

# Aprovechamiento de la masa térmica del hormigón para la construcción de Viviendas Sostenibles

Juan Pastormerlo, Edgardo Souza  
Instituto del Cemento Portland Argentino  
Departamento de Tecnología del Hormigón  
División Vivienda  
Agosto 2013

## Introducción

La masa (o inercia) térmica se define como la capacidad de un material de absorber calor, almacenarlo, y posteriormente liberarlo y entregarlo. En general, cuanto mayor es el peso específico de los materiales de construcción, mejora su capacidad para almacenar grandes cantidades de energía calórica y en consecuencia, se traduce en una masa térmica elevada.

Proyectando la envolvente de un edificio con materiales de masa térmica considerable, se pueden reducir las temperaturas extremas que experimentan los usuarios dentro de la vivienda. De esta manera, se logra que la temperatura interior promedio sea moderada a lo largo del año, y por consiguiente, en términos de habitabilidad, se obtiene un mejor nivel de confort.

La utilización de materiales con gran masa térmica puede reducir la energía necesaria para calefaccionar y refrigerar un local hasta un 25 %, comparado con una vivienda construida con materiales livianos, con baja masa térmica. (1)

## Contribución del hormigón

Existen diversos y reconocidos sistemas constructivos que utilizan el hormigón como material principal para resolver sus elementos constituyentes; éstos combinan la aislación térmica necesaria con una de las características más importantes que posee este material en lo referente a eficiencia energética: la **MASA TÉRMICA**. En la tabla de la figura 1 se presentan valores de la masa térmica expresada como la capacidad volumétrica de almacenamiento de calor para distintos materiales usados en la construcción de viviendas.

MATERIAL	MASA TÉRMICA Capacidad Volumétrica de Calor (kJ/m <sup>3</sup> .K)
Agua	4186
Hormigón	2060
Arenisca	1800
Bloque de tierra comprimida	1740
Placa de Fibro-Cemento	1530
Ladrillo	1360
Muro de Adobe	1300
Bloques de Hormigón Livianos	550

**FIGURA 1: Materiales de Construcción y Masa térmica (2)**

La masa térmica del hormigón es particularmente significativa para alcanzar el nivel de confort deseado en climas donde imperan las altas temperaturas en verano y simultáneamente existe una gran amplitud térmica diaria, no siendo tan importante, pero sí beneficiosa, en zonas donde el clima es menos riguroso. Esta propiedad debe ser cuidadosamente manejada, dado que en determinadas situaciones en que el ingreso de radiación solar a la vivienda es limitado, ella podría aumentar los requerimientos de calefacción en invierno.

Las propiedades más importantes a tener en cuenta en los materiales para optimizar la masa térmica son:

**Alta Densidad** → A mayor densidad, resulta una masa térmica más elevada.

**Conductividad Térmica Apropriada** → El material debe permitir que el calor lo atraviese, pero si la conductividad es demasiado grande, la energía absorbida podría ser liberada tan rápidamente lo cual no permite la acumulación requerida.

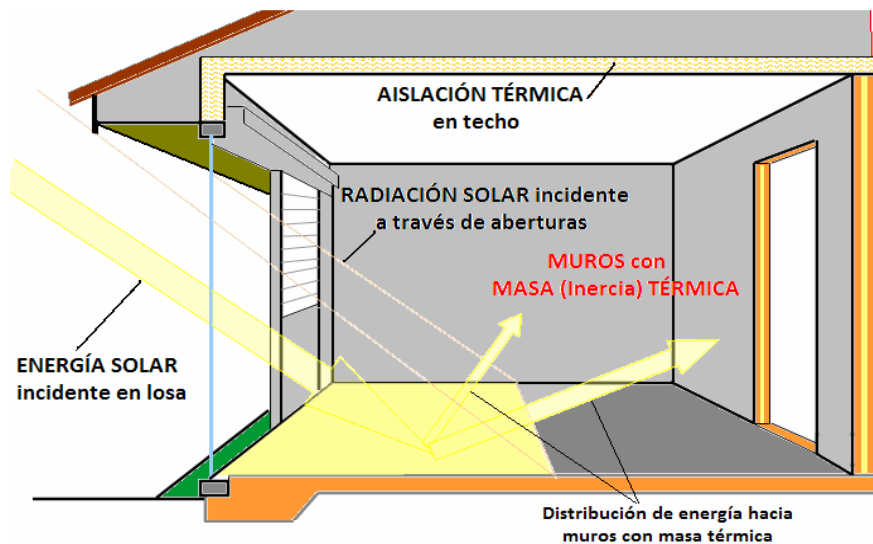
**Baja Reflectividad** → Las superficies oscuras, de color mate o con textura, absorben mayor cantidad de energía que las luminosas, lisas y brillantes o reflectantes. Un buen diseño, por ejemplo, permite que el piso refleje cierta cantidad de energía hacia un muro de alta masa térmica, con el fin de optimizar su capacidad de almacenamiento de calor.

