



# La envoltante térmica: una promesa tramposa

Ministerio de Obras Públicas – Dirección de Planeamiento  
22 de octubre 2012 – 11:30 horas

Dipl. Ing. Maria Blender  
Arquitecta Consultora  
[www.mariablender.com](http://www.mariablender.com)

## **MARIA BLENDER**

**Arquitecta Consultora independiente**

**Especializada en los aspectos ambientales de la arquitectura y la construcción:  
edificación sustentable, eficiencia energética, uso pasivo de la energía solar**

**Realiza proyectos de arquitectura y construcción, asesoría a proyectos, evaluación de  
impacto ambiental, docencia y capacitación.**

**Nacionalidad alemana, residencia en Chile hace 15 años**

**En Alemania 10+ años de experiencia profesional en empresas consultoras**

**Titulada Dipl.-Ing. “Ingeniero en Arquitectura” de la Universidad de Stuttgart**

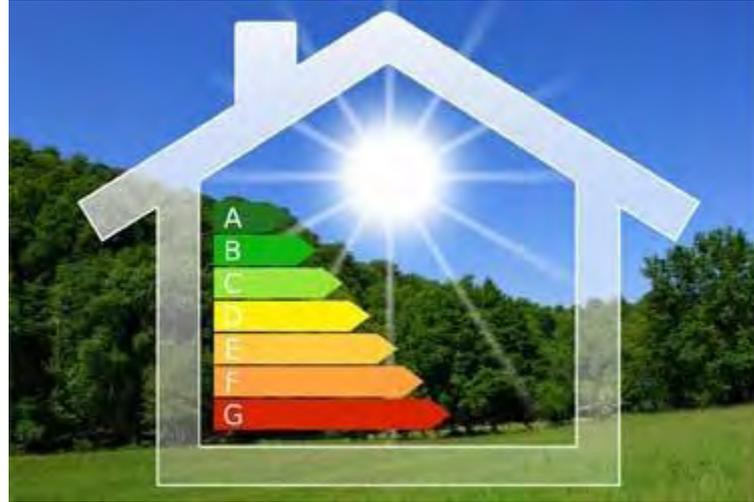
**Estudios de arquitectura en Stuttgart (Alemania) y Delft (Holanda)**

**Estudios de urbanismo en Hamburgo (Alemania)**



# La envolvente térmica

## ¿QUE? ¿COMO? ¿PORQUE?



## ¿QUÉ es la «envolvente térmica»?

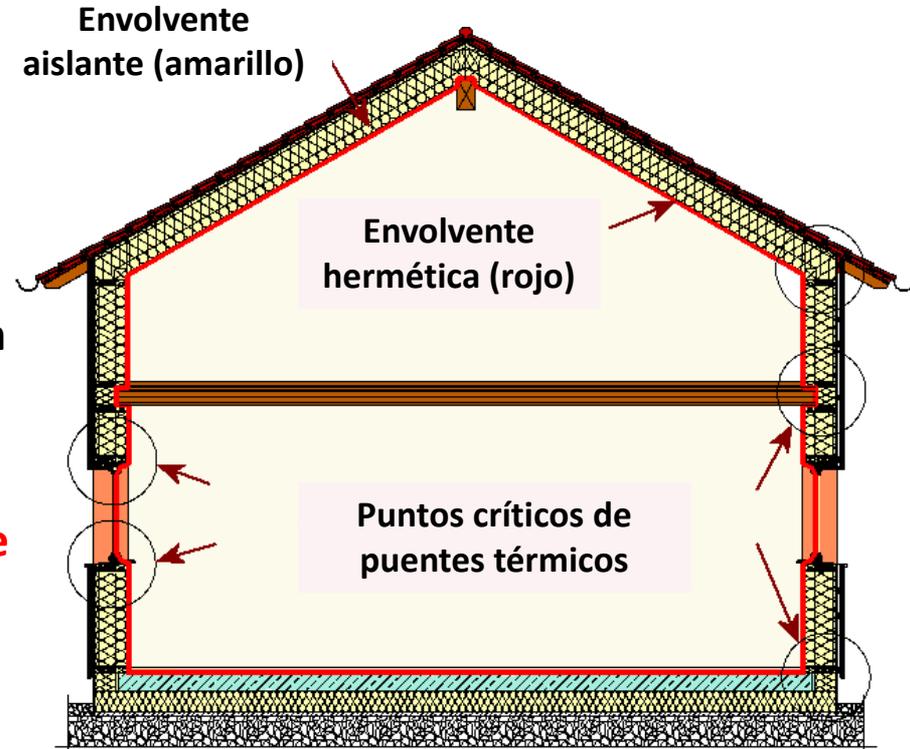
**Envolvente** = Conjunto de cerramientos exteriores de una edificación (piso, muros y techo) que protegen a los usuarios y sus actividades y pertinencias de la intemperie.

**Envolvente térmica** = Una envolvente con reducida transmisión del calor

## ¿COMO es la «envolvente térmica»?

Una envolvente se convierte en una envolvente térmica por medio de:

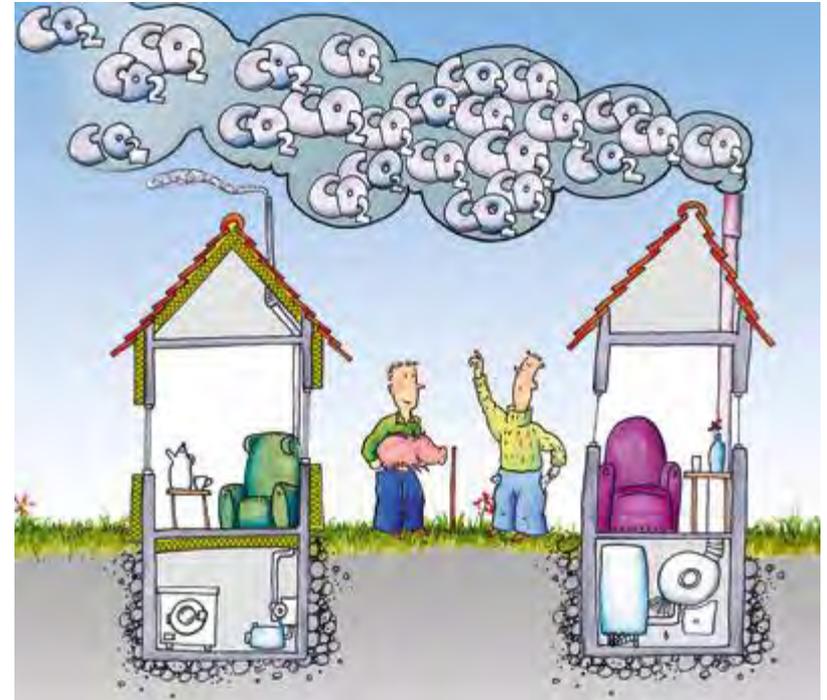
- Aplicación de «aislantes térmicos» que son **materiales con una baja conducción de calor**
- Medidas que **reducen las (in)filtraciones de aire y de humedad**, hacia y por los elementos que conforman la envolvente.



