

# PRECOST&E

Evaluación de los costes constructivos y consumos energéticos derivados de la clasificación energética de viviendas

**PRESENTACIÓN DE RESULTADOS  
FASE 1**

**FUNDACIÓN ASPRIMA**  
25 de Noviembre de 2009



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, Dpto. Construcción y VR  
Prof. Justo García Navarro, María Jesús González, Ana Gómez, Marta Valdivieso, Clara Sánchez

# 01.Objetivos generales del estudio

Se trata de realizar una reflexión sobre la incidencia que tiene en el coste de ejecución la clasificación energética de edificios (en las categorías admitidas por el Código Técnico: A, B, C, D y E), para varias tipologías de edificios y evaluar la inversión en términos económicos para conseguir la mejora en la puntuación en estas clasificaciones, o el paso de una a otra.

## FASES DEL TRABAJO:

**FASE 1.** Desarrollo completo del programa para vivienda pública en bloque en una zona climática.

**FASE 2.** Desarrollo completo del programa para vivienda pública en bloque en el resto de zonas climáticas.

**FASE 3.** Estudio del parque inmobiliario existente y susceptible de rehabilitación energética, para la determinación de las tipologías más convenientes.

**FASE 4.** Desarrollo completo del programa para vivienda pública unifamiliar en todas las zonas climáticas.

**FASE 5.** Estudio económico de la rehabilitación energética de edificios en función de la normativa y de los resultados en fases anteriores.

## 02. Edificio seleccionado

**Edificio de 143 viviendas con Protección Pública sobre Suelo de Precio Tasado (VPP-SPT), adscritas al Plan Primera Vivienda.**

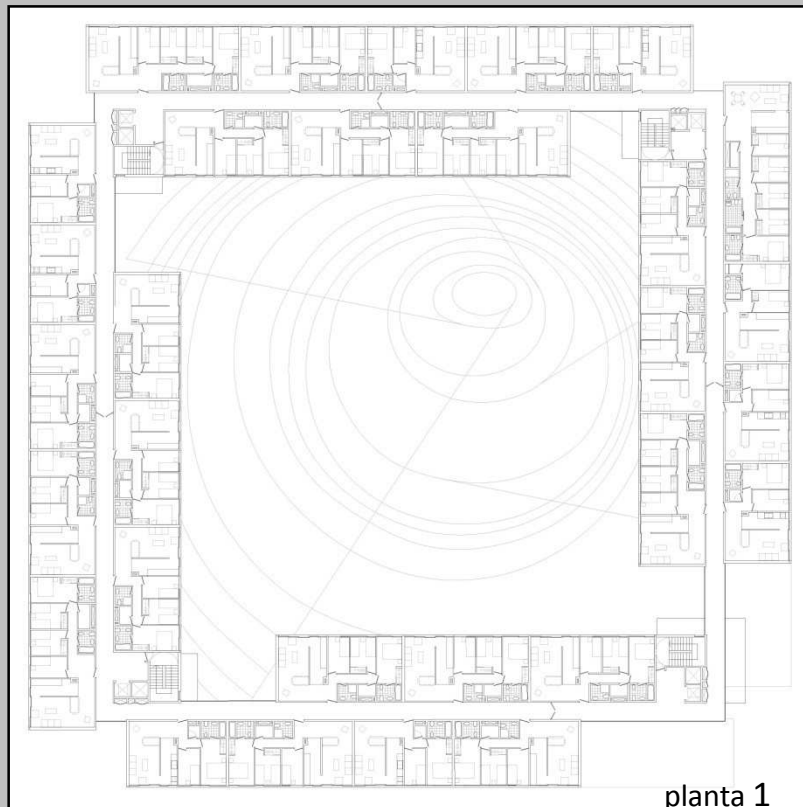
**El edificio está emplazado en la parcela 1.43 de Vallecas. Ensanche 8 del Plan Parcial UZP 1.03 C/ Almonte nº. 1, 3, 5 y 7. Madrid.**

**Arquitectos: Salvador Pérez Arroyo y Eva Hurtado Torán.**

**Entregado y en uso desde agosto de 2008**



- planta bajo rasante destinada a garaje-aparcamiento y trasteros
- planta baja destinada a portales, un local comercial de (150 m<sup>2</sup>) y soportales
- 5 plantas destinadas a viviendas.
- planta de cubierta para instalaciones y disfrute
- 7 tipologías de viviendas de 2, 3, 4 y 5 dormitorios.
- distribución a ambos lados de corredor central
- anillo cerrado de forma cuadrada.

