

**Jornada Hacia edificios residenciales más eficientes:**



**Rehabilitación energética Innocons 2012:  
Estudio de la viabilidad técnica y económica de medidas para  
reducir la demanda energética en edificios existentes**

Ponente: **Sergi Pérez.**

Socio Greenstorm Sostenibilidad Energética s.l

Arquitecto / Arquitecto técnico

sperez@greenstorm.cat

Octubre del 2013



**InnoCons**

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo Principal:

**El Estudio de la viabilidad técnica y económica de medidas pasivas para reducir la demanda energética de los edificios existentes.**

Otros objetivos:

Dar a los profesionales de la construcción herramientas para justificar la implementación de intervenciones de rehabilitación energética frente otros más convencionales, más económicas en el implementación pero que no generan ahorro.

Orientar a los propietarios sobre las medidas más habituales, y su viabilidad de implementación.

***[http://www.innocons.cat/99\\_pdf/2012/eficiencia\\_energetica\\_rehabilitacion.pdf](http://www.innocons.cat/99_pdf/2012/eficiencia_energetica_rehabilitacion.pdf)***

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. CRITERIOS DEL MODELO DE ESTUDIO

Criterios de la identificación del modelo de estudio:

Zona climática más poblada de Cataluña. **C2**

Geometría de edificio plurifamiliar más habitual. **PB+4 con 4 hab./planta**

Características geométricas y constructivas:

**Edificio de posguerra.**

Orientación: **Eixample de Barcelona NE/SO i NO/SE**

TIPOLOGÍA	Número de viviendas
1. Casa preguerra	97.312
2. Edificio casco antiguo	171.638
3. Edificio Ensanche	103.809
4. Casa posguerra	215.977
5. Casa montaña	10.982
6. Edificio posguerra	1.171.589
7. Edificio montaña	17.951
8. Casa post-79	78.180
9. Edificio post-79	131.600
10. Casa post-87	98.703
11. Edificio post-89	207.201
<b>TOTAL VIVIENDAS</b>	<b>2.304.942</b>

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. CRITERIOS DEL MODELO DE ESTUDIO

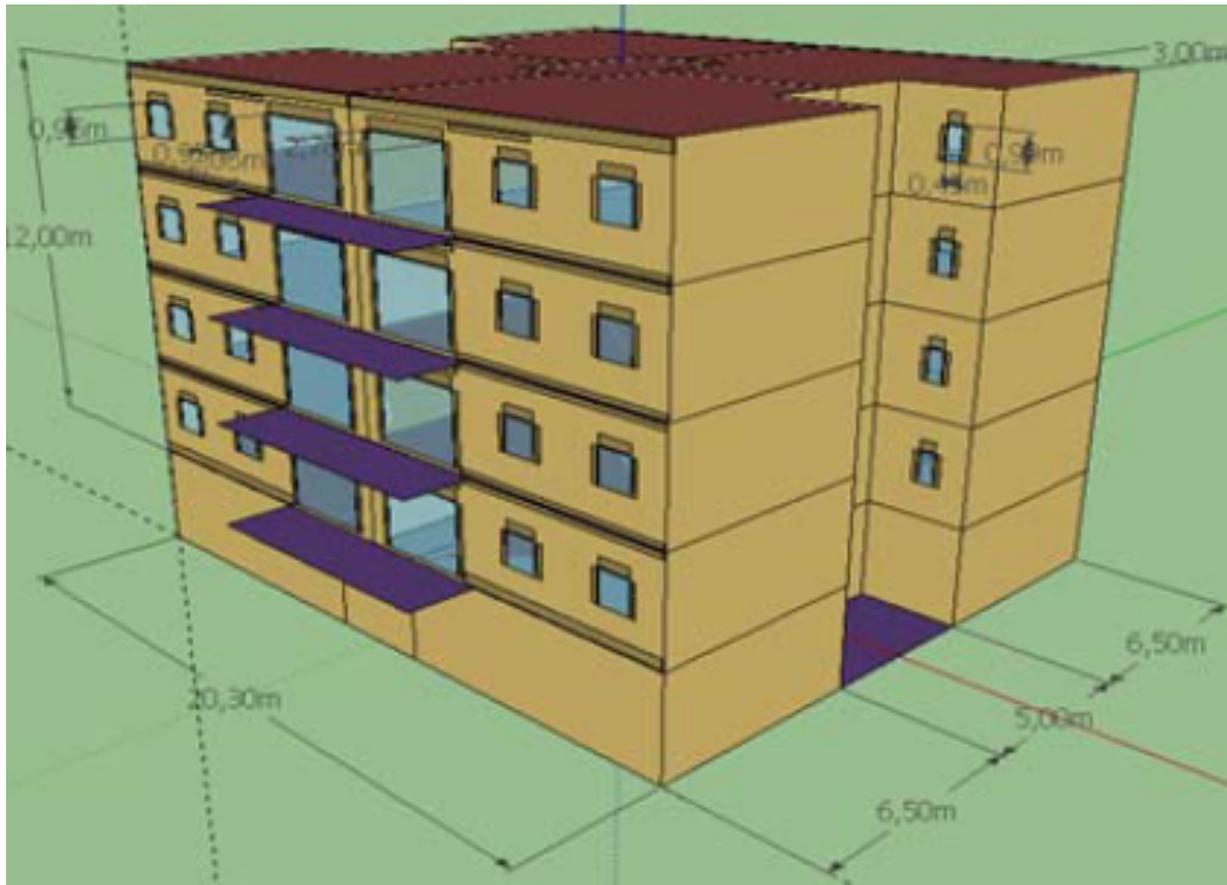
### Edificio de posguerra. 1950-1970



# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. CRITERIOS DEL MODELO DE ESTUDIO

Geometría del modelo:



# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. CRITERIOS DEL MODELO DE ESTUDIO

Soluciones constructivas:

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	MATERIAL	ancho (cm)
FACHADAS	enfoscado exterior (mortero de cemento)	2
	ladrillo perforado	14
	cámara de aire 10	10
	ladrillo hueco	4
	enyesado	1
CERRAMIENTOS INTERIORES	enyesado	1
	ladrillo perforado	14
	enyesado	1
PARED MEDIANERA	ladrillo perforado	14
	enyesado interior	1
FORJADO ENTRE PLANTAS	pavimento terrazo	3
	mortero	2
	forjado cerámico	22
	enyesado interior	1
CUBIERTA	pavimento baldosa cerámica	4
	tela asfáltica	0,5
	hormigón de pendientes	10
	forjado cerámico	22
HUECOS FACHADAS	acero macizo	3
	vidrio sencillo	0,4

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. PROPUESTAS DE REHABILITACIÓN

Propuestas estudiadas:

Propuestas de Intervención	Caso
Edificio situación inicial	Caso 0
Aislamiento registros persiana	Caso 1
Aislamiento Cubierta	Caso 2
Aislamiento Medianera	Caso 3
Aislamiento Patios	Caso 4
Sustitución ventanas 4-6-4	Caso 5
Sustitución ventanas 4-12-4	Caso 5.1
Sustitución ventanas 4-12-4 BE	Caso 5.2
Aislamiento fachada relleno de cámaras	Caso 6
Aislamiento de fachadas trasdosados	Caso 7
Aislamiento de fachadas ETICS	Caso 8
Aislamiento fachada , Fachada ventilada	Caso 9
Estanqueidad al aire	Caso 10
Rehabilitación integral del edificio	Caso 11
Eliminación de la protección solar	Caso -1

