

# MEDIR PARA CONOCER: DESDE LOS MATERIALES AL EDIFICIO

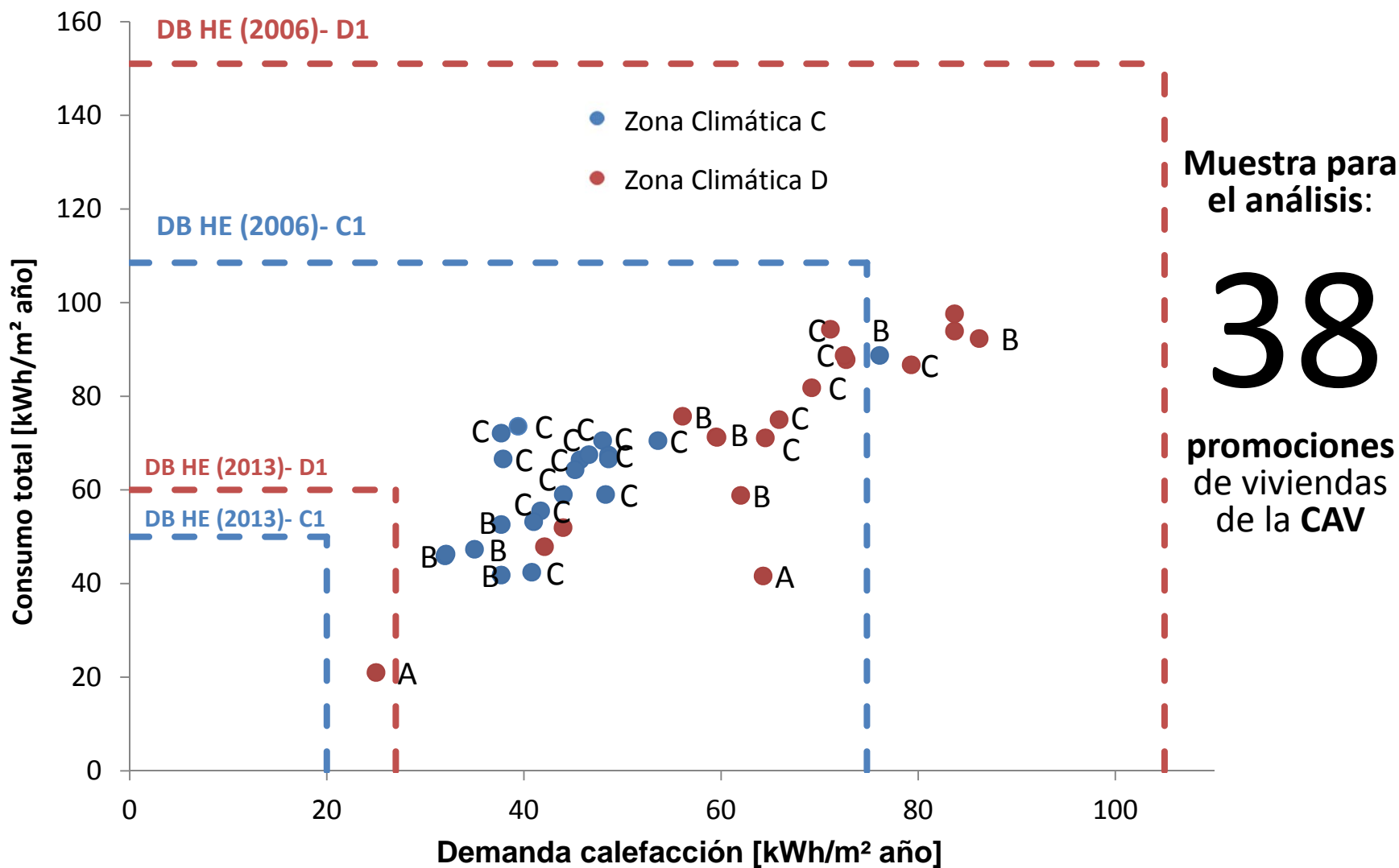


 <p>Universidad del País Vasco</p>	 <p>Euskal Herriko Unibertsitatea</p>	 <p><b>EUSKO JAURLARITZA</b></p> <p>ENPLEGU ETA GIZARTE POLITIKETAKO SAILA</p>	 <p><b>GOBIERNO VASCO</b></p> <p>DEPARTAMENTO DE EMPLEO Y POLÍTICAS SOCIALES</p>	 <p><b>enedi</b> Grupo de Energética en la Edificación Máquinas y Motores Térmicos UP/EHU</p>
<p><b>TERMIKA ARLOA</b></p> <p>EUSKO JAULARITZAKO ETXEGINTZAREN KALITATEA KONTROLATZEKO LABORATEGIA</p>		<p><b>AREA TERMICA</b></p> <p>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EDIFICACION DEL GOBIERNO VASCO</p>		