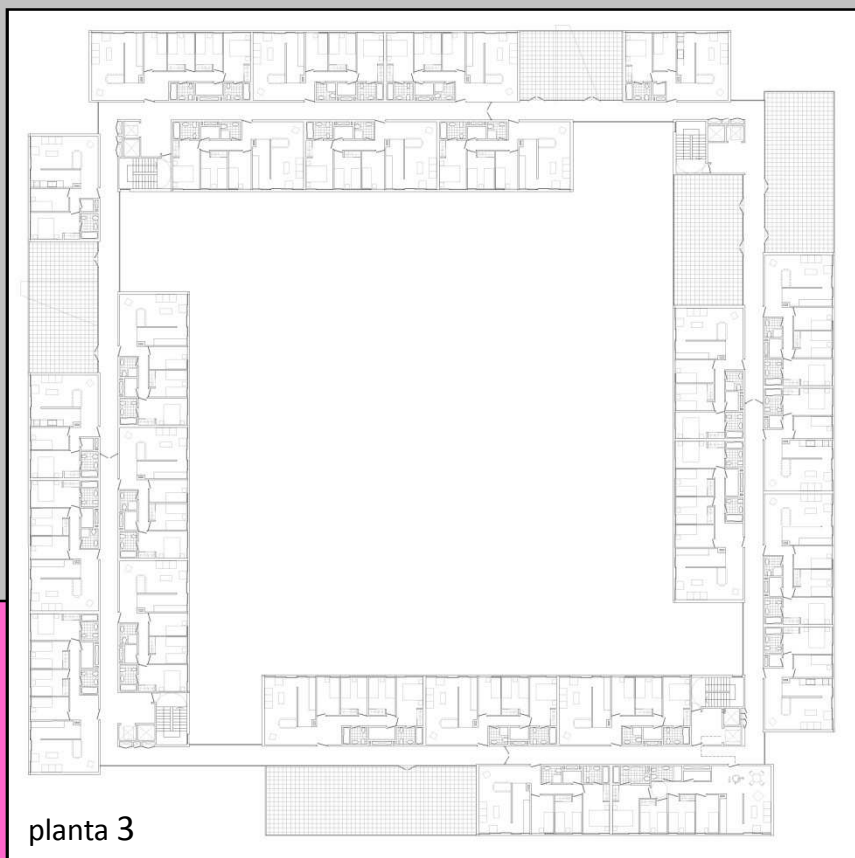


**Anterior al CTE**

**La calificación energética del edificio completo según la EMV es C**



- ACS con energía solar (75% según proyecto, 72% según medición)
- calefacción mediante calderas de gas natural (condensación y estándar) centralizadas en cubierta



planta 3



# DATOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO

PROYECTO ORIGINAL VALLECAS 8 (diciembre 2007)

- **Presupuesto** de Ejecución Material del Proyecto: **13.735.111 €**
- **Repercusión** por m<sup>2</sup> construido: **825,3 €/m<sup>2</sup>**
- **Precio de una vivienda** tipo de 85m<sup>2</sup> útiles y cuatro dormitorios: **116.016,5 €**