# INNOCONS

ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. AISLAMIENTO DE REG.PERSIANES

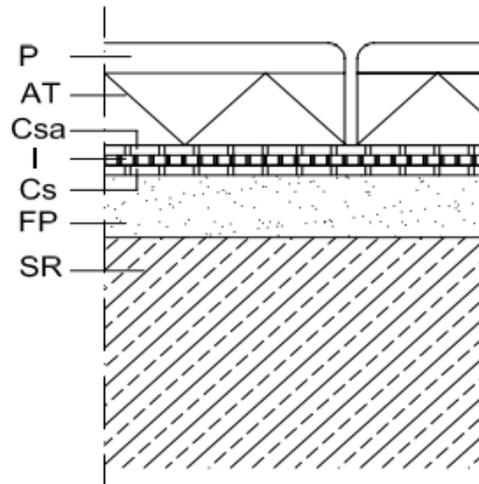
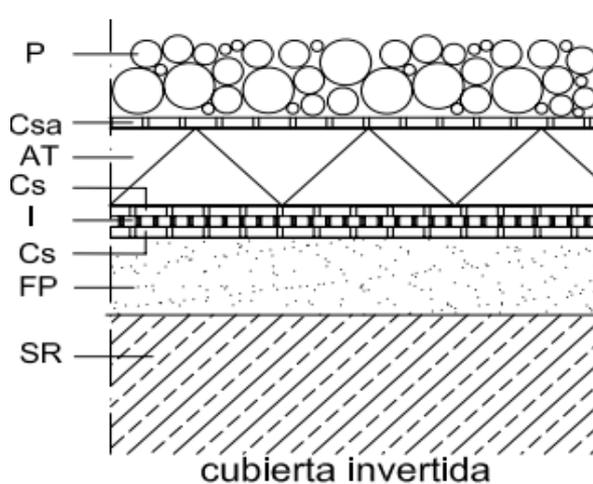


Cas 1

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. AISLAMIENTO DE CUBIERTA

**Cubierta invertida.** Buena solución para rehabilitación energética. In situ o industrializada.



Cas 2

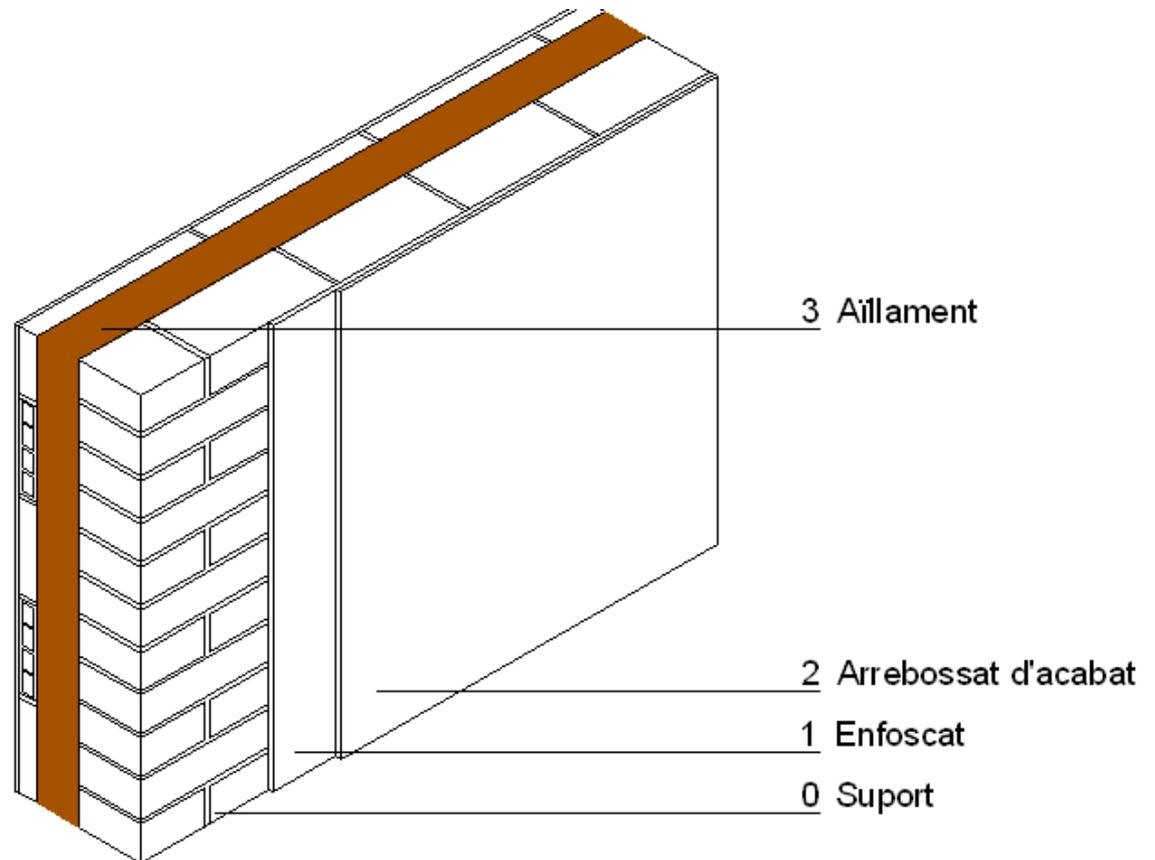
# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. AISLAMIENTO CAMARA DE AIRE

Mejora de la transmitancia térmica de las fachadas mediante la introducción de aislante amorfo en el interior de la cámara de aire.



Cas 6



# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. AISLAMIENTO CAMARA DE AIRE

### Productos comerciales:

Lana Mineral sin ligante de fácil aplicación para inyectar en muros de doble hoja



Una instalación fácil, simple y rápida.

Con Supafil 034 se consigue la mayor resistencia térmica una vez insuflada la cavidad, comparado con el resto de aislantes para insuflar de Euroclase fuego A1, gracias a su baja conductividad térmica ( $\lambda_d 0,034 \text{ W/m.K}$ ).

#### Única y duradera

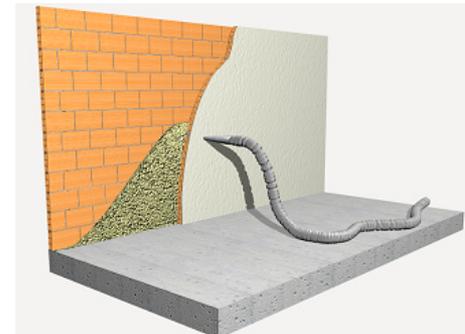
La aplicación de dicha Lana Mineral es muy simple: **se inyecta mecánicamente dentro de la cámara de aire en muros de doble hoja**, manteniendo la apariencia exterior de la construcción intacta.



