

ARTÍCULO TÉCNICO COMPARATIVO CON APOYO DE LA IA.

Pedidos: 55 5365 2382 - 55 6353 5547 | ventas@probarro.com.mx

QUÍMICOS®
PROBARRO
Por una mampostería libre de eflorescencias

VIVIENDA ECONÓMICA DISEÑADA CON DOS ALTERNATIVAS DE MATERIALES: CONCRETO Y LADRILLO ALVEOLAR DE ARCILLA COCIDA.

TRABAJO REALIZADO CON EL OBJETIVO DE EVALUAR EL COSTO INICIAL NO MONETARIO DE CONSTRUCCIÓN Y EL COSTO PERMANENTE DE HABITABILIDAD DE LAS FAMILIAS DE BAJOS RECURSOS QUE OCUPAN UNA VIVIENDA ECONÓMICA.

El costo social y de vivir en la casa no se mide en renta, sino en el **gasto de energía, mantenimiento y adaptabilidad** a largo plazo.

I. PROPIEDADES TÉRMICAS DEL CONCRETO.

La transmisión térmica del concreto ocurre principalmente por conducción. Su conductividad térmica varía entre 0.6 y 3.3 W/m·K (conductividad térmica en el sistema internacional de unidades) para el concreto convencional. Este material posee una alta masa térmica que absorbe y libera calor lentamente, además de un coeficiente de expansión térmica muy similar al del acero.

Propiedades Clave

- **Conductividad térmica:** Mide la capacidad de pasar el calor. El concreto normal conduce el calor de forma moderada, mientras que el concreto ligero reduce este valor.
- **Difusividad térmica:** Es baja. Los cambios de temperatura afuera tardan horas en llegar al interior de un muro grueso.
- **Calor específico:** Define la cantidad de energía necesaria para subir la temperatura del material. Permite estabilizar la temperatura ambiental dentro de los edificios.
- **Expansión térmica:** El concreto se dilata con el calor y se contrae con el frío. Su valor es casi igual al del acero de refuerzo, lo que evita rupturas internas.

Propiedades Clave

- **Tipo de agregado:** Las piedras calizas o cuarzos modifican la velocidad con la que viaja el calor.
- **Densidad:** Masas más densas y pesadas conducen el calor con mayor rapidez.
- **Humedad:** El agua dentro de los poros del concreto altera la conducción térmica inicial.

Para profundizar en el análisis de las tensiones y los efectos físicos, puedes consultar el documento técnico sobre

Propiedades térmicas del concreto o revisar la investigación del Comportamiento Térmico y Estructural del Concreto.

En el primer artículo de esta serie de tres entregas, introdujimos el problema energético, la importancia que tienen los edificios como grandes consumidores de energía y describimos el marco reglamentario que lo define a través del Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE), estableciendo ya que todos los edificios de nueva construcción y la mayoría que se sometan a una rehabilitación energética, sean de consumo de energía casi nulo (en otras palabras, que su calificación energética sea letra "A" en la mayoría de supuestos).

Para lograrlo, el proyectista deberá saber combinar distintas estrategias de diseño que a su vez vendrán en gran medida determinadas por otros parámetros dependientes de la localización y uso del edificio, como orientación y radiación solar, compacidad, posible sombreado de edificios adyacentes, generación de fuentes de calor internas, disponibilidad de materiales y soluciones constructivas específicas, etc.

Entre dichas estrategias, una de las más importantes es sin duda cumplir con las exigencias de resistencia térmica, o más bien de su inversa, la transmitancia térmica. Para ello toda la envolvente del edificio, especialmente las fachadas por ser las que más superficie de intercambio de calor tiene con el exterior, tendrán que cumplir con las exigencias que define el DB-HE1 "Condiciones para el control de la demanda energética".

Desde la primera norma energética (NBE-CT 79) la estrategia de diseño energético ha estado fundamentalmente orientada a que los edificios contasen con la mayor resistencia térmica posible (y ahora la menor transmitancia térmica) y la anulación de los posibles puentes térmicos que se acentúan en posibles discontinuidades materiales (huecos de carpinterías de ventanas, puertas, cajas de persianas, etc.).