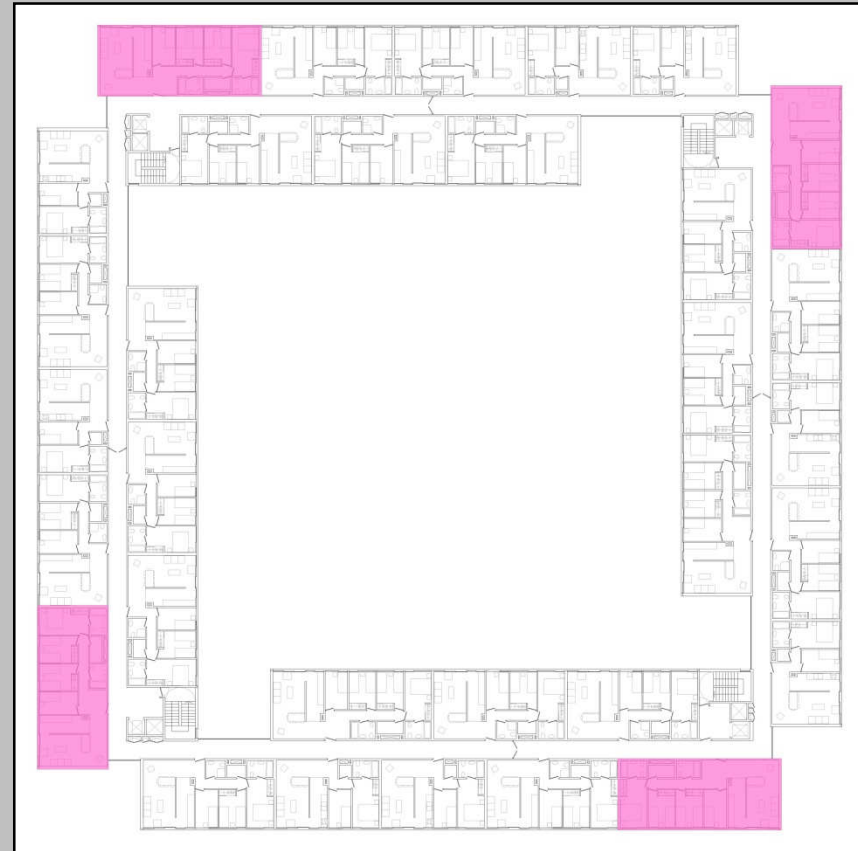
# 03. Motivos de la selección

## CIRCUNSTANCIAS ESPECIALES:

- La orientación de cada vivienda es única
- El mismo tipo de vivienda (VT4/4) se encuentra en las cuatro orientaciones
- El edificio es el que tiene menor clasificación de los edificios evaluados por la EMV (C frente a varios B y uno A)

## LO QUE PERMITE ESTUDIAR DE FORMA ESPECÍFICA:

- La clasificación por orientaciones de las viviendas
- Diferencias de la variación del presupuesto para conseguir las diferentes letras de la clasificación en función de las orientaciones
- Evaluación de la influencia de las condiciones de diseño, además de las características constructivas y de sistemas energéticos, en la calificación energética de las viviendas



