

Rehabilitación sostenible de edificios.

Como ahorrar energía y dinero en TU casa.

REHABILITACIÓN SOSTENIBLE DE EDIFICIOS

INDICE

3 Capítulos:

1. ¿Por qué vale la pena rehabilitar un edificio?
2. Soluciones técnicas
3. Ejemplo práctico

SITUACIÓN ACTUAL

Viviendas unifamiliares
mal aisladas

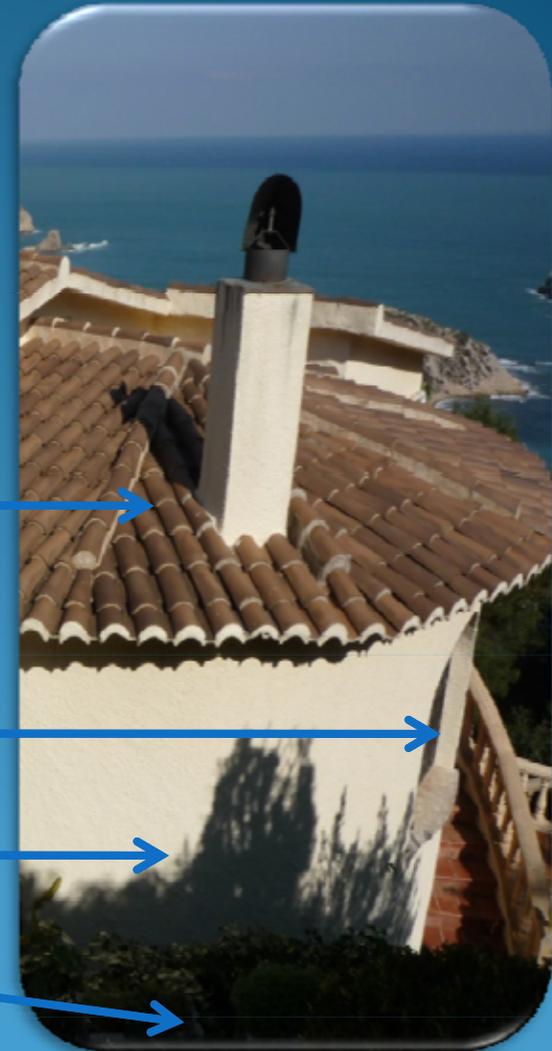
(construidas antes de 2006)

Tejados

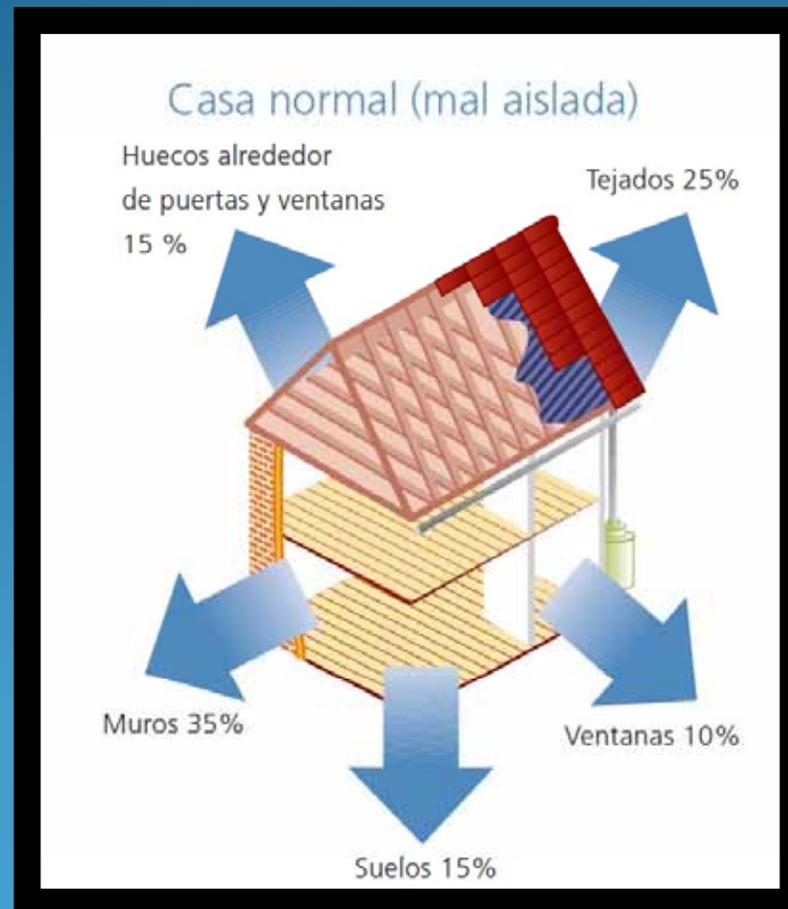
Ventanas

Fachadas

Suelos



VIVIENDA MAL AISLADA



SÍNTOMAS Y CONSECUENCIAS

- Falta de salud y bienestar.
- Demanda superior de energía para refrigerar y calentar la vivienda
 - >> Factura energética muy elevada
 - >> Emisión superior de CO₂.

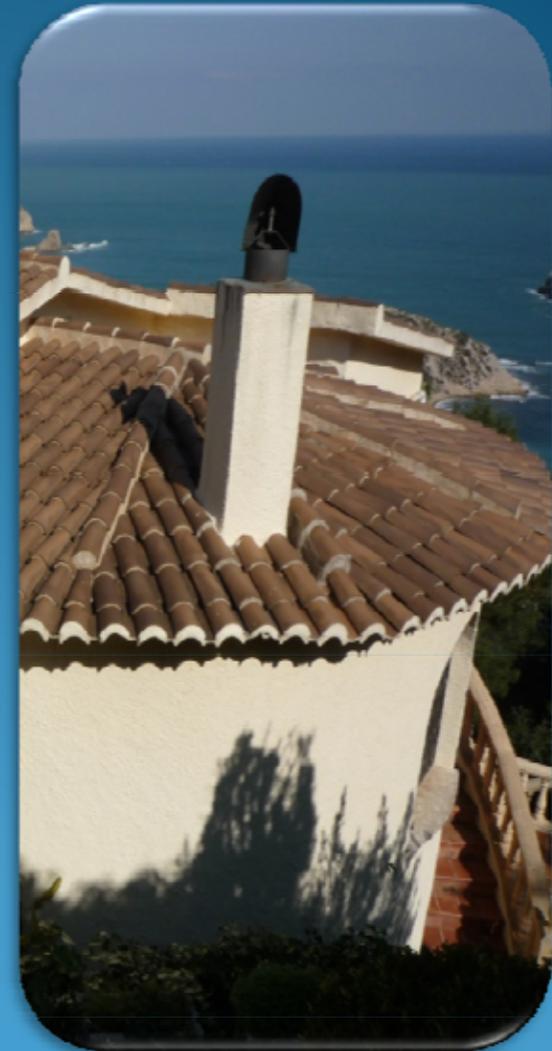


REHABILITAR...

¿POR QUÉ?

