

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS USANDO LA CALEFACCIÓN DIELECTRICA

Carlos Coquillat Mora, CEO - Fundador, The Cottage Ritual

Resumen: Son muchas las estrategias a seguir para mejorar la eficiencia energética de los edificios: orientación, ventilación, aislamiento o los propios materiales empleados. Por otro lado, un adecuado sistema de calefacción tendrá una importancia crítica en la eficiencia energética final del edificio ya sea éste de uso residencial ó comercial. Son muchos los tipos de sistemas de calefacción habitualmente empleados pudiendo ser más adecuados unos y otros dependiendo de distintos factores en cada caso: hábitos de uso, localización del edificio, inversión a realizar, posibilidades de obra, etc. Los sistemas eléctricos tradicionales son los más extendidos en las zonas de climas templados y/o calurosos porque son relativamente económicos y su instalación es sencilla. El problema de estos equipos es el elevado consumo que suponen al generar energía térmica con resistencias eléctricas por efecto Joule. Investigadores de la Universidad Politécnica de Valencia han conseguido reducir significativamente este consumo generando la energía térmica empleando el calentamiento dieléctrico.

Palabras clave: Inercia, masa, térmica, prefabricados, cerámica, hormigón, radiador, almacenamiento, cambio, fase, dieléctrico, calefacción.

CONSUMO ENERGÉTICO

Los edificios representan el 40 % del consumo de energía final de la UE y el 36% de las emisiones de CO₂. Siendo el de la calefacción el mayor porcentaje en los edificios residenciales y el tercero en los edificios comerciales. Es por ello que la decisión del sistema de calefacción que tendrá un

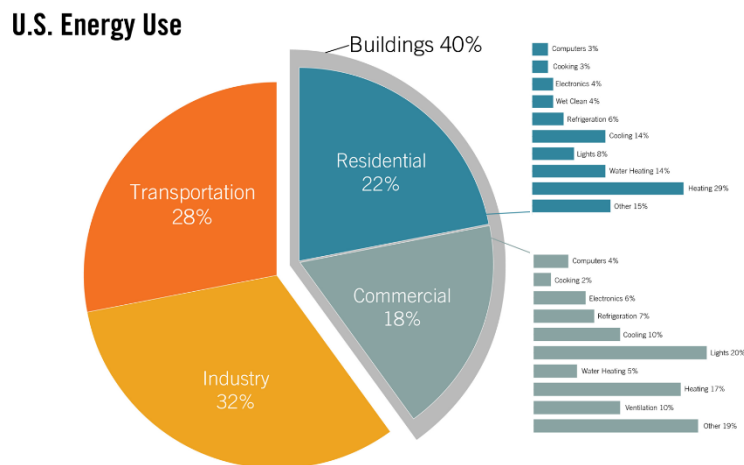


Figura 1: Distribución del consumo energético

edificio tendrá un importante efecto tanto en las emisiones de CO₂ como en el consumo energético del mismo.

SISTEMAS DE CALEFACCION HABITUALES

Aunque son muchos más los sistemas de calefacción en el mercado, aquí se citarán únicamente los más comúnmente empleados y en términos generales.

En cuanto a la idoneidad de cada uno no se puede simplificar eligiendo sencillamente el que mejor rendimiento tiene; ésta dependerá siempre de otros muchos factores como la capacidad de inversión en el mismo, los hábitos de uso, el aislamiento del edificio, zona climática en la que se encuentra, etc...

Radiadores eléctricos

Son los sistemas más empleados en las zonas templadas y/o calurosas. Esto se debe a que su adquisición es económica (no así su consumo) y que suelen ser portátiles o retirables cuando ya no son necesarios (con instalación sencilla).

La energía térmica que proporcionan, se obtiene a través del calentamiento de las resistencias eléctricas internas (efecto Joule), por lo tanto, por cada kWh térmico que nos ofrezca el radiador (calor), consumirá aproximadamente 1 kwh de electricidad.

Quedan incluidos en este apartado todos los radiadores que usan el “calor azul”, “calor verde”, acumuladores, etc.

Aerotermia o bomba de calor aerotérmica

Con un equipo con clasificación energética A, la transformación de energía eléctrica en energía térmica puede tener un rendimiento superior al 300%. Los mayores inconvenientes de este tipo de calefacción es la disminución de su rendimiento con temperaturas externas bajas (el coste podría ser superior los días más fríos) y su mayor inversión inicial.