Castelló de la Plana  
30 de octubre de 2014

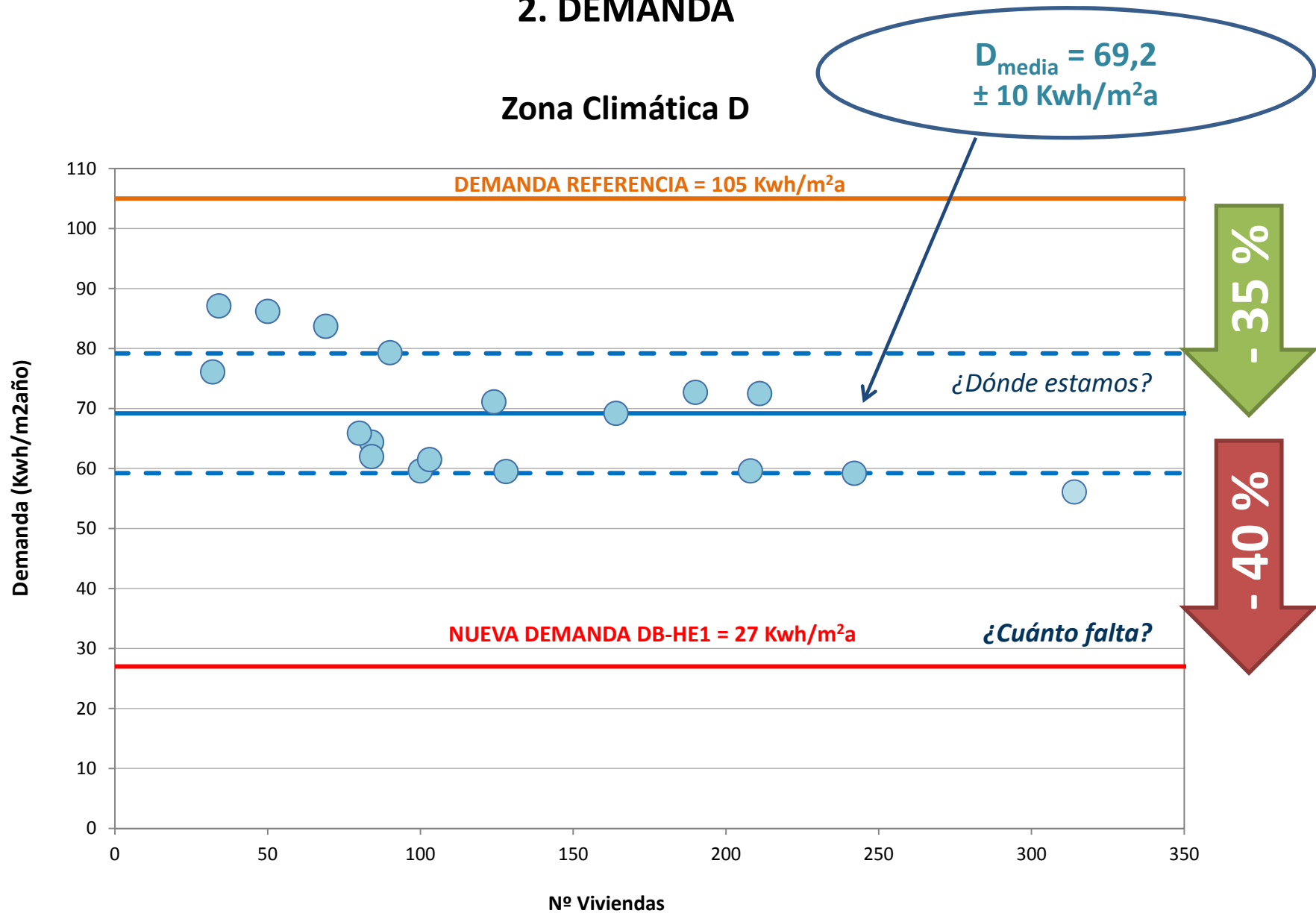
César Escudero

# 1. RELACIÓN DEMANDA-CONSUMO



## 2. DEMANDA

Zona Climática D

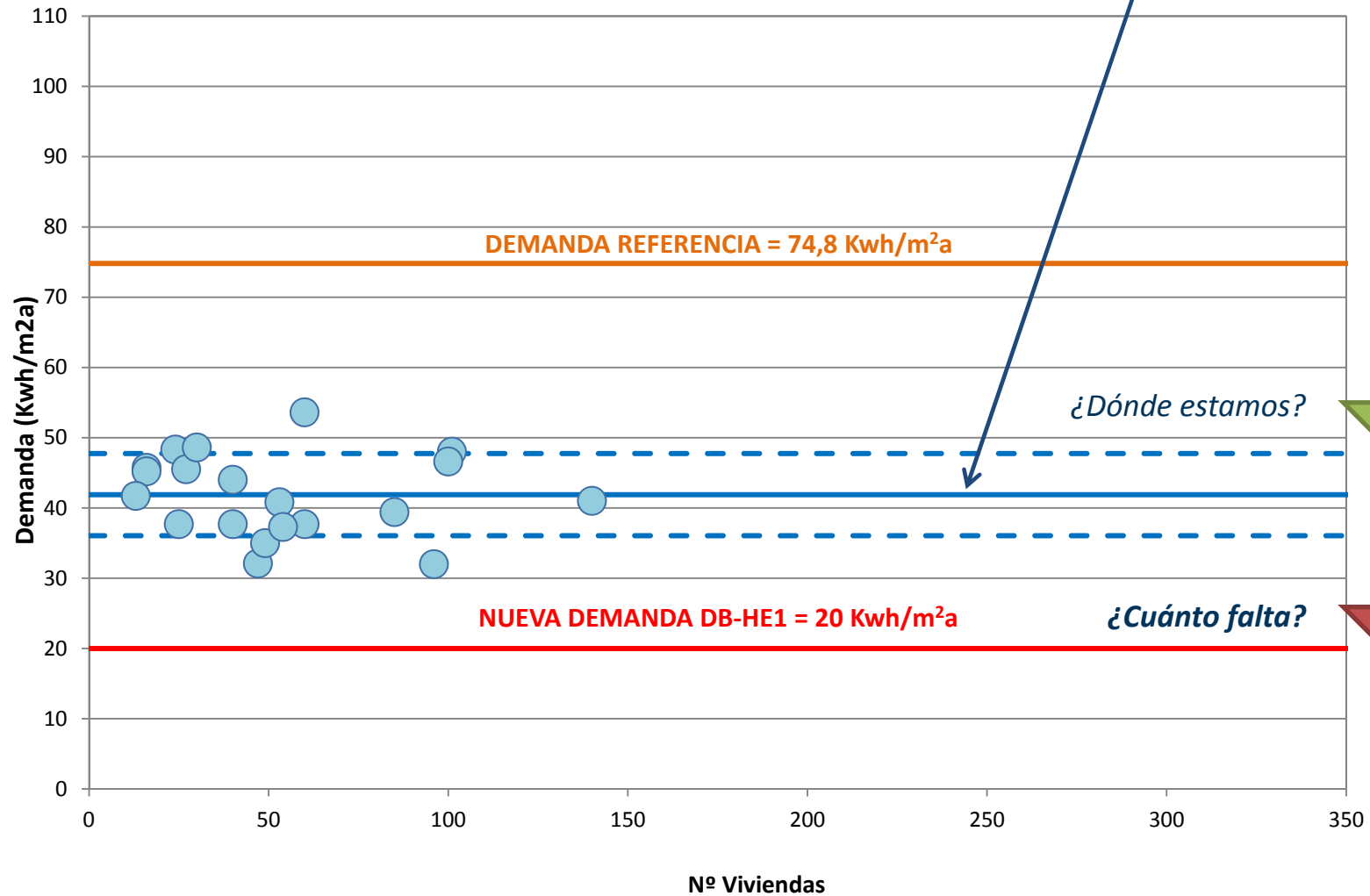


## 2. DEMANDA

**BILBAO**  
¿ DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN ?

$D_{media} = 41,9$   
 $\pm 5,8 \text{ Kwh/m}^2\text{a}$

Zona Climática C



## 2.1. Estado Actual del Parque Edificatorio

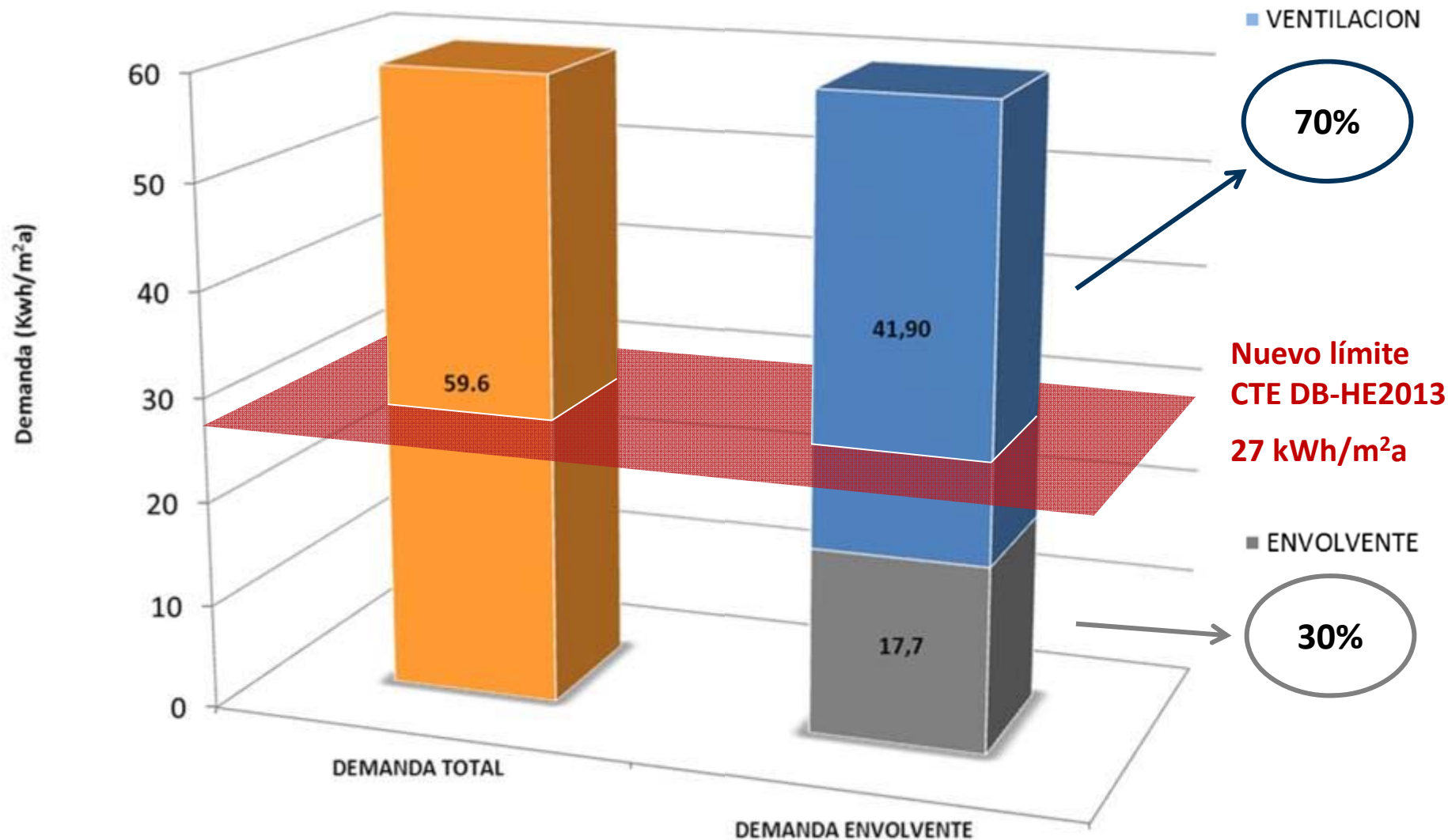
	¿Cómo se está construyendo hoy en día?
<b>E</b> aislamiento medio (cm)	<b>5</b>
<b>U</b> envolvente media (W/m <sup>2</sup> k)	<b>0,5</b>
<b>U</b> ventanas media (W/m <sup>2</sup> k)	<b>3</b>



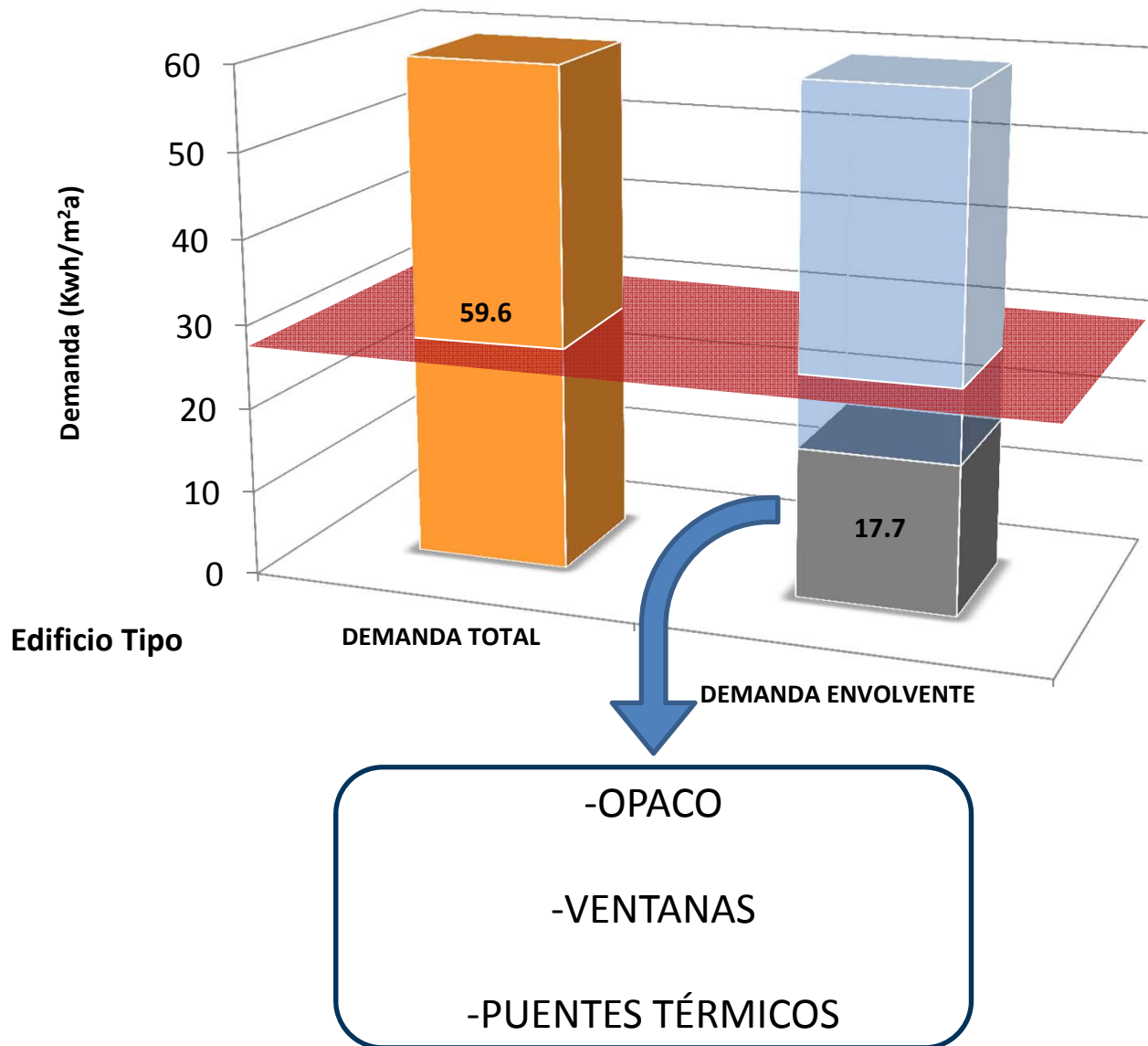
### Futuras Mejoras

Edificio Tipo

Reparto de demanda



## Optimización de la Envolvente



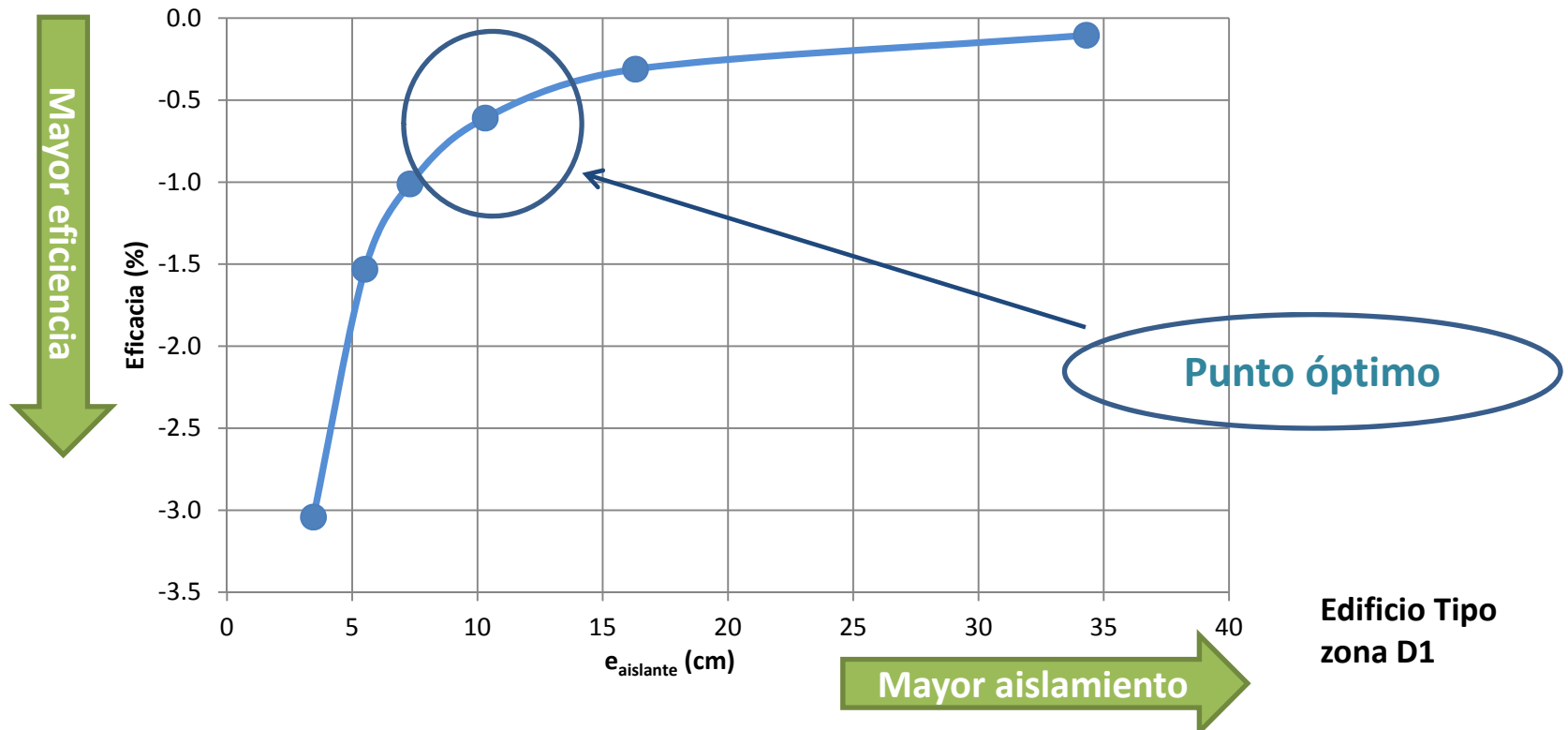
Nuevo límite  
CTE DB-HE2013

# Optimización de la ENVOLVENTE OPACA

## EFICIENCIA DE AISLAMIENTO

$U_v$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_f$ [W/m <sup>2</sup> K]	$e_{\text{aislante}}$ [cm]	DEMANDA [kWh/m <sup>2</sup> a]	Eficacia [%]
<b>2.4</b>	<b>0.7</b>	<b>3</b>	<b>22.1</b>	<b>-3.0</b>
	<b>0.5</b>	<b>6</b>	<b>18.5</b>	<b>-1.5</b>
	<b>0.4</b>	<b>8</b>	<b>15.7</b>	<b>-1.0</b>
	<b>0.3</b>	<b>10</b>	<b>13.7</b>	<b>-0.6</b>
	<b>0.2</b>	<b>16</b>	<b>9.7</b>	<b>-0.3</b>
	<b>0.1</b>	<b>34</b>	<b>7.4</b>	<b>-0.1</b>

¿Hasta dónde?

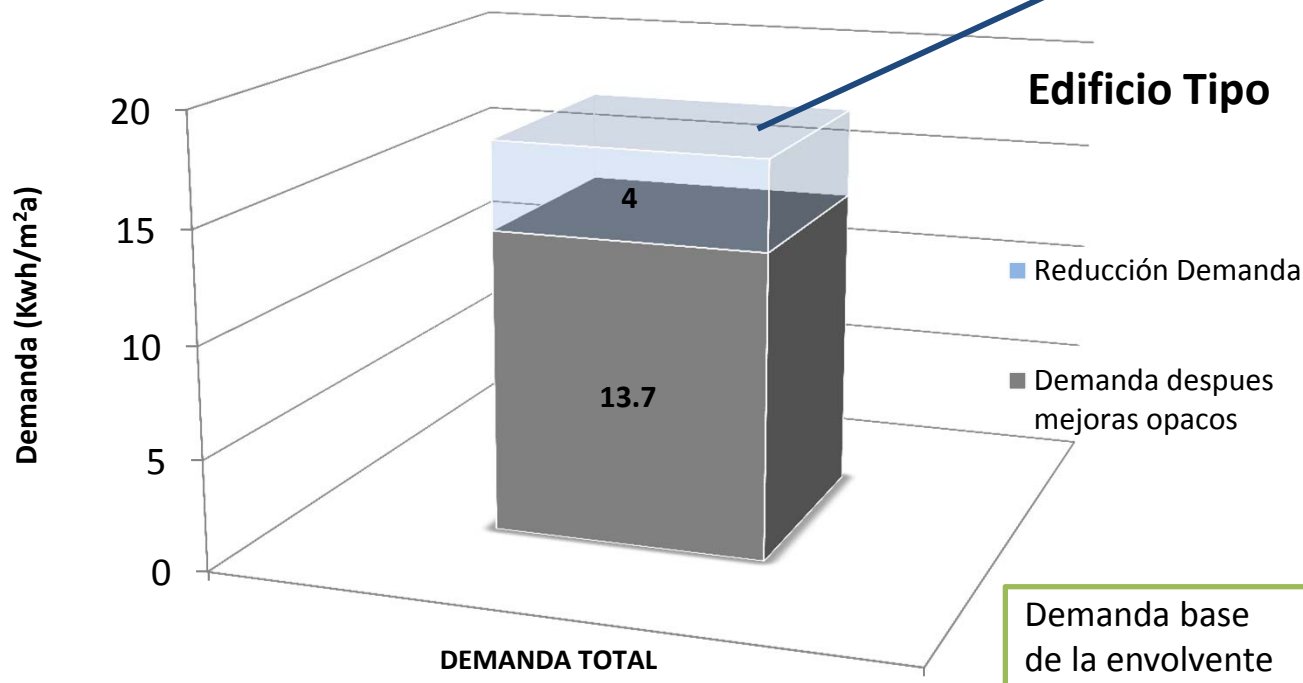


## Optimización de la ENVOLVENTE OPACA

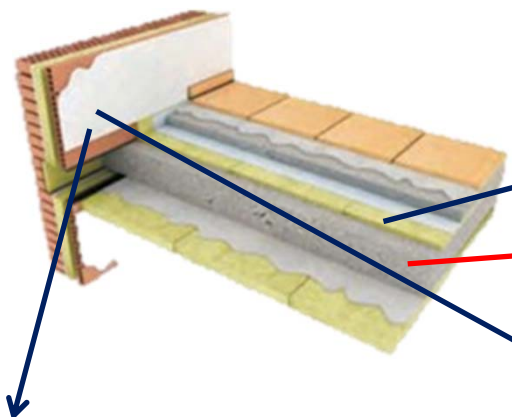
### EFICIENCIA DE AISLAMIENTO – REDUCCIÓN DE LA DEMANDA