### Diseño solar pasivo

El diseño basado en el aprovechamiento de la energía solar incidente en la vivienda se nutre, en las zonas de clima templado a frío, de materiales de construcción de gran masa térmica en combinación con otros de características aislantes, como por ejemplo, los paneles de hormigón para muros, que incorporan en su interior placas de poliestireno expandido.

Mediante este tipo de esquemas, se pueden lograr mejores condiciones de habitabilidad, reduciendo la necesidad de calefaccionar o refrigerar un determinado ambiente por medios mecánicos o eléctricos, lo que implica una reducción de la demanda energética.

Los pisos de hormigón, las paredes interiores y exteriores compuestas por materiales sólidos, la orientación de las ventanas, la ejecución de aleros y techos debidamente aislados son elementos a considerar y analizar. (Figura 2)



**FIGURA 2:** Incidencia de la energía solar en distintos elementos que integran la envolvente de una vivienda.

En zonas de gran amplitud térmica diaria, una vivienda que aplica el diseño solar pasivo es capaz de absorber la energía solar a través de las ventanas, y almacenarla en la gran masa de las losas, muros y techos, con la posibilidad de liberarla sólo cuando la temperatura del aire interior disminuye a valores menores a los de estos elementos, mediante la radiación. Este sistema utiliza la capacidad de almacenar calor del hormigón para moderar las temperaturas extremas tanto en verano como en invierno.

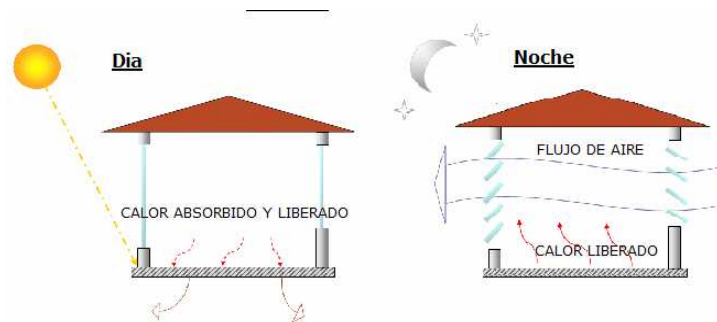
Una consideración adicional es la posición del norte geográfico, dado que la altitud del sol en el cielo varía conforme lo hace la latitud del lugar. Debido a esto, se debe prestar especial atención al ángulo de incidencia de los rayos solares en el interior del edificio para las distintas épocas del año.

## Efectos estacionales sobre el comportamiento del hormigón

### Verano

Inicialmente, las partes componentes de la envolvente ejecutadas con un material con gran masa térmica presentan una temperatura menor a la del aire circundante; por lo tanto, funcionan como disipadores de calor. Al absorber calor del medio, la temperatura del aire interior es menor durante el día, dando como resultado una mejora en el confort sin necesidad de emplear un sistema de acondicionamiento de aire adicional, reduciendo el consumo de electricidad y mejorando la eficiencia energética. (Figura 3)

Durante la noche, el calor es lentamente liberado hacia las corrientes frescas provenientes de la ventilación natural, expulsado mediante extractores de aire o simplemente entregado hacia el interior del ambiente. Las temperaturas internas durante la noche pueden ser ligeramente mayores que si se hubieran empleado materiales con poca masa térmica; sin embargo, con las menores temperaturas del ambiente que naturalmente se experimentan, en general, es esperable que éstas se encuentren dentro de la zona de confort.