Tipo de aislamiento

Espuma de poliuretano

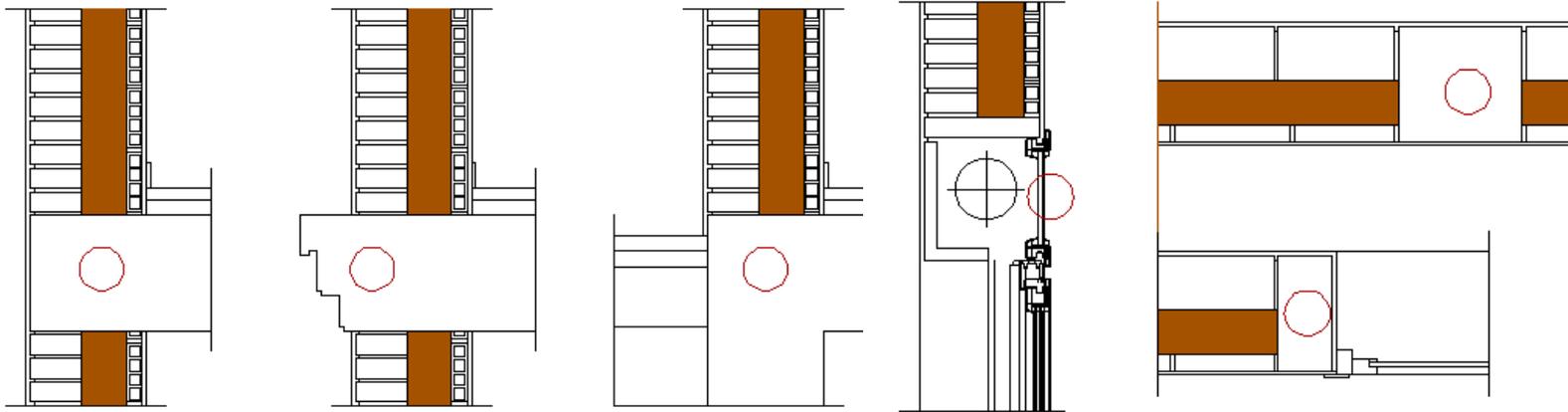
Nódulos de lana mineral



Caso 6

# INNOCONS

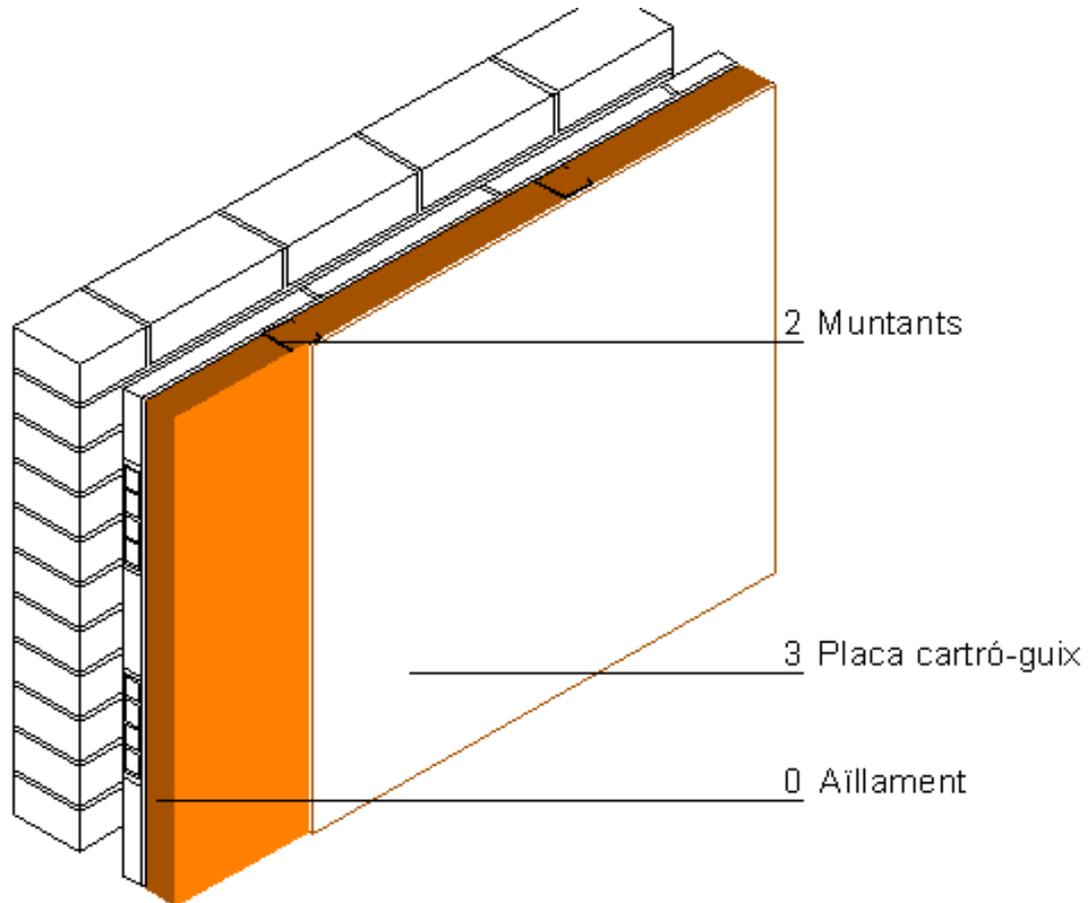
## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. AISLAMIENTO CAMARA DE AIRE



Caso 6

# INNOCONS

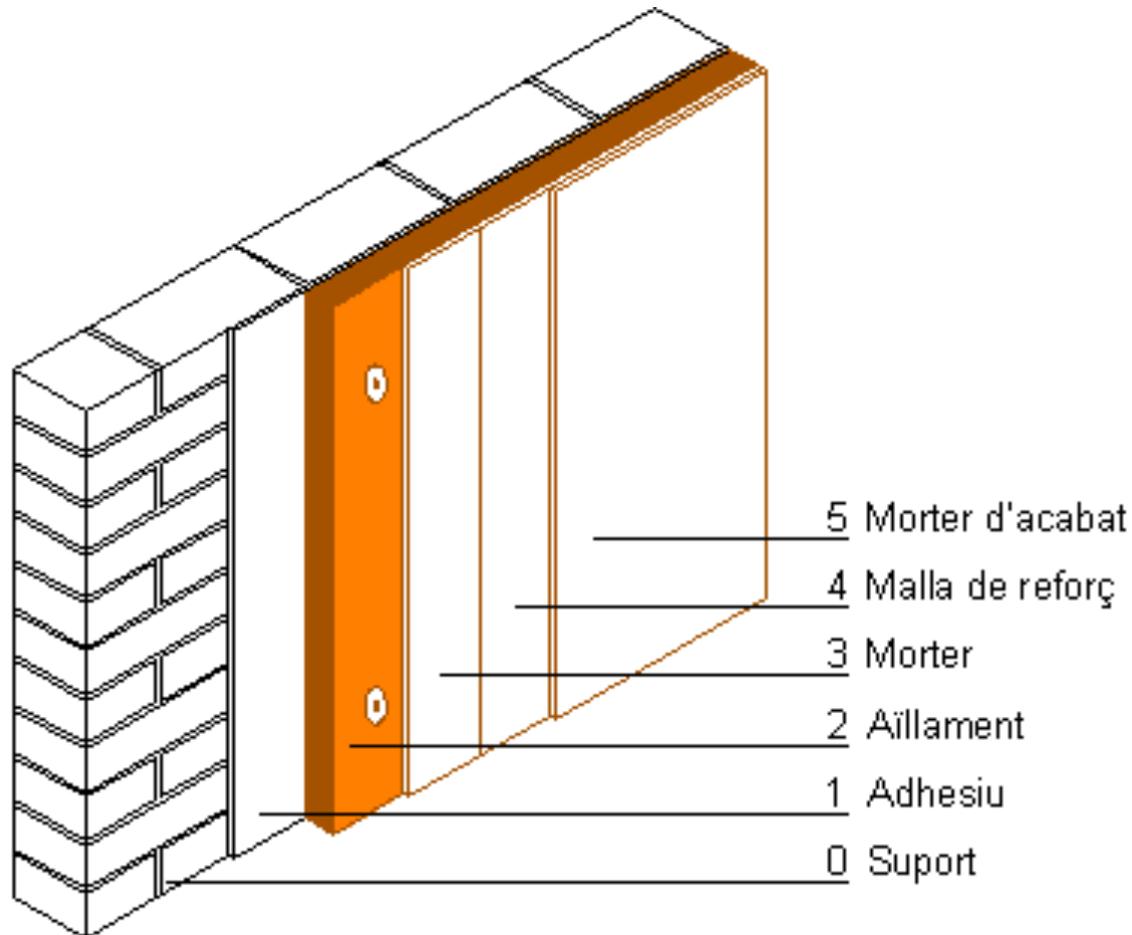
## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. TRASDOSADO INTERIOR