$U_v$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_f$ [W/m <sup>2</sup> K]	$e_{\text{aislante}}$ [cm]	DEMANDA [kWh/m <sup>2</sup> a]	Eficacia [%]
2.4	0.7	3	22.1	-3.0
	0.5	6	18.5	-1.5
	0.4	8	15.7	-1.0
	0.3	10	13.7	-0.6
	0.2	16	9.7	-0.3
	0.1	34	7.4	-0.1

23%  
reducción



## Caracterización de la ENVOLVENTE OPACA

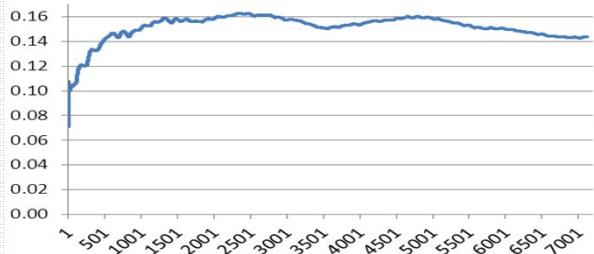
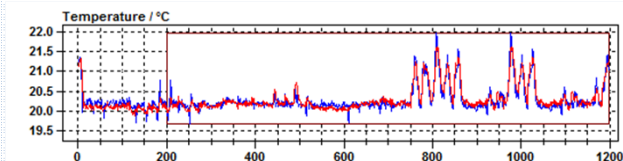


### Conductividad materiales - $\lambda$ [W/mK]



### Resistencia soluciones constructivas - R [m<sup>2</sup>K/W]

### Resistencia *in situ*- R [m<sup>2</sup>K/W]



## Caracterización de la ENVOLVENTE OPACA

### EJEMPLO APLICACIÓN: BARRERAS RADIANTES



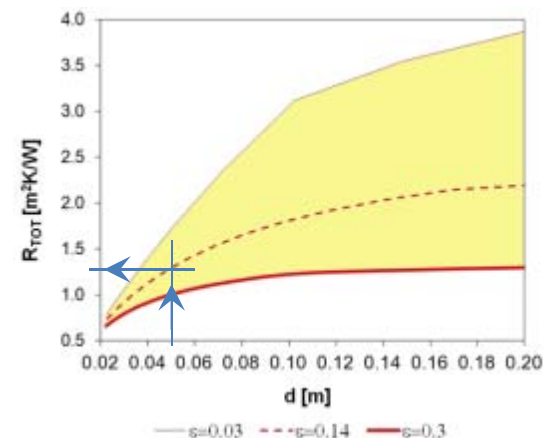
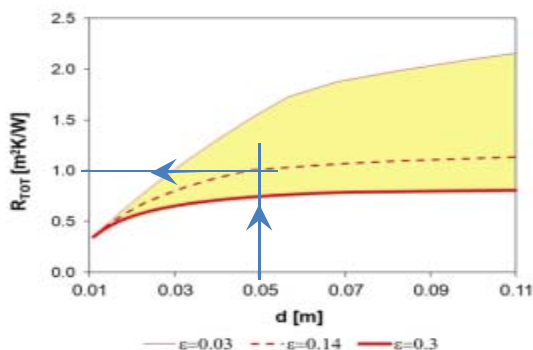
Fabricante: 1 cm → 8cm



En Laboratorio: 1 cm

$R_{\text{material}} = 0,30 \text{ [m}^2\text{K/W]}$

$\varepsilon = 0,14$

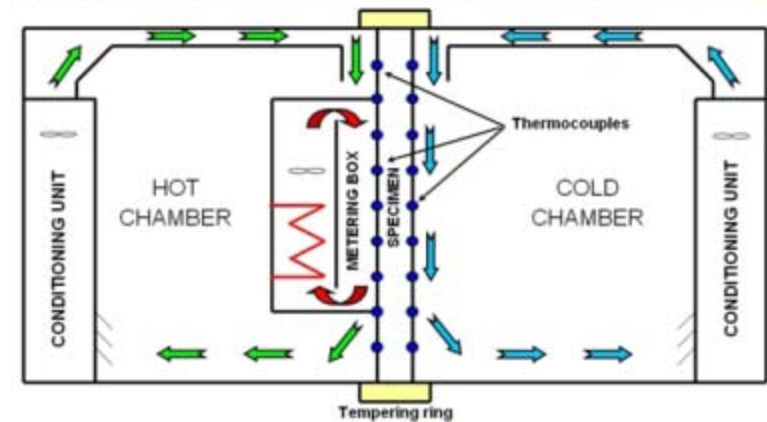
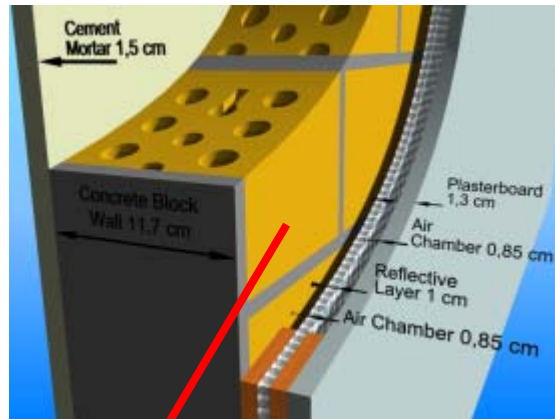


$e_{\text{aislamiento}}: 5\text{cm} \rightarrow$  1 ca:  $R_{\text{total}} = 1,03 \text{ [m}^2\text{K/W]}$   
2 ca:  $R_{\text{total}} = 1,25 \text{ [m}^2\text{K/W]}$

$R_{\text{conv}} = 1,50 \text{ [m}^2\text{K/W]}$

## Caracterización de la ENVOLVENTE OPACA

### EJEMPLO APLICACIÓN: BARRERAS RADIANTES



$$U_{\text{fachada}} = 0,75 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

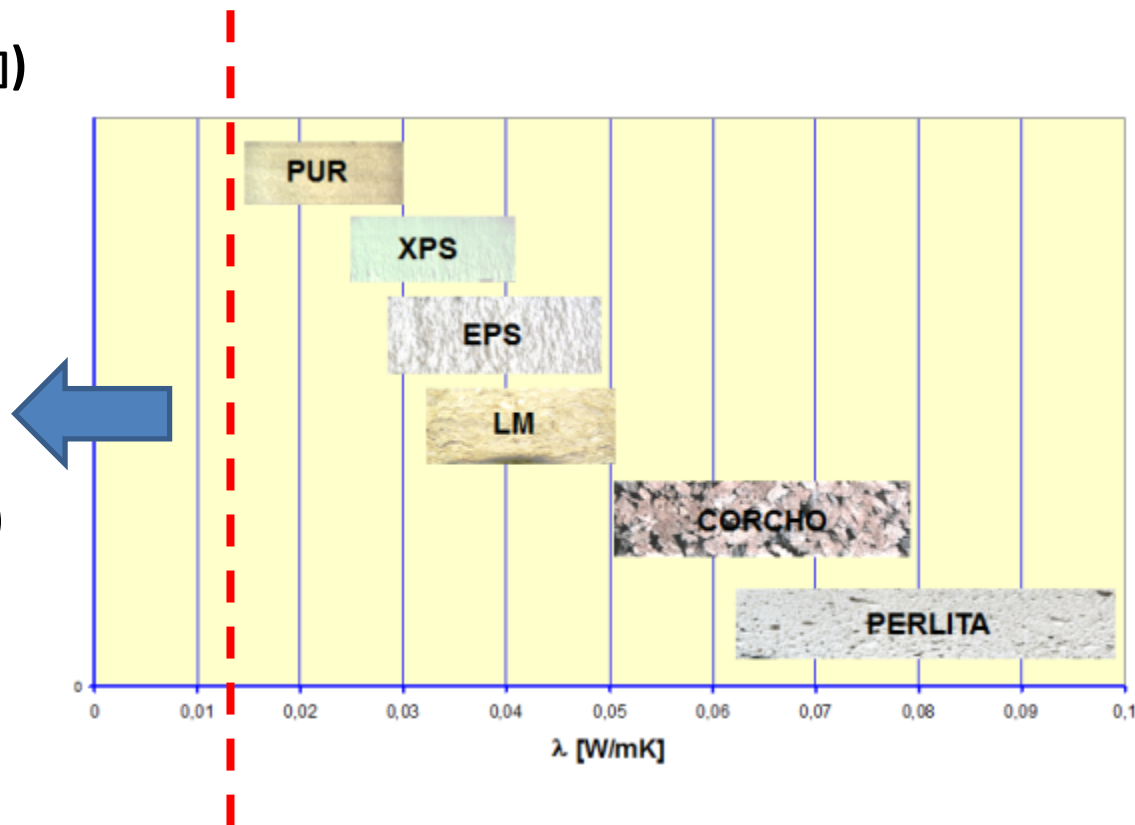
$$R_{\text{ensayo}} = 1,16 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

## Caracterización de la ENVOLVENTE OPACA

Aerogel ( $\lambda = 0,012$  [w/mK])



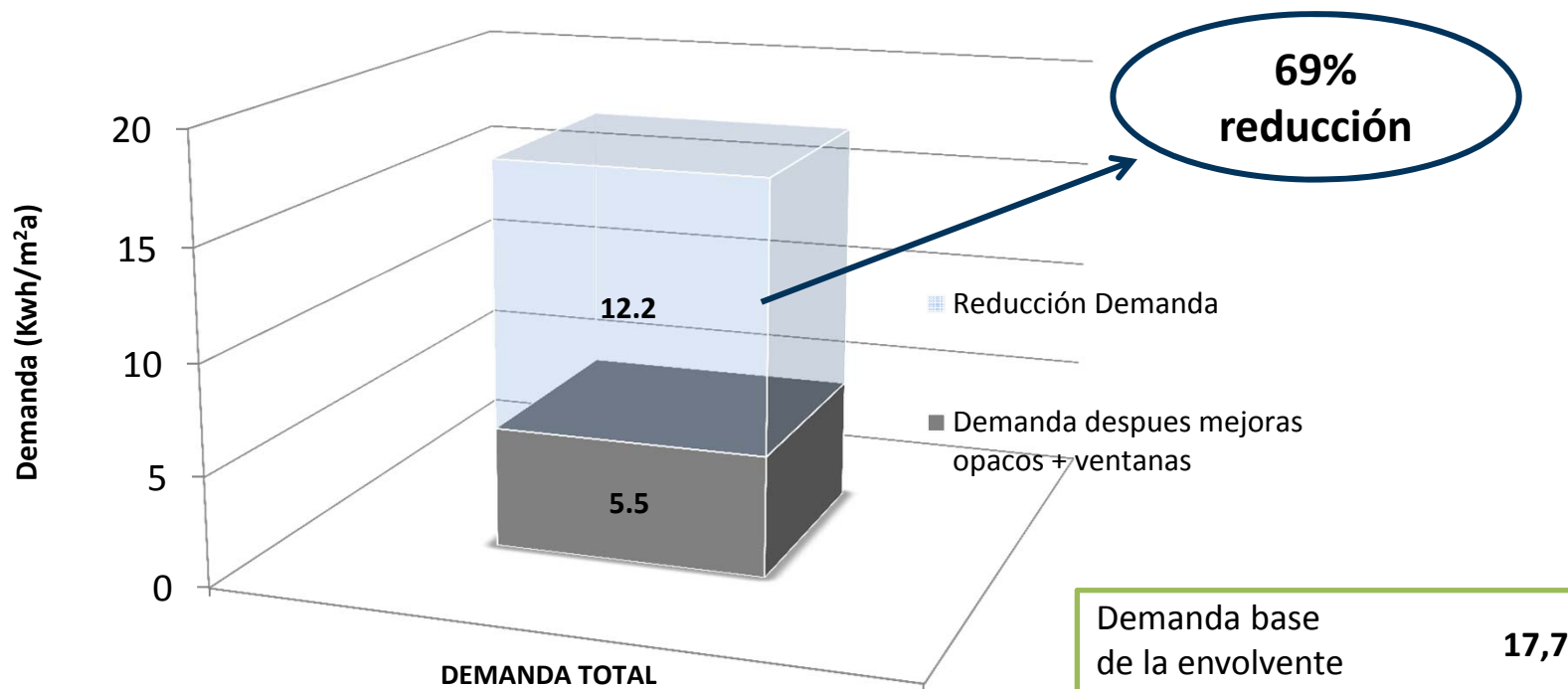
Vacio ( $\lambda = 0,001$  [w/mK])



## Optimización de las VENTANAS

### EFICIENCIA DE VENTANAS – REDUCCIÓN DE LA DEMANDA

$U_f$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_v$ [W/m <sup>2</sup> K]	DEMANDA [kWh/m <sup>2</sup> a]	Eficacia [%]
<b>0.3</b>	2.4	13.7	12.7
	2.2	10.2	11.3
	2.0	9.0	9.9
	1.8	6.9	8.4
	<b>1.6</b>	<b>5.5</b>	7.0
	1.4	4.5	5.6
	1.2	2.9	4.2



## Optimización de las VENTANAS



- CAJÓN DE PERSIANA

$$U_{cp \text{ mín}} \approx 2.7 \text{ W/m}^2\text{K}$$

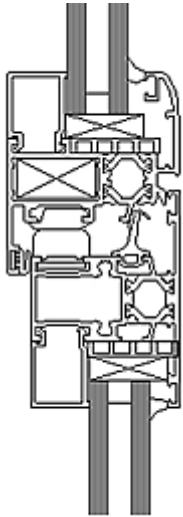
- VIDRIOS 4/12/6

$$-U \approx 2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- MARCO ALUMINIO

$$U_{marco \text{ mín}} \approx 3.2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

## Optimización de las VENTANAS



Fabricante perfil:

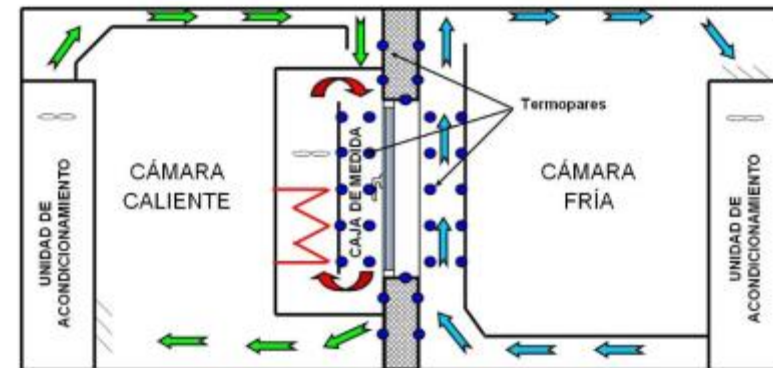
$$2000 \rightarrow U_{\text{perfil}} = 3,4 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$2007 \rightarrow U_{\text{perfil}} = 2,4 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$2012 \rightarrow U_{\text{perfil}} = 1,8 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$



$$\text{Ensayo} \rightarrow U_{\text{perfil}} = 3,6 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