La transmitancia térmica (U) de cada elemento perteneciente a la envolvente térmica no superará el valor límite (U_{lim}) de la tabla 3.1.1.a-HE1:

1. Capacidad Térmica Superficial

Mide la cantidad de energía que un metro cuadrado de muro puede almacenar por cada grado de variación térmica.

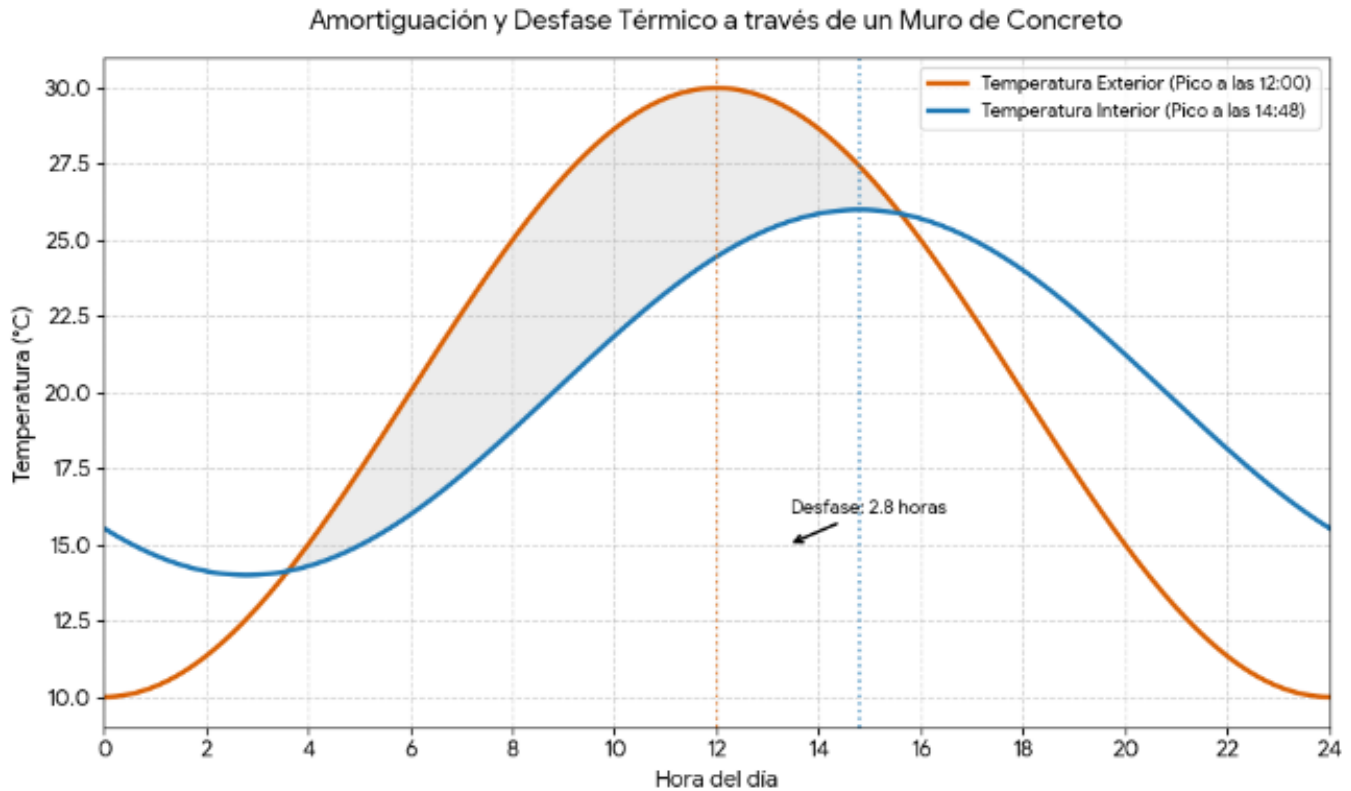
2. Desfase Térmico

Es el tiempo que tarda la onda de calor exterior en atravesar el componente hacia el interior. Para un ciclo diario de 24 horas

3. Resistencia Térmica

Es la oposición del material al paso del calor a través de su espesor.