Caso 7

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. SISTEMA SATE-ETICS



Caso 8

# INNOCONS

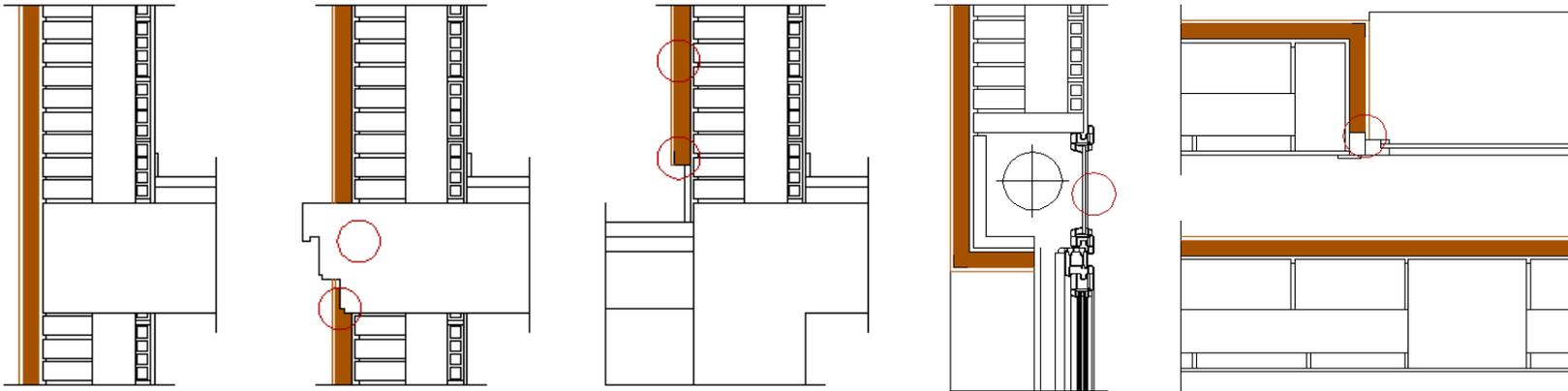
ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. SISTEMA SATE-ETICS



Caso 8

# INNOCONS

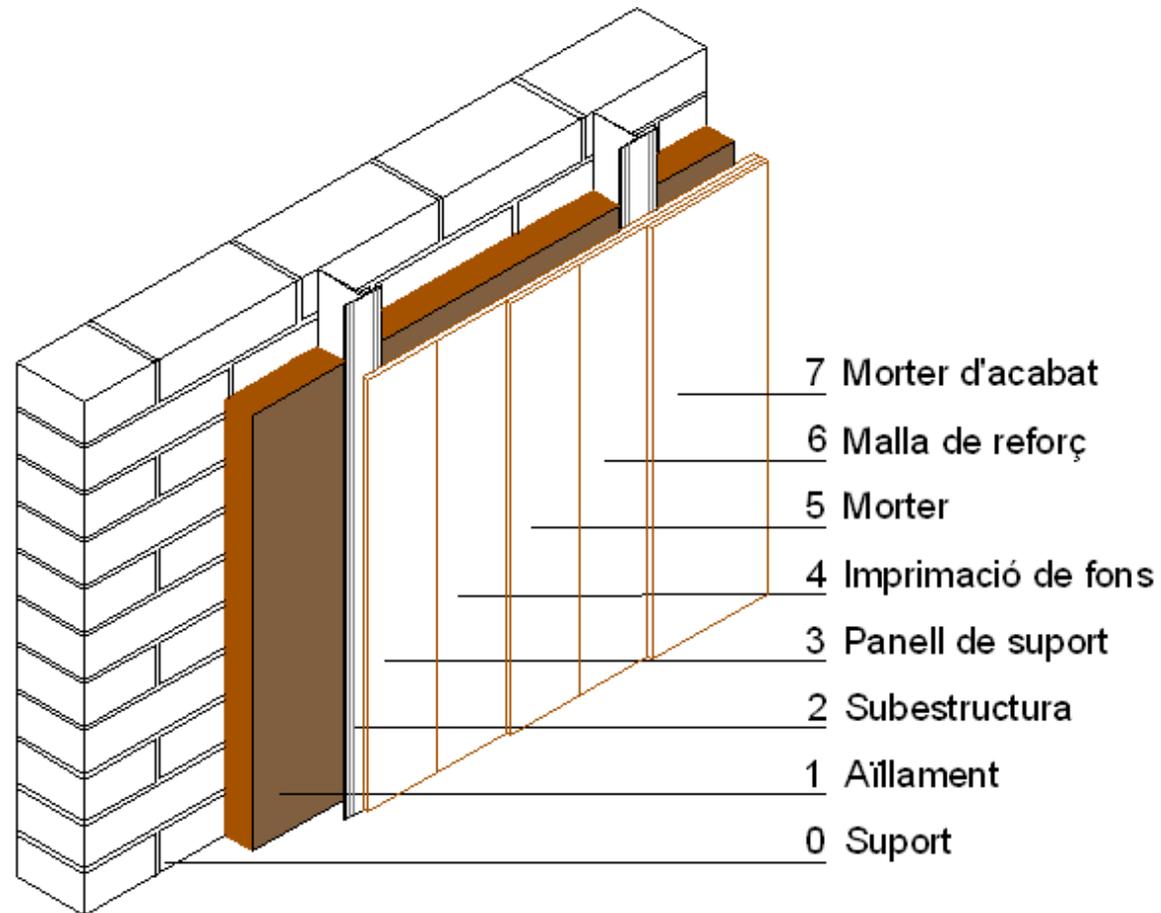
## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. SISTEMA SATE-ETICS