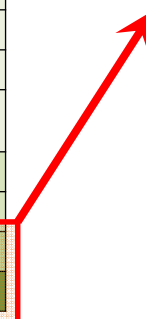


## Evolución de las VENTANAS

VIDRIO	BAJO EMISIVO	MARCO	CAJON PERSIANA	VALOR U (W/m <sup>2</sup> k)
<b>8/15/10</b>	<b>No</b>	<b>Aluminio</b>	<b>PVC + Neopreno</b>	<b>3.44</b>
8/15/10	No	Aluminio	-	3.14
8/15/10	No	Al. Junquillo poliamida	-	3.11
Fijo: 6/10/8 Pract: 4/12/4	No	Aluminio	PVC	3.07
6/12/5	Si	Aluminio	PVC + Aislamiento EPS	2.94
4/14/6	No	Aluminio	PVC	2.94
8/10/6	NO	Aluminio	PVC+Polietileno reticulado	2.92
Fijo: 4/16/6 Pract: 4/15/6	No	Aluminio	PVC	2.86
6/16/4	No	Aluminio	PVC+Polietileno reticulado	2.7
6/16/8	No	Aluminio	PVC	2.63
8/15/10	Si	Al. Junquillo poliamida	PVC + EPS	2.58
Fijo: 6/10/4 Pract: 4/12/4	No	Aluminio	PVC	2.55
6/16/8	Si	Aluminio	-	2.45
6/12/5	No	Aluminio	-	2.37
6/12/6	SI	Aluminio	PVC + EPS	2.3
8/12/10	Si	Aluminio	-	2.25
4/12/4	Si	Aluminio	PVC + EPS	2.25
Fijo: 4/16/6 Pract: 4/12/6	SI	Aluminio	PVC	2.23
8/12/10	Si	Aluminio	PVC + Aislamiento EPS	2.15
6/15/4	Si	Aluminio	PVC + EPS	2.07
8/16/10	Si + Argon	Aluminio	-	1.88
<b>6/16/8</b>	<b>Si</b>	<b>Aluminio</b>	-	<b>1.49</b>

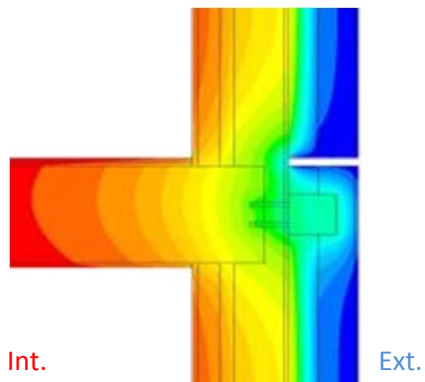


**BAJO EMISIVO  
+  
BUENOS VÍDRIOS  
+  
BUENA ROTURA PT**

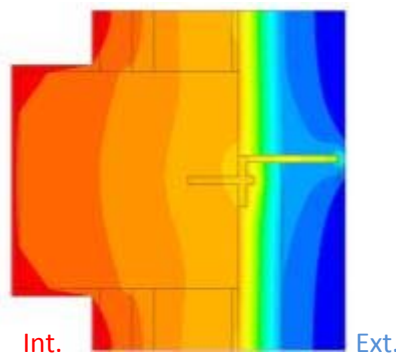


## Puentes Térmicos

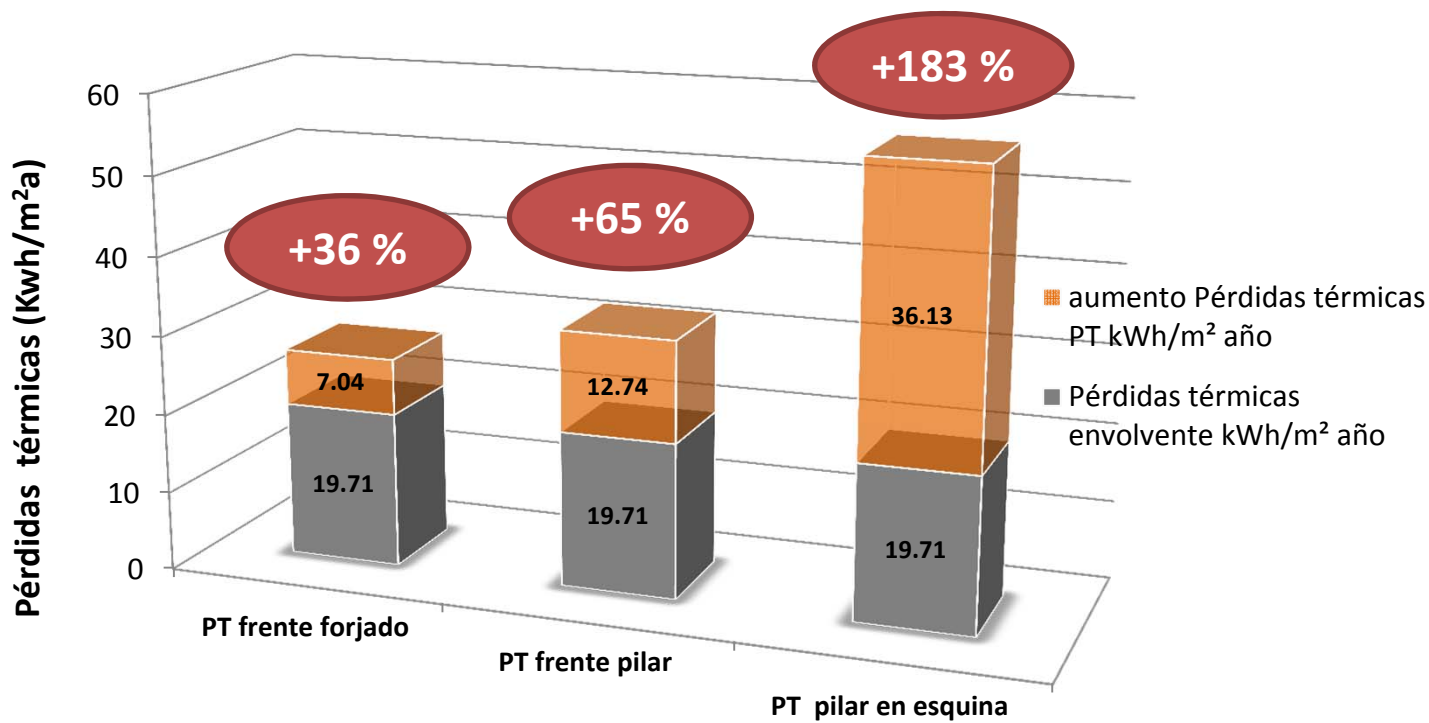
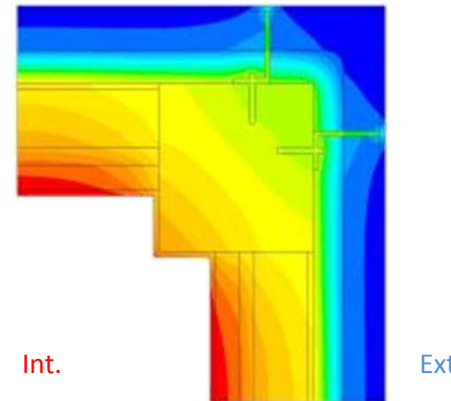
Frente de Forjado



Frente de Pilar



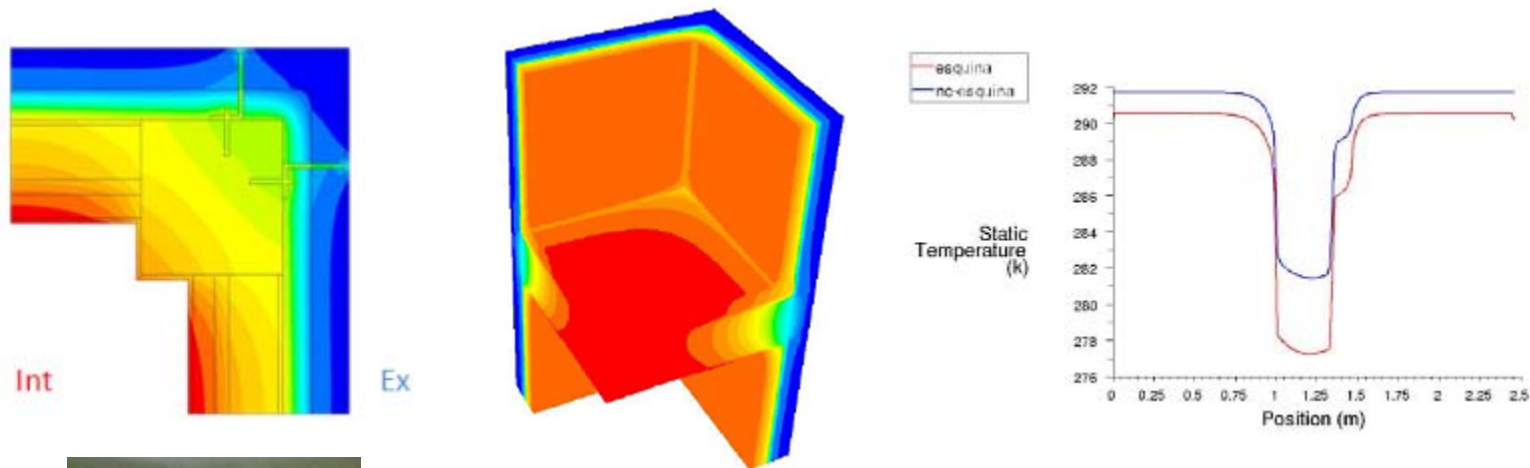
Pilar de Esquina



## Puentes Térmicos

### FASE PROYECTO

- buen diseño
- herramientas adecuadas de cálculo y caracterización

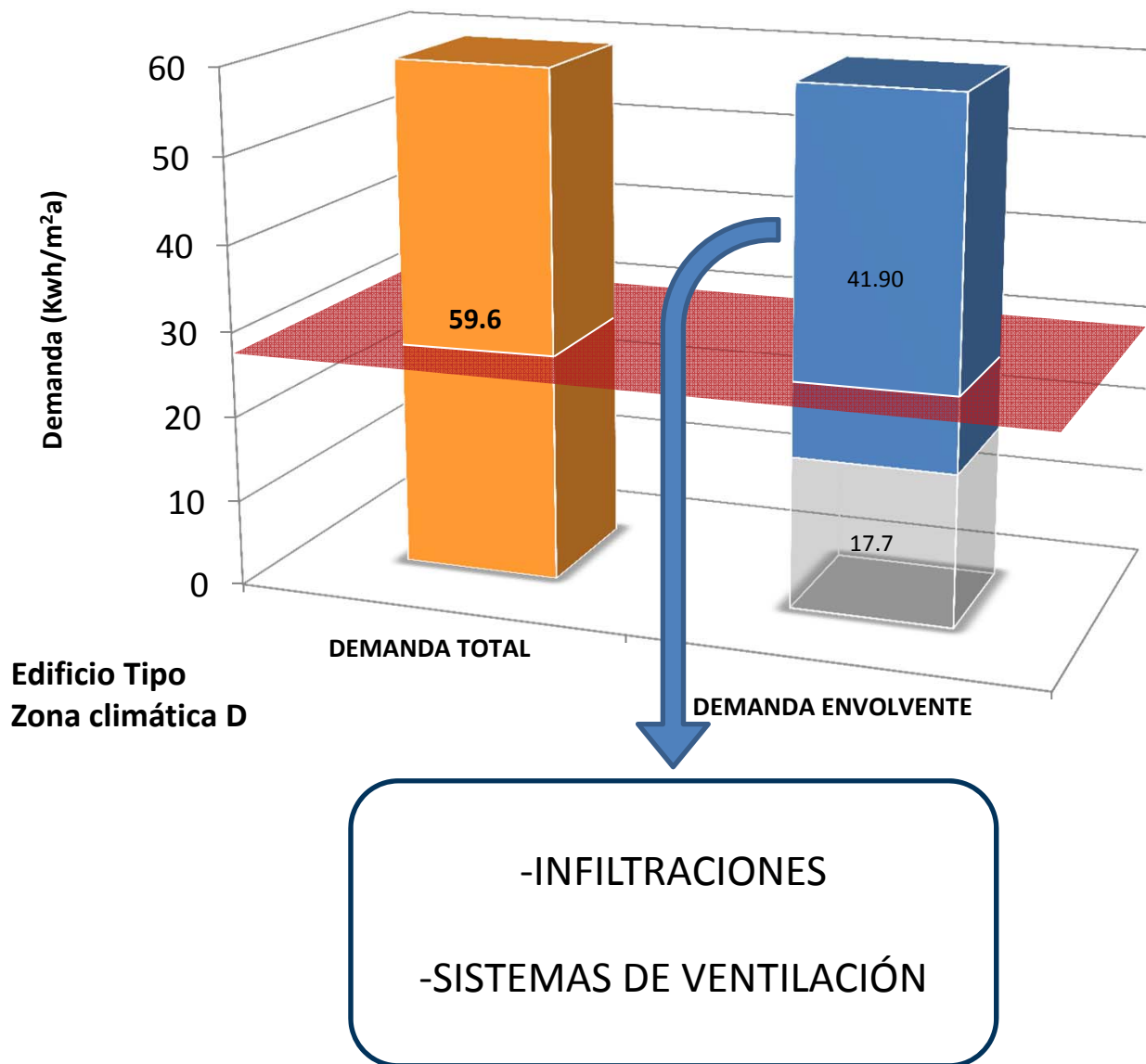


### EDIFICIO CONSTRUIDO

**no existen soluciones mágicas**

monitorización *in-situ*  
+  
termografía

## Ventilación



**Nuevo límite  
CTE DB-HE2013**

## Ventilación

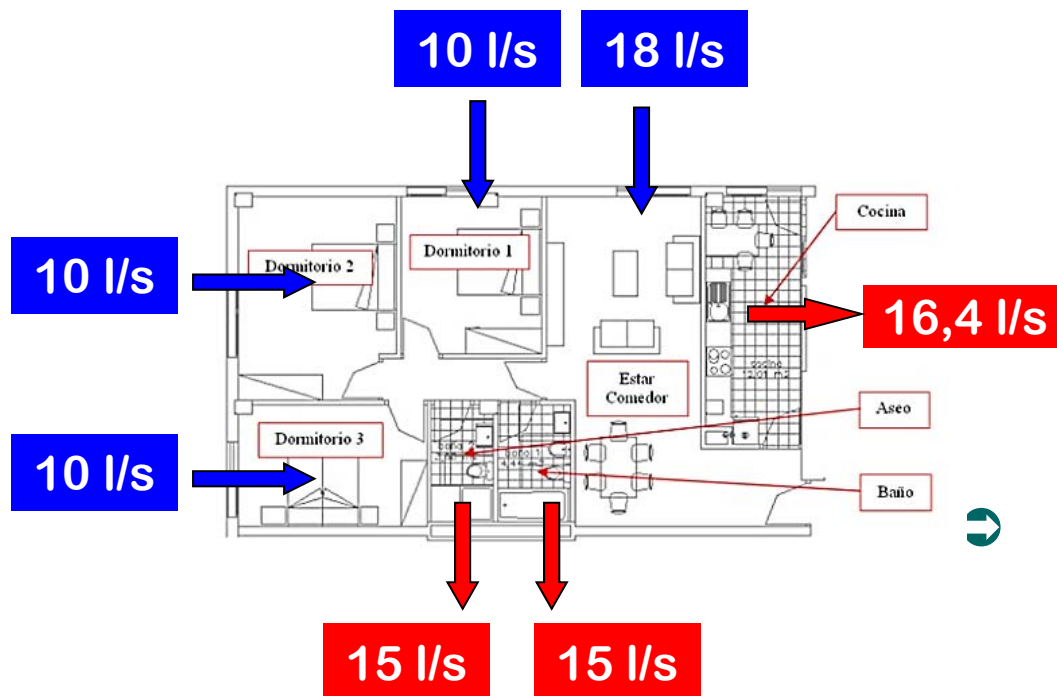
### ESTANQUEIDAD

- Valores actuales:  
2 - 3 renovaciones/hora
- Valores óptimos:  
1 - 2 renovaciones/hora