Inercia Térmica de un Muro de Concreto (10 cm)



Conclusión sobre el Desempeño

Un espesor de 10 cm es insuficiente para climatización pasiva por inercia (donde se buscan desfases mayores a 6 u 8 horas). El calor del mediodía se transferirá al interior a media tarde, requiriendo aislamiento térmico complementario si se desea confort habitacional.

INERCIA TÉRMICA.

La inercia térmica es la capacidad de un material para almacenar calor y liberarlo gradualmente; en bioconstrucción y arquitectura técnica, el espesor de los muros es el factor determinante. Un muro delgado permite el paso rápido del flujo de calor, provocando temperaturas extremas en el interior (calor sofocante de día, frío intenso de noche). En cambio, un muro técnico de gran espesor (como el adobe o tapial de 40-60 cm) actúa como una batería térmica que retrasa el paso del calor, manteniendo un confort climático estable y saludable sin necesidad de sistemas de calefacción o aire acondicionado. #InerciaTérmica #Bioconstrucción #EficienciaEnergética #ArquitecturaSostenible #ConfortTérmico

Un muro delgado permite el paso rápido del flujo de calor, provocando temperaturas extremas en el interior (calor sofocante de día)

Un muro de 10 cm de concreto estándar tiene una **capacidad térmica superficial de $240 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{K}$** y un **desfase térmico aproximado de 2.8 horas**. Al ser un muro delgado, su inercia térmica es moderada-baja, lo que significa que almacena calor pero lo transmite al interior en un periodo de tiempo corto. [1]

A continuación, se detallan los valores técnicos calculados para un concreto convencional de densidad $\rho = 2400 \text{ kg/m}^3$, conductividad $k = 1.63 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ y calor específico $C_p = 1000 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$.

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA. λ

La transmisión térmica del concreto ocurre principalmente por conducción. Su conductividad térmica varía entre 0.6 y 3.3 $\text{W/m} \cdot \text{K}$ para el concreto convencional. Este material posee una alta masa térmica que absorbe y libera calor lentamente, además de un coeficiente de expansión térmica muy similar al del acero.

II. PROPIEDADES TÉRMICAS DEL LADRILLO ALVEOLAR CON TRES FILAS DE ALVÉOLOS.

INERCIA TÉRMICA DE UN MURO DE 12 cm DE LADRILLOS DE ARCILLA COCIDA CON TRES FILAS DE ALVÉOLOS. Un muro de **12 cm de ladrillos de arcilla cocida con tres filas de alvéolos** (comúnmente conocido como ladrillo hueco triple) ofrece una **capacidad térmica superficial de aproximadamente $86.4 \text{ kJ/m}^2\text{K}$** y un **desfase térmico de unas 4.5 horas**. A diferencia del concreto sólido, los alvéolos de aire reducen la masa total, lo que disminuye la capacidad de almacenamiento, pero ralentizan el paso del calor aumentando el aislamiento. Los valores técnicos estimados consideran piezas estándar con una densidad aparente de fabricación de $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$, una conductividad térmica equivalente de $\lambda_{eq} = 0.27 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ y un calor específico de la arcilla de $C_p = 900 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$.

1. Capacidad Térmica Superficial

Mide cuánta energía acumula el muro por metro cuadrado antes de elevar un grado su temperatura: $C_m = \rho \cdot C_p \cdot e$ $C_m = 800 \text{ kg/m}^3 \cdot 900 \text{ J/kg}\cdot\text{K} \cdot 0.12 \text{ m} = 86,400 \text{ J/m}^2\cdot\text{K} = 86.4 \text{ kJ/m}^2\cdot\text{K}$

2. Desfase Térmico

Es el tiempo que tarda la onda de calor exterior en cruzar el muro hacia el interior en un ciclo diario de 24 horas. Al evaluar su difusividad térmica ($\alpha = \frac{k}{\rho \cdot C_p}$): $\alpha = \frac{0.27}{800 \cdot 900} \approx 3.75 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ $\text{Desfase} (t) \approx \frac{e}{\sqrt{\frac{86400}{\pi \cdot \alpha}}} \approx 16,248 \text{ segundos} \approx \text{mathbf{4.5}} \text{ horas}$