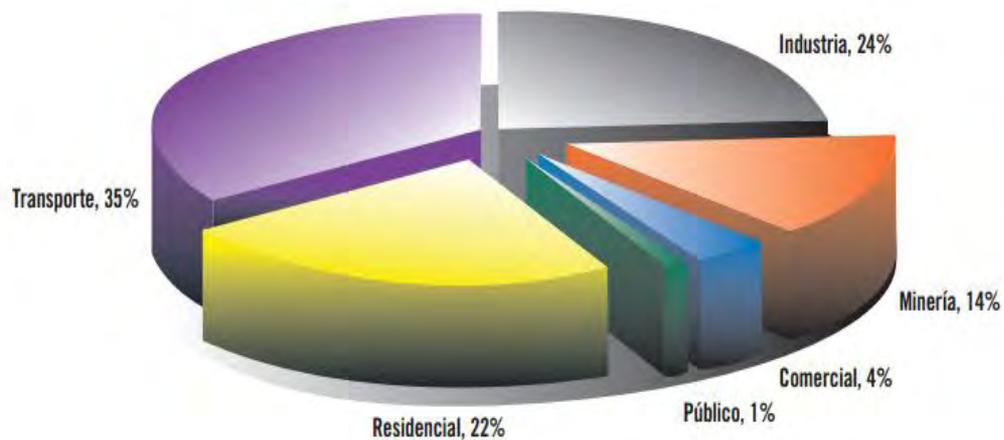
# ¿PORQUÉ la «envolvente térmica»?

## Objetivos:

1. **Mejorar el confort térmico** de los usuarios del edificio.
2. **Reducir el consumo de energía** relacionando con la calefacción y la refrigeración («acondicionamiento térmico») del edificio.
3. **Reducir los efectos negativos y riesgos asociados** al consumo energético (ej. contaminación del aire interior y exterior, emisiones de CO<sub>2</sub>).



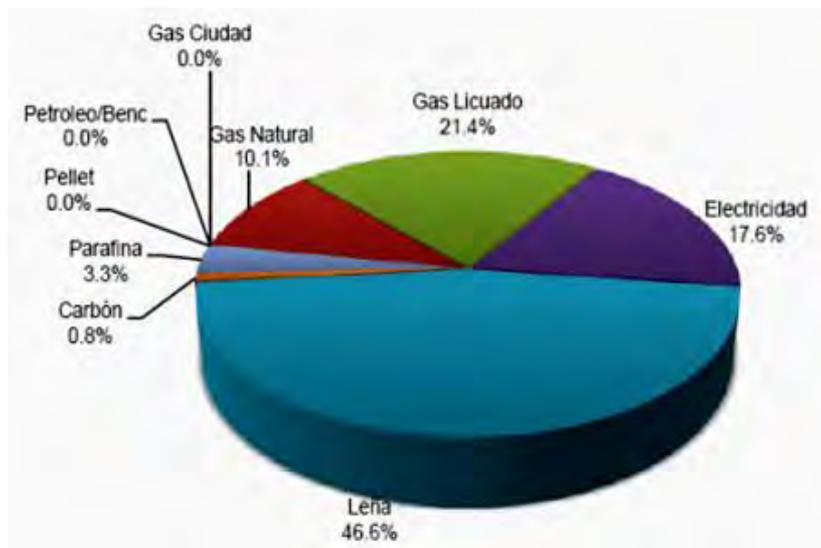
## Consumo nacional de energía por sector



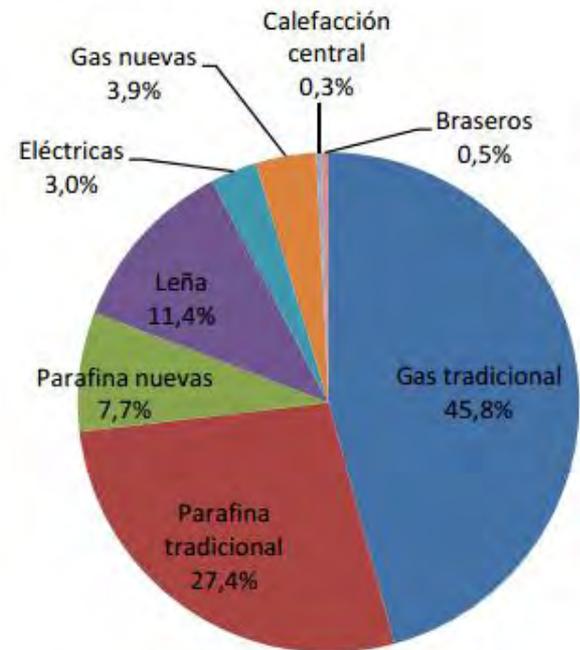
## Consumo energía residencial según uso en Chile (Minvu – CDT)



Fuente: Balance Nacional de Energía 2006, CNE.



**Consumo energía secundaria residencial por combustible en Chile (Minvu – CDT)**



**Principales sistemas de calefacción en Santiago, Viña/Valparaíso, Concepción y Punta Arenas (DICTUC/OMAD)**





Por N.H.H.

COMO COMBUSTIBLE PARA CALEFACCIÓN

# Diputados quieren prohibir la leña

Doctor Enrique Paris, director del Centro de Información Toxicológica UC (CITUC):

## “La contaminación intradomiciliaria puede ser hasta 100% más potente que la extradomiciliaria”

Estudio de DICTUC reveló que las estufas a parafina son las que emiten mayor cantidad de material particulado al interior del hogar.



Dr. Enrique Paris durante la conferencia de prensa.

La utilización de estufas de llama abierta -que no poseen ducto de evacuación de gases- es una práctica muy común para calefaccionar los hogares, lo que inevitablemente trae consigo el problema de la contaminación intradomiciliaria. A raíz de esto, el DICTUC realizó un estudio con distintos tipos de estufas, para medir la cantidad

de material particulado fino que emiten; responsable de distintas enfermedades respiratorias.