## Ensayo de Recepción de Obra: GASES TRAZADORES

➔ Método gases trazadores



➔ Medidas Complementarias





## Ensayo de Recepción de Obra: GASES TRAZADORES

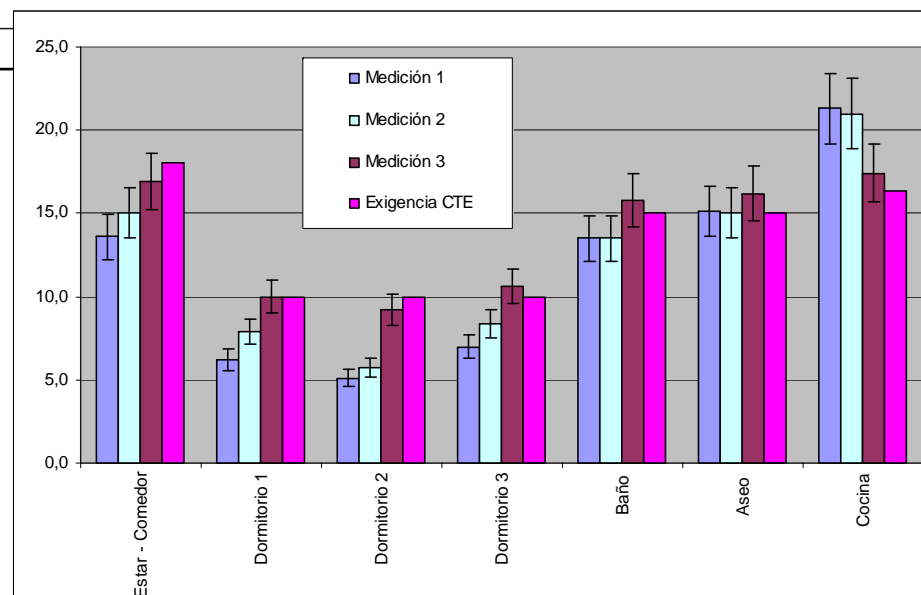
- ➔ Se reduce la pérdida de carga de las rejillas de admisión
- ➔ Corrección campana extractora
- ➔ Se sustituye la boca de extracción de la cocina por una de menor capacidad

Local	Exigencia (l/s)	Medición 1 (l/s)	Medición 2 (l/s)	Medición 3 (l/s)
Estar - Comedor	18	13,6	15,0	16,9
Dormitorio 1	10	6,2	7,9	10,0
Dormitorio 2	10	5,1	5,7	9,2
Dormitorio 3	10	7,0	8,4	10,6
Baño	15	13,5	13,5	15,8
Aseo	15	15,1	15,0	16,2
Cocina	16,4	21,3	21,0	17,4

Sale      Entra

$$49,4 - 46,7 = 2,7 \text{ l/s}$$

- ➔ Extracciones: Cumplen con el mínimo exigido por la norma.
- ➔ Las medidas adoptadas hacen alcanzar los caudales exigidos.
- ➔ Esto se debe a que se reducen los pasos de aire no deseados.

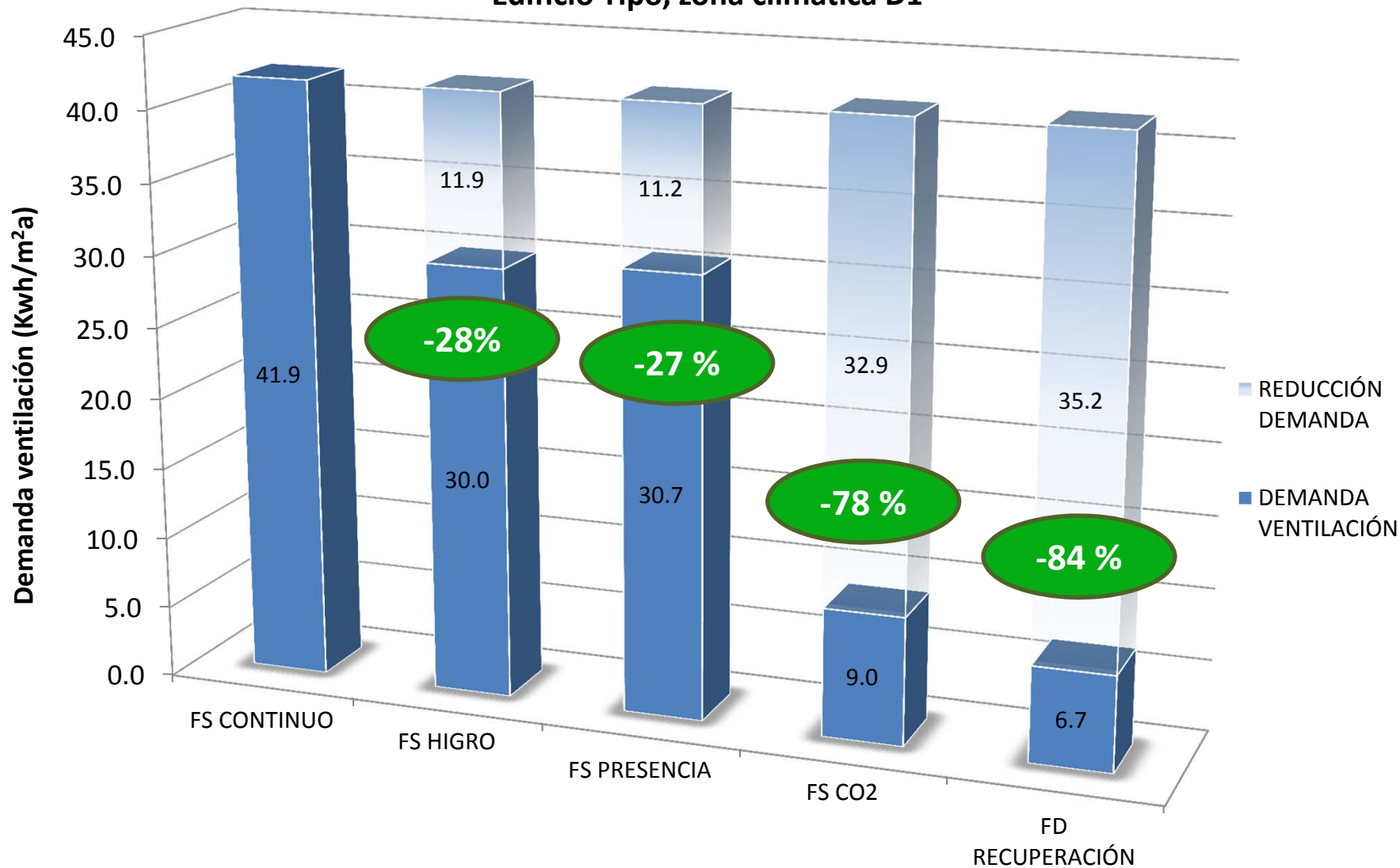


## Sistemas Habituales

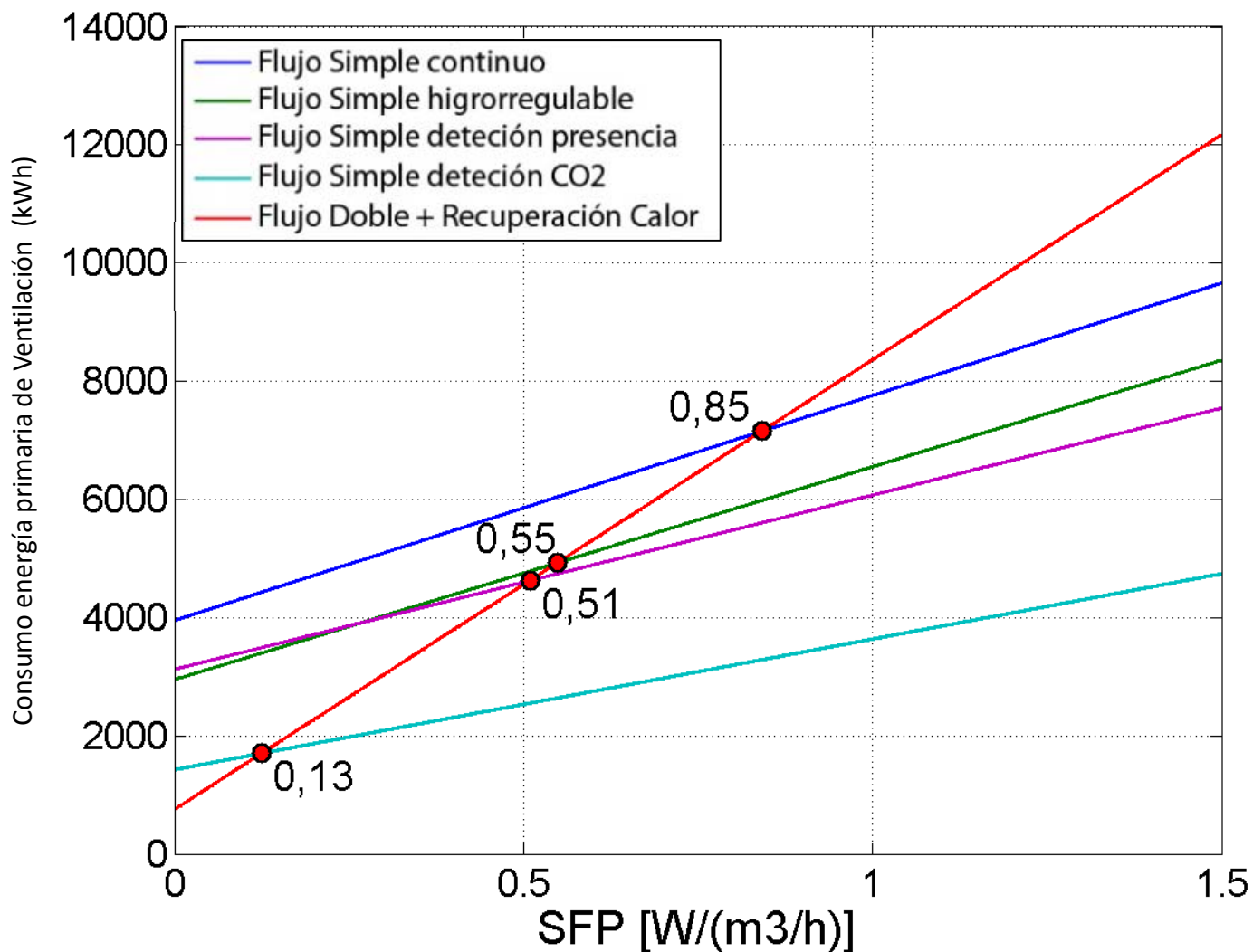
- Sistema mecánico de flujo simple continuo
  - Caudal de ventilación constante
- Sistema mecánico higrorregulable
  - Caudal de ventilación regulado por humedad relativa
- Sistema mecánico de detector de presencia
  - Caudal de ventilación regulado por el detector de presencia
- Sistema mecánico de detector de CO<sub>2</sub>
  - Caudal de ventilación regulado por el detector de CO<sub>2</sub>
- Sistema mecánico de doble flujo
  - Caudal de ventilación constante
  - Permite incorporar recuperador de calor (85%)