Caso 8

# INNOCONS

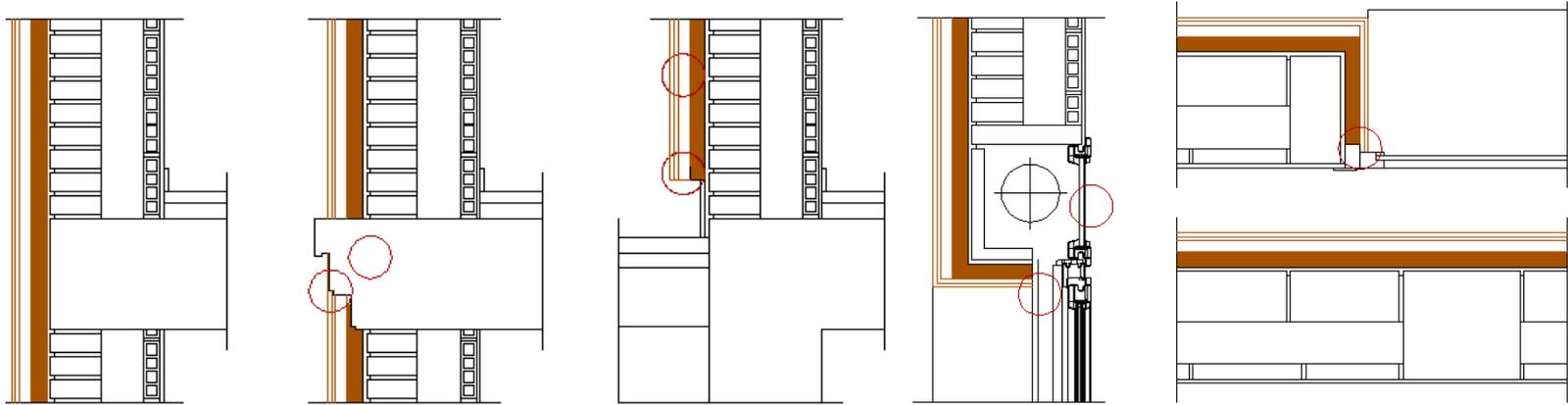
## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. FACHADA VENTILADA



Caso 9

# INNOCONS

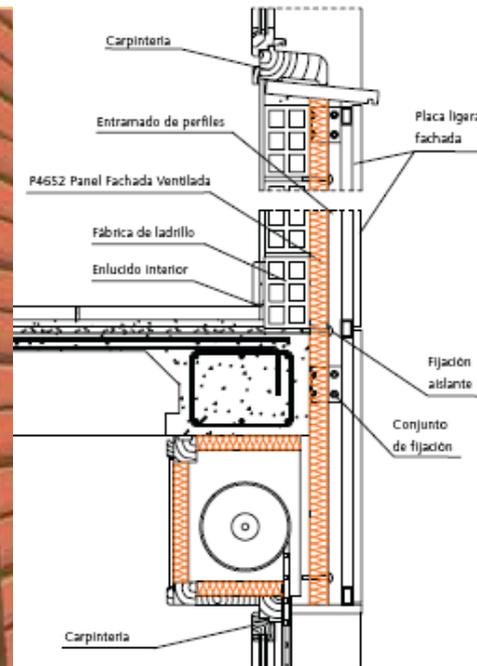
## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. FACHADA VENTILADA



Caso 9

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. FACHADA VENTILADA



Caso 9

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. FACHADA VENTILADA



Caso 9

# INNOCONS

ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. SATE ETICS EN MITGERES



Caso 3

# **INNOCONS**

ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. SUBSTITUCIÓN DE VENTANAS

Caso 5

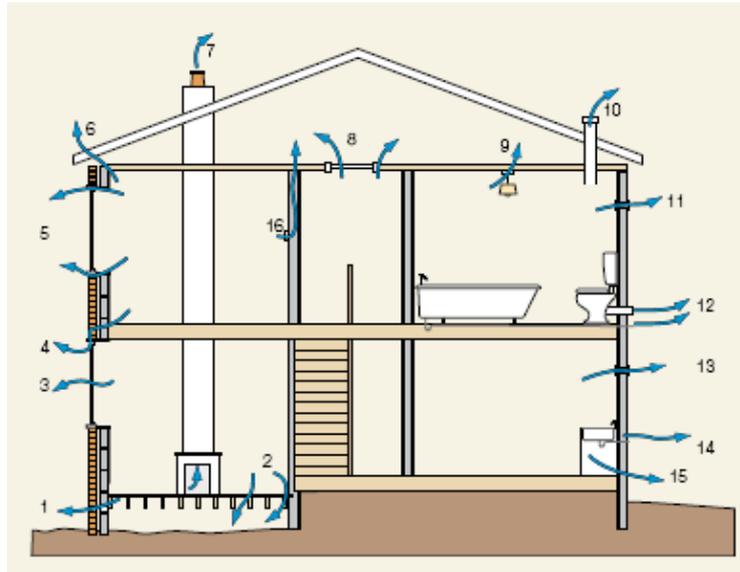
# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. PERMEABILIDAD AL AIRE

La permeabilidad al aire de un edificio está ligada a dos conceptos:

**Ventilación.** Permeabilidad voluntaria por salubridad. Vinculado con mala ejecución y mal uso. *DB-HS3. Calidad del aire interior*

**Estanqueidad.** Permeabilidad involuntaria. Vinculado a la durabilidad de las carpinterías, la mala ejecución y malas prácticas. *DB-HE1. Limitación de la demanda energética*



Caso 10

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. PERMEABILIDAD AL AIRE



Figure 7  
Air leakage around opening window casements

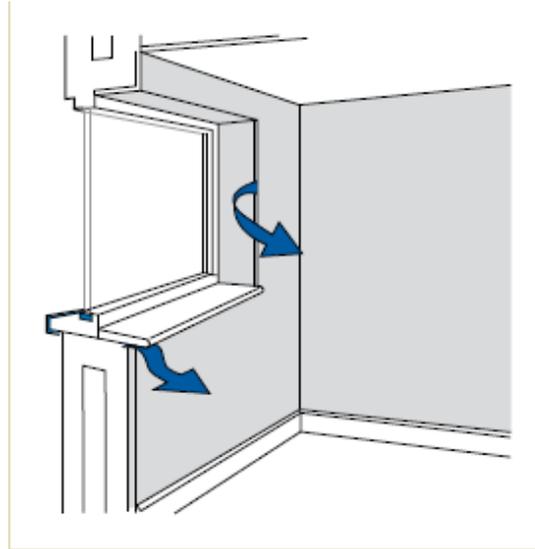


Figure 8  
Air leakage can occur through gaps between the reveals/window boards and the window frame



Figure 9  
Air leakage around the slide mechanism of patio doors

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. PERMEABILIDAD AL AIRE



Figure 10  
Air can leak through gaps around light fittings into the roof void



Figure 13  
Air leakage around pipes that penetrate the air barrier

Caso 10

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. PERMEABILIDAD AL AIRE



Figure 5  
Air leakage through gaps around service pipes in  
suspended timber floors