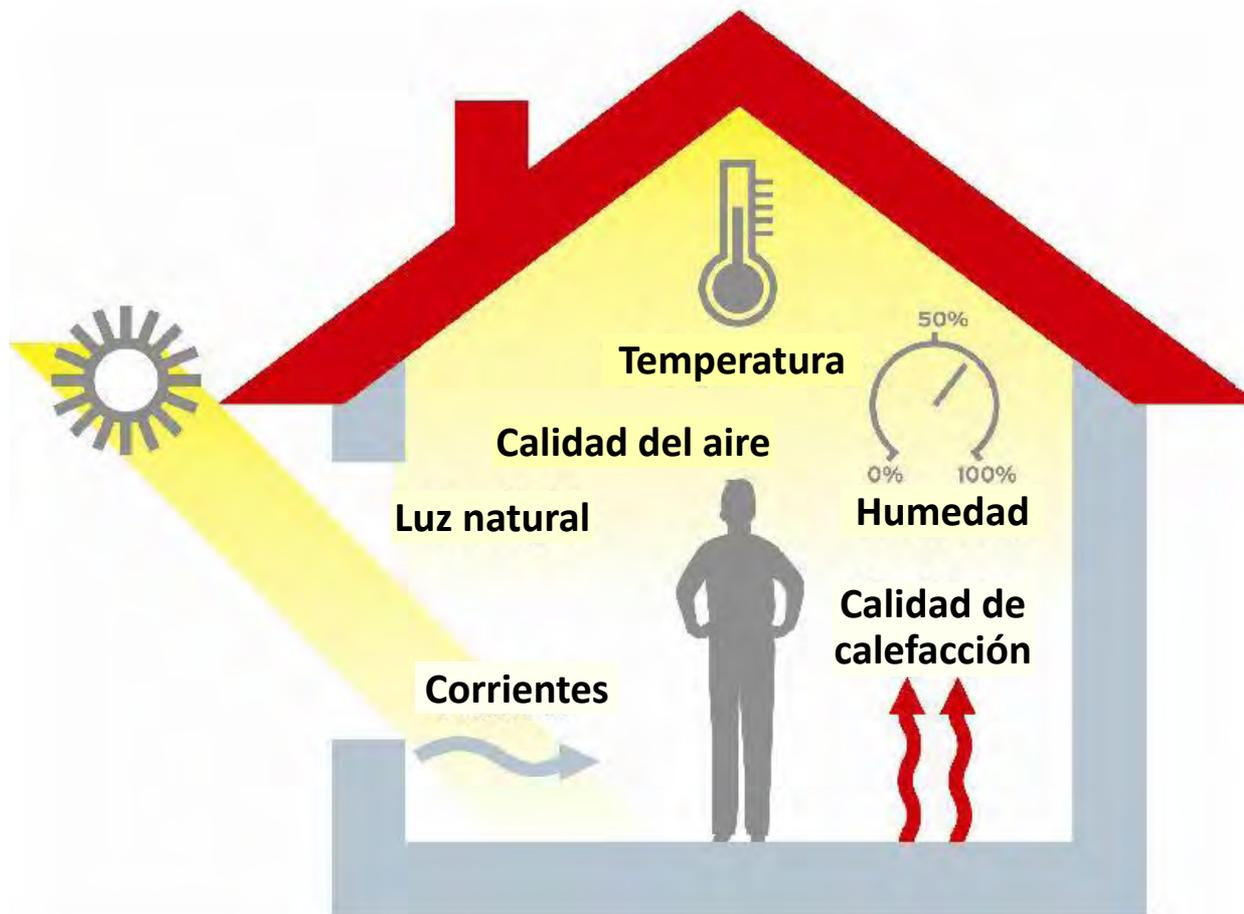
Como indica el doctor Enrique Paris, la presencia de esta sustancia provoca que las personas respiren elementos nocivos, que “llegan hasta los alvéolos pulmonares y la sangre, generando alteraciones en otros órganos y, a largo plazo, pueden provocar neoplasias (cáncer)”.

Según los resultados de la investigación, que también midió las emisiones de CO, NOx y SO<sub>2</sub>, “entre los artefactos de calefacción más utilizados en nuestro país, las estufas tradicionales a parafina son las que presentan las mayores emisiones de monóxido de carbono y material particulado fino”, informó el subgerente del área Energía Sustentable DICTUC, Fabián Hormazábal

durante la presentación del estudio, el pasado jueves 5 de mayo.

Asimismo, reveló también que las estufas a parafina, independiente de su tecnología, son las que generan las mayores emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), en tanto las estufas modernas a parafina son las que presentan las mayores emisiones de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).

“Hay cifras que demuestran que la contaminación intradomiciliaria puede ser hasta 100% más potente que la extradomiciliaria”, explicó el doctor Paris, por lo que recalcó la importancia de ventilar las casas a diario; evitar colocar este tipo de estufas en los dormitorios y la necesidad de revisar periódicamente los artefactos para asegurar su buen funcionamiento.



**Factores del confort térmico**

# Reglamentación térmica

## Primera Etapa

(Marzo 2000)

Requisitos para la cubierta



## Segunda Etapa

(Vigente desde 2007)

Requisitos para muros, pisos ventilados, ventanas y cubierta



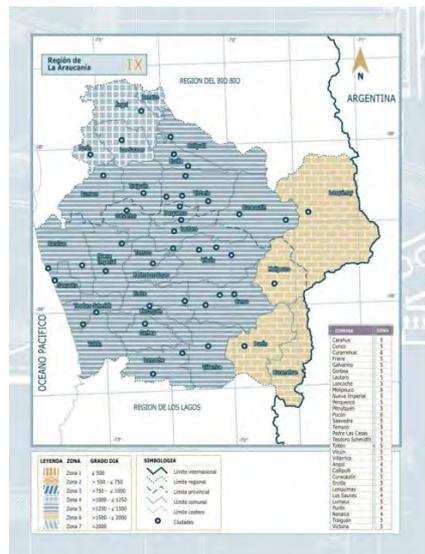
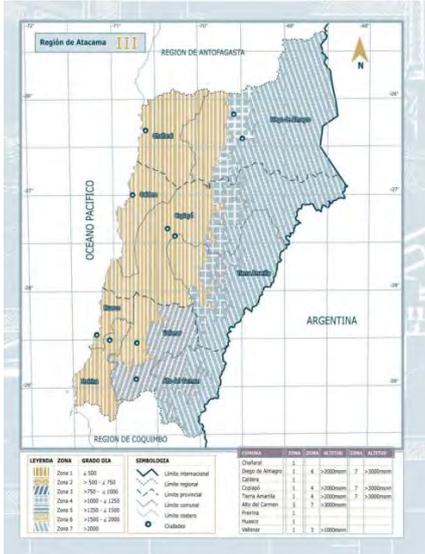
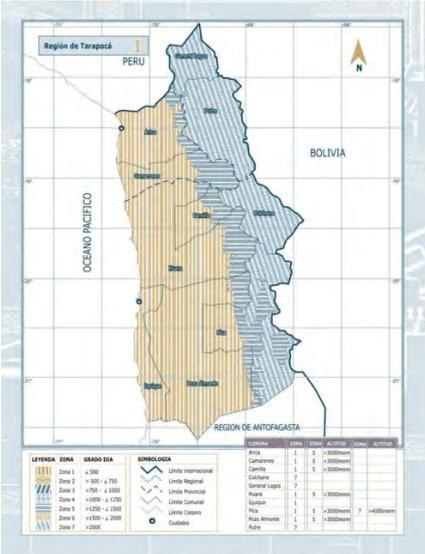
## Tercera Etapa

