Figura 4: Puesta en obra Termoarcilla rectificada. reducción puente térmico y obra en seco.



Figura 5: Encuentro Termoarcilla estructural con estructura de la cubierta y aseguramiento de la continuidad de la línea de hermeticidad entre ambas con encintado que recibe enlucido.

3.2. Envoltente del edificio

- Fachada

El muro estructural de Termoarcilla, con una conductividad térmica de 0,214 W/mK, combinado con un SATÉ, forman parte de la capa de aislamiento que envuelve el espacio interior y controla el flujo de energía entre interior y exterior. Además de su capacidad aislante, la Termoarcilla aporta la inercia necesaria en esta latitud para optimizar el confort en los meses cálidos. La capa de enlucido en la cara interior de la Termoarcilla hace de protección hermética frente a las infiltraciones de aire no deseadas.

- Puentes Térmicos

El sistema de aislamiento por el exterior permite evitar los puentes térmicos y dar continuidad al aislamiento de fachada con el de cubierta y suelo. Además de la pieza base, el sistema de Termoarcilla cuenta con una serie de piezas especiales para resolver los puntos singulares de la obra. Entre ellas, se emplean piezas de modulación horizontal realizadas con material aislante para ajustar la longitud del muro en las hiladas, sin tener que recurrir al corte de piezas base y a la colocación de juntas de mortero para la unión entre bloques.

Se trabaja con especial atención el detalle de la colocación de la ventana anclada en el muro de Termoarcilla y dando continuidad a la capa de aislamiento exterior para minimizar las pérdidas a través de este puente térmico de gran impacto en el edificio por su elevada longitud, igual a todo el perímetro de las ventanas. Igualmente se realiza una conexión hermética uniendo la ventana con la capa de enlucido interior. La clave no solo es el detalle sobre papel, sino su puesta en obra, que altera el orden tradicional de organización de los gremios para conseguir la excelencia de la construcción, exigiendo una recualificación de los profesionales de la edificación que trabajan con materiales cerámicos.

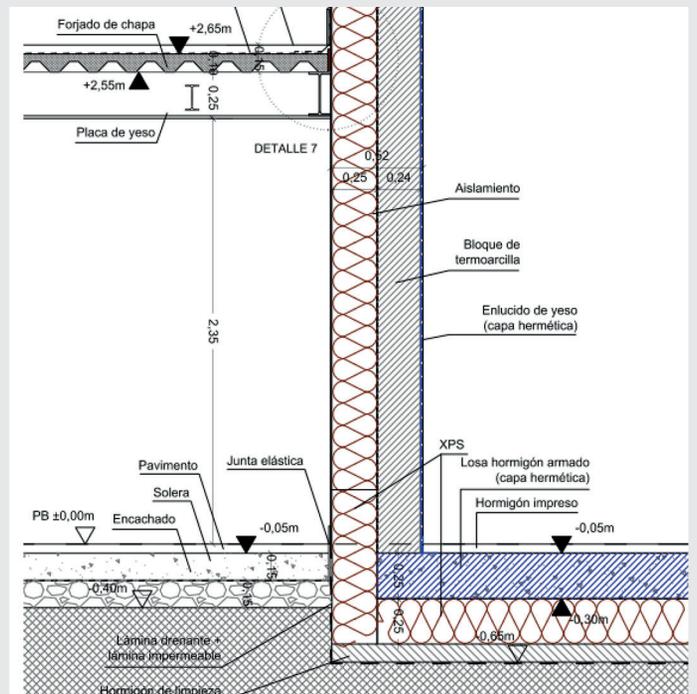


Figura 6: Detalle constructivo de proyecto. Encuentro Termoarcilla con losa y disposición del SATÉ asegurando la línea de aislamiento continua.

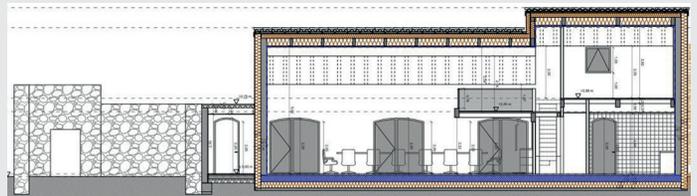


Figura 7: Detalle constructivo de proyecto. Toda la envoltente con detalle de Termoarcilla y cubierta y líneas continuas de hermeticidad y aislamiento.