## Eficiencia de Sistemas de Ventilación

Edificio Tipo, zona climática D1

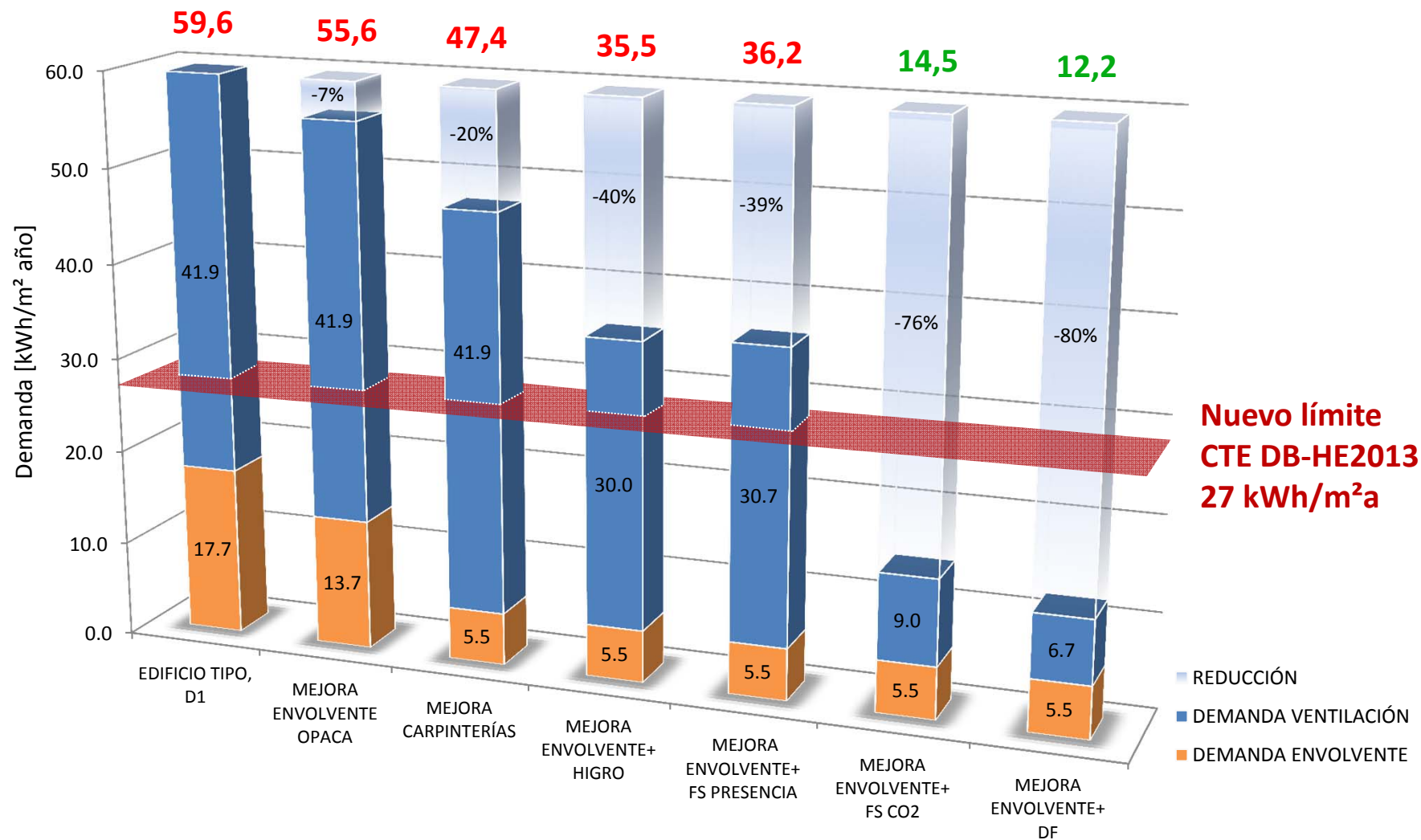


## Efecto SFP (Service Fan Power)

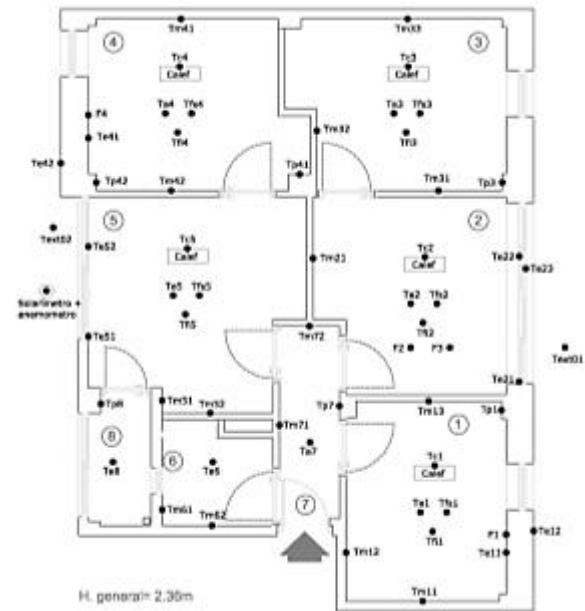
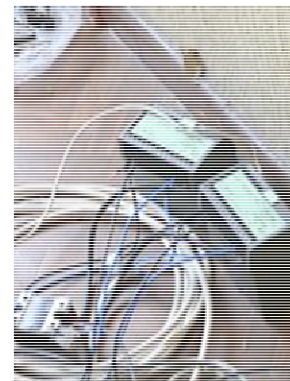
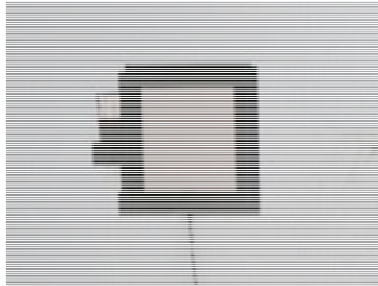


## Resultado final

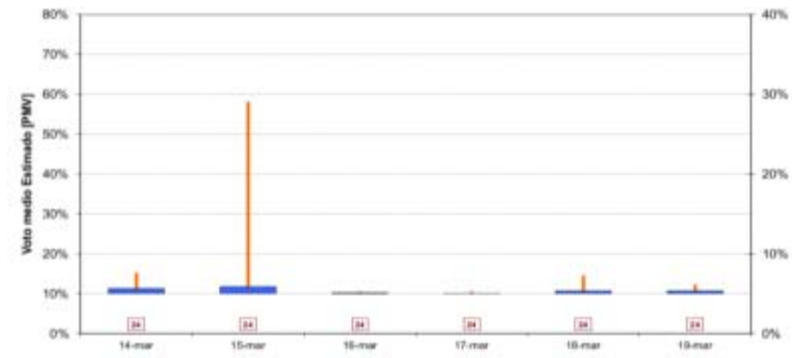
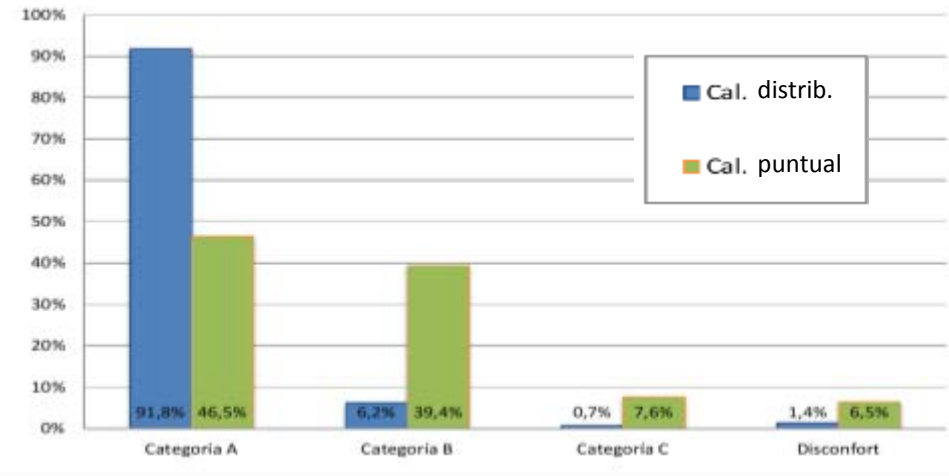
### Edificio Tipo, zona climática D1



## MONITORIZACIÓN ESCALA EDIFICIO



## MONITORIZACIÓN ESCALA EDIFICIO



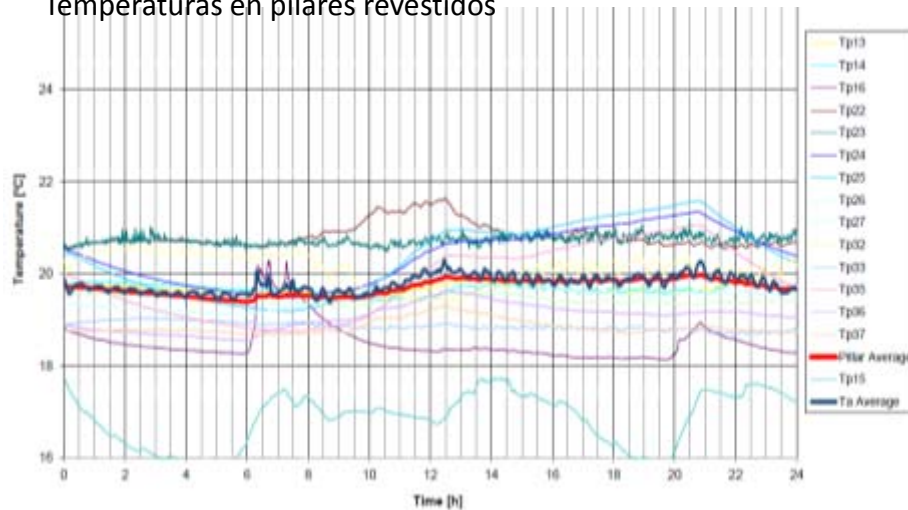
### Comparativa de Categorías de Confort Interior



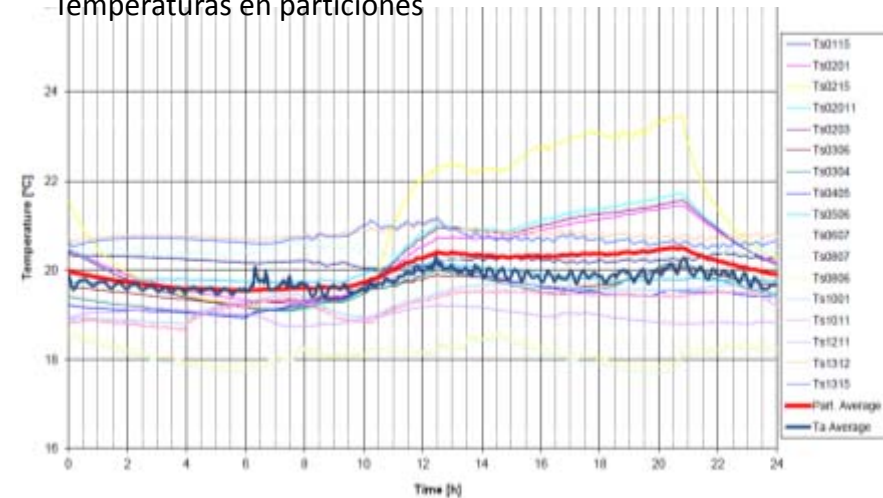
## MONITORIZACIÓN ESCALA EDIFICIO

Día frío: 14 de marzo (T.media de 1,7°C) tras una semana fría.

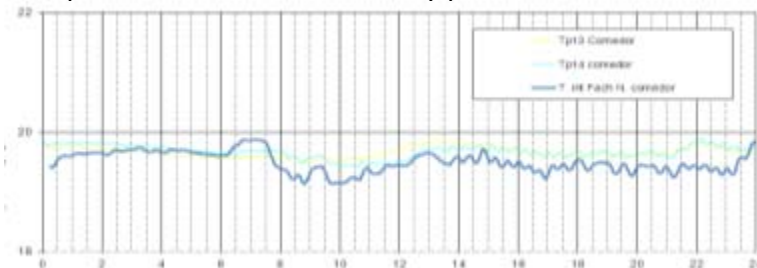
Temperaturas en pilares revestidos



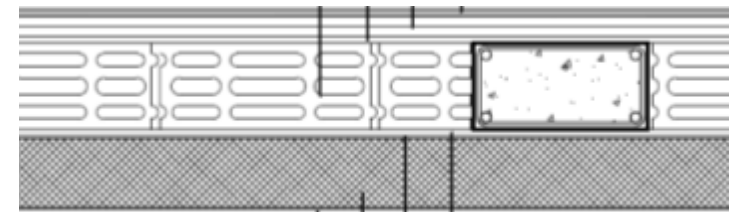
Temperaturas en particiones



Temperaturas de fachada norte y pilares del comedor



Detalle de la solución de pilar enrasado en fachada



### Análisis de temperaturas en pilares:

- La **diferencia entre Ts. de pilares y T.aire** está en torno a **1-2°C**:

**se ha evitado el puente térmico**

Similar a la Temperatura del resto de la fachada. La solución de aislamiento trasdosado cumple su objetivo.

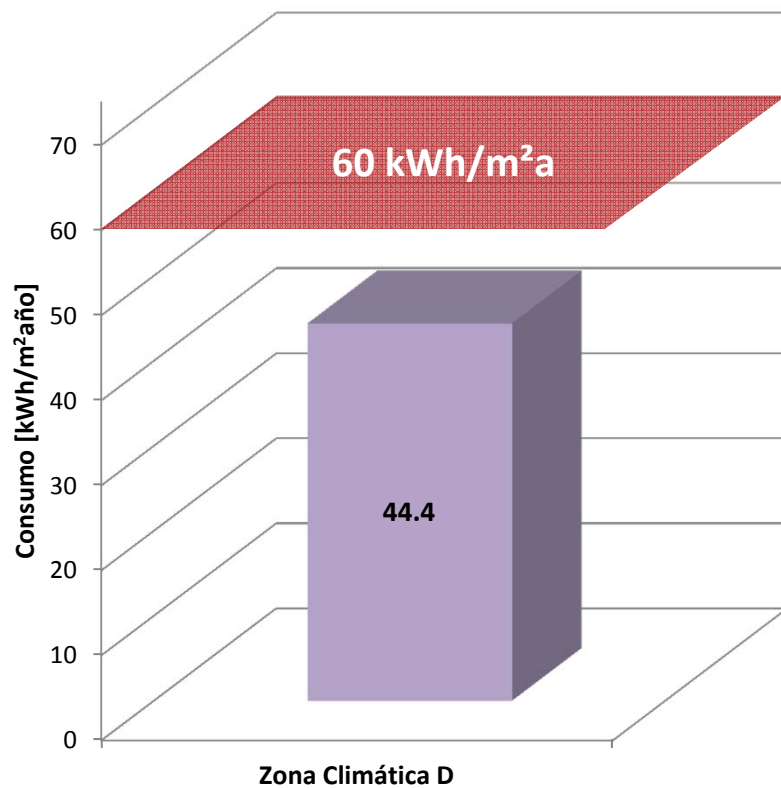
- La T.sup. de las particiones varía menos de **1°C**.

- Se detectaron Tp. y Ts. singulares por **ubicación** (ej. espacio instalaciones) y **ganancias internas** (estudio).