Certificación energética de las edificaciones

## OBJETIVOS

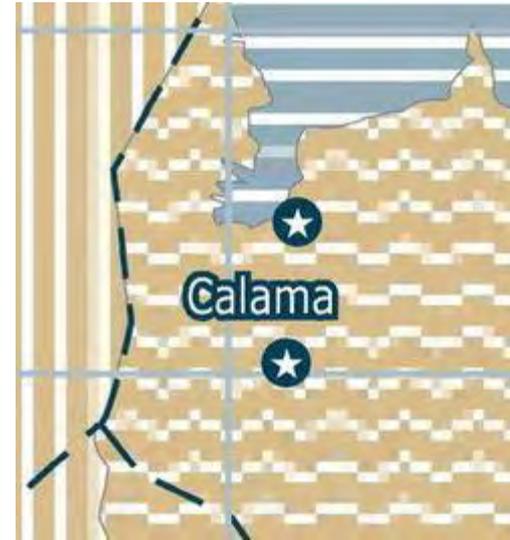
1. **Mejora la calidad de vida** de la población con un costo mínimo.
2. **Reduce el consumo de energía** en el sector residencial y la contaminación que ésta genera tanto al interior como al exterior de la vivienda.
3. Reduce el **deterioro de los materiales** por exposición a grandes cambios de temperatura y humedades excesivas (riesgo de condensación).
4. Estimula el desarrollo de los sectores **productivos y académicos.**

# Reglamentación térmica – Problema Zonificación



LEYENDA	ZONA	GRADO DIA
[Vertical hatching]	Zona 1	≤ 500
[Diagonal hatching]	Zona 2	> 500 - ≤ 750
[Blue diagonal hatching]	Zona 3	> 750 - ≤ 1000
[Blue horizontal hatching]	Zona 4	> 1000 - ≤ 1250
[Blue vertical hatching]	Zona 5	> 1250 - ≤ 1500
[Blue horizontal hatching]	Zona 6	> 1500 - ≤ 2000
[Blue vertical hatching]	Zona 7	> 2000

«**Grados/día**: en un período de un día, es la diferencia entre la temperatura fijada como "base", y la media diaria de las temperaturas bajo la temperatura de base, igualando a la "base" aquellas superiores a ésta.»

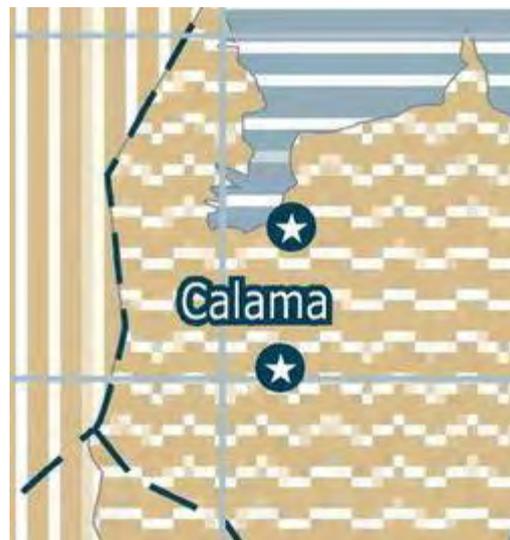
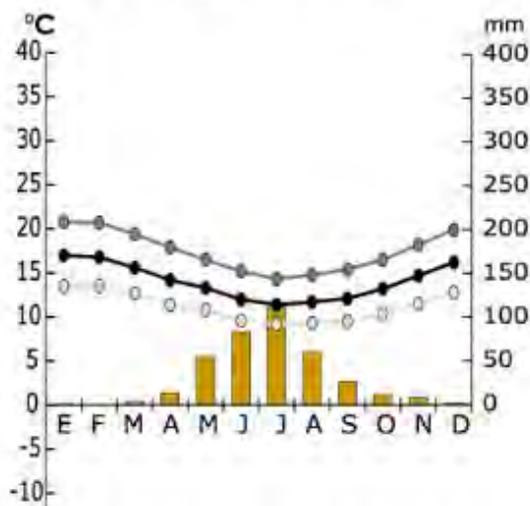


LEYENDA	ZONA	GRADO DIA
	Zona 1	$\leq 500$
	Zona 2	$> 500 - \leq 750$
	Zona 3	$> 750 - \leq 1000$
	Zona 4	$> 1000 - \leq 1250$
	Zona 5	$> 1250 - \leq 1500$
	Zona 6	$> 1500 - \leq 2000$
	Zona 7	$> 2000$

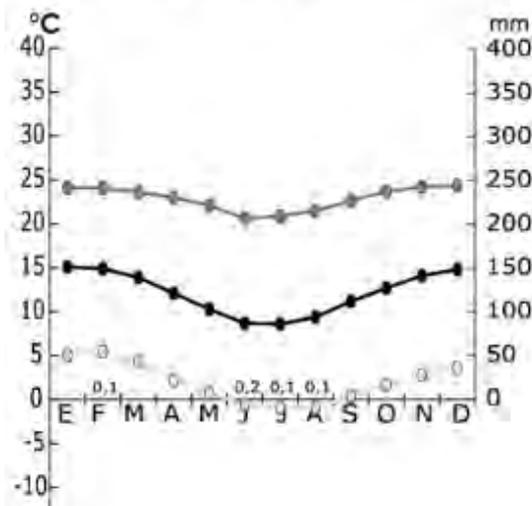
**«Grados/día: en un período de un día, es la diferencia entre la temperatura fijada como "base", y la media diaria de las temperaturas bajo la temperatura de base, igualando a la "base" aquellas superiores a ésta.»**