Superficie construida: 93.50 m<sup>2</sup> Superficie útil: 83.5 m<sup>2</sup>

# PRECOST&E

## RESULTADO DE LOS TRABAJOS FASE 1

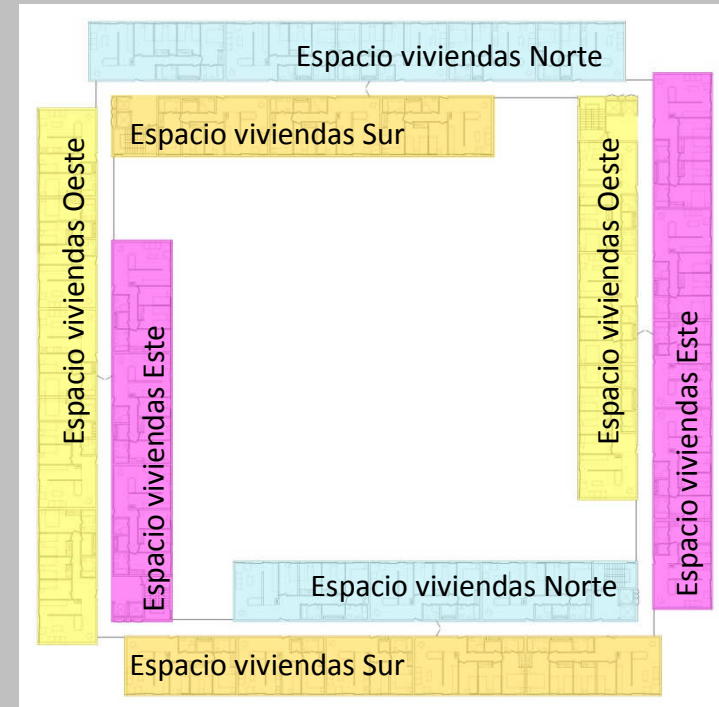
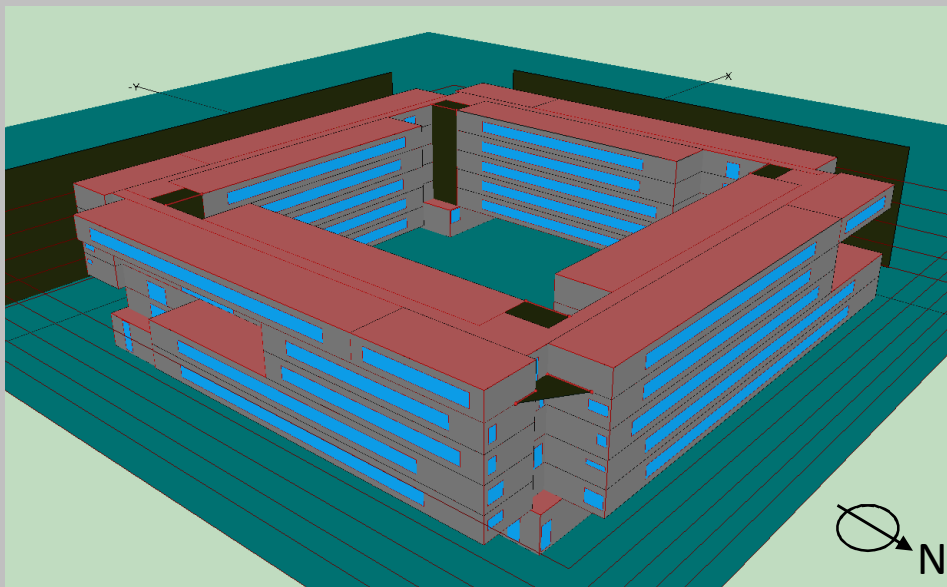
Evaluación de los costes constructivos y consumos energéticos derivados de la calificación energética de viviendas



# Conclusiones generales sobre el procedimiento

## CALIFICACIÓN POR ORIENTACIONES

La distribución de espacios en Calener VyP se ha realizado por planta y orientación.



# Conclusiones generales sobre el procedimiento

## 2. El método de cálculo del Calener VyP:

- **no permite la lectura directa de conclusiones** cuando se introducen variaciones sobre los parámetros considerados, en este caso energéticos, de diseño o constructivos; y por tanto,
- dificulta la utilización del programa como una herramienta de ayuda al proyectista: **no es una herramienta de asistencia al diseño** del edificio.



# Conclusiones sobre el edificio

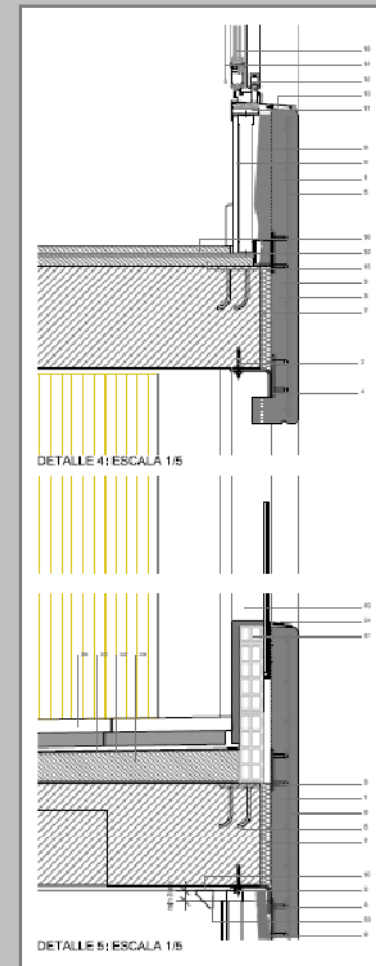
- 1.** El proyecto original no cumple el DB-HE del CTE, por ser anterior a su entrada en vigor. Las medidas necesarias para cumplir el DB-HE suponen un **1,8% de aumento del presupuesto.**

# Conclusiones sobre el edificio

**2.** Los resultados se basan en paquetes de medidas que abarcan diferentes tipos de actuaciones constructivas y de diseño.