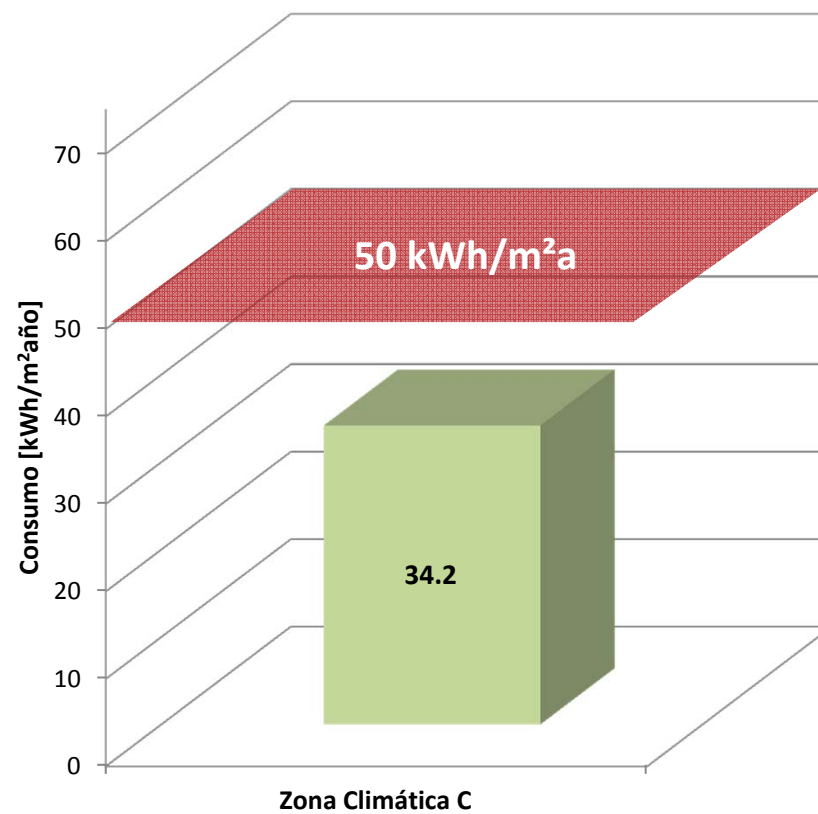
## Consumos de Edificio Tipo

**Nuevos límites  
CTE DB-HE2013**

**Zona D1**

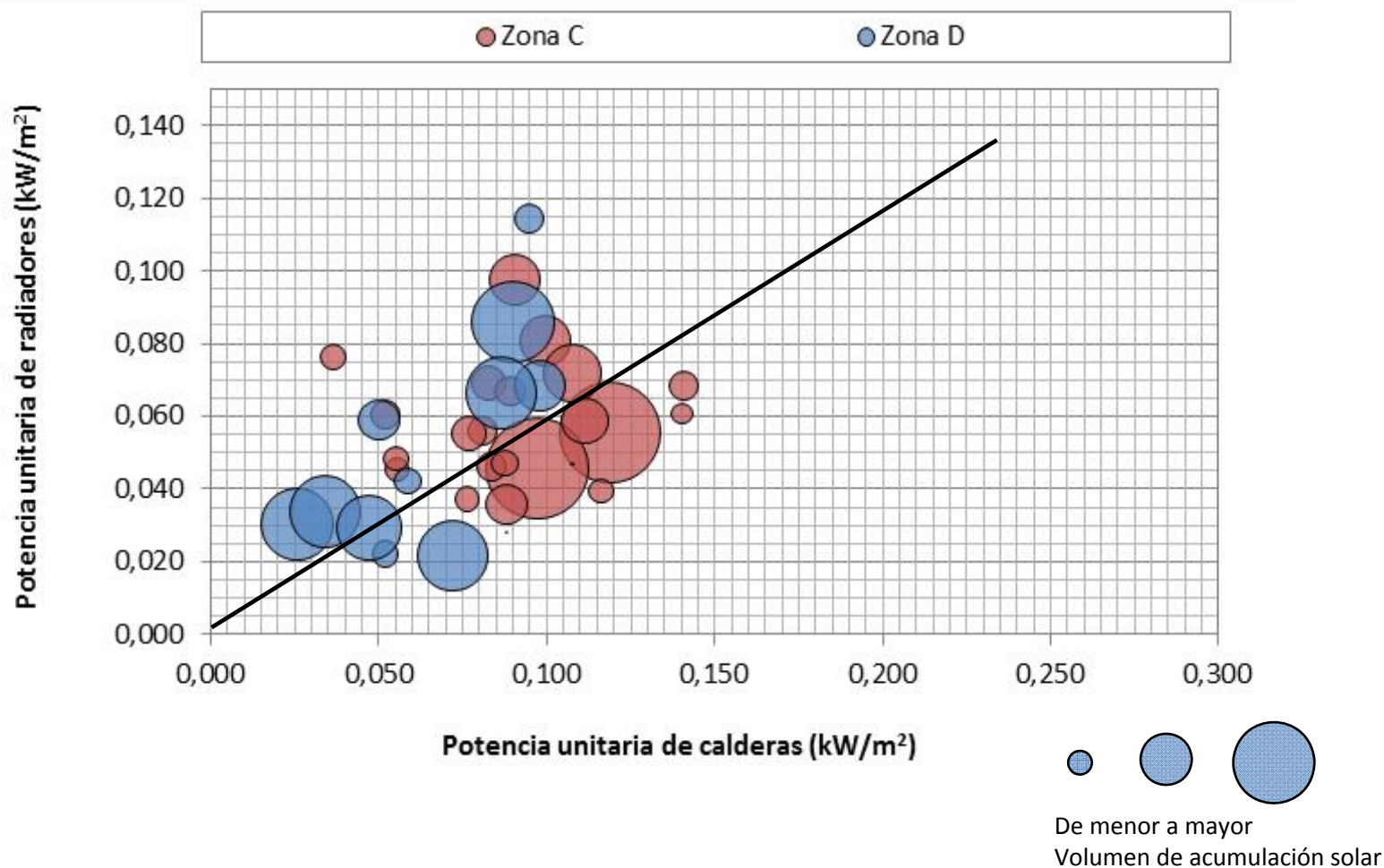


**Zona C1**

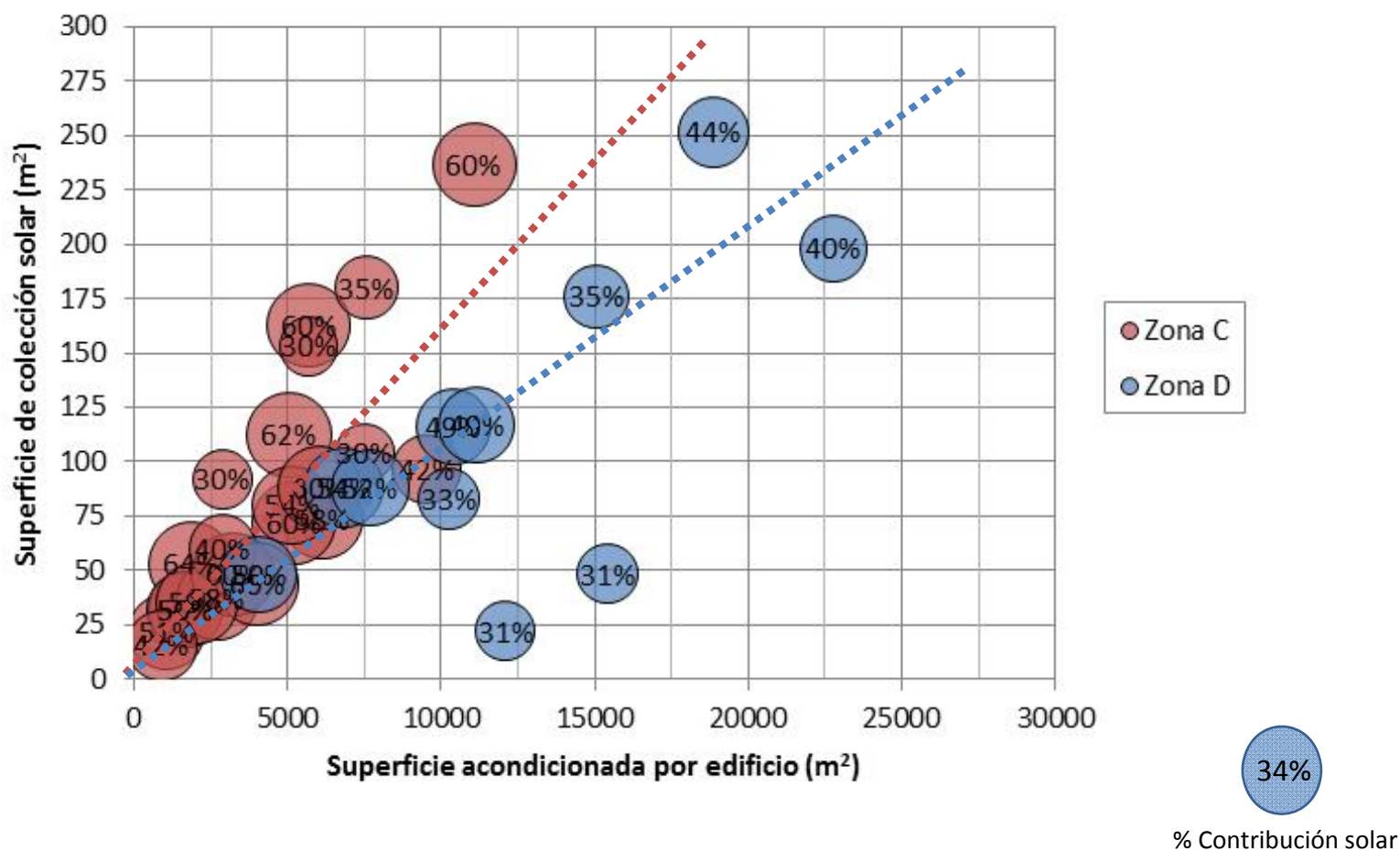


## Análisis de las Instalaciones

### POTENCIA INSTALADA CALDERAS CONDENSACION EN DE ACUMULACIÓN ACS



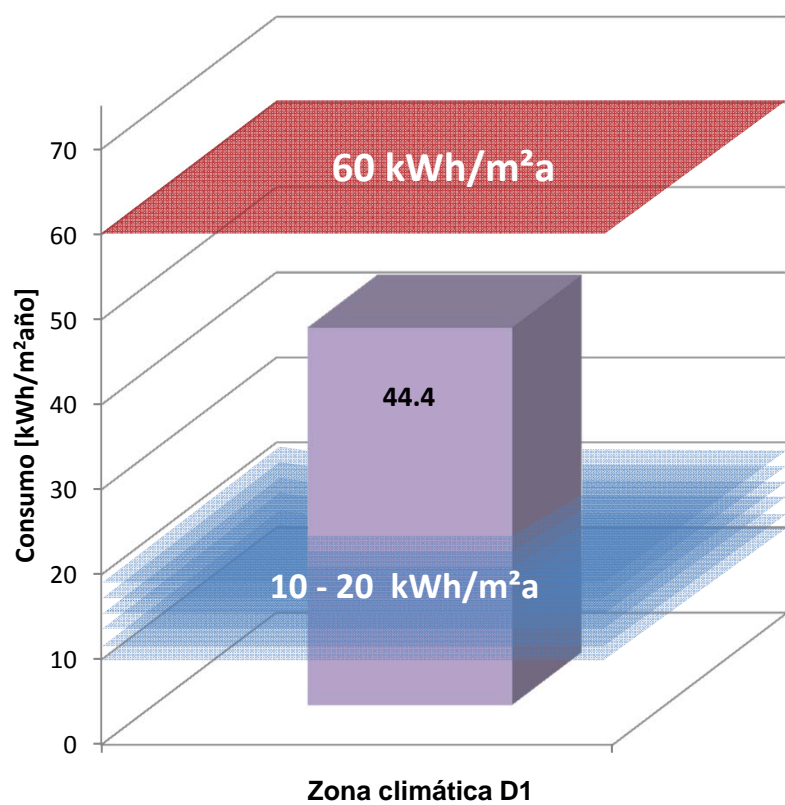
## Análisis de la Cobertura Solar



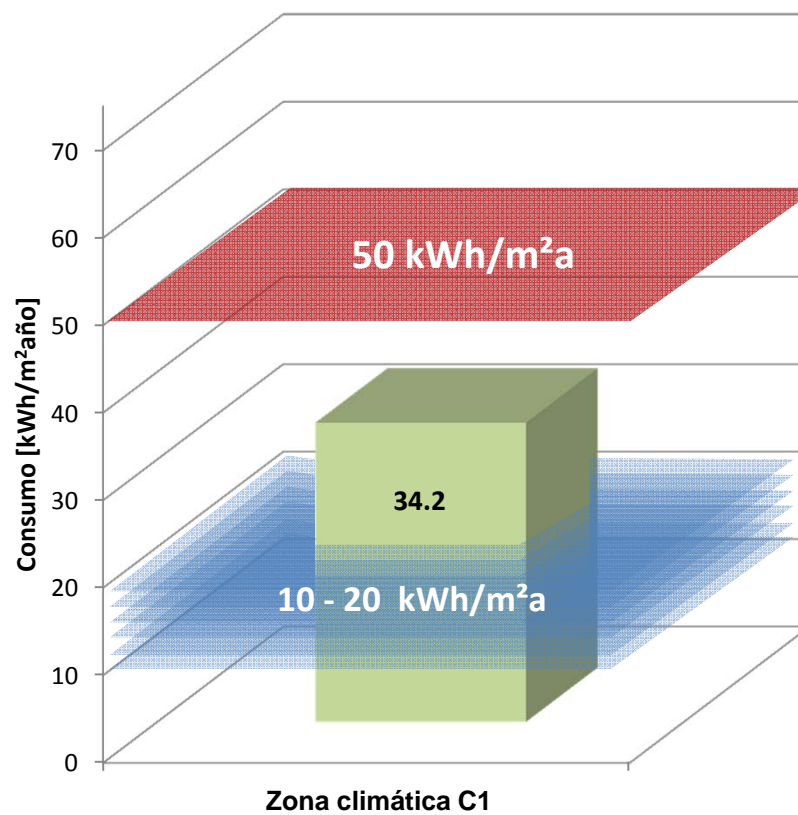
## Futuras mejoras

**Nuevos límites  
CTE DB-HE2013**

### Consumo Edificio Tipo zona D

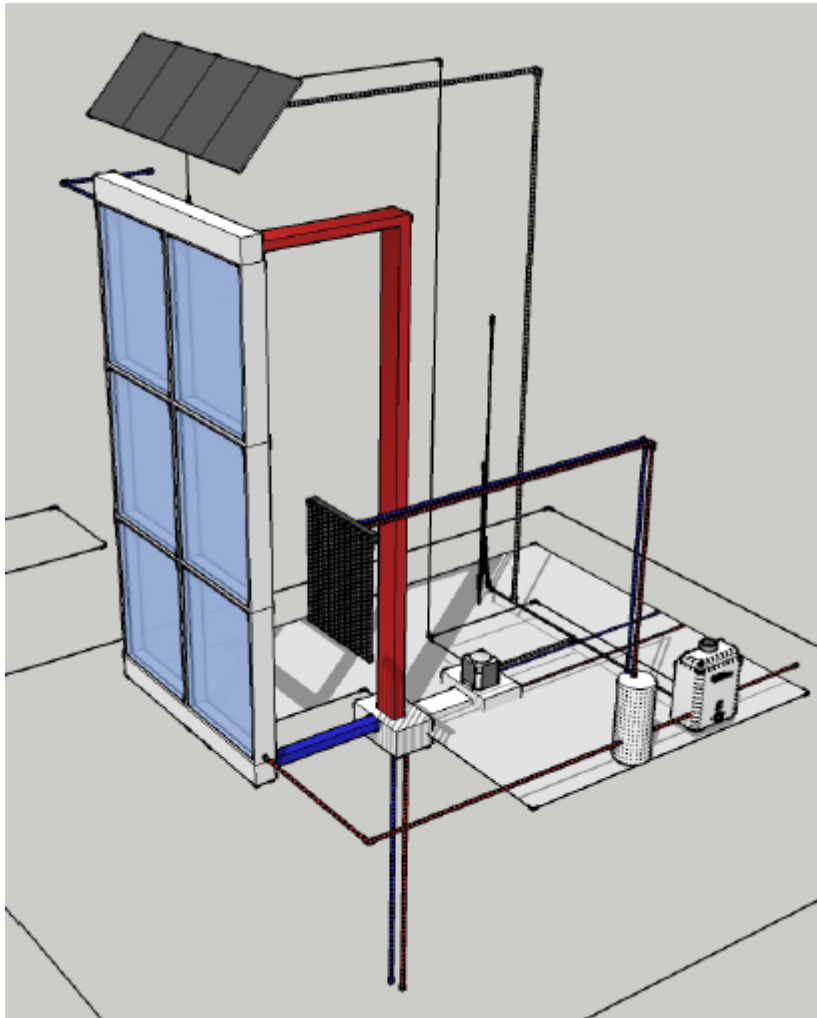


### Consumo Edificio Tipo zona C

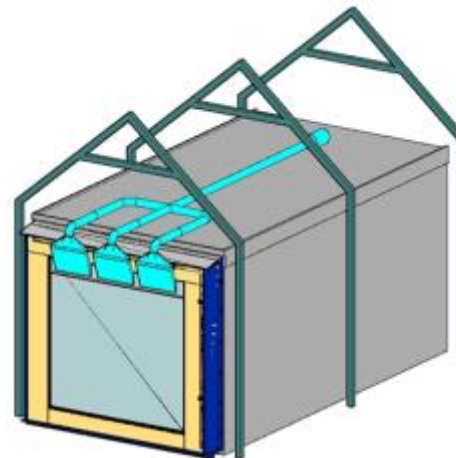
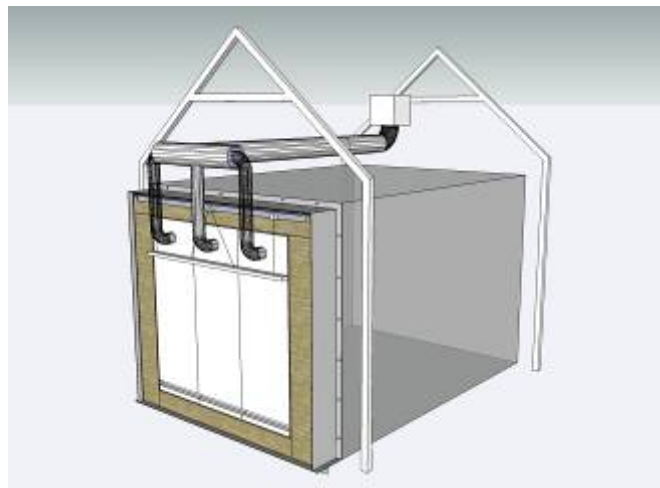
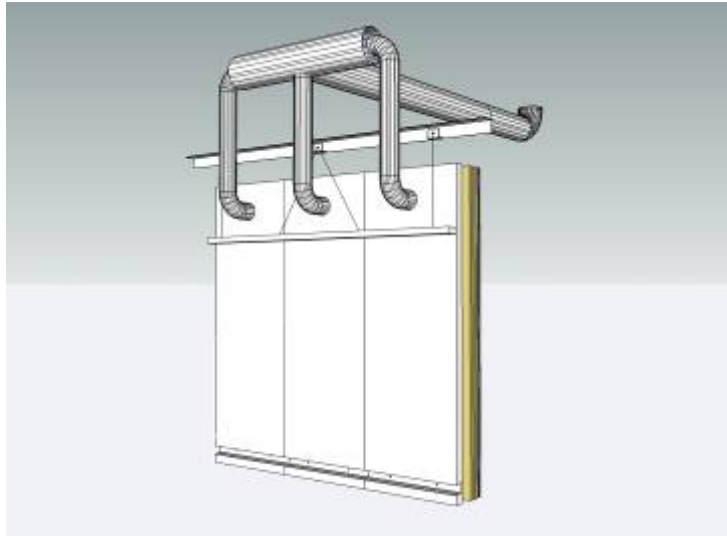


**Futuro NZEB  
10 - 20 kWh/m<sup>2</sup>a**

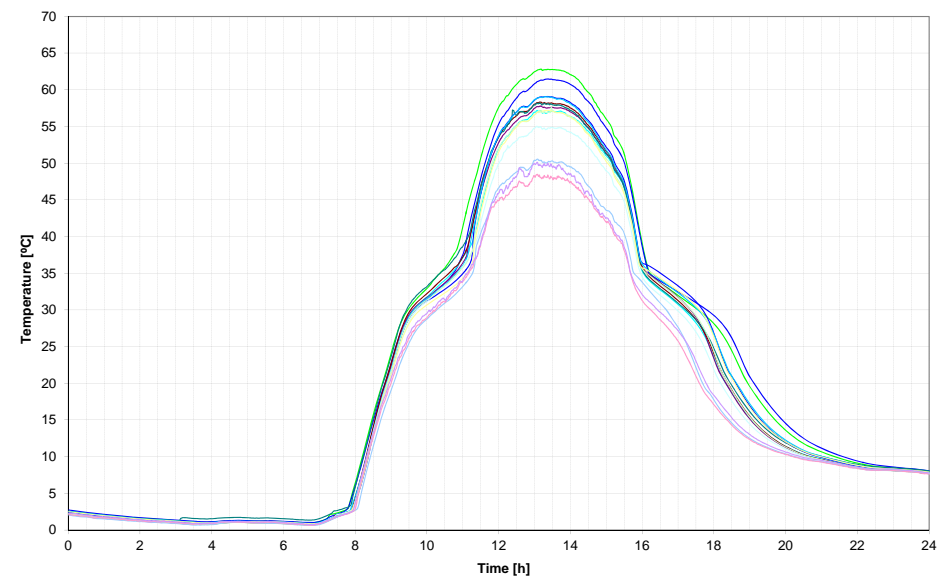
## ENVOLVENTES ACTIVAS – Celdas PASLINK



## ENVOLVENTES ACTIVAS – Celdas PASLINK



## ENVOLVENTES ACTIVAS – Celdas PASLINK

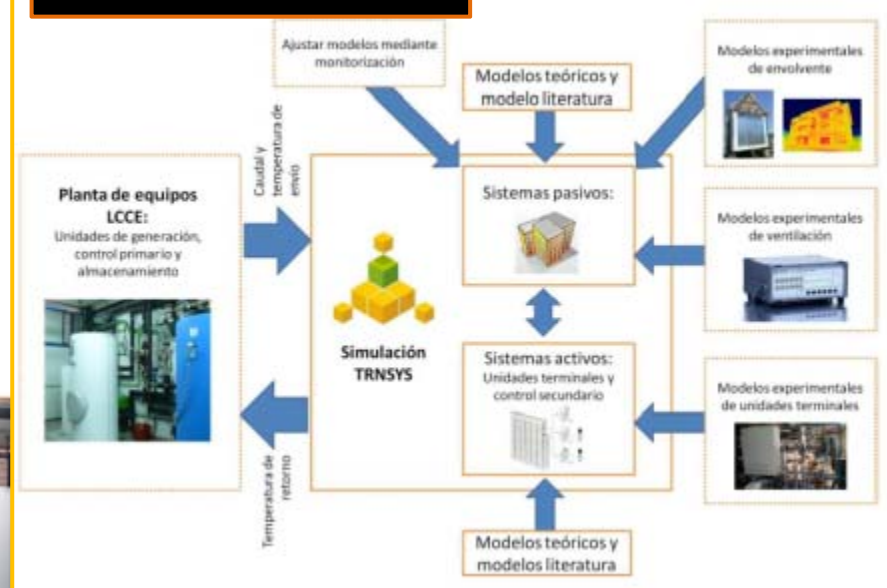


## Planta Experimental de Instalaciones Térmicas en Edificios

- Ensayos **estacionarios y dinámicos** de equipos individuales
- Ensayos **estrategias de funcionamiento**
- Implementación de **estrategias de control avanzadas**
- Gestión del almacenamiento** e integración en la planta
- Calibración de algoritmos** comportamiento equipos.
- Ensayos **certificación** energética