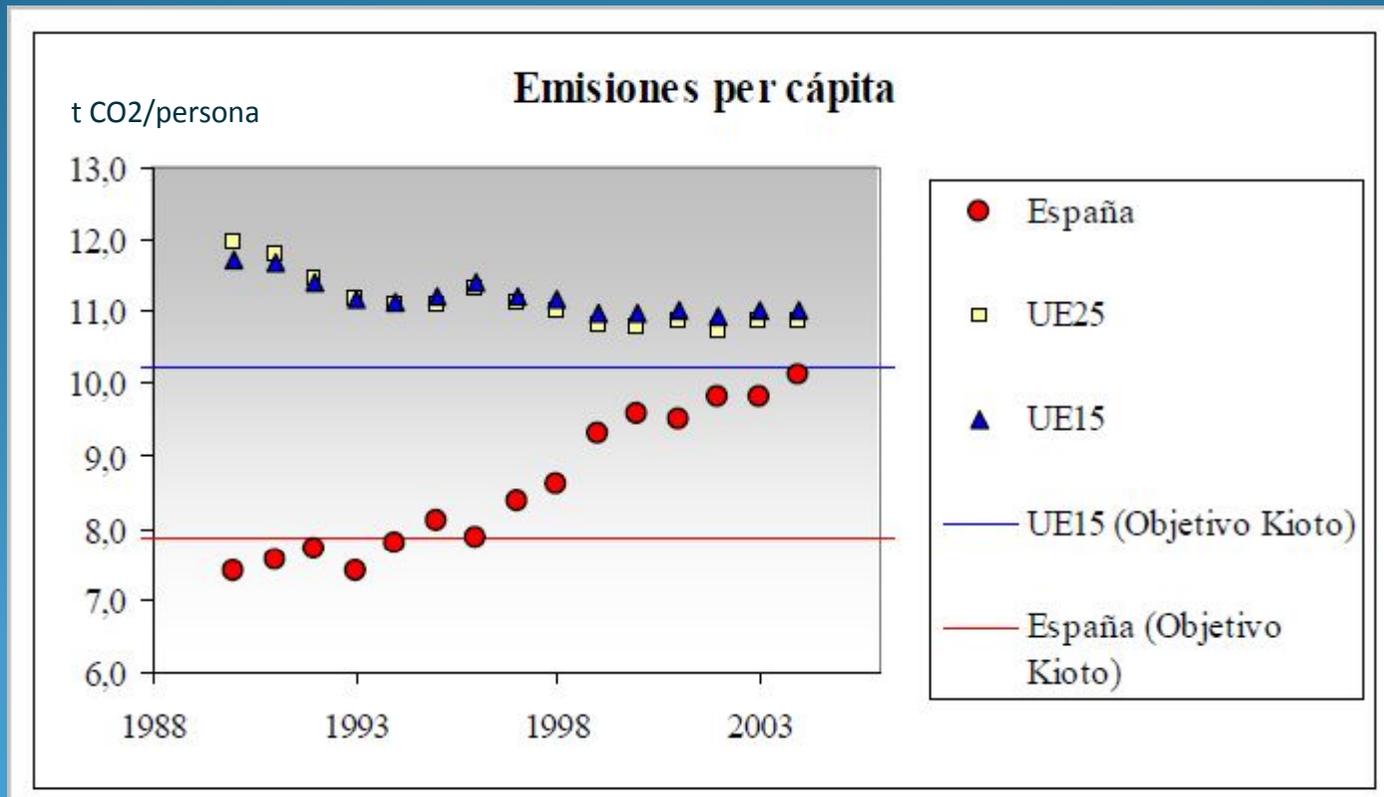
3 RAZONES:

- 1) Emisiones CO₂
- 2) Normativa
- 3) Provecho para el propietario

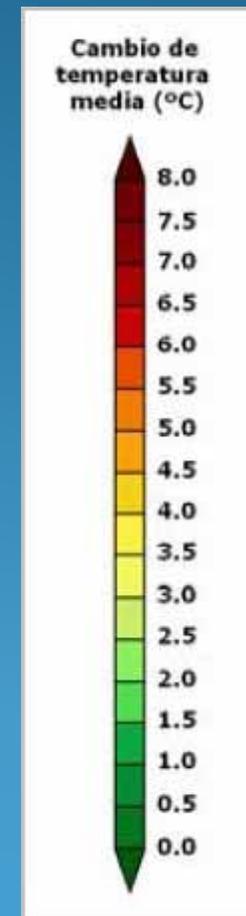
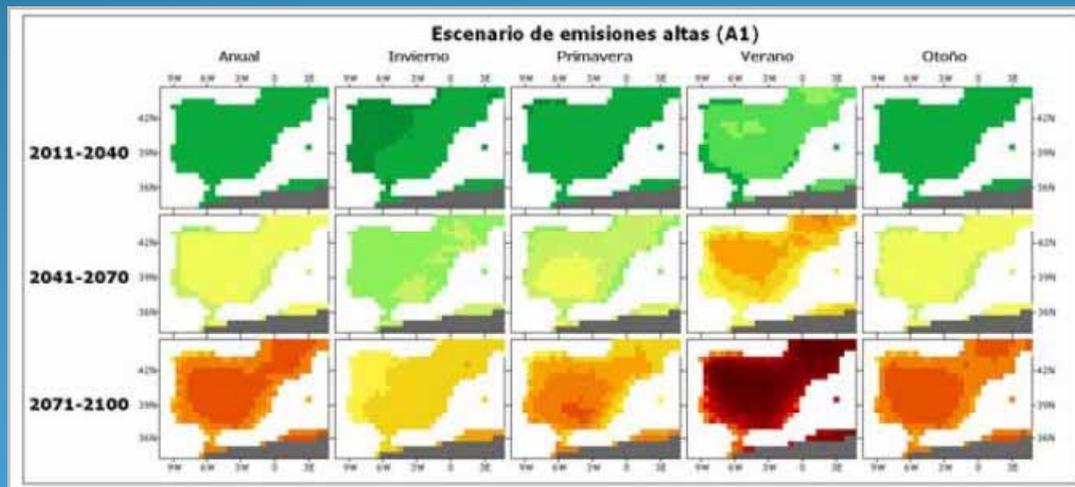
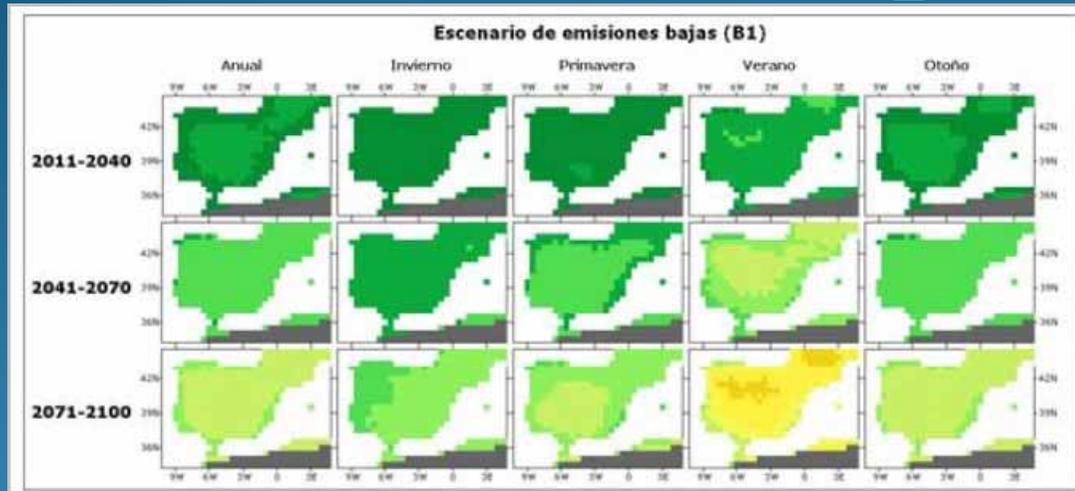


1 | EMISIONES CO₂

Comparativa de emisiones CO₂



1 | EMISIONES CO₂ | Escenarios



1 | EMISIONES CO₂

Cambio climático



1 | EMISIONES CO₂

“Esta en nuestros manos”

Responsabilidad del consumo total de España

1) Uso del coche:

12 % del consumo total de energía

2) Consumo energético de los edificios:

7 % sector terciario

10 % sector domestico

2 | NORMATIVA

Directiva 2002/91/CE del parlamento europeo



Objetivo

Fomentar la eficiencia energética de los edificios

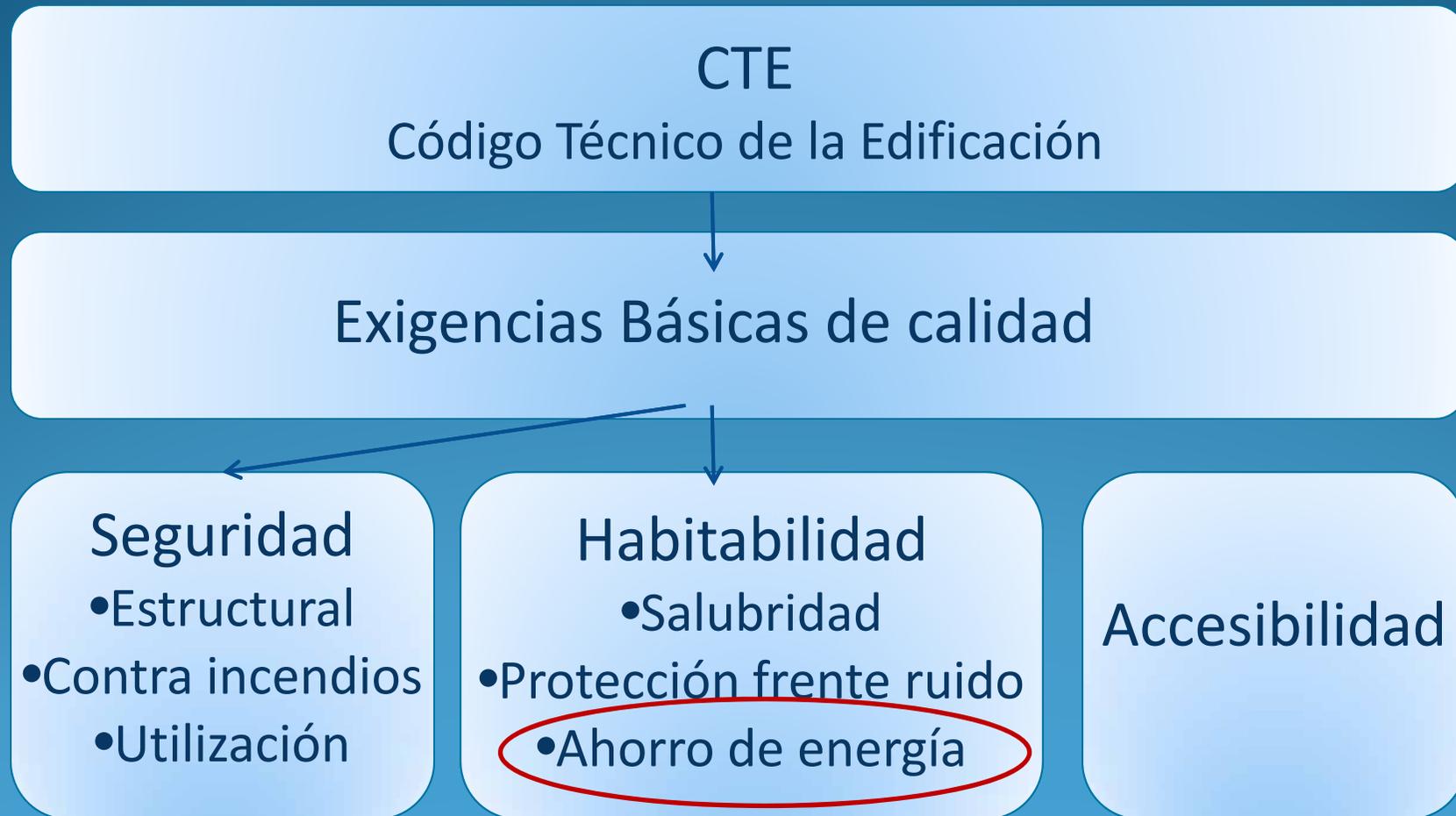


CTE
Código Técnico
de la
Edificación

RITE
Reglamento de
Instalaciones
Térmicas en los
edificios

Certificación
Energética de
Edificios

2 | NORMATIVA | CTE



2 | NORMATIVA | CTE | DB-HE



CTE | DB HE | Ahorro de energía

HE 1: Limitación de demanda energética*

HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

HE 3: Eficiencia energética instalaciones de climatización

HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria**

HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

- * a) edificios de nueva construcción
- b) rehabilitaciones con una superficie útil >1000 m² y renovación > 25% del total de sus cerramientos.

** ACS : Xàbia = zona climática IV

> 70% contribución solar (VUA) con apoyo de electricidad

> 60% con apoyo de gasóleo, propano, gas natural.

3 | PROVECHO PARA EL PROPIETARIO

- Ahorrar dinero (facturas consumo)



- Mejorar el confort y bienestar para el usuario

- Temperatura de confort
- Eliminar condensaciones y moho
- Mejorar el aislamiento acústico



- Mejorar la posibilidad de venta
- Ventaja competitiva única



¿Cómo se consigue....?

- ¿Ahorro energético?
- ¿Reducción de la dependencia energética?
- ¿Reducción de la emisión de CO₂?
- ¿Confort para el usuario?

LA IMPORTANCIA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

TRIAS ENERGÉTICA



Eficiencia
energética

Energías
renovables

Energía
fósil

Buen aislamiento =

¡Requisito previo del ahorro energético!

Reducir la demanda de energía

- Evitar pérdidas energéticas
- Implementar medidas de ahorro energético

Utilizar fuentes energéticas sostenibles

Producir y utilizar energía fósil de la forma más eficiente posible



“La energía mas ecológica
es la que no se consume.”