3. Resistencia Térmica

Mide la oposición del componente al flujo de calor a través de su espesor: $R = \frac{e}{\lambda_{eq}} = \frac{0.12 \text{ m}}{0.27 \text{ W/m}\cdot\text{K}} \approx \text{mathbf{0.44}} \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$

Ladrillo Alveolar (12 cm, incluye aislante de aire encapsulado) vs. Concreto Sólido (10 cm)

Propiedad Térmica	Muro Concreto (10 cm)	Muro Ladrillo Alveolar (12 cm)	Impacto en la Edificación
Capacidad de almacenamiento	Alta ($240 \text{ kJ/m}^2\text{K}$)	Baja ($86.4 \text{ kJ/m}^2\text{K}$)	El concreto estabiliza más la temperatura interna si está aislado .
Desfase del calor	Corto (2.8 horas)	Moderado (4.5 horas)	El ladrillo retiene la onda de calor casi dos horas más antes de meterla al cuarto.
Resistencia térmica (Aislamiento)	Muy baja ($0.06 \text{ m}^2\text{K/W}$)	Moderada ($0.44 \text{ m}^2\text{K/W}$)	El ladrillo bloquea el flujo continuo de calor 7 veces mejor que el concreto.

Conclusión sobre el Desempeño

Las tres filas de alvéolos actúan como cámaras de aire que frenan la conducción del calor. Aunque este muro de ladrillo tiene menos inercia (almacena menos energía) que uno de concreto por su menor peso, su desfase es mayor, lo que lo hace mejor atenuador térmico para mitigar los picos de temperatura externa en climas con oscilaciones térmicas moderadas.

MURO DE LADRILLO ALVEOLAR CON REVOQUE.

Los revoques tradicionales (nada especial) incrementan el desfase térmico y el aislamiento térmico y acústico.

CONFORT TÉRMICO DENTRO DE LA CASA.

Para obtener un mayor confort térmico dentro de la casa, el muro de ladrillo alveolar de 12 cm es la mejor opción si lo comparas directamente contra el muro de concreto de 10 cm sin aislar.

La razón principal es el equilibrio que ofrece entre el desfase térmico y el aislamiento, gracias a las tres filas de alvéolos de aire en su interior.

Aquí te explico cómo afecta cada material al confort de tu hogar según la situación:

¿Por qué el ladrillo alveolar da más confort?

- Mejor aislamiento continuo: El ladrillo tiene una resistencia térmica 7 veces mayor que el concreto delgado. Esto significa que frena mucho mejor el paso del calor en verano y evita que la calefacción se escape en invierno. [1, 2]
- El calor tarda más en entrar: Su desfase es de 4.5 horas frente a las 2.8 horas del concreto. El pico de calor del mediodía (12:00 PM) llegará al interior de tu casa a las 4:30 PM, cuando la temperatura exterior ya empieza a bajar, facilitando la ventilación. Con el concreto, el calor entra a las 2:48 PM, sobrecalentando la casa en las horas más críticas.

El problema del concreto de 10 cm sin aislamiento

Aunque el concreto tiene una altísima capacidad para almacenar calor (inercia térmica), al ser un muro tan delgado de tan solo 10 cm, **actúa como un radiador**. Absorbe el calor del sol rápidamente y, debido a su bajísima resistencia térmica, lo transmite al interior de la vivienda casi de inmediato, provocando un efecto de "invernadero" o "sauna" por las tardes.

Resumen de Confort según el Clima

- **En climas cálidos o templados:** El ladrillo alveolar mantendrá la casa más fresca durante el día porque sus cámaras de aire bloquean la radiación solar directa.
 - **En climas muy fríos:** El ladrillo alveolar retiene mejor el calor interno de la casa, reduciendo el gasto en calefacción. El concreto disiparía ese calor hacia el exterior de forma masiva.
- Regla de oro:** El concreto solo ofrece un confort superior cuando se utiliza en espesores mucho mayores (muros de carga de 20 a 30 cm) o cuando se le añade una capa de aislamiento térmico exterior (como placas de poliestireno EPS o lana de roca).