### Plataforma semi-virtual



Instalación **modular y flexible** que permite ensayar de un modo **versátil** la componente **térmica y eléctrica** de plantas de **calefacción y ACS** de diferente naturaleza

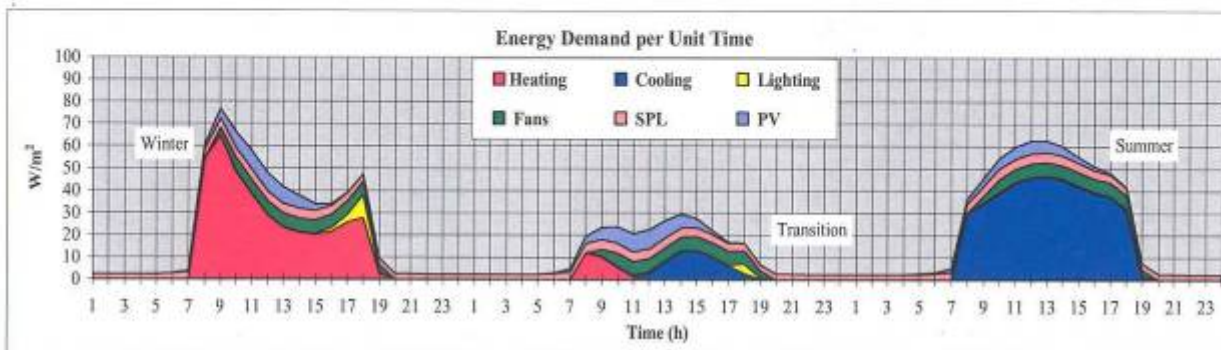
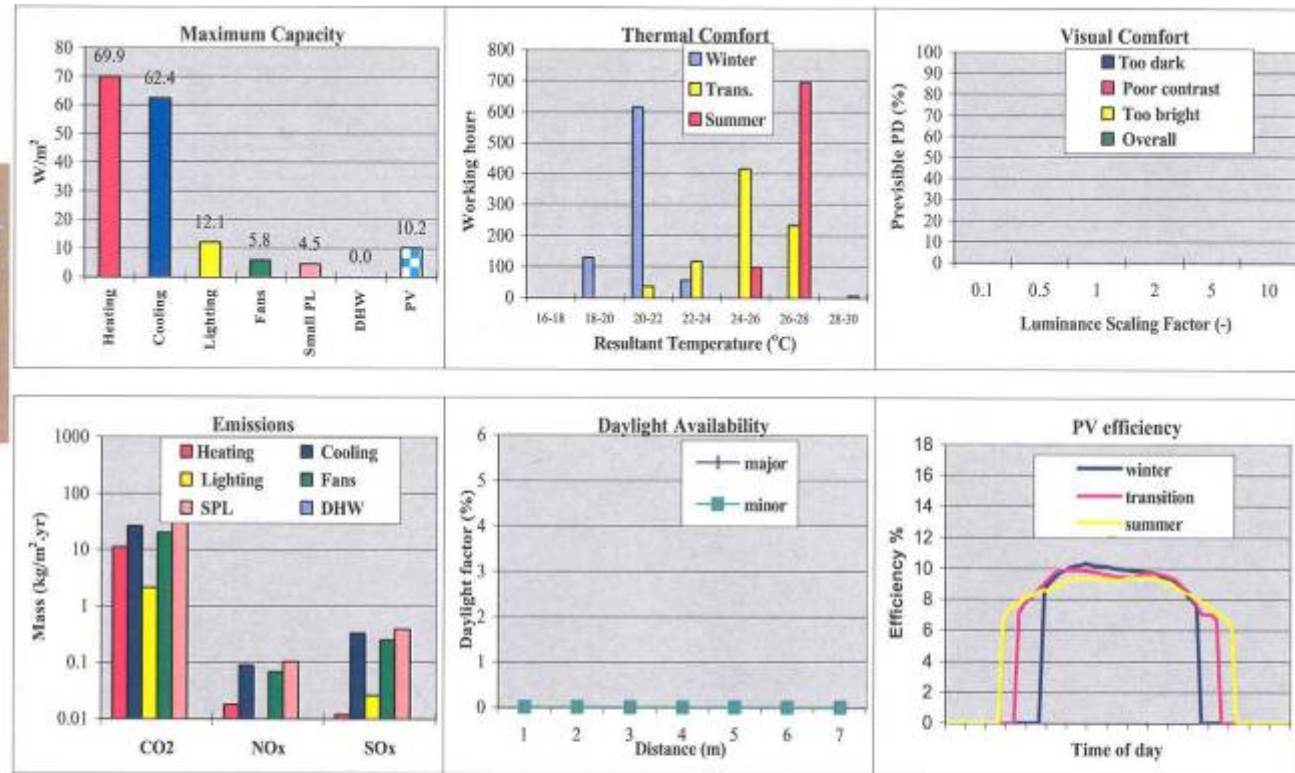
# ANÁLISIS ENERGÉTICO GLOBAL DEL EDIFICIO

## Impact Project

Version: V1 (Milan high hc)  
Contact: ESRU  
Date: Jan-00



The Ref V1 model with horiz PV modules  
It has same operational details as the  
base case.  
Natural vent in PV modules (hc is 18)



**Annual Energy Performance**

Heating:	45.29 kWh/m <sup>2</sup> a
Cooling:	50.72 kWh/m <sup>2</sup> a
Lighting:	4.04 kWh/m <sup>2</sup> a
Fans:	15.44 kWh/m <sup>2</sup> a
Small PL:	24.02 kWh/m <sup>2</sup> a
PV:	14.81 kWh/m <sup>2</sup> a
<b>Total:</b>	<b>139.51 kWh/m<sup>2</sup> a</b>

# Medir para conocer: desde los materiales al edificio

César Escudero

Vitoria-Gasteiz, 30 de octubre de 2014

*Muchas gracias por su atención*



termica@ej-gv.es



www.euskadi.net/LCCE

 <p>Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea</p>	 <p><b>EUSKO JAURLARITZA</b></p> <p>ENPLEGU ETA GIZARTE POLITIKETAKO SAILA</p>	 <p><b>GOBIERNO VASCO</b></p> <p>DEPARTAMENTO DE EMPLEO Y POLÍTICAS SOCIALES</p>	 <p><b>enedi</b></p> <p>Grupo de Energética en la Edificación Máquinas y Motores Térmicos UPV/EHU</p>
<p><b>TERMIKA ARLOA</b></p> <p>EUSKO JAULARITZAKO ETXEGINTZAREN KALITATEA KONTROLATZEKO LABORATEGIA</p>		<p><b>AREA TERMICA</b></p> <p>LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EDIFICACION DEL GOBIERNO VASCO</p>	