Además de la importante variable que supone **la envolvente del edificio**, hay dos variables fundamentales sobre las que sacar conclusiones:

- el **diseño y orientación** del edificio,
- y los **sistemas de gestión energética**.



## Conclusiones sobre el edificio

### 3. El diseño adaptado a la orientación de las viviendas resulta fundamental para obtener una buena calificación energética.

- La **orientación sur** obtiene una mejor calificación que la norte con menor coste.
- Las **orientaciones este y oeste** difícilmente obtienen las mejores calificaciones, aún con una mayor inversión.
- No se puede alcanzar una calificación energética superior a C sin intervenir en el **diseño del edificio**.

## Conclusiones sobre el edificio

- 4.** La **reducción de la transmitancia de la envolvente**, en igualdad de condiciones de diseño y sistemas energéticos, **supone una importante mejora de la calificación energética.**

## Conclusiones sobre el edificio

- 5. No se puede concluir que la elección de un sistema colectivo o individualizado influya de forma determinante en la calificación energética del edificio, así como en el coste del proyecto.**

La eficiencia de un sistema energético depende de la ocupación, uso y tipología del edificio. Teniendo en cuenta la similitud de los resultados, que el estudio se realiza sobre un edificio concreto, y que se utiliza una herramienta determinada como es Calener VyP con las limitaciones ya señaladas, no se puede generalizar que sea más adecuada una opción u otra.

## Conclusiones sobre el edificio

- 6.** La instalación de calderas de condensación en vez de calderas estándar en los sistemas de calefacción, tanto individuales como colectivos, supone una mejora en la calificación energética del edificio.
  
- 7.** La colocación de un sistema de calefacción por suelo radiante, en igualdad de condiciones de diseño y envolvente, supone una mejora en la calificación energética del edificio.

## Conclusiones sobre el edificio

8.

La obtención de una calificación **B** desde la peor opción **E** supone:

- un **aumento de presupuesto** entre un **5%** y un **8%**, es decir, una inversión adicional de 40 a 64 €/m<sup>2</sup>.
- una **reducción de emisiones de 28,6 a 29,9 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año** y un **ahorro anual en el coste del consumo de hasta el 76%** (5,36 €/m<sup>2</sup>).

La obtención de una calificación **B** desde la opción **D** supone:

- un **aumento de presupuesto** en torno al **2,5%**, que implica una inversión adicional entre 18,5 €/m<sup>2</sup> y 21,5 €/m<sup>2</sup>.
- una **reducción de emisiones entre 6,9 y 8,1 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año** y un **ahorro anual en el coste del consumo** entre el **37%** y el **44,5 %** (1,6-1,2 €/m<sup>2</sup>).

## Conclusiones sobre el edificio

- 8.** Disminuir la calificación energética del edificio de una **D** a una **E** supone:
- un **ahorro en el presupuesto** en torno al **2,5%**, que implica una reducción de la inversión entre 18,5 €/m<sup>2</sup> y 21,5 €/m<sup>2</sup>.
  - un **aumento de emisiones** en torno a **21 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año**, y un **incremento en el coste del consumo** anual en torno al **110%** (3,5 €/m<sup>2</sup>).

## Conclusiones sobre el edificio

- 8.** Aumentar la calificación energética del edificio desde una **D** a una **C** supone:
- un **aumento de presupuesto** entre un **0,1%** y un **0,5%**. La inversión adicional oscila entre **1€/m<sup>2</sup>** y **4 €/m<sup>2</sup>**.
  - una **reducción de emisiones** entre **0,6** y **1,8 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>** año, y un **ahorro anual en el coste del consumo** de hasta el **10%** (**0,4 €/m<sup>2</sup>**).