COSTO DE AIRE ACONDICIONADO.

El uso de un aire acondicionado en una habitación con **muro de ladrillo alveolar de 12 cm ahorra un 29.4% de energía eléctrica** en comparación con un muro de concreto estándar de 10 cm. Debido al bajo aislamiento del concreto delgado, el compresor del equipo debe trabajar más tiempo para contrarrestar el calor entrante.

El siguiente ejercicio financiero modela un equipo Mini Split típico de **1 Tonelada (12,000 BTU)**, operando **8 horas diarias** durante un mes (30 días). Se consideran las tarifas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en México para el año **2026: la Tarifa Doméstica Excedente** (cuando se consume de más pero se mantiene el subsidio) y la Tarifa DAC.

1. Consumo Eléctrico Mensual (kWh)

Debido a las pérdidas térmicas y la rápida transferencia de calor del concreto de 10 cm, el equipo opera a mayor capacidad. Con el ladrillo alveolar, las tres cámaras de aire frenan el calor, permitiendo que el compresor descanse o regule su potencia (tecnología Inverter).

- **Habitación de Concreto (10 cm):** El equipo demanda un promedio de 0.85 kW por hora.
$$0.85 \text{ kW} \times 8 \text{ horas/día} \times 30 \text{ días} = \mathbf{204.0 \text{ kWh/mes}}$$
- **Habitación de Ladrillo Alveolar (12 cm):** El equipo demanda un promedio de 0.60 kW por hora.
$$0.60 \text{ kW} \times 8 \text{ horas/día} \times 30 \text{ días} = \mathbf{144.0 \text{ kWh/mes}}$$

2. Comparativo de Costos en el Recibo de Luz

La estructura de precios de CFE para el año en curso dicta los siguientes costos mensuales:
Nota: Los costos presentados corresponden estrictamente al consumo del aire acondicionado y no incluyen los cargos fijos de la tarifa DAC ni los impuestos locales (IVA/DAP).

Escenario de Tarifa Eléctrica	Muro de Concreto (204 kWh)	Muro de Ladrillo Alveolar (144 kWh)	Ahorro Mensual en Dinero
Tarifa Excedente con Subsidio (Precio aprox: \$3.22 por kWh)	\$656.88 MXN	\$463.68 MXN	\$193.20 MXN
Tarifa DAC (Sin Subsidio) (Precio región central: \$6.27 por kWh)	\$1,279.08 MXN	\$902.88 MXN	\$376.20 MXN

3. Impacto Financiero a Largo Plazo

El consumo excesivo del aire acondicionado no solo eleva el costo inmediato del recibo. Si la energía total de la vivienda supera el límite mensual de tu tarifa residencial (por ejemplo, 250 kWh/mes en la Tarifa 1), CFE reclasificará el hogar a **Tarifa DAC de forma automática**.

Bajo la Tarifa DAC, **cada kWh consumido en la casa costará casi el doble**, transformando un gasto moderado en una penalización severa para las finanzas del hogar. Construir con materiales que ofrezcan mejor resistencia térmica, como el ladrillo alveolar o bloques aislados, actúa como un escudo financiero definitivo contra estas reclasificaciones tarifarias.

VIVIENDA ECONÓMICA.

Para construir viviendas de bajo costo destinadas a familias de escasos recursos, **la casa con muros de ladrillo alveolar de 12 cm es la más recomendable** por encima del muro de concreto delgado de 10 cm.

Para este tipo de proyectos, la "economía" no debe medirse solo en el gasto del primer día (materiales), sino en la **economía de uso** (lo que pagará la familia en electricidad o gas a lo largo de los años). Un muro de concreto de 10 cm atrapa y transfiere el calor tan rápido que obliga a las familias a gastar en aire acondicionado o calefacción, volviendo la casa inhabitable o sumamente costosa de mantener.