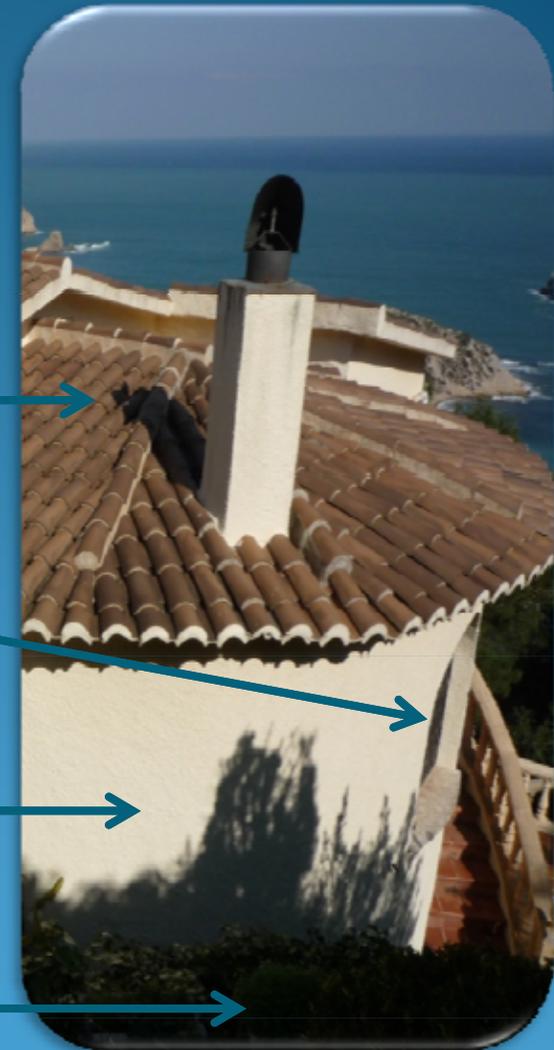
Rehabilitación Envolvente Térmica

4) Tejados

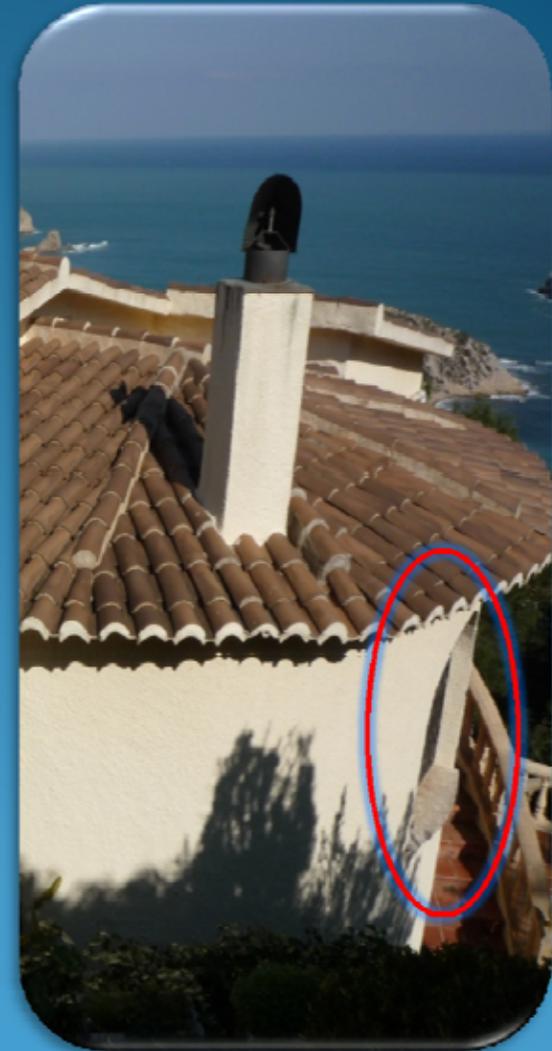
1) Ventanas

2) Fachadas

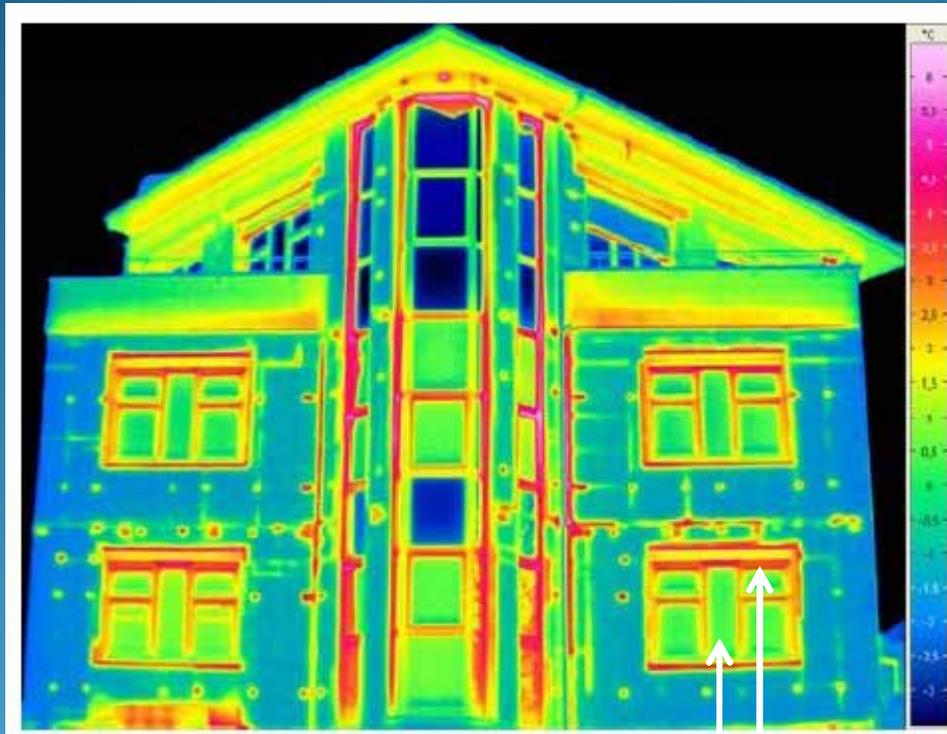
3) Suelos



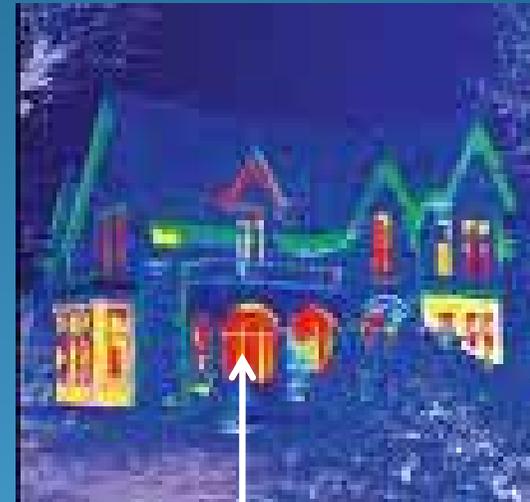
1 | Rehabilitación Ventanas



1 | Rehabilitación Ventanas



Vidrio | Marco



Cambio de ventanas
= Intervención sencilla

1 | Rehabilitación Ventanas

Marco

25 – 35% de la superficie del hueco

A) Marco metálico, $U^* = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

B) Marco metálico con RPT, $U = 3,20-4 \text{ W/m}^2\text{K}$

C) Marco de madera, $U = 2,0-2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

D) Marco de PVC, $U = 1,8 - 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

*Coeficiente U = Transmitancia térmica. Menor valor = mejor aislado.

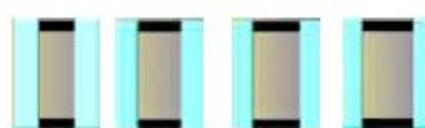
1 | Rehabilitación Ventanas

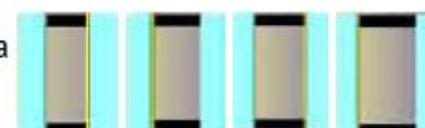
Vidrio = 70% de la superficie del hueco

A) Vidrio sencillo, $U = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

B) Unidad de vidrio aislante

C) Vidrio de baja emisividad
(capa de óxidos metálicos
en uno de los vidrios)

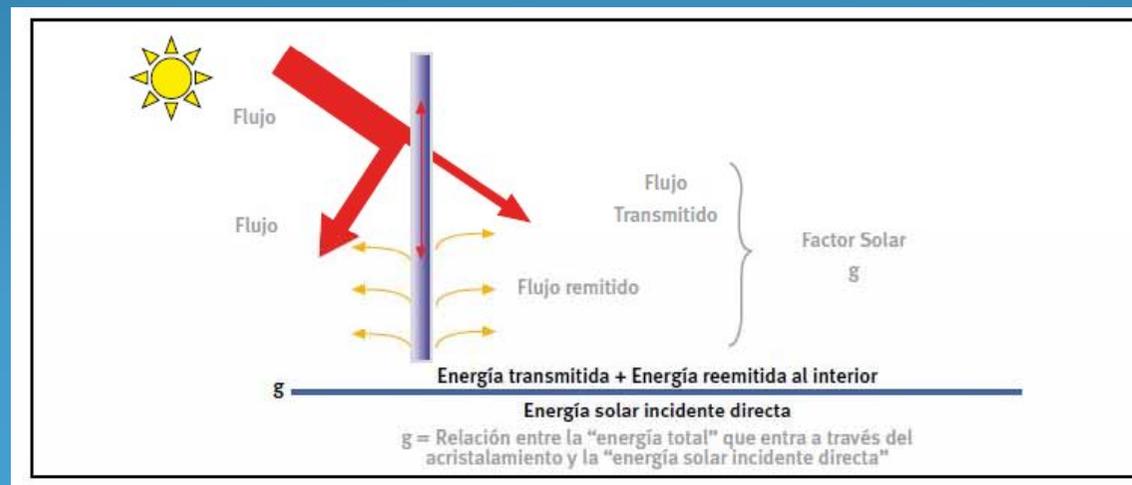
Composición ²	4-6-4	4-8-4	4-10-4	4-12-6
				
U (W/m ² K)	3,3	3,1	3,0	2,9

Composición ⁴ con un vidrio normal y un vidrio de baja emisividad ($\epsilon \leq 0,03$)	4-6-4	4-8-4	4-10-4	4-12-6
				
U (W/m ² K)	2,5	2,1	1,8	1,7

1 | Rehabilitación Ventanas

Vidrio

1. Transmitancia termica (W/m^2K)
2. Factor solar (g)



a) Vidrio sencillo:
 $g = 0,83$

b) Unidad de
vidrio aislante

$g = 0,75$

Modificación:

Vidrio de control
de solar

1 | Rehabilitación Ventanas

Situación	Acristalamiento	Espesor cámara	Carpintería	Pérdidas (*) (%)	Ahorro (**) (%)
Inicial	Doble	6	Metálica	100	0
1	Doble	12	Metálica	93	8
2	Doble	6	Metálica RPT	88	13
2	Doble bajo emisivo	6	Metálica	88	13
3	Doble	12	Metálica RPT	80	20
4	Doble bajo emisivo	6	Metálica RPT	75	25
4	Doble	6	Madera	75	25
5	Doble bajo emisivo	12	Metálica	73	28
6	Doble	6	PVC	70	30
7	Doble	12	Madera	68	33
8	Doble	12	PVC	63	38
8	Doble bajo emisivo	6	Madera	63	38
9	Doble bajo emisivo	12	Metálico RPT	60	40
10	Doble bajo emisivo	6	PVC	58	43
11	Doble bajo emisivo	12	Madera	48	53
12	Doble bajo emisivo	12	PVC	43	58

(*) % de pérdidas energéticas a través del cerramiento tomando como referencia (100%) la situación inicial

(**) % de ahorros (reducción de pérdidas energéticas) logrados a través del cerramiento respecto a la situación inicial