Biomasa

Con un buen rendimiento y ningún coste fijo, supone una solución muy recomendable sobretodo si el sistema de calefacción tendrá un uso discontinuo, pero precisa de una solución de almacenamiento y de suministro.

Gas natural

Normalmente tienen un rendimiento incluso mejor que el anterior tipo de sistema y es muy cómodo para un usuario que emplea habitualmente la calefacción. Sus mayores inconvenientes son que no se disponen de canalizaciones de gas para todas las viviendas, que la inversión inicial es alta, que hay un coste fijo se use o no y que el precio de este tipo de combustibles es variable.

Gasóleo

Su rendimiento es inferior que los dos anteriores y, además, cuenta con los problemas almacenamiento y suministro de los combustibles no canalizados, por no hablar de su continuo aumento de precio.

LA INERCIA TÉRMICA

La inercia térmica es la capacidad que tiene un cuerpo para conservar el calor e ir liberándolo progresivamente. En los edificios la inercia térmica conlleva dos efectos beneficiosos para su nivel de confort; por un lado, atenúa la variación de las temperaturas y por otro lado retarda la temperatura interior respecto a la exterior. Así, con altas temperaturas exteriores el doble efecto de amortiguamiento y retardo permite que en el interior del edificio se incremente el confort térmico con la consecuente reducción de consumo energético. La evolución de la temperatura exterior presenta un máximo en un momento concreto del día que depende de la ubicación y orientación del edificio. Esta onda de temperatura exterior se ve amortiguada, en cuanto a amplitud, al atravesar el cerramiento, surgiendo además un desfase entre los instantes en los que se produce un pico de temperatura. El efecto de desfase y amortiguamiento permite que el edificio permanezca más tiempo en la zona de confort sin necesidad de gasto energético adicional lo que permite ahorros de manera gratuita ya que son inherentes al material.

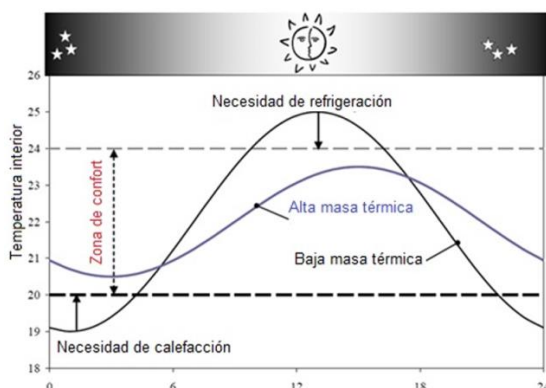


Figura 2: Atenuación de los picos de temperatura gracias a la inercia térmica en cerramientos. Materiales de alta masa térmica (ej. hormigón ó cerámica) frente a materiales de baja masa térmica.

Aplicación de la inercia térmica en los sistemas de calefacción

La inercia térmica se usa en los sistemas de calefacción eléctricos con distintos fines; por un lado, podemos encontrar los acumuladores de calor que básicamente lo que hacen es usar las horas valle para “acumular” energía térmica usando la electricidad barata de las “horas valle”.

Por otro lado, también se usa en los radiadores de aceite, emisores de otros fluidos y los emisores secos si bien en éstos últimos el uso de la inercia térmica no aporta ventajas significativas. Esto se debe a que el beneficio de disfrutar un tiempo del radiador caliente con el sistema apagado, se ve compensado por un mayor tiempo de calentamiento del radiador cada vez que éste sea conectado.

En general, la acumulación de calor se hace de manera constante, sin picos y, por lo tanto, se reducen tamaño y potencia de los equipos de climatización, por lo que se reduce el consumo.

El aporte de la energía térmica a los elementos con inercia térmica se realiza empleando las resistencias empleando el efecto Joule, aunque hay otras maneras de generar calor como el calentamiento dieléctrico.

CALENTAMIENTO DIELECTRICO

El calentamiento dieléctrico es un calentamiento a través de radiación electromagnética de una longitud de onda de entre 0.001 y 1 m (correspondiente a unas frecuencias entre 300 and 0.3 GHz, es decir, ondas de radio y microondas. La interacción de las partículas cargadas de ciertos materiales con el campo eléctrico que forma parte de la radiación electromagnética provoca que estos materiales se calienten. Por ejemplo, en el caso de moléculas polares, como el agua, el campo eléctrico de las microondas provoca que tanto los dipolos permanentes como los inducidos roten al intentar alinearse con el campo oscilante.

De esta manera, se disipa energía como calor como resultado de la agitación y fricción intermolecular de las moléculas por el cambio de los dipolos y su orientación.