Estación Valparaíso- Punta Angeles  
33° 01' S; 71° 38' W; 41 m.s.n.m

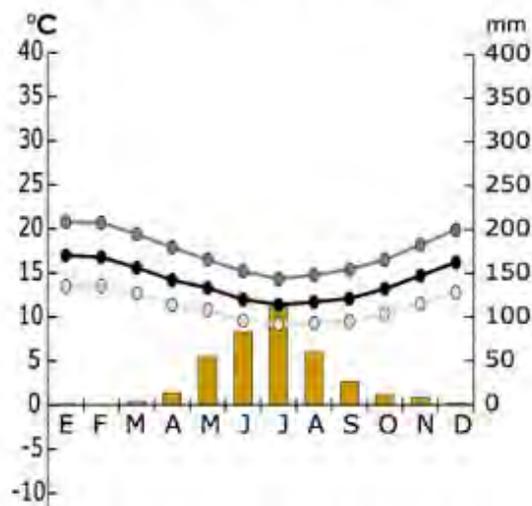


Estación Calama-El Loa  
22° 30' S; 68° 56' W; 2260 m.s.n.m

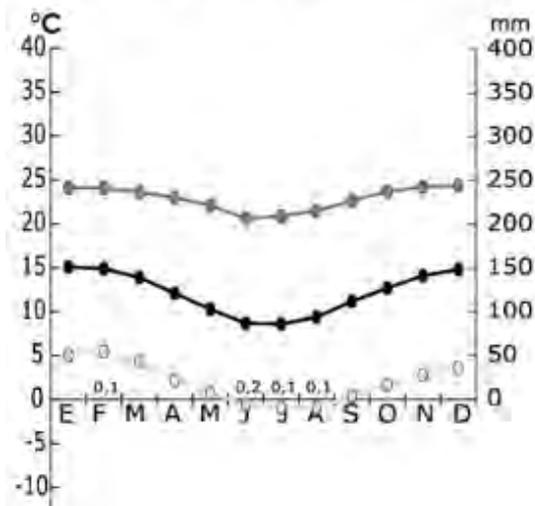




Estación Valparaíso- Punta Angeles  
33° 01' S; 71° 38' W; 41 m.s.n.m



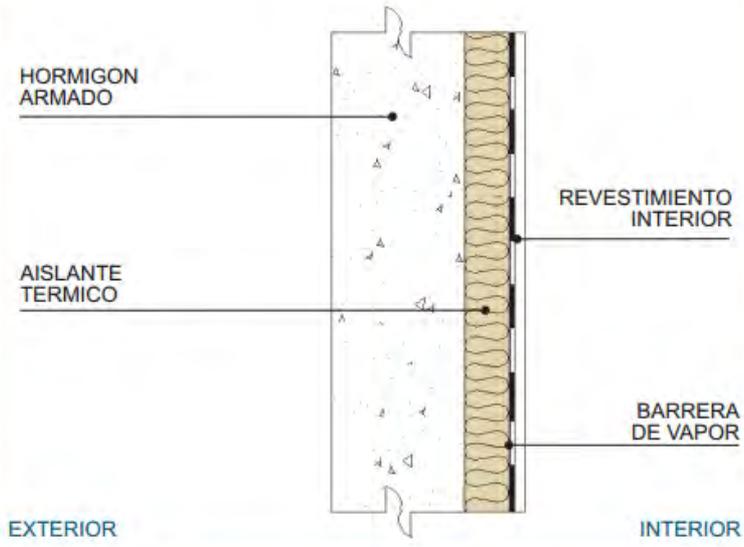
Estación Calama-El Loa  
22° 30' S; 68° 56' W; 2260 m.s.n.m



# Reglamentación térmica – Problema Calidad de la envolvente

**MURO DE HORMIGON ARMADO CON AISLANTE TERMICO ADOSADO A CARA INTERIOR** 16

Nota: Esta solución es aplicable también en muros de albañilería

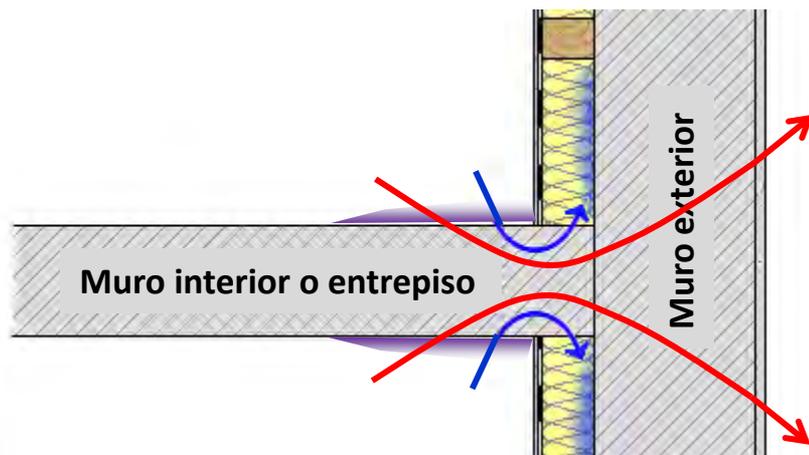
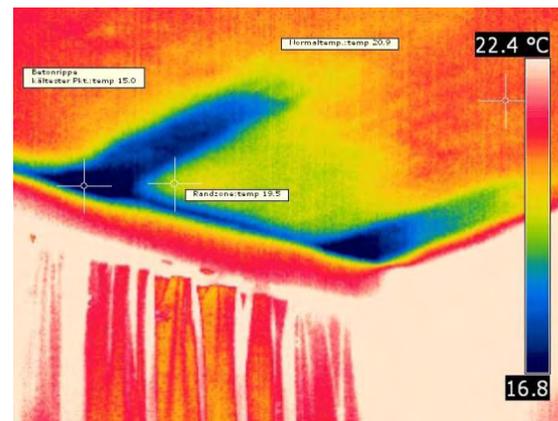
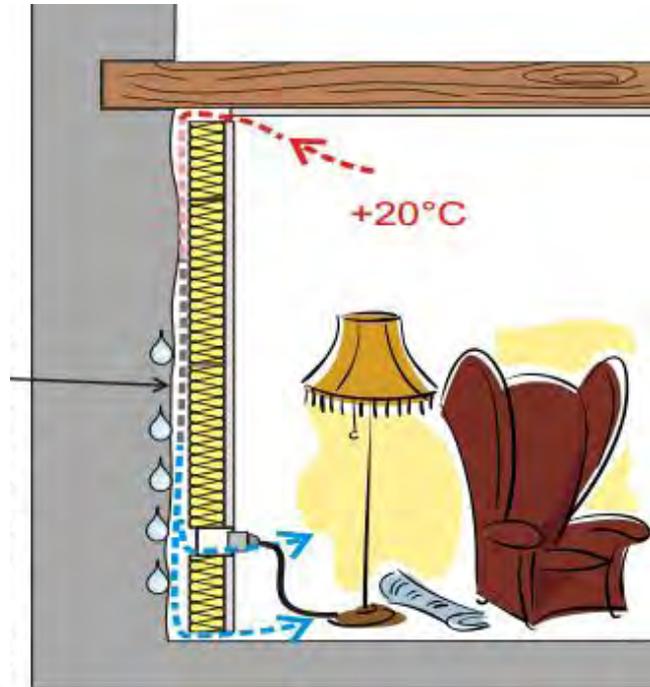