**Figura 3 : Esquema del funcionamiento de la Masa Térmica del Hormigón en VERANO**

### Invierno

En el hemisferio sur, la masa térmica en pisos o muros absorbe el calor irradiado por el sol a través de las ventanas con orientación norte, este y oeste. Durante la noche, el calor es gradualmente liberado en la habitación, a medida que la temperatura del aire interior disminuye. Esto mantiene un ambiente temporalmente confortable, reduciendo la necesidad de calefacción suplementaria mediante estufas u otros sistemas. Además, parte del calor proveniente de estos artefactos puede ser almacenado en los elementos que tienen esta propiedad, complementándose beneficiosamente. Horas después que se apaga la calefacción, la lenta liberación del calor acumulado permite mantener una temperatura confortable en el ambiente (figura 4). Este efecto posibilita la programación del apagado anticipado del sistema de calefacción, generando un ahorro adicional en el consumo de energía.



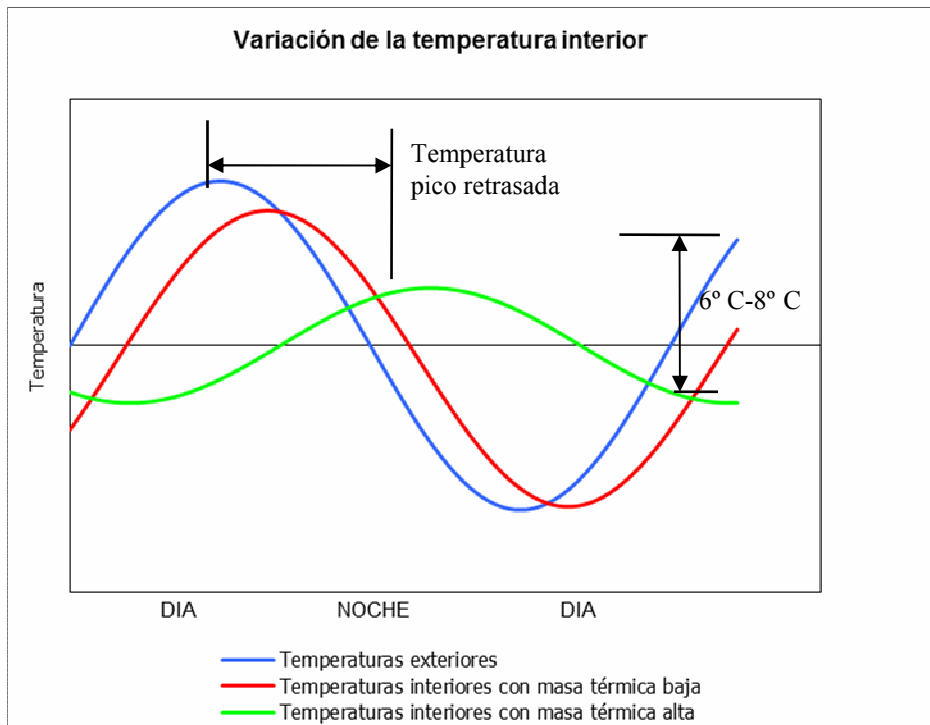
**Figura 4: Esquema del funcionamiento de la Masa Térmica en INVIERNO**

### Ventajas adicionales

Para complementar el sistema de acondicionamiento solar pasivo y aprovechar al máximo los beneficios asociados a la masa térmica que proveen los paneles de hormigón, es necesario disponer de grandes áreas de aberturas bien orientadas y diseñar aleros que regulen el ingreso de energía, mediante la proyección de sombra, durante las épocas y horarios de mayor radiación..

Otro valor agregado que se desprende de la inercia térmica, consiste en el efecto de amortiguar las temperaturas medias interiores reduciendo los picos y retrasándolos en el tiempo, haciendo que los mismos se produzcan en las horas de menor actividad dentro de la vivienda.