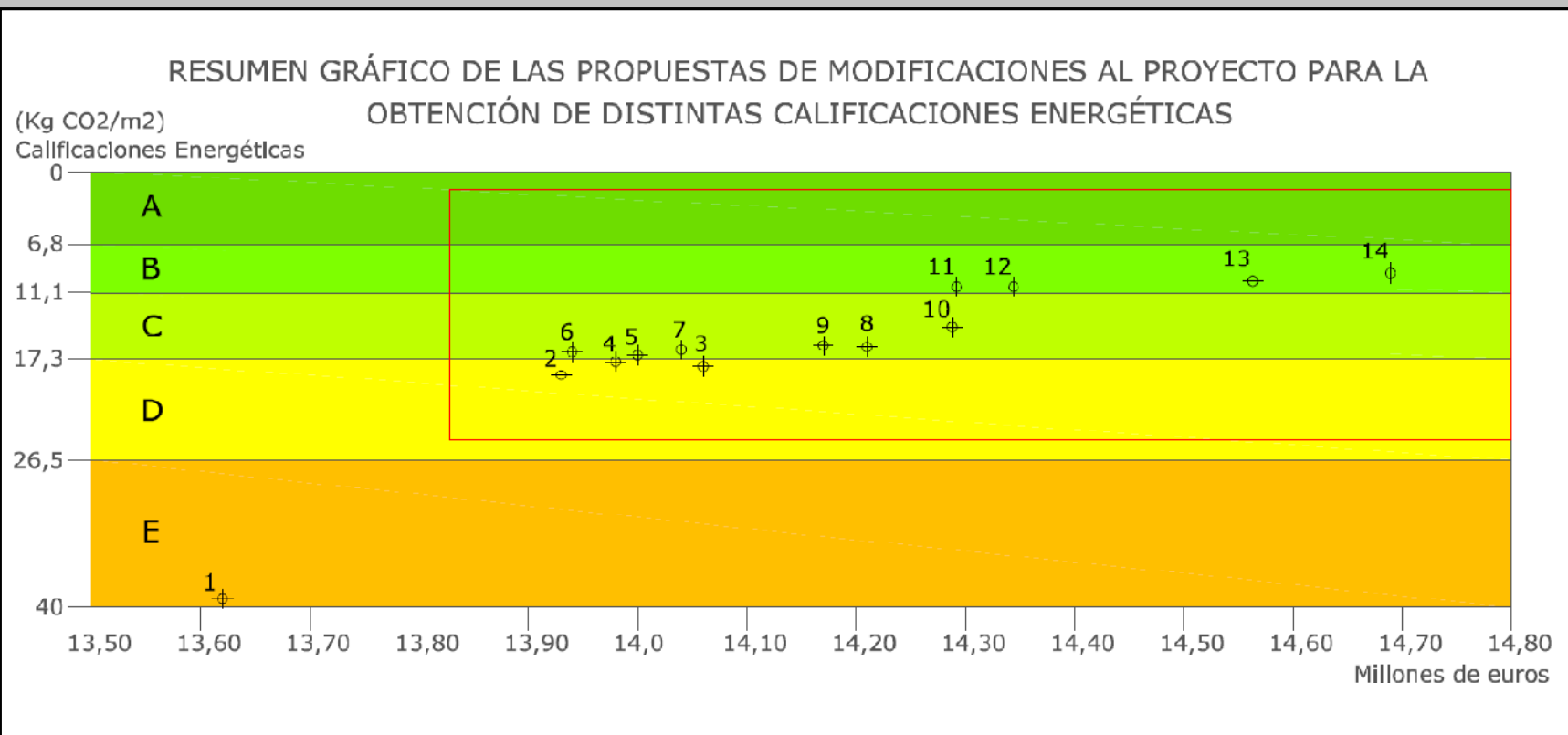
## Conclusiones sobre el edificio

- 8.** Aumentar la calificación energética del edificio desde una **C** a una **B** supone:
- un **aumento de presupuesto** entre un **0,05%** y un **2%**, en función de las diferentes soluciones. La inversión adicional oscila entre **0,025 €/m<sup>2</sup>** y **18 €/m<sup>2</sup>**.
  - una **reducción de emisiones** entre **3,7** y **6,3 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>** año, y un **ahorro anual en el coste del consumo** entre el **26%** y **38%** (**0,7-1,2 €/m<sup>2</sup>**).

## Conclusiones sobre el edificio

- 8.** Dentro de la **calificación B**, pasar de B (10,6 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) a B(9,3 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>), que es la calificación más alta, supone:
- un **aumento de presupuesto del 2,8%**, es decir, un incremento de 24 €/m<sup>2</sup>.
  - una **reducción de emisiones de 1,3 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año**, y un **ahorro anual del coste en el consumo del 15,6%** (0,31 €/m<sup>2</sup>).