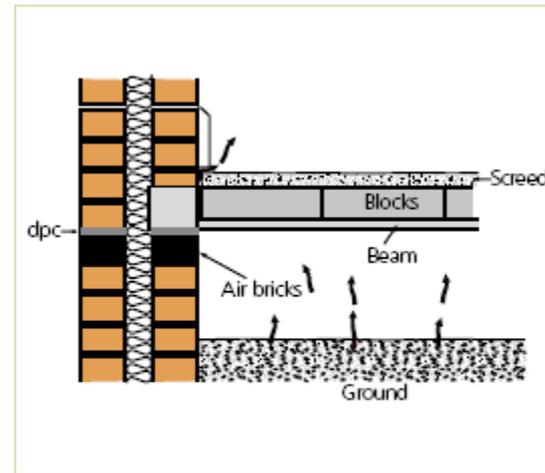
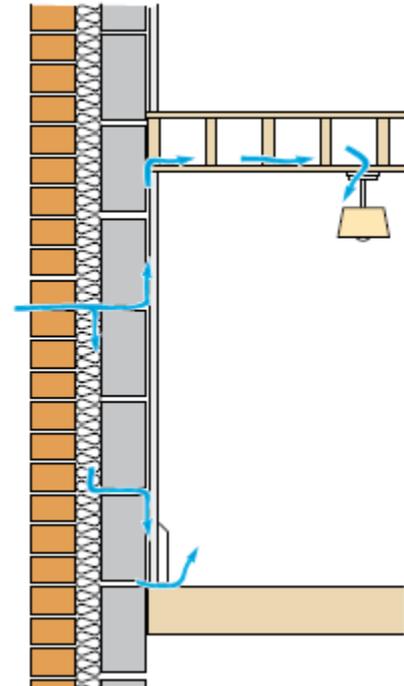


Figure 6  
Air leakage around perimeter of beam-and-block floors

# INNOCONS

ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. PERMEABILIDAD AL AIRE



Caso 10

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. PERMEABILIDAD AL AIRE



Caso 10

# INNOCONS

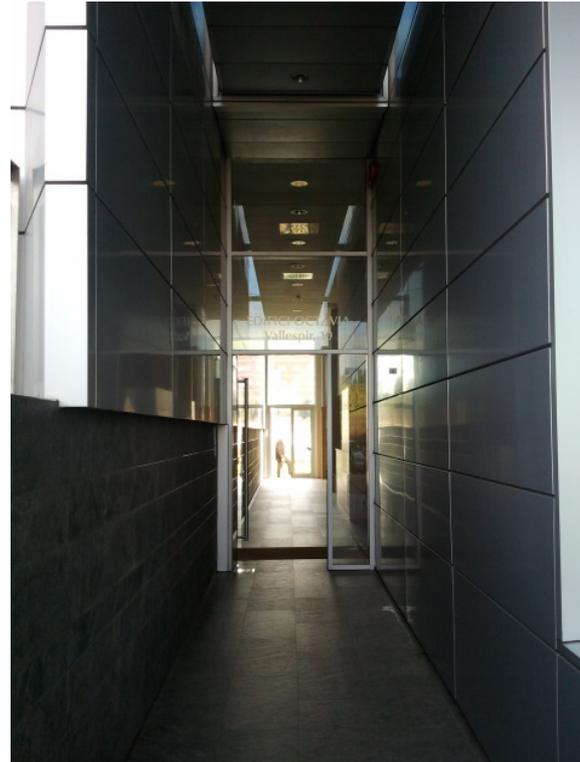
## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. PERMEABILIDAD AL AIRE



Caso 10

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. PERMEABILIDAD AL AIRE



Caso 10

# INNOCONS

ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. PERMEABILIDAD AL AIRE



Caso 10

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. PERMEABILIDAD AL AIRE

### Soluciones:

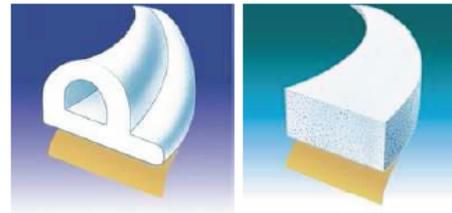
Utilización de "burletes" de goma o espuma.

Sellado de juntas

Realizar correctamente los encuentros entre materiales.



Caso 10



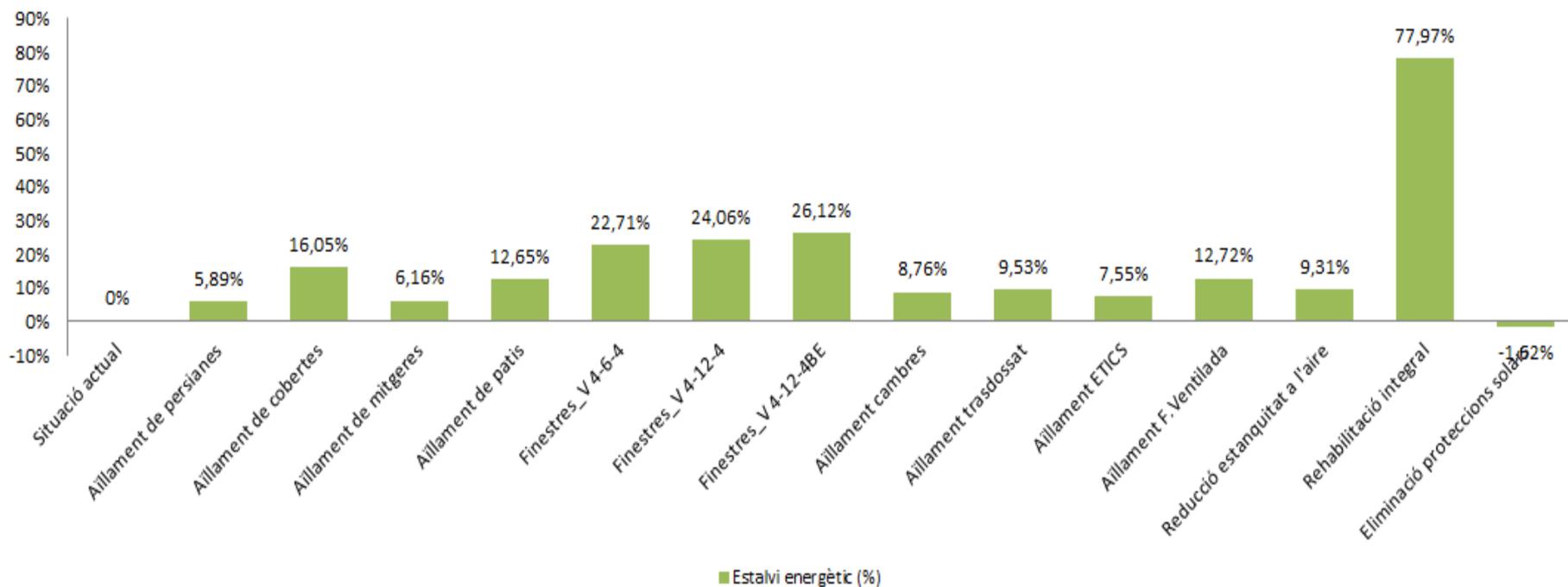
Cintes aïllants de cautxú o PVC, autoadhesives per als contorns de portes i finestres.



Listó adhesiu amb un raspall flexible per a aïllar la part inferior de les portes.