En la figura 5 se presenta esquemáticamente el fenómeno descrito, en el que se aprecia que se puede reducir la temperatura interior hasta unos 6 °C a 8 °C respecto de su valor exterior, retrasando además el momento en el que se producen éstos picos manteniendo un ambiente interior térmicamente más estable y consecuentemente más confortable.



**FIGURA 5: Evolución diaria de las temperaturas**

Esta característica colabora con la reducción de los gastos de operación de una vivienda y por lo tanto, ayuda a lograr una mayor equidad social a través de la obtención de costos más accesibles para mantener condiciones de habitabilidad adecuadas. La estabilidad térmica que se logra en el interior de las construcciones de hormigón con un diseño apropiado contribuye a proporcionar hogares más confortables y de mejor calidad. En términos económicos ello implica

una mayor valorización del bien y gracias a las características durables del hormigón, la conservación del valor de reventa del inmueble a través del tiempo.

Otro beneficio es la menor inversión necesaria asociada a los sistemas de calefacción más simples, menores potencias necesarias en los equipos de ventilación y de acondicionamiento de aire, y una disminución de los gastos resultantes de operación y mantenimiento vinculados con ellos.

En cuanto a las ventajas referidas al entorno, se puede afirmar que una de las principales es la de utilizar y optimizar la masa térmica del hormigón para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero debido al ahorro de energía que se puede experimentar a lo largo de toda la vida en servicio de la edificación.

Dado que una proporción importante de las emisiones de CO<sub>2</sub> proviene de las etapas de uso y mantenimiento de las viviendas y que éstas poseen una larga vida útil, una pequeña disminución en el consumo unitario de energía produce en el largo plazo ahorros muy significativos.

Los ahorros inherentes mostrados en la figura 6, se obtienen solamente considerando una elevada inercia térmica en un edificio, mientras que los potenciales se logran con un diseño pensado y optimizado para maximizar la eficiencia energética.

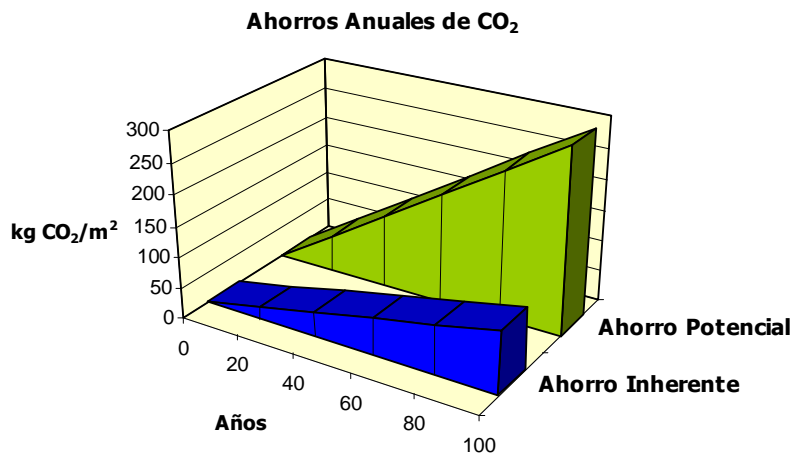


FIGURA 6: Ahorros de CO<sub>2</sub> por Masa Térmica (3)

### Consideraciones finales

El Instituto del Cemento Portland Argentino viene acompañando y desarrollando el conocimiento sobre las diversas aplicaciones del cemento y del hormigón, considerando que, por sus características intrínsecas, es un material que presenta excelentes propiedades para la construcción de viviendas sostenibles, ya que es económico, energéticamente eficiente, de fácil y rápida ejecución, adaptable a cualquier forma y diseño, de elevada masa térmica, apto indistintamente para pequeños o grandes proyectos, resistente, muy durable y de bajo mantenimiento.

Por todo ello, queda de manifiesto que el hormigón constituye una verdadera alternativa sostenible para la construcción de viviendas modernas, durables y confortables.

#### Bibliografía:

- (1) *Sustainable Energy Authority-Victoria, Australia.*
- (2) *Passive Solar Design – CEMENT & CONCRETE ASSOCIATION OF AUSTRALIA.*
- (3) *Concrete for energy-efficient buildings - European Concrete Platform.*