	Zona 2
Muro 16	
Espesor de muro de HA= 150mm	
Poliestireno expandido 15 kg/m <sup>3</sup>	20
Lana de vidrio 14 kg/m <sup>3</sup>	30

+/- 0 °C

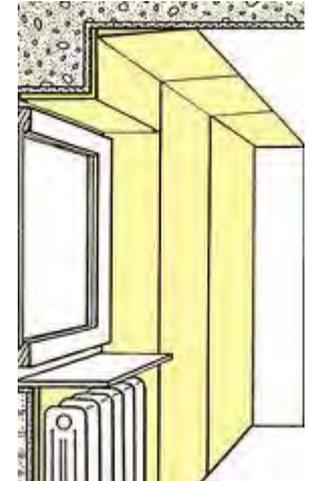
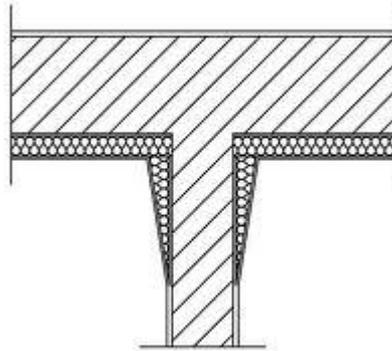
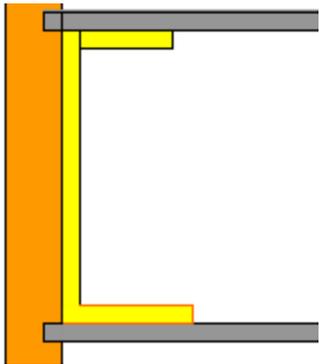
Temperatura superficial interior aprox. 5 °C.

En el muro frío ocurre condensación.



## La aislación interior sobre un muro macizo

- desconecta térmicamente el muro exterior, **desaprovechando su masa térmica** (capacidad de almacenamiento de calor).
- puede generar **condensación** en la superficie del muro sólido y en los encuentros con muros interiores y entrepiso.
- **solo es recomendable en remodelaciones y en ambientes de uso discontinuo**, ya que el tiempo de respuesta de la calefacción se reduce.
- Por su complejidad las exigencias en la **planificación y ejecución son muy altas.**



# Reglamentación térmica – Problema Certificación

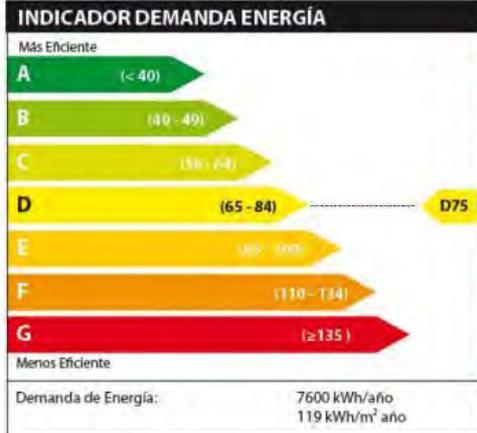
**CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**  
**Edificio Terminado**  
 Certificado Final  
 Certificado N°: 1224453u48349-2323



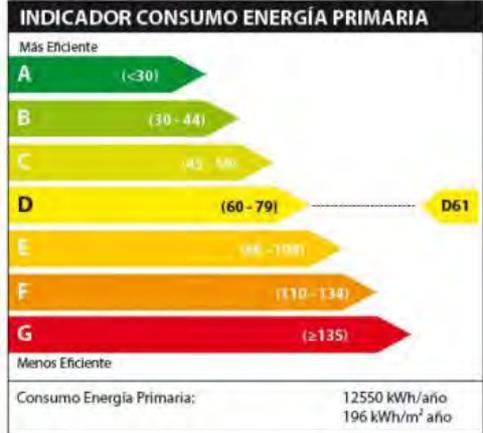
Dirección : Las Verbenas 4520  
 Comuna : La Florida  
 Ciudad : Santiago  
 Rol : GSR-839489  
 Solicitado por : Inmobiliaria TGR

Tipo de Vivienda : Casa  
 Zona Térmica : 3  
 Superficie Interior Útil : 64m<sup>2</sup>

Fecha de Emisión : 10 de octubre 2008  
 Válido Hasta : 10 de Octubre 2018

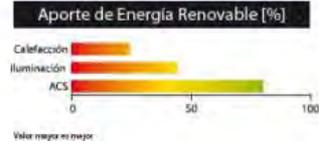
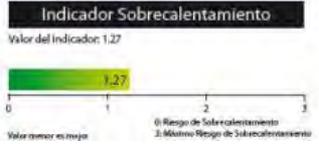
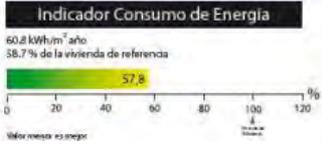


El indicador de demanda de energía es medida comparativa respecto a una referencia, de la cantidad efectiva de energía utilizada por la vivienda en calefacción e iluminación. Está relacionada con la calidad del diseño de la vivienda y de los materiales utilizados, sin considerar la eficiencia del sistema de calefacción e iluminación y el tipo de combustible.



El indicador de consumo de energía primaria es una medida comparativa, respecto a una referencia, del consumo total de energía utilizada por la vivienda en calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria. Considera el diseño de la vivienda, la eficiencia de los sistemas y el tipo de energía utilizada considerando sus transformaciones y pérdidas desde su lugar de origen hasta el lugar de consumo final.