Este tipo de calentamiento está ganando aceptación en el sector del procesamiento de alimentos porque:

- Menor impacto sobre el medio ambiente (al no generar productos tóxicos).
- Ahorro de energía comparado con los convencionales sistemas de conducción y convección.
- Uso de energía limpia, si la energía eléctrica empleada proviene de renovables.
- Menor tiempo de proceso necesario.
- Encendido y apagado instantáneos.

Todas ellas, características que mejoran la eficiencia energética de los sistemas, bien de procesamiento de alimentos o bien de calefacción de edificios.

Propiedades dieléctricas

La energía de estas radiaciones no puede calentar todos los materiales: sólo los que, por su composición, son capaces de absorber la energía electromagnética y generar calor como el agua. Otros materiales, como los metales, reflejan las ondas electromagnéticas de igual modo que un espejo refleja la luz visible. Finalmente, hay materiales dieléctricos como las cerámicas con composiciones como por ejemplo la alúmina que no es capaz de absorber esta energía, dejándola pasar de la misma forma que la luz atraviesa un cristal transparente.

Asimismo, existe un conjunto de materiales llamados “susceptores” por su gran capacidad para absorber energía electromagnética y convertirla en calor.

Las propiedades dieléctricas de los materiales son la permitividad, la constante dieléctrica y el factor de pérdida. A continuación, se definirá cada uno de estos términos y otros parámetros dieléctricos importantes.

La permitividad (ϵ_0) es el término que se utiliza para describir a las propiedades dieléctricas que afectan la reflexión de ondas electromagnéticas en interfaces y la atenuación de la energía de la onda dentro del material.

La constante dieléctrica es la característica que determina la capacidad del material para absorber, transmitir y reflejar energía de una porción del campo eléctrico; es constante para cada material a una frecuencia dada, bajo condiciones constantes.

El factor de pérdida (ϵ'') mide la cantidad de energía que se pierde del campo eléctrico, está relacionado con la forma en que la energía del campo es absorbida y convertida a calor en un material cuando pasa a través de éste.

La conductividad eléctrica o conductividad iónica es la habilidad que tiene un material para conducir electricidad.

Otro parámetro importante es la profundidad de penetración, y se refiere a la distancia por debajo de la superficie a la que la potencia de las ondas electromagnéticas disminuye e^{-1} de su valor, es decir, 36.8% de su valor transmitido.

Y finalmente, la velocidad de generación de calor por unidad de volumen, Q , en una ubicación particular del cuerpo durante el calentamiento dieléctrico puede ser caracterizada por la siguiente fórmula:

$$Q = 2\pi f \epsilon_0 \epsilon'' E^2$$

Donde E es la fuerza del campo eléctrico de la onda en esa ubicación mientras que f es la frecuencia de la onda.

Calentamiento dieléctrico de placas cerámicas

Placas cerámicas en forma de radiadores se han probado a nivel experimental, no comercial, para determinar su comportamiento en forma de curvas de temperatura:

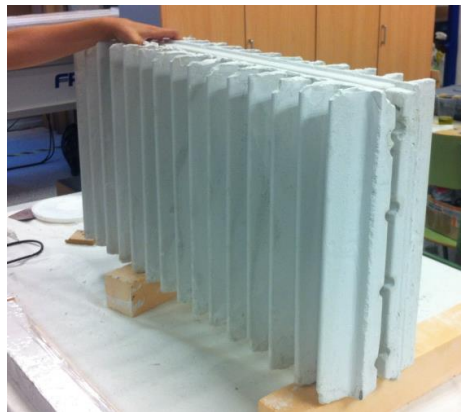


Figura 3: Placas cerámicas sometidas a calentamiento dieléctrico

Para ello se expuso sobre una muestra cerámica de 7 kg que inicialmente se encontraba a temperatura ambiente (19°C) un campo electromagnético 3,2 KW de potencia y frecuencia 300 GHz durante 2 minutos, obteniendo la siguiente secuencia térmica de calentamiento:

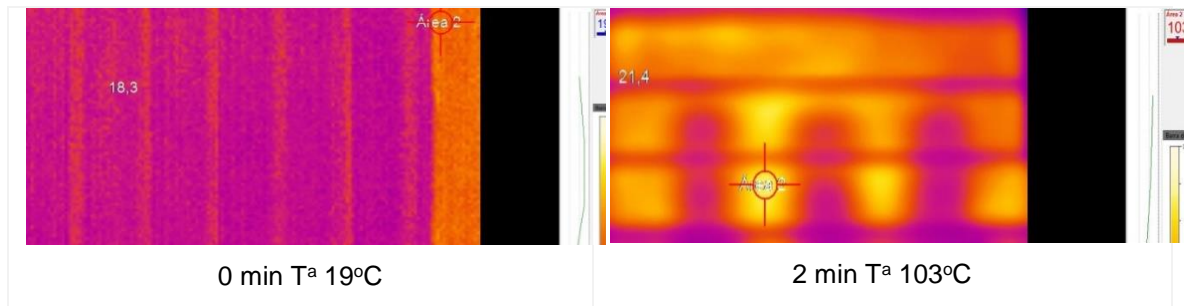


Tabla 1: Secuencia térmica de calentamiento dieléctrico cerámica

Tras los 2 minutos de aporte energético se detuvo la exposición al campo electromagnético, dejando que la muestra alcanzara por sí misma la temperatura inicial obteniendo la siguiente secuencia térmica de enfriamiento:

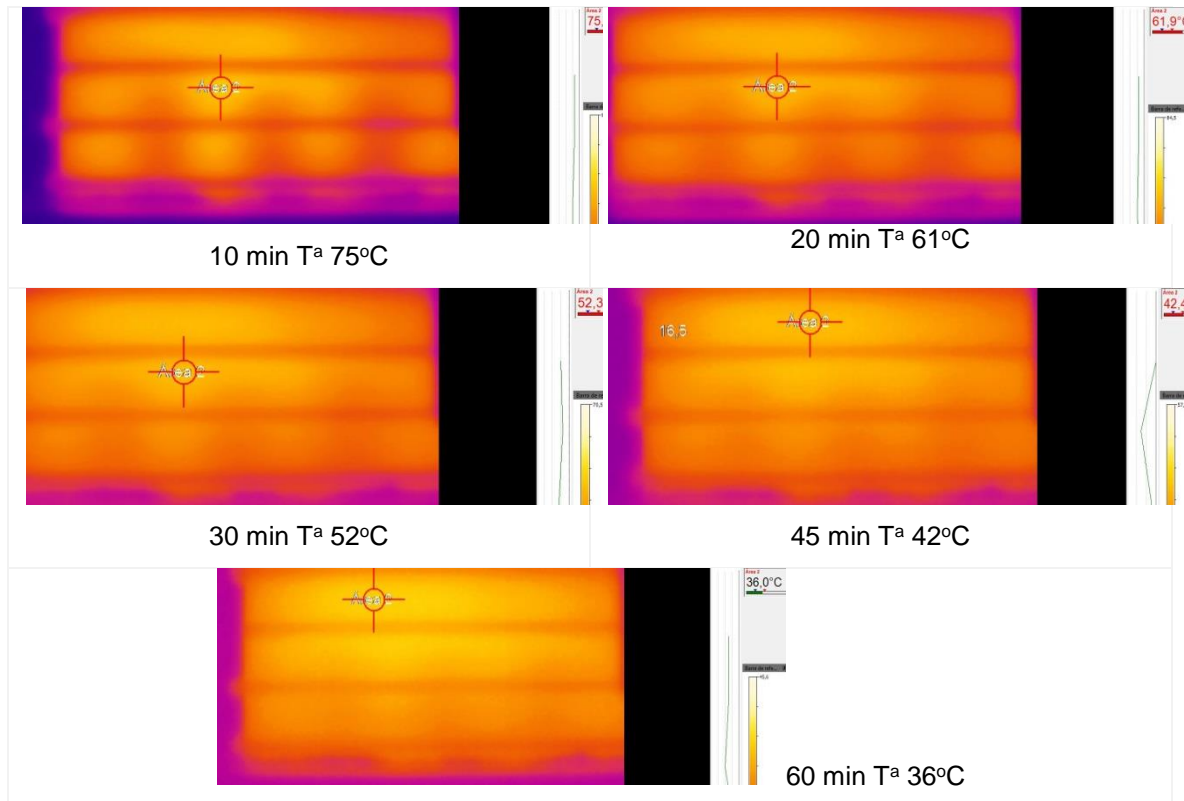


Tabla 2: Secuencia térmica de enfriamiento natural cerámica

En la Figura 4: Evolución temporal de la temperatura tras calentamiento dieléctrico se puede apreciar cómo se produce un rápido incremento de la temperatura (por calentamiento dieléctrico) y decremento suave de la misma por la inercia térmica del elemento