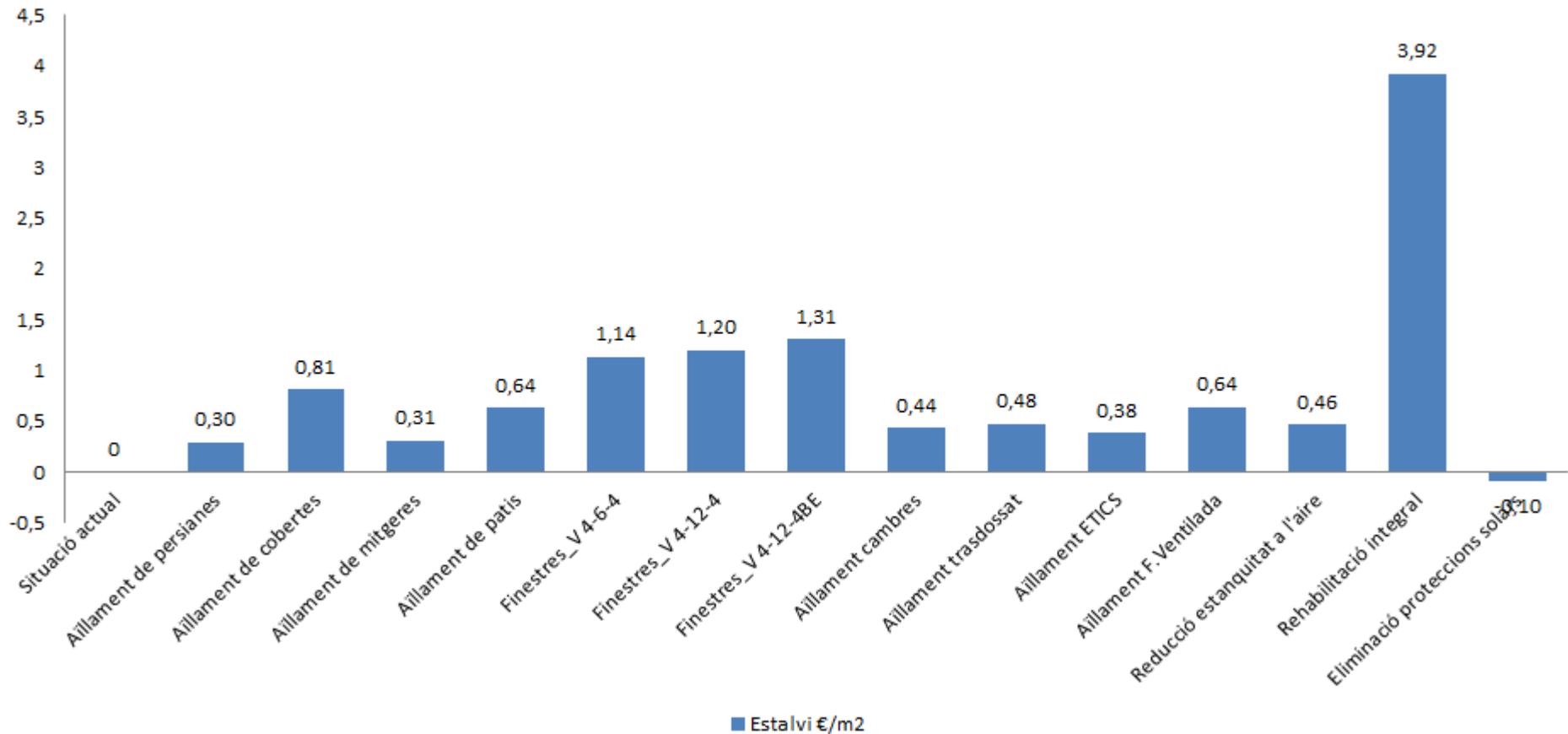
# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. AHORRO ENERGÉTICO



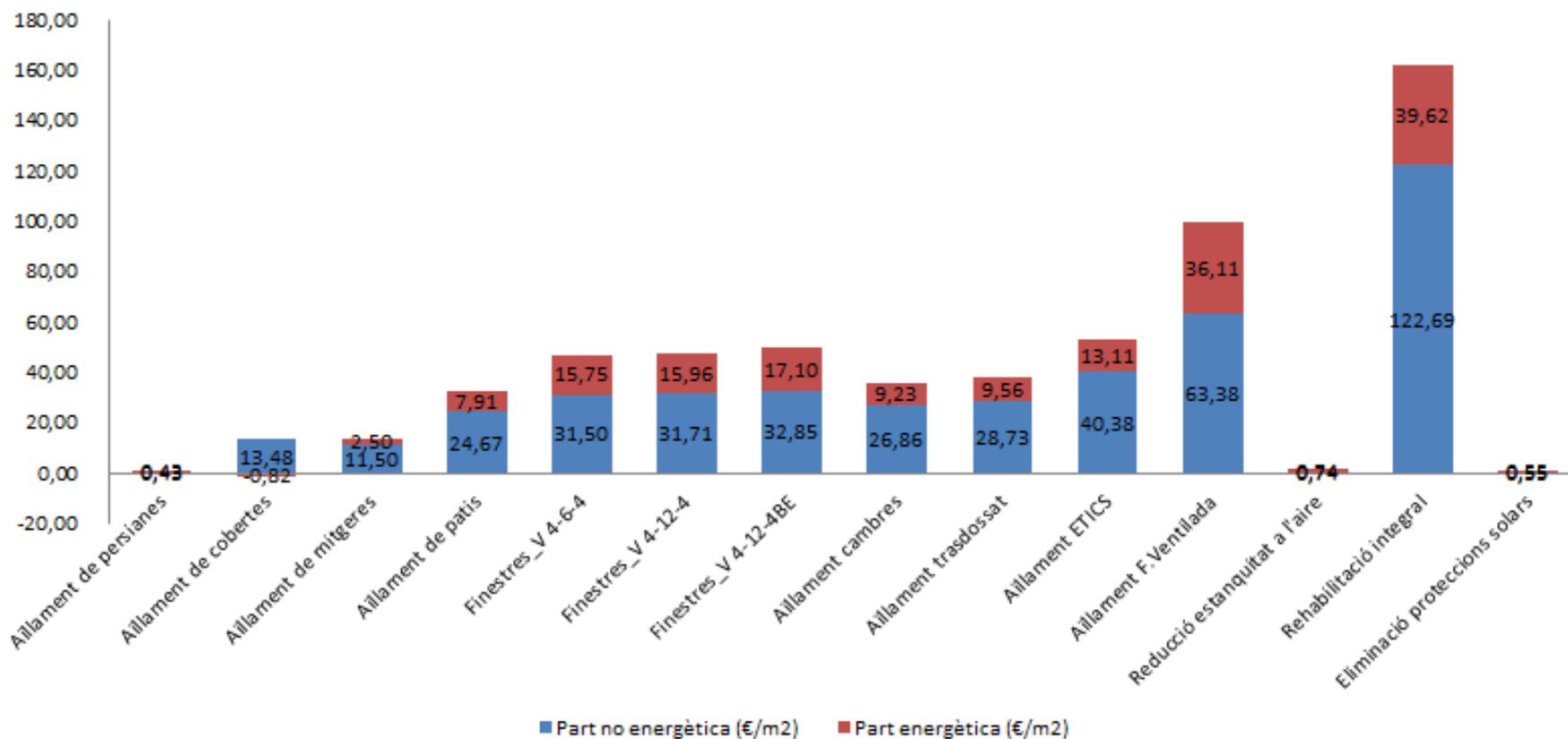
# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. AHORRO ECONÓMICO