**INDICADORES SECUNDARIOS**



# Reglamentación térmica – **Statu quo**



## OBJETIVOS

1. **Mejora la calidad de vida** de la población con un costo mínimo. **Pendiente**
2. **Reduce el consumo de energía** en el sector residencial y la contaminación ésta genera tanto al interior como al exterior de la vivienda. **Pendiente**
3. Reduce el **deterioro de los materiales** por exposición a grandes variaciones de temperatura y humedad (de condensación). **Capacitación de calidad**  
Todos los involucrados en el proceso de la construcción
4. Estimula el desarrollo de los sectores productivos y académicos. **Pendiente**

# Eficiencia energética v/s Salud



«Controla filtraciones de aire:

- **Sella todas las aperturas** por donde puede salir el calor con silicona o cinta adhesiva.
- Al calefaccionar una habitación, **mantén cerradas puertas y ventanas.»**



«Cuando se use un artefacto de combustión:

- Siempre debe existir **una ventilación adecuada.**
- **Las puertas o ventanas** de la habitación **deben estar abiertas.»**



**“Un edificio térmico es el ambiente perfecto para hongos.”**



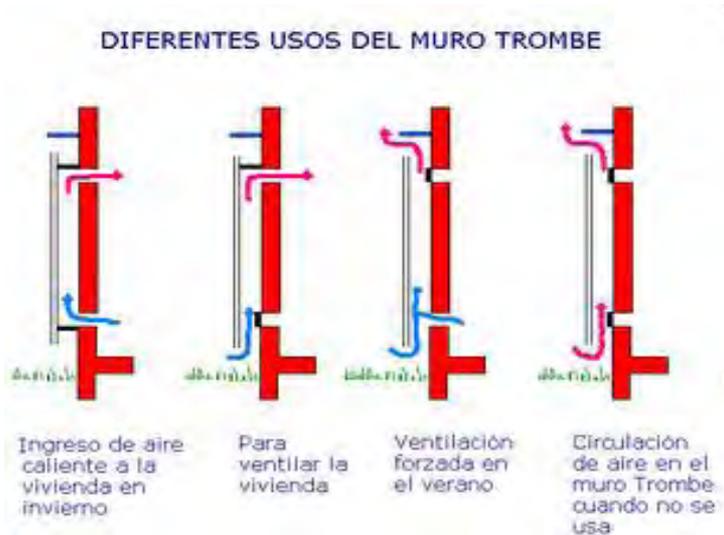
# Mito «Muro Trombe»

Muro de 50 a 75 cm + aire 15 cm + cristal convencional

Absorbe y almacena la energía solar térmica

Desarrollado por el ingeniero francés F. Trombe, 1956

Desventajas: Muro no aislado, poca eficiencia, alto costo, requiere protección en verano





UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA  
DEPTO DE INGENIERÍA DE OBRAS CIVILES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN  
FRANCISCO SALAZAR N° 01145, TEMUCO - CHILE  
FONO 45-325680

## Estudio del Muro Trombe y Factibilidad Técnica de su uso en Temuco

Autor: Viviana Marlene Alvial Rivera  
Profesor Guía: Juan Pablo Cárdenas Ramírez  
Área temática: Eficiencia Energética  
2009

*(En Temuco)*

... el Muro Trombe colabora a la calefacción y al bienestar térmico que puede proporcionar la edificación, pero **este aporte sólo bordea el 2%** mensual, lo cual no es suficiente como un aporte considerable para la demanda de calefacción ...

... por lo cual **no sería factible térmicamente**, por que solo actúa como un sistema complementario a la calefacción tradicional y **en los meses de invierno no genera aporte térmico.**

... el Muro Trombe **no es factible económicamente** y para las condiciones dadas, ya que el tiempo de amortización del muro es muy elevado, aproximadamente 17 años, ...

## AISLACIÓN TÉRMICA TRANSPARENTE

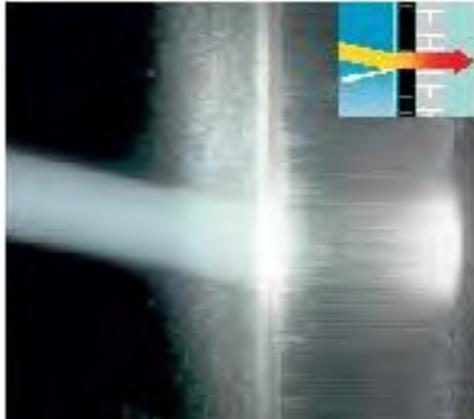
Elemento por lo general de cristal capilar

Se basa en un invento de origen californiano, y fue ampliamente estudiado y desarrollado en los años 80 y 90