El análisis de viabilidad para vivienda social se divide en los siguientes factores:

1. Costo de Construcción Inicial (Obra Negra)

- **Ladrillo Alveolar (12 cm):** Aunque requiere mano de obra para el pegado pieza por pieza, es un sistema tradicional que no exige maquinaria pesada ni cimbras especiales. Las piezas son ligeras y fáciles de transportar.
- **Concreto Estándar (10 cm):** Para que un muro de concreto de 10 cm sea realmente barato de construir, se debe hacer de forma masiva (cientos de casas idénticas) usando moldes de acero industriales. Si se construye de forma individual o artesanal, el costo de la madera de cimbra, el acero de refuerzo y el camión mezclador supera por mucho al ladrillo.

- En ambos casos, se recomienda un sistema de aislamiento térmico en la cubierta de azotea, es factible diseñar una losa nervada con el mismo ladrillo alveolar o con piezas de arcilla cocida con aislamiento de aire encapsulado.

2. El Gasto Oculto: Ahorro de Energía

- Las familias de bajos recursos no siempre pueden costear un equipo de aire acondicionado o mantenerlo encendido.
- **La casa de ladrillo alveolar** es un "aislante pasivo natural" gracias a sus tres filas de aire internas [0.44 m²·K/W]. Mantiene el interior más fresco en verano y menos frío en invierno de forma gratuita.
 - **La casa de concreto de 10 cm** se convierte en un horno por la tarde. Si la familia hace el esfuerzo de instalar un aire acondicionado, el recibo de luz será casi un 30% más caro que en la de ladrillo, afectando directamente su economía mensual.

Comparativa de Viabilidad para Vivienda Social

CRITERIO DE SELECCIÓN.	CASA DE CONCRETO SÓLIDO (10 cm)	CASA DE LADRILLO ALVEOLAR (12 cm)	MEJOR OPCIÓN
Facilidad de Autoconstrucción	Baja. Requiere apuntalamiento rígido y manejo de concreto fluido.	Alta. El usuario puede aprender a pegar los ladrillos fácilmente.	Ladrillo Alveolar
Confort sin usar clima artificial	Pésimo. Sensación de encierro térmico extremo ("efecto sauna").	Aceptable. Las cámaras de aire mitigan los picos de temperatura.	Ladrillo Alveolar
Costo de mantenimiento a largo plazo	Alto. Si aparecen grietas por contracción térmica, corregirlas es costoso.	Bajo. Es un material noble de larga vida útil y reparaciones locales sencillas.	Ladrillo Alveolar
FLEXIBILIDAD DE AMPLIACIÓN	Muy difícil. Romper un muro de concreto para ampliar la casa requiere demolición pesada.	Fácil. Modificar o tumbar un muro de ladrillo para crecer la vivienda es simple.	Ladrillo Alveolar

RECOMENDACIÓN TÉCNICA.

Si el presupuesto es sumamente ajustado, la mejor estrategia para una vivienda económica y digna es levantar los **muros con ladrillo alveolar de 12 cm**, aplicar un revoco o enlucido tradicional de mortero en ambas caras (lo que sella los poros y mejora el aislamiento térmico y acústico), y concentrar el presupuesto de concreto únicamente en la cimentación y los castillos/columnas estructurales. El concreto debe usarse como soporte, no como envolvente habitacional delgada.

Nota:

VIVIENDA ECONÓMICA DISEÑADA CON DOS ALTERNATIVAS DE MATERIALES: CONCRETO Y LADRILLO ALVEOLAR DE ARCILLA COCIDA.

TRABAJO REALIZADO CON EL OBJETIVO DE EVALUAR EL COSTO INICIAL NO MONETARIO DE CONSTRUCCIÓN Y EL COSTO PERMANENTE DE HABITABILIDAD DE LAS FAMILIAS DE BAJOS RECURSOS QUE OCUPAN UNA VIVIENDA ECONÓMICA.

El costo social y de vivir en la casa, no se mide en renta, sino en el **gasto de energía, mantenimiento y adaptabilidad** a largo plazo.



PRODUCTOS PROBARRO, S.A. DE C.V.
 Blvd. Adolfo López Mateos No. 3, Col. El Potrero, 52975 Atizapán, Méx.
Tel: 55 5365 2382 – ventas@probarro.com.mx – www.probarro.com.mx
 El logo y marcas de Productos Probarro ® son marcas registradas. Derechos Reservados 2011