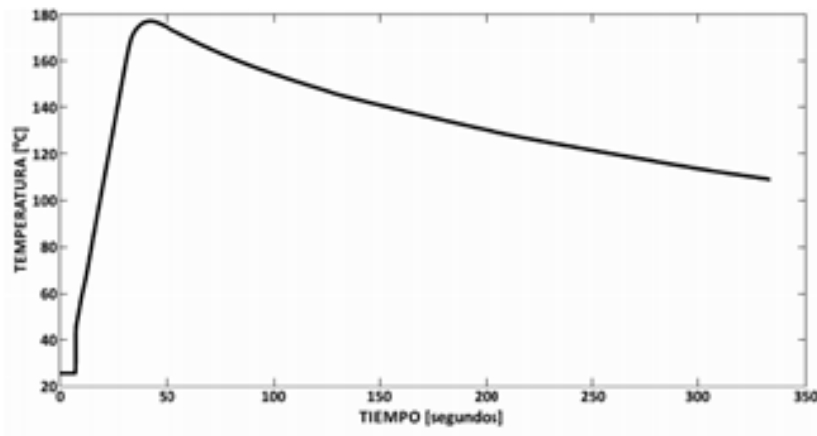


Figura 4: Evolución temporal de la temperatura tras calentamiento dieléctrico

En la siguiente Figura 5 se compara el calentamiento del material dieléctrico (en verde) frente a calentamiento por conducción (en rojo):

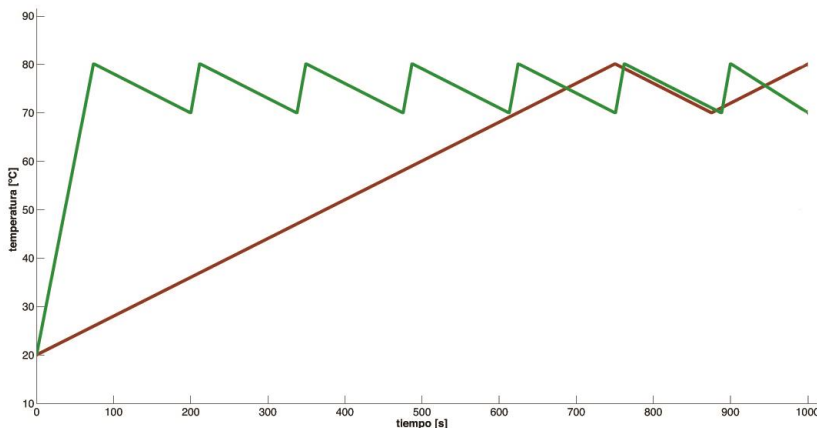


Figura 5: Comparativa evolución temperatura cuerpo con calentamiento dieléctrico (en verde) frente a calentamiento por conducción (en rojo)

En cada uno de los ciclos de aumento de temperatura se realiza un aporte energético; en verde empleando el calor dieléctrico mientras que en rojo por conducción con la misma potencia para ambos casos. Siendo para éste último, mayor el tiempo necesario de aporte de energía para alcanzar idénticos incrementos de temperatura.

En la siguiente Figura 6 se sombrea las áreas de aporte energético para cada uno de los casos mostrando de forma gráfica cómo el calentamiento dieléctrico sobre sistemas de alta inercia térmica proporciona considerables ahorros energéticos:

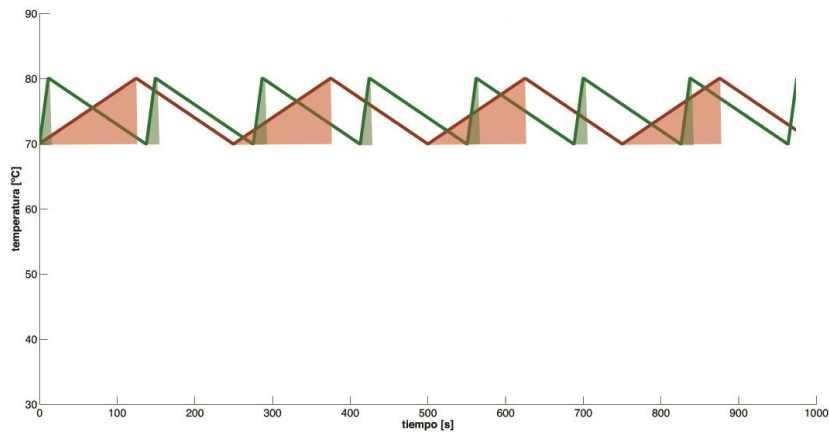
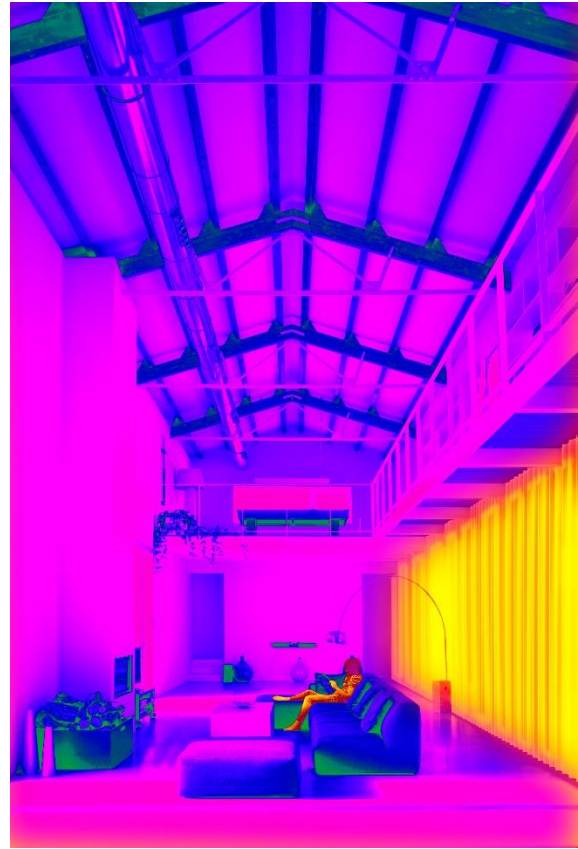


Figura 6: Energía consumida por calentamiento por conducción versus dieléctrico (sombreada en rojo y verde respectivamente)

Potencial de aplicación

Las investigaciones realizadas en la Universidad Politécnica de Valencia determinaron que se pueden obtener importantes ahorros energéticos empleando el calor dieléctrico sobre materiales con gran inercia térmica, concretamente, sobre cerámicas técnicas.

Además, su versatilidad permite activar térmicamente otros materiales como hormigón o cerámicas empleado tanto en cerramientos, forjados, suelos y/o paredes radiantes.



Pero el verdadero potencial de esta tecnología radica en su elevada capacidad de almacenamiento de energía térmica de manera que, empleando equipos de baja potencia, se pueden exponer distintas partes de manera secuencial. De esta forma, conseguimos mantener el conjunto a una temperatura adecuada con una potencia en el sistema (y también la potencia contratada) relativamente baja.

Esta característica, en combinación con sistemas inteligentes de gestión basados en el desarrollo de las TICs y de la gestión de datos ("Big Data"), que tengan en cuenta la generación de energías renovables en el propio edificio, el coste de la energía de la red, la predicción meteorológica, el comportamiento y preferencias del usuario,... permitirá realizar una gestión de la demanda integral y cubrir la demanda de climatización de cualquier tipo de edificio con energías estrictamente renovables, ayudando a la consecución de los objetivos europeos en materia de eficiencia energética en edificación.

Conclusiones

El calor dieléctrico sobre materiales con alta inercia térmica puede llegar a ser hasta un 70% más eficiente que la transmisión de energía térmica por conducción dependiendo de las características del elemento a calentar.

La inercia térmica de los materiales como las cerámicas o el hormigón puede ayudar a mejorar considerablemente la eficiencia energética de los edificios.

Por otro lado, el uso de sistemas inerciales no solo beneficia a los usuarios de los edificios donde se implementan, sino que beneficia al sistema en su conjunto. La utilización de edificios como baterías de almacenamiento, aplanan la curva, eliminando los picos de demanda y, por lo tanto, también de producción. Este tipo de sistemas evitan el sobredimensionamiento del sistema de generación para momentos puntuales y, además, permite aprovechar la sobreproducción existente en las horas valle.

REFERENCIAS

Bartolomé, C. & Alarcón, A. & Tenorio, J.A. & López, A., 2017, "Multiprestacionalidad de las soluciones constructivas en base hormigón", Libro de Comunicaciones IV Congreso Edificios Energía Casi Nula 2017.

Soto-Reyes, N. & Rojas-Laguna, R. & Sosa-Morales, M.E., 2012, "Modelación del calentamiento dieléctrico (microondas y radiofrecuencia) en sistemas alimenticios modelo".