Cálculos realizados para participación de 30% marco y 70% acristalamiento

1 | Rehabilitación Ventanas

Ventajas

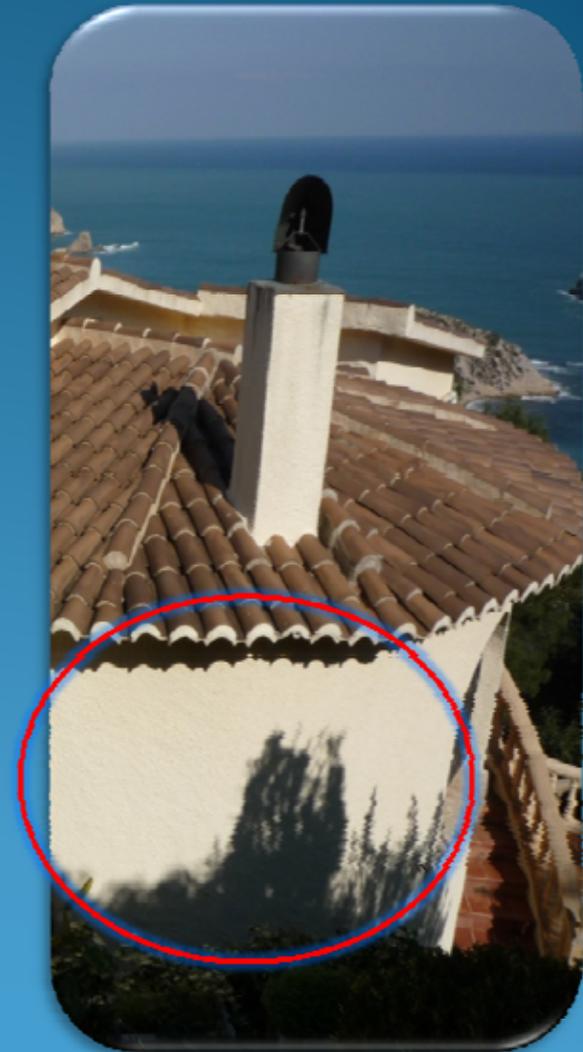
- Sencillo y económico (p.e. cambiar solo los cristales)
- Menor pérdidas = - gastos y – CO₂
- Mejora acústica, seguridad, control solar y mantenimiento en un paso
- Mejora del confort (corriente de aire)

1 | Rehabilitación Ventanas

OJO:

Montaje de las ventanas en la misma línea del aislamiento evita los puentes térmicos y moho.

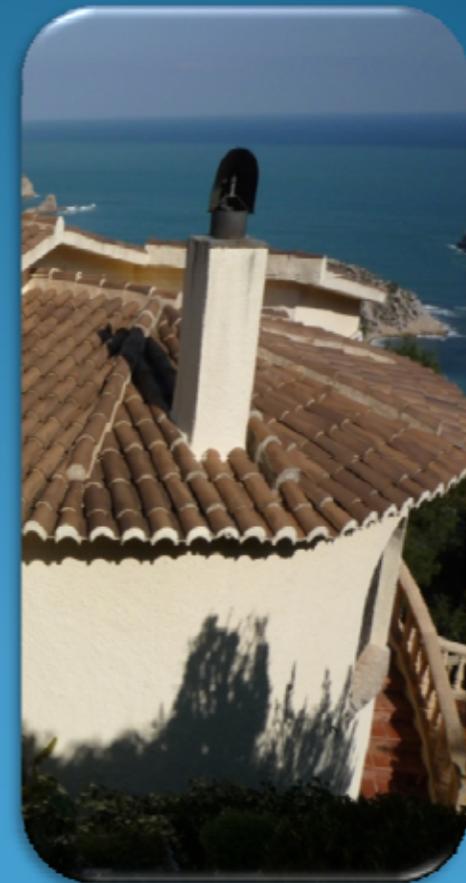
2 | Rehabilitación Fachadas



2 | Rehabilitación Fachadas

SISTEMAS

- A. Aislamiento térmico por el exterior
- B. Aislamiento térmico por el interior
- C. Aislamiento térmico por inyección en cámaras

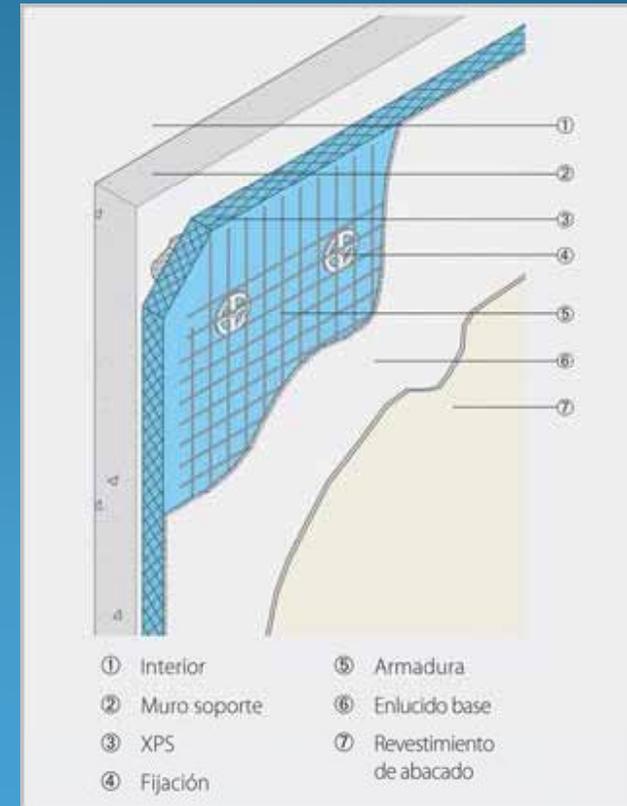


2A | Fachadas | Exterior

Sistema 1:

ETICS = External Thermal Insulation Composite System

- XPS (Poliestireno extruido)
- EPS (Poliestireno expandido)



2A | Fachadas | Exterior

Transmitancia térmica, valor U en W/m^2K

Ejemplo:

- Fachada de dos hojas con cámara
(Resistencia Térmica $R = 0,17 m^2K/W$)

Fachada de dos hojas con cámara ($R = 0,17 m^2K/W$)

Tipo de fábrica exterior	Sin rehabilitar	Rehabilitada con XPS en espesor de:					
		3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	8 cm	10 cm
½ asta L.P.	1.561	0,748	0,616	0,524	0,456	0,362	0,307
1 asta L.P.	1.242	0,666	0,559	0,482	0,424	0,341	0,292

Exigencia CTE: $0,82 W/m^2K$

½ asta ("pie"): 11,5 cm de espesor

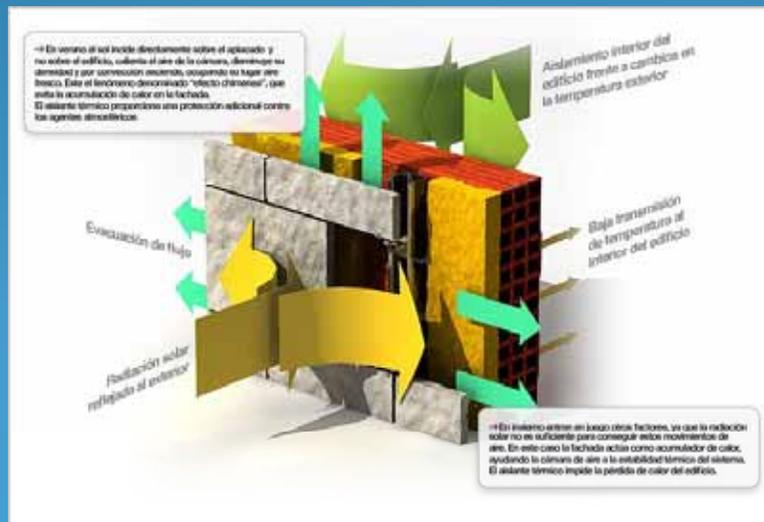
1 asta ("pie"): 24 cm de espesor

2A | Fachadas | Exterior

Sistema 2:

Fachada ventilada

- Lana mineral (lana de vidrio / lana de roca)
- PUR (Espuma de poliuretano proyectado)



2A | Fachadas | Exterior



2A | Fachadas | Exterior

Ventajas:

- Eliminar puentes térmicos
> evitar condensaciones y moho.
- La vivienda es habitable mientras la reforma
- Se mantiene la superficie útil de la vivienda
- Aprovechar la inercia térmica > se estabiliza la temperatura interior > menor consumo de climatización (invierno y verano) >> menor gasto

2A | Fachadas | Exterior

Ojo:

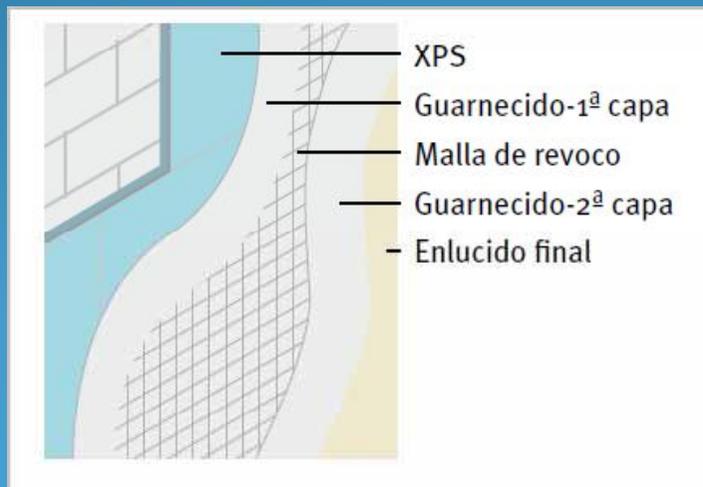
- Utilizar empresas especializadas
- Sistemas con DITE

(Documentos de Idoneidad Técnica Europea)

2B | Fachadas | Interior

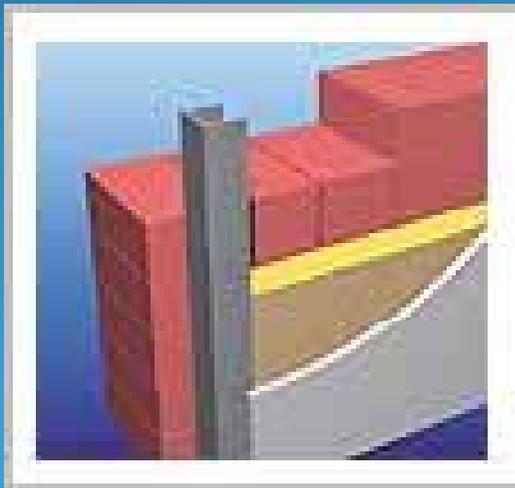
Dos Sistemas de rehabilitación de fachadas por el interior:

1. Con plancha aislante de XPS
> para revestir con yeso “in situ”



2B | Fachadas | Interior

2. Con plancha aislante de XPS (Poliestireno extruido) O lana mineral > para revestir con yeso laminado



2B | Fachadas | Interior

Ventajas:

- Reforma “sencilla”
- Edificios con un grado de protección

Desventajas

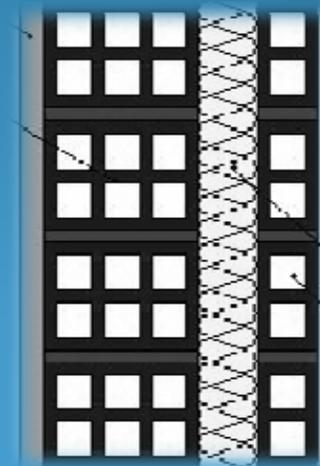
- Habitantes tienen que desalojarse
- La superficie útil de la vivienda se reduce
- Peligro de condensaciones y moho!
- Estancia se calienta rápido, pero no tiene masa para mantener la temperatura

2C | Rehabilitación Fachadas

Inyección en cámaras

Espuma de poliuretano inyectada de baja densidad

- 12 kg/m³ inicial
- 18 – 25 kg/m³ aplicada
- Espesor mínimo de 40 mm
- A través de taladros:
 - distancia máx. 50 cm
 - sin estar situado en la misma línea



2C | Rehabilitación Fachadas

Inyección en cámaras

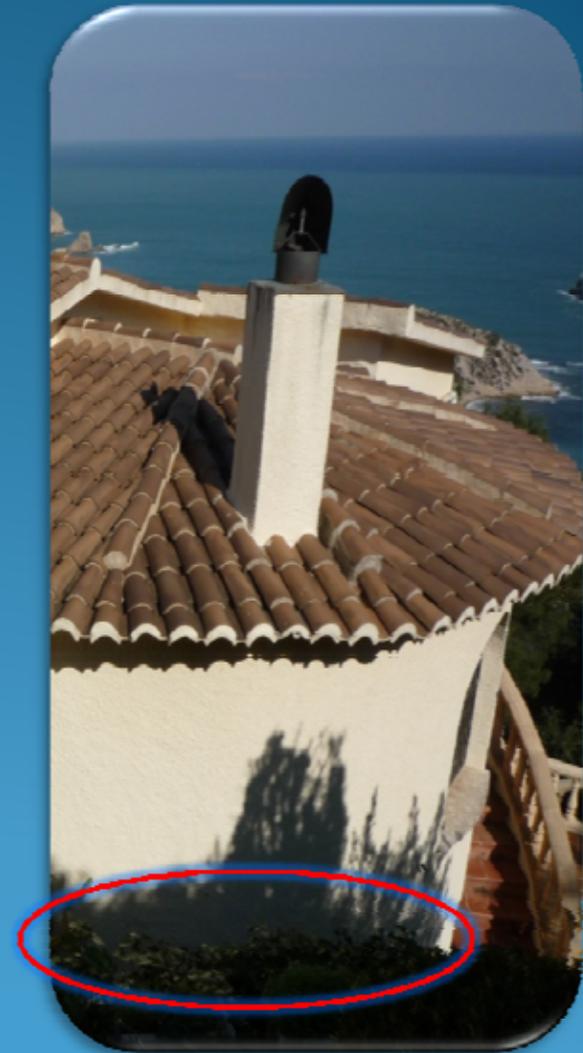
Ventajas:

- Se mantiene la superficie útil y construida de la vivienda

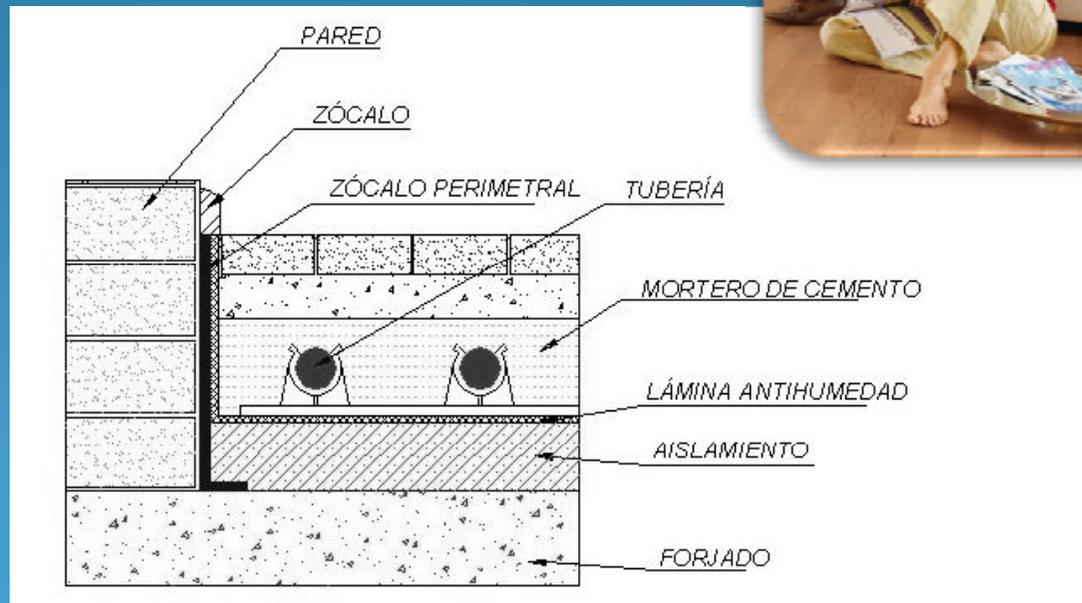
Desventajas

- Peligro de fisuras, si no se aplica el producto de baja densidad!