Figura 8: Disminución del puente térmico gracias a la junta del bloque Termoarcilla.



Figura 9: Pieza especial de control del puente térmico en el ajuste del bloque Termoarcilla.



Figura 11: Ventana norte acabada. Completo embebido de envoltente opaca -Termoarcilla- y envoltente transparente -ventana-.



Figura 10: Fijación ventana a Termoarcilla.



Figura 12: Enlucido interior como capa hermética sobre Termoarcilla.



Figura 16: Dos cubiertas, ventilada y maciza y detalle de campo solar y ventana en cubierta para control solar específico.



Figura 14: Vista general dos cubiertas, dos Termoarcillas.



Figura 15: Instalación de la lámina de cubierta y uso de herramienta adecuada.

• Cubierta

La cubierta de entramado ligero de madera, con aislamiento entre cabios para encontrar la mejor relación entre espesor-peso-aislamiento, se protege al exterior con teja cerámica tradicional con dos sistemas en cada uno de los faldones: sin ventilar con colocación con mortero y ventilada, fijada en seco sobre rastreles, montaje recomendado por los fabricantes por su mejor comportamiento higrotérmico y sus ventajas constructivas. El objetivo es la monitorización de las temperaturas superficiales interiores para ver el impacto de la ventilación de la cubierta y su consecuente impacto en el ambiente interior. La barrera hermética interior se realiza con paneles OSB. La cubierta sirve de soporte para el sistema de paneles fotovoltaicos que suministra energía del edificio positivo.

3.3. Interiorismo

La percepción que el usuario tiene de la casa pasiva es difícil de explicar sin la experiencia misma de lo que significa un cuerpo humano dentro de ese espacio. Las percepciones sensoriales difieren de las de la casa convencional y de lo que nuestro imaginario cultural entiende por casa. En los edificios pasivos, la piel es el órgano protagonista y, el oído, el sentido principal. Esto obliga a que la percepción del confort y la salud que la casa ofrece exija, también, aportaciones técnicas de disciplinas propias del campo de las ciencias sociales (psicología, sociología, comunicación, etc.). La presencia en *pasiva positiva* de una pared interior de Termoarcilla vista tiene este objetivo: comunicar como percepción estética toda la dimensión técnica del material embebido en la construcción y, en consecuencia, invisible a los ojos del usuario.

“Haiku seen in clay”⁴, dice Francia de la cerámica. En su versión más básica de arcilla cocida, la pared de Termoarcilla expone su calidad matérica y, simplemente, basta dejarla hablar.



Figura 17: Detalle muro Termoarcilla como interiorismo, mismo acabado que en uso estructural.

Figura 18: Muro Termoarcilla interior y panorámica de la sala principal.



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.



1 Li, X., J. Patterson, E. Coma Bassas, and P. Jones. "A feasibility study to evaluate the potential replication of an energy positive house in the UK." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 329.1 (2019)9.
 2 Actualmente, se encuentra en proceso de Certificación.
 3 El efecto rebote *-rebound effect o take-back-* se presenta cuando, al aumentar la eficiencia energética de una vivienda, se genera un ahorro económico que induce a aumentar el consumo y, en consecuencia, un incremento de la factura de la energía. Esto es, la eficiencia y el ahorro energético, paradójicamente, produce mayor consumo. El usuario se comporta gastando más al pensar que, esos ahorros iniciales, le ofrecen margen de gasto.

4 "Haiku visto en arcilla". Francia, L. "Clay." The Yale Review 107.3 (2019): 108-108.
 Para una visión del debate histórico sobre el efecto rebote y sus efectos económicos, véase Greening L. & Greene, D. "Energy use, technical efficiency, and the rebound effect: a review in the literature (final report)". Colorado, 1998. Hagler Bailly Services. Para un ejemplo de caso en España: Freire, J. "Un modelo Input-output de la energía para la estimación del efecto rebote indirecto en los hogares". En: Cámara, A.; Cardenete, M. A.; Medina, A. y Monrobel, J. R. Eds.: IV Jornadas Españolas de Análisis Input-Output, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, 2011.

Fuentes de las imágenes

Figuras 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18: Pasiva Positiva
 Figuras 2, 6, 7: Pasiva Positiva y Vand arquitectura
www.pasivapositiva.com

+ en www.conarquitectura.com

Producto: Termoarcilla y teja cerámica

Dirigido a: Projectista

Contenidos: Diseño