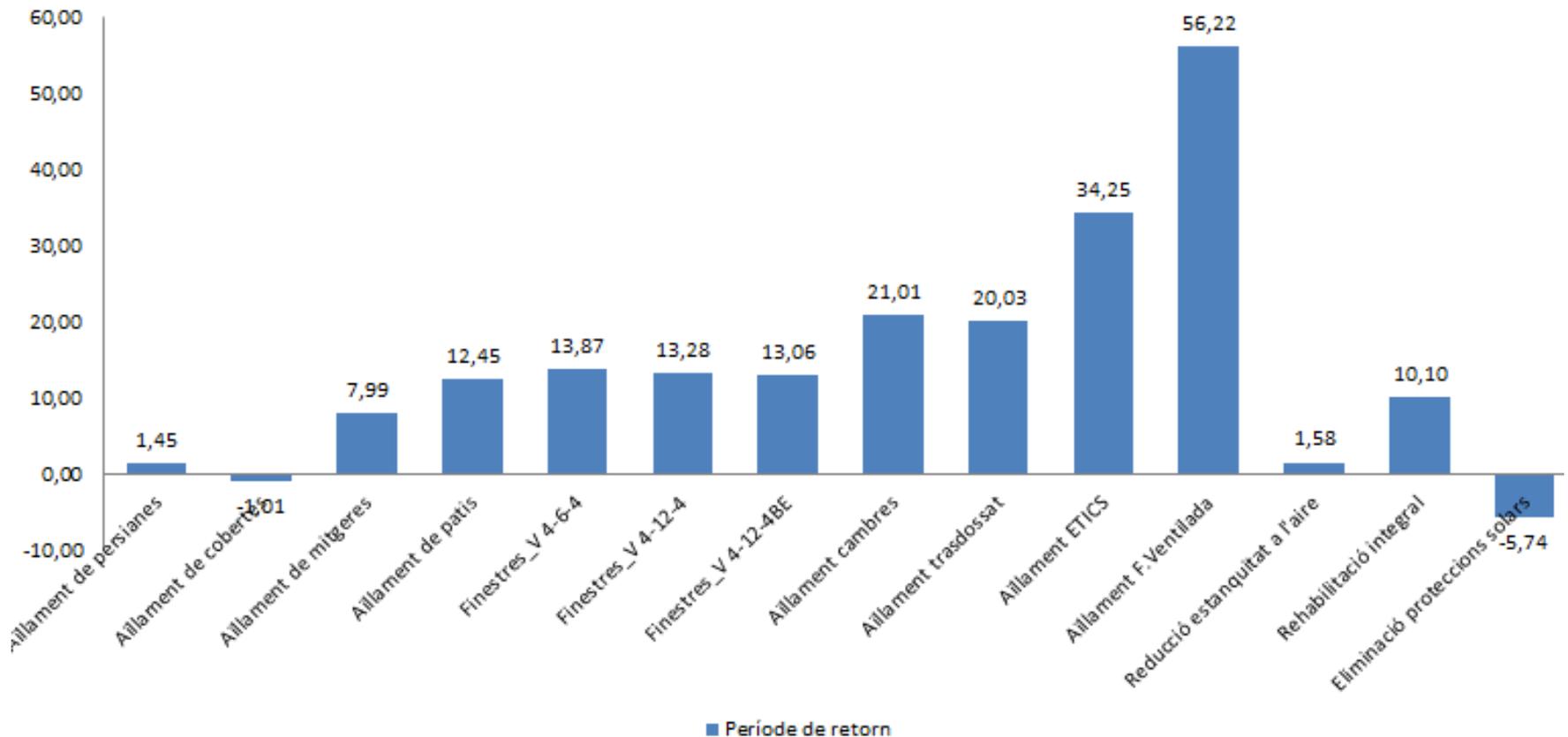
# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. GASTO INVERSIÓN



# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. PERIODO DE RETORNO



# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. CONCLUSIONES

1. La rehabilitación energética en sí misma no es viable con los costes de la energía actuales, pero si se puede justificar en aquellos casos que sea necesario una rehabilitación por otras razones.
2. Rehabilitación integral es la solución con mayor ahorro. Si tenemos sólo en cuenta el incremento de coste respecto una solución integral convencional (€ 39/m<sup>2</sup>) el período de retorno puede llegar a los 10 años.
3. Estanqueidad al aire, aun siendo conservadores en los cálculos, es la medida que logra mayores ahorros en relación a la inversión y por tanto el periodo de retorno no llega a los 2 años.
4. Aislamiento térmico de cubiertas. La industrialización de soluciones constructivas abarata gastos, como es el caso de la losa aligerada con XPS.
5. Aislamiento de patios. En este caso el aislamiento implica un mayor ahorro que en las fachadas ya que el estado original era peor que en las fachadas .
6. Aislamiento de las fachadas por el exterior. Es una mejora que conlleva muchos beneficios pero hoy en día tiene unos gastos muy elevados. Aislamiento de la cámara de aire o mediante trasdosado es más económico pero tiene otros inconvenientes.

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. CONCLUSIONES

7. El orden recomendable de intervención en este edificio sería: rehabilitar la cubierta y sustitución de ventanas con aislamiento de los cajones de persianas.
8. Hay que estudiar sistemas y productos industrializados que reduzcan los períodos de retorno de las intervenciones de rehabilitación energética.
9. Actualmente existen soluciones de bricolaje muy económicas para mejorar el comportamiento energético del hogar.

### **Otras consideraciones:**

- 1.El factor determinante en el consumo de energía de un edificio son los usuarios. En este estudio se ha establecido un perfil de usuario seguramente demasiado bueno y los resultados resultantes del estudio han sido relativamente pesimistas.
- 2.El estudio se ha realizado sobre la tipología de vivienda mayoritaria, que no es la peor y ubicada en un clima como el de Barcelona muy benévolo.

# INNOCONS

## ESTUDIO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA. EQUIPO

### EQUIPO REDACTOR (por orden alfabético)

Coordinador: Santiago Montero- Ingeniero.

- Licio Alfaro, ITEC
- Àlex Barberà, Mirubee
- Sergi Castignani, Profesor asociado UPC
- Antoni Fonseca, Investigador SummLab - UPC, ESDAP
- Josep Gassiot, Gerente Rehacsa
- Elisa Linares, ERF -Estudi Ramon Folch i Associats, S.L.
- Josep-Manel Marí, Director de estudios CCOC
- Montserrat Moncunill, MAAP arquitectura.
- Sergi Pérez, AMBSOL – Ing. Energètica SLP.
- Jordi Puigdelloses, Gerente Tècniques de Rehabilitació
- Josep Solé, URSA.
- César Teixidó, Perito Industrial
- Enric Vijande Majem, ENVIMA- C.T.E.

### OTROS COLABORADORES (por orden alfabético)

- Agustí Bulbena, Vidresif
- David Burgos, Vías y Construcciones
- César Díaz, DITEC-UPC
- Jordi Dou, Fundació del Vidre de Barcelona
- Josep Febrer, Construcciones Solius
- Montserrat Galindo, GDE
- Anna Mestre, Agència de l'Habitatge de Catalunya
- Eva París, Agència de l'Habitatge de Catalunya
- Antonio Petschen, Constructora Xedex
- Santiago Sardà, Ingeniero



CAMBRA OFICIAL  
CONTRACTISTES  
OBRES  
CATALUNYA



ESCOLA SUPERIOR  
DE DISSENY I  
D'ARTS PLÀSTIQUES

Sustainability Measurement  
and Modeling Lab – **SUMMLAB**



**Gracias por su atención**

Greenstorm Sostenibilitat Energètica, SL  
Av. Portal de l'Àngel, núm.4, 3rB - Barcelona  
Tel. 93 165 1600 - Mòb. 659594372

Octubre del 2013