Ventaja: el muro absorbente está aislado, eficiente

Desventaja: alto costo

Invierno



Verano



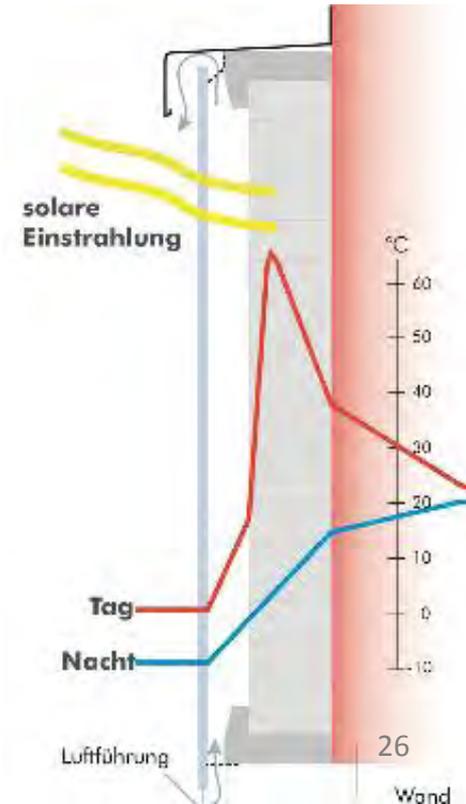
# AISLACIÓN TÉRMICA TRASLÚCIDA

Elemento alveolar en base de celulosa

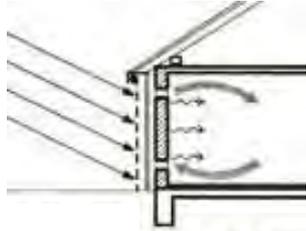
Desarrollo austriaco reciente

Ventaja: el muro absorbente está aislado, eficiente

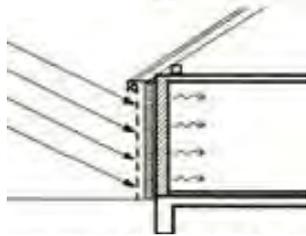
Desventaja: alto costo



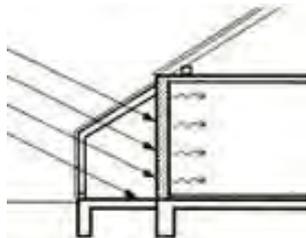
# MASA TÉRMICA – DISEÑOS ESPECIALES



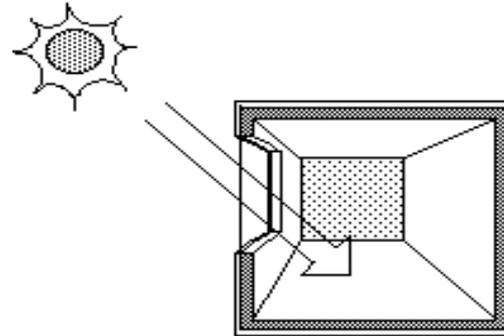
**Muro Trombe**



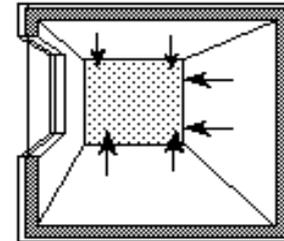
**Aislación  
transparente/traslúcida**



**Invernadero adosado**



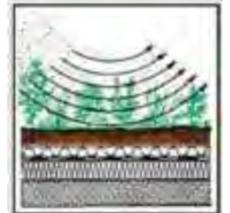
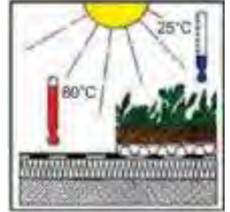
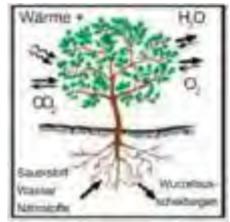
**Arquitectura  
solar pasiva**



# Envolvente «verde»

Ventajas de los **techos verdes** según publicidad:

- Logran reducir el CO<sub>2</sub> del aire y liberan oxígeno.
- Reducen el efecto de isla de calor urbano.
- **Aíslan los edificios, manteniendo el calor durante el invierno** y el frío durante el verano, lo que permite un ahorro energético.
- Regulan el escurrimiento del agua ya que retienen las aguas pluviales.
- Permite mejorar el paisaje.
- Favorecen la biodiversidad en el medio ambiente urbano.
- Aíslan el ruido exterior.



# FACHADA VERDE



Trepadora en  
suelo natural



Trepadora vertical  
en altura



Sistema intensivo de  
jardín vertical

**Costo mínimo**  
**Mantenimiento mínima**

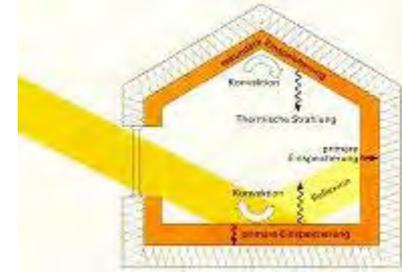


**Costo muy alto**  
**Mantenimiento intensiva**

# La envolvente térmica: un desafío

Envolvente térmica **bien** diseñada **y bien** ejecutada **y bien** usada:

- Reduce las pérdidas energéticas en invierno
- Reduce el sobrecalentamiento veraniego
  - **Potencia uso solar pasivo**
  - **Genera mayor confort térmico**



Envolvente térmica **mal** diseñada **o mal** ejecutada **o mal** usada significa:

- Alto costo
- Altos riesgos de daños a la construcción
- Altos riesgos de contaminación interior

# Pérdidas térmicas vivienda referencial

## Sin aislación



# Pérdidas térmicas vivienda referencial

## Reglamentación térmica Etapa 1



# Pérdidas térmicas vivienda referencial

## Reglamentación térmica Etapa 2



# Pérdidas térmicas vivienda referencial

## Reglamentación térmica Etapa 3



# Pérdidas térmicas vivienda referencial

- **Aislación térmica mejorada**
- **Calefacción y ventilación eficiente**
- **Diseño mejorado: Ganancias solares**



# Pérdidas térmicas vivienda referencial

## Estándar «Casa pasiva»



Una **envolvente** de acuerdo a la **Reglamentación Térmica vigente**, considerando la realidad de calefacción del  $> 95 \%$  de la población ...

- ... posiblemente lleva a la generación de **condensación y hongos** en el interior, con la consecuente **contaminación** del aire y **daños** a la construcción;
- ... posiblemente lleva la **aislación térmica al interior** del muro, desaprovechando la **masa térmica** de la construcción;
- ... probablemente está **orientada de forma arbitraria**, desaprovechando la **energía solar térmica**.

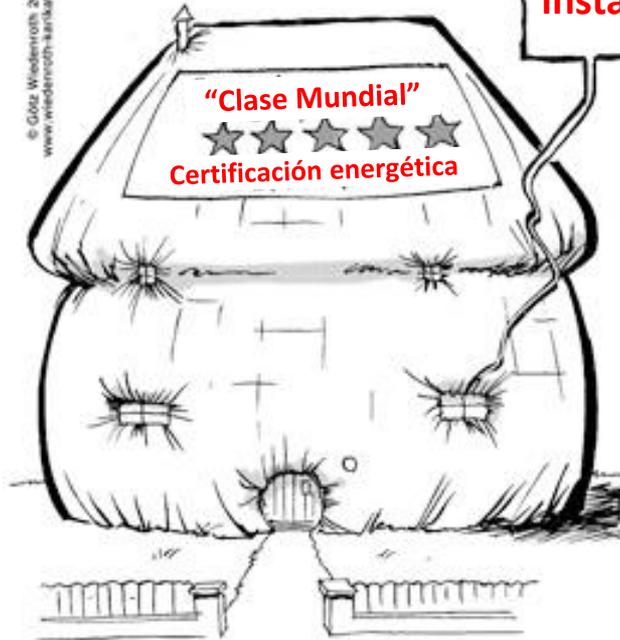




Una **envolvente de alta calidad térmica**, siguiendo el ejemplo de los altos estándares energéticos a nivel internacional, **no es compatible** con la realidad de calefacción del  $> 95 \%$  de la población en Chile.

WIEDENRÖTHS VORBÖRSE

© Günter Wiedenroth 2008  
www.wiedenroth-karikatur.de



Para reducir mis emisiones CO<sub>2</sub>  
instalé una envolvente térmica top



Para los hongos  
en esta casa el  
clima se mejoró  
completamente.

## Kamikaze climático