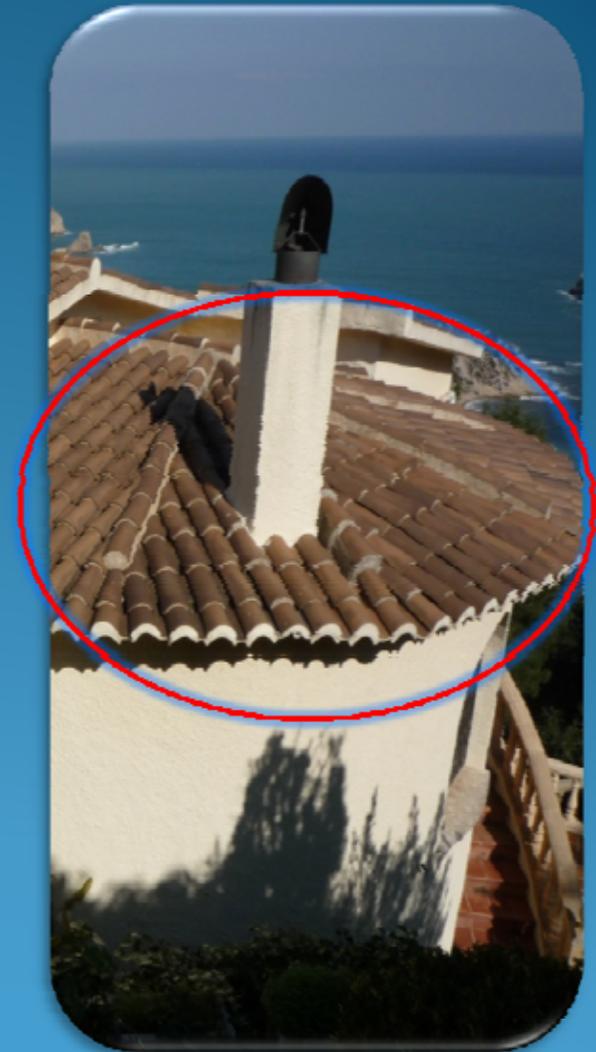
3 | Rehabilitación Suelos



3 | Rehabilitación Suelos



4 | Rehabilitación Tejados



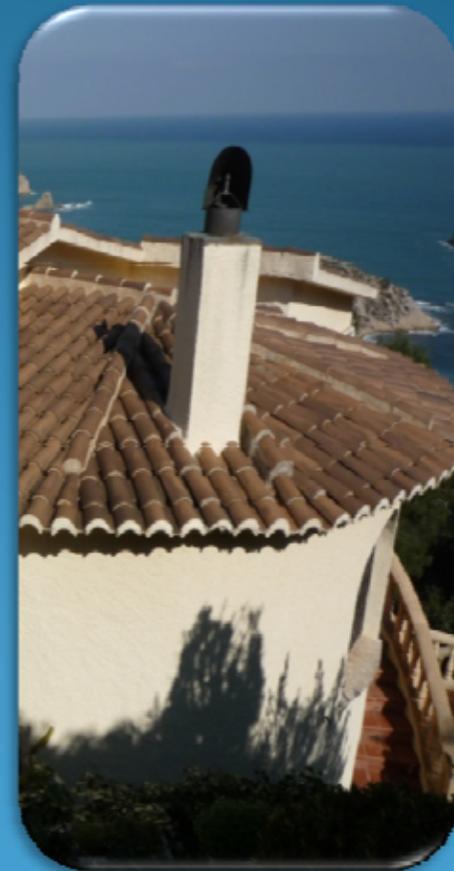
4 | Rehabilitación Cubiertas

Sistemas

- A. Rehabilitación por el exterior
- B. Rehabilitación por el interior

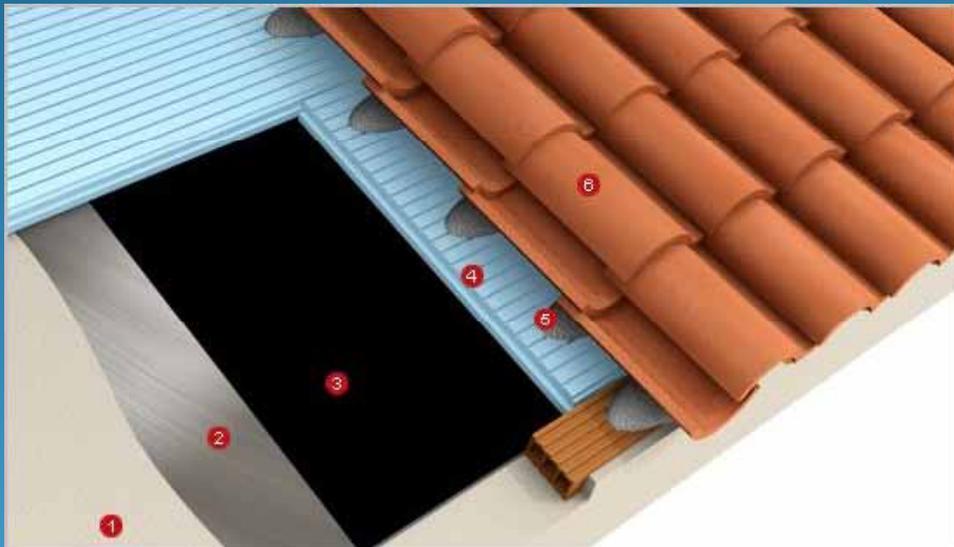
Dos tipos de tejados:

- Cubierta inclinada de tejas
- Cubierta plana



4A | Cubiertas | Exterior

Cubierta inclinada de tejas



1. Forjado / Soporte
2. Imprimación
3. Impermeabilización
4. Aislamiento térmico
5. Adhesivo
6. Teja amorturada

4A | Cubiertas | Exterior

Integración placas solares



Foto: Velux

4 | Cubiertas | Exterior

Cubierta plana

1.1 Cubierta transitable

1.2 Cubierta no transitable

1.3 Cubierta ajardinada

2.1 “Cubierta caliente” > climas fríos y lluviosos

Impermeabilización por encima del aislamiento

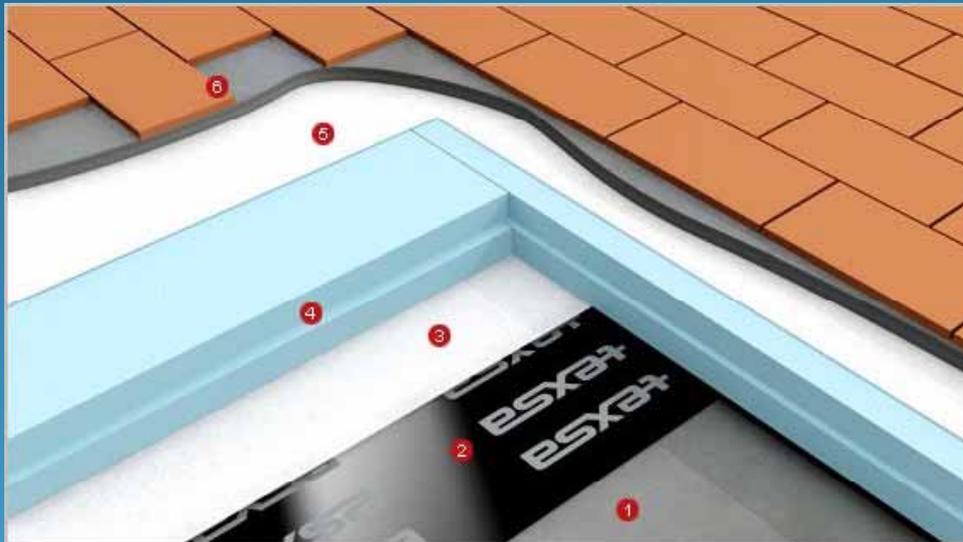
2.2 “Cubierta fría o invertida”

> climas cálidos y secos

Aislamiento protege la impermeabilización

4A | Cubiertas | Exterior

Cubierta plana | transitable | invertida



1. Forjado
2. Impermeabilización
3. Capa separadora
4. Aislamiento térmico
5. Capa separadora
6. Acabado

4A | Cubiertas | Exterior

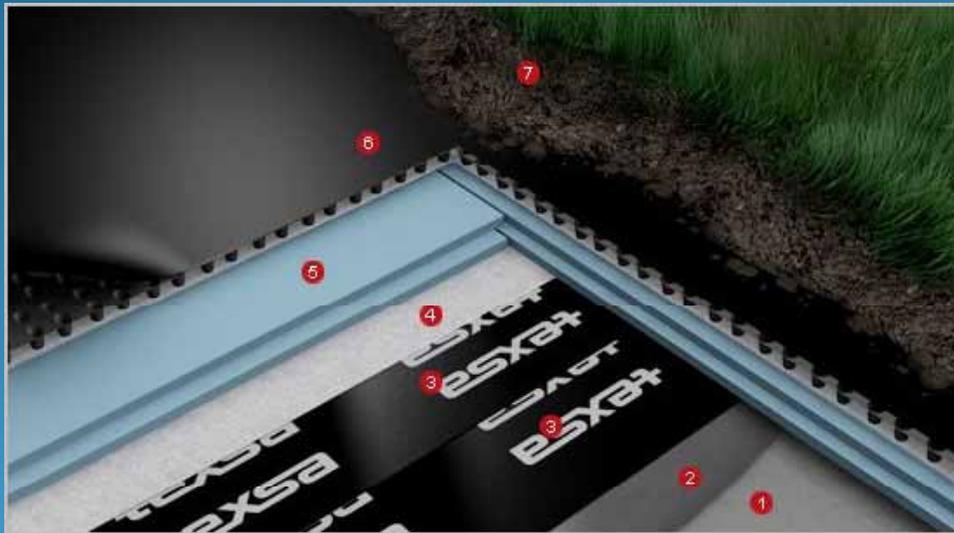
Cubierta plana | no transitable | invertida