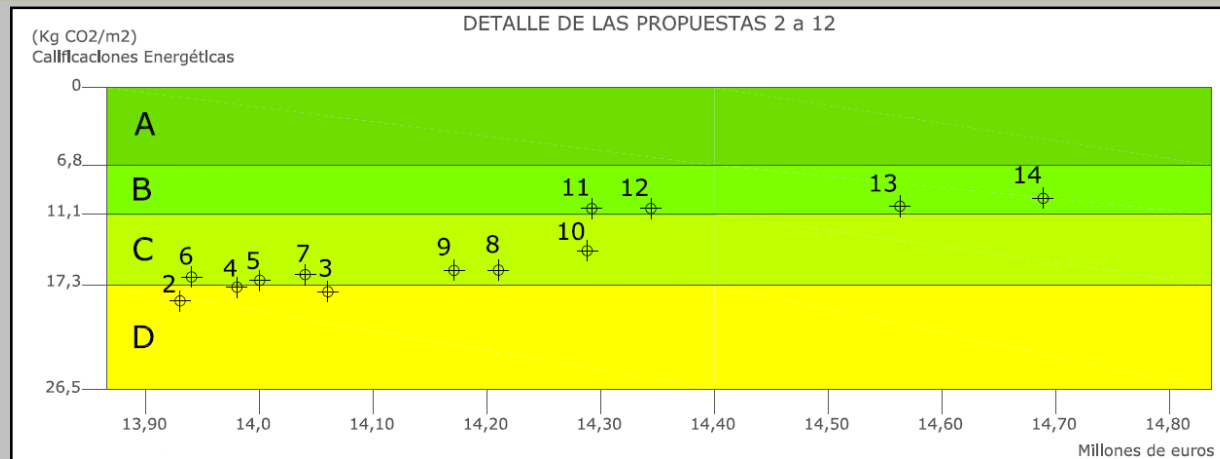
# Conclusiones sobre el edificio



14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

calificación (Kg CO2/m2)	B (9,3)	B (10,0)	B (10,6)	B (10,6)	C (14,3)	C (15,6)	C (15,7)	C (16,4)	C (16,7)	C (16,9)	D (17,5)	D (17,9)	D (18,7)	E (39,2)
demanda calefacción (kWh/m2)	B (21,7)	C (25,7)	C (25,7)	C (25,7)	C (33,8)	D (46,8)	D (46,8)	C (38,2)	D (47,3)	D (47,3)	D (47,3)	D (43,3)	D (47,3)	D (47,3)
demanda refrigeración (kWh/m2)	D (10, 1)	C (9,60)	C (9,60)	C (9,60)	D (11,7)	D (11,7)	D (11,7)	D (11,7)	D (11,6)	D (11,6)	D (11,6)	D (12,0)	D (11,6)	D (11,6)
emisiones calefacción (KgCO2/m2)	B (4,70)	B (5,60)	B (6,10)	B (6,10)	C (8,60)	C (10,6)	C (10,2)	C (10,1)	C (11,1)	C (11,3)	C (11,8)	C (12,0)	D (13,0)	E (29,2)
emisiones refrigeración (KgCO2/m2)	E (3,90)	D (3,70)	D (3,70)	D (3,70)	E (4,50)	E (4,50)	E (4,5)	E (4,50)	E (4,40)	E (4,40)	E (4,40)	E (4,60)	E (4,40)	E (4,40)
emisiones ACS (KgCO2/m2)	A (0,70)	A (0,70)	A (0,80)	A (0,80)	A (1,20)	A (1,10)	A (1,0)	A (1,00)	A (1,20)	A (1,20)	A (1,30)	A (1,30)	A (1,30)	E (5,60)

# Conclusiones sobre el edificio



**Propuesta 1:** modificación del sistema energético del proyecto por un sistema individualizado eléctrico.

**Propuesta 2:** modificación del sistema energético del proyecto por un sistema individualizado con calderas estándar de gas natural y radiadores convencionales.

**Propuesta 3:** modificación de las transmitancias de los vidrios de las viviendas y los espacios comunes, la transmitancia de los marcos y el sistema de gestión energética del proyecto por un sistema individualizado con calderas estándar de gas natural y radiadores convencionales.