1. Forjado
2. Impermeabilización
3. Capa separadora
4. Aislamiento térmico
5. Capa separadora
6. Acabado, canto rodado

4A | Cubiertas | Exterior

Cubierta plana | ajardinada | invertida



1. Forjado
2. Imprimación
3. Impermeabilización
4. Capa separadora
5. Aislamiento térmico
6. Capa drenante
7. Substrato y plantas

4A | Cubiertas | Exterior

Transmitancia térmica, valor U en W/m^2K

Ejemplo:

- Cubierta transitable, acabado con solado de baldosín.
- Rehabilitación con aislamiento térmico de poliestireno extruido (XPS)

R del forjado (m^2K/W)	Sin rehabilitar	Rehabilitada con XPS en espesor de:					
		3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	8 cm	10 cm
0,23	1.376	0,631	0,535	0,464	0,410	0,332	0,285
0,30	1.255	0,605	0,516	0,449	0,398	0,324	0,280

Exigencia CTE: $0,45 W/m^2K$

R = resistencia térmica

4A | Cubiertas | Exterior

Ventajas

- Evitar condensaciones
(forjado está protegido por el aislamiento)
- Aprovechar la inercia térmica del soporte
(estabilizar las temperaturas interiores)
- Se mantiene la altura libre de las habitaciones
- Mínima molestia para los usuarios del edificio

4B | Cubiertas | Interior

Sistemas

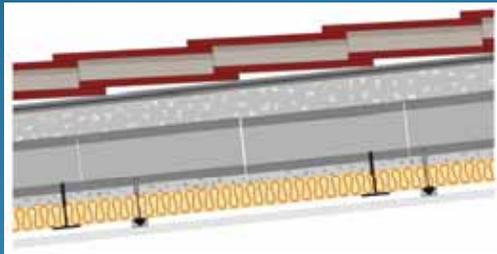
1.1 Placas de yeso laminado y aislamiento de lana mineral o poliuretano proyectado.



1.2 Planchas aislante de poliestireno extruido XPS para revestir con yeso en situ (XPS sin piel de extrusión)

4B | Cubiertas | Interior

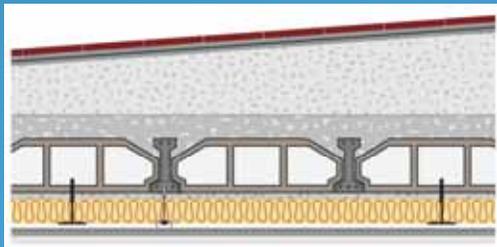
Transmitancia térmica, valor U en W/m²K



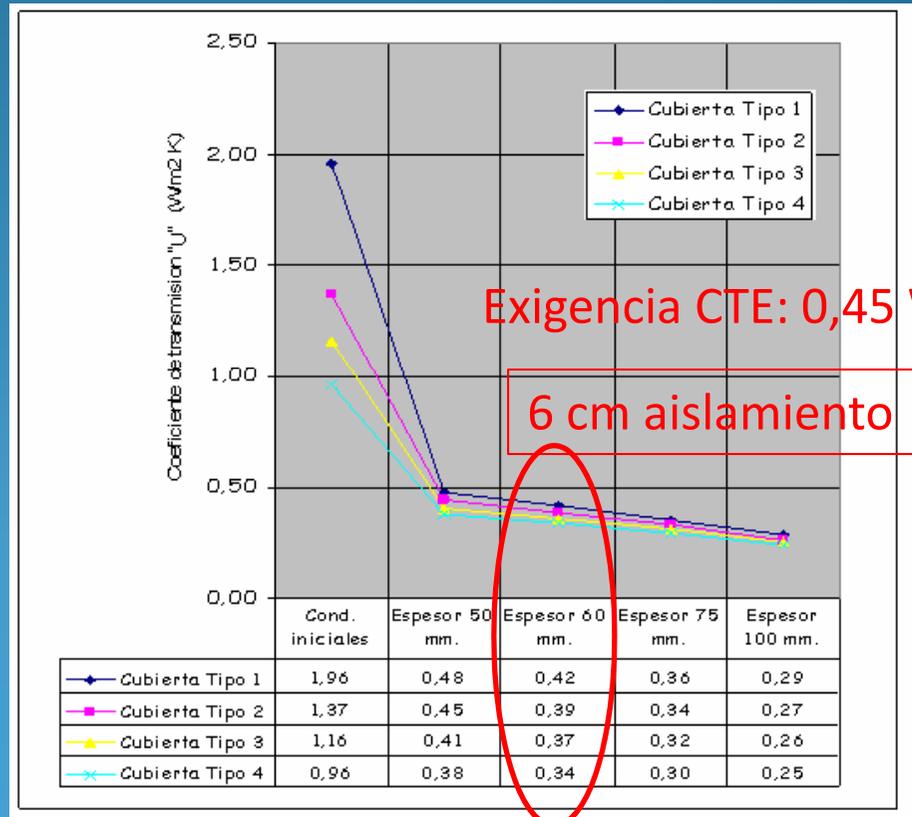
1



2



4



Exigencia CTE: 0,45 W/m²K

6 cm aislamiento

4B | Cubiertas | Interior

Ventajas

- Solo intervención por el interior, sin levantar la cubierta
- La estética exterior se mantiene (especialmente en edificios del patrimonio histórico - artístico es la única opción)
- Montaje seco y rápido (caso de placas de yeso laminado)

Desventaja

- La vivienda tarda menos en calentarse, pero también se enfría y calienta mas rápida (falta de masa)

Ojo:

- Condensaciones! >>Barrera de vapor necesaria
- Altura mínima: aprox. 10 cm (facilitar montaje y nivelación)

4 | Cubiertas | Ejemplos

Rehabilitación de cubierta plana = Mejora de la estética



Foto: solucionesEspeciales



Foto: solucionesEspeciales

Rehabilitación | Ejemplo

Edificio de 6 viviendas

Fachada actual:

Ladrillo guarnecido	11,5 cm
Enlucido de cemento	1,0 cm
Camera de aire	2,0 cm
Ladrillo hueco	4,0 cm
Capa de yeso	1,5 cm

Transmitancia térmica U
del cerramiento = 1,83 W/m²K



Fachada reformada:

Aplacado	1,0 cm
Aislamiento exterior	6,0 cm
Ladrillo guarnecido	11,5 cm
Enlucido de cemento	1,0 cm
Camera de aire	2,0 cm
Ladrillo hueco	4,0 cm
Capa de yeso	1,5 cm

U del cerramiento = 0,55 W/m²K

Rehabilitación | Ejemplo

Edificio de 6 viviendas

Ventanas existentes, buen estado
Cubierta existente sin aislamiento

+ Cambio de vidrios
+ Rehabilitación de cubierta

Presupuesto reforma:
3.800 € / vivienda

Gasto calefacción / vivienda / año
895 €

Gasto calefacción / vivienda / año
415 €

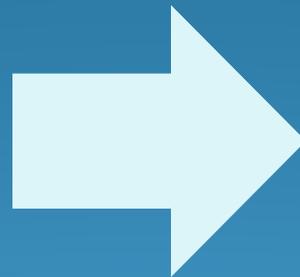
Ahorro de
480€ / a

Amortización
en 8 años

Perspectiva | Casa pasiva



Casa normal (mal aislada)
Demanda energética:
aprox. 250 kWh/m²a



Casa pasiva
Demanda energética:
< 15 kWh/m²a

FUENTES

- **Informe** para el Presidente del Gobierno elaborado por expertos en cambio climático: El cambio climático en España. Estado de situación. Documento Resumen Noviembre 2007.
- **CTE** (Código Técnico de la Edificación)
- **IDAE** (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía): Guía práctica de la energía de edificios
- **Ministerio** de industria, turismo y comercio / IDAE: Guía técnica para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios (1-6)
- **ANDIMA** (Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes): Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas
- **Productos:** Ursa, Knauf, Dow, Texsa, Velux

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Ulrike Wehr | Arquitecta
wehr@dara-arquitectes.com
607 48 31 20
www.dara-arquitectes.com