**Propuesta 4:** modificaciones realizadas sobre el proyecto para el cumplimiento del DB-HE.

**Propuesta 5:** modificación del sistema energético del proyecto por un sistema colectivo con dos calderas de condensación y radiadores convencionales.

**Propuesta 6:** modificación del sistema energético del proyecto por un sistema individualizado con calderas de condensación de gas natural y radiadores convencionales.

**Propuesta 7:** modificación del aislamiento de los cerramientos exteriores y del sistema de gestión energética del proyecto por un sistema individualizado de calderas estándar de gas natural con radiadores convencionales.

**Propuesta 8:** modificación del sistema energético del proyecto por un sistema individualizado de gas natural con caldera de condensación y suelo radiante.

**Propuesta 9:** modificación del sistema energético del proyecto por un sistema colectivo con dos calderas de condensación y suelo radiante.

**Propuesta 10:** modificación del aislamiento de los cerramientos exteriores y del sistema de gestión energética del proyecto por un sistema individualizado de calderas de condensación de gas natural con radiadores convencionales.

**Propuesta 11:** modificación del porcentaje de huecos, del factor solar, del aislamiento de los cerramientos exteriores, de la ventilación, de la demanda de ACS y del sistema de gestión energética del proyecto por un sistema individualizado de calderas de condensación de gas natural con radiadores convencionales.

**Propuesta 12:** modificación del porcentaje de huecos, del factor solar, del aislamiento de los cerramientos exteriores, de la ventilación y del sistema de gestión energética del proyecto por un sistema colectivo de 2 calderas de condensación de gas natural con radiadores convencionales.

**Propuesta 13:** modificación del porcentaje de huecos, del factor solar, del aislamiento de los cerramientos exteriores, de la ventilación y del sistema de gestión energética del proyecto por un sistema colectivo de 2 calderas de condensación de gas natural con suelo radiante.

**Propuesta 14:** modificación del porcentaje de huecos, del factor solar, del aislamiento de los cerramientos exteriores, de las transmitancias de los vidrios de las viviendas y los espacios comunes, de la transmitancia de los marcos, de la ventilación y del sistema de gestión energética del proyecto por un sistema colectivo de 2 calderas de condensación de gas natural con suelo radiante.

# Conclusiones sobre el edificio

La obtención de una calificación B desde el proyecto original supone un ahorro superior al 37% en el coste en €/m<sup>2</sup> del consumo final. Sin embargo, hay que tener en cuenta:



- Que no todas las viviendas del edificio podrían realmente alcanzar una calificación B.
- Que hay medidas de muy difícil evaluación económica.
- Que la repercusión en los sistemas constructivos y estructurales de algunas medidas es de difícil evaluación.

## Conclusiones sobre el edificio

- 9.** No se ha conseguido una calificación energética A, aún aplicando los valores más favorables en los distintos campos de actuación considerados (medidas de diseño, de actuación en la envolvente y de sistemas energéticos).

**Solo hipótesis irreales** que han sido desarrolladas como mero ejercicio teórico (tales como la reducción de un 45% de la superficie de ventanas del proyecto, o la consideración de mantener cubiertos en un 100 % los huecos en verano) **permitirían alcanzar la máxima calificación en el caso de estudio.**

Para conseguir una calificación A los edificios deben ser concebidos, mediante los planteamientos arquitectónicos y constructivos adecuados, para conseguir demandas energéticas muy bajas. En el estudio se ha considerado un edificio concreto, con limitaciones en cuanto a compacidad, porcentaje de huecos, orientación, sistema constructivo, etc., por lo que la máxima calificación posible interviniendo en las variables apuntadas ha sido una B.

## Conclusiones sobre el edificio

- 10.** La eficiencia energética no depende tanto de la inversión económica como de la concepción conjunta y equilibrada de las actuaciones siguientes: un diseño que combine y articule compacidad, orientación, porcentaje de huecos, protección solar y aislamiento térmico, junto con sistemas eficientes de producción de calefacción con calderas de condensación, de baja temperatura, sistema de emisión por suelo radiante y combustible gas natural.

# PRECOST&E

Evaluación de los costes constructivos y consumos energéticos derivados de la calificación energética de viviendas