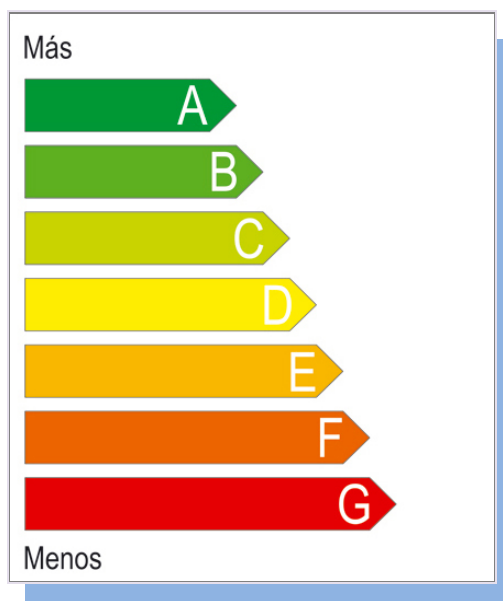


***CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN.  
NORMATIVA EUROPEA Y DESARROLLO EN ESPAÑA.  
CÁLCULO Y ANÁLISIS EN EDIFICACIONES. PROPUESTA DE  
MEJORAS.***

***ANEXOS***



***CURSO 2010-2011  
18 de Noviembre de 2.011***

**AUTOR:**

***NOELIA OLONA SOLANO  
NIP 415832***

**DIRECTOR:**

***JOSÉ ANTONIO TURÉGANO ROMERO***

***MÁSTER OFICIAL EN ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA  
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA***

## **ANEXOS**

<b>ANEXO 1.- TABLAS Y GRÁFICOS .Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020</b>	<b>Pág. 2</b>
<b>ANEXO 2.- RESUMEN EXIGENCIAS BÁSICAS DB-HE. Código Técnico de Edificación</b>	<b>Pág. 8</b>
<b>ANEXO 3.- ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN VIVIENDAS DE VALDESPARTERA</b>	<b>Pág.10</b>
<b>ANEXO 4.- ANÁLISIS DE TERMOGRAFÍA E INFILTRACIONES EN EDIFICACIONES</b>	<b>Pág.13</b>
<b>ANEXO 5.- METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN PREDICTIVA:</b>	
<i>Aspectos previos a las inspecciones en obra</i>	<b>Pág.34</b>

***ANEXO 1.- TABLAS Y GRÁFICOS.  
Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020***

A continuación se adjuntan 5 tablas del Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020 donde se reflejan datos de ahorro de energía del 2010 con anteriores medidas y previsiones para el año 2020 según las nuevas medidas a implantar. Los ahorros vienen reflejados por Sectores y por medidas. Siendo un aspecto importante a resaltar los ahorros de energía y de emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas que se conseguirán (previsión) con la implantación de las normativas de aplicación (Directivas, Planes estratégicos, etc.)

**TABLA 1.-Ahorro de energía final por sectores (ktep) y distribución porcentual de ahorros**

	2010		2016		2020	
	(ktep)	Reperto porcentual	(ktep)	Reperto porcentual	(ktep)	Reperto porcentual
<b>INDUSTRIA</b>	-2.866	-60,7%	2.489	18,9%	4.489	25,2%
<b>TRANSPORTE</b>	4.561	96,6%	6.921	52,5%	9.023	50,6%
Carretera	4.916	104,2%	5.830	44,2%	6.926	38,8%
Ferrocarril	-207	-4,4%	1.121	8,5%	1.996	11,2%
Marítimo	-100	-2,1%	-11	-0,1%	56	0,3%
Aéreo	-48	-1,0%	-19	-0,1%	45	0,3%
<b>EDIFICACIÓN Y EQUIPAMIENTO</b>	2.529	53,6%	2.674	20,3%	2.867	16,1%
<b>RESIDENCIAL</b>	752	15,9%	119	0,9%	211	1,2%
Envolvente y equipos térmicos	699	14,8%	85	0,6%	161	0,9%
Iluminación	53	1,1%	34	0,3%	50	0,3%
<b>TERCIARIO</b>	1.570	33,3%	2.497	19,0%	2.736	15,3%
Envolvente y equipos térmicos	1.322	28,0%	1.858	14,1%	1.944	10,9%
Iluminación	248	5,3%	639	4,9%	792	4,4%
<b>EQUIPAMIENTO</b>	207	4,4%	57	0,4%	-80	-0,4%
<b>SERVICIOS PÚBLICOS</b>	29	0,6%	56	0,4%	125	0,7%
Alumbrado público	11	0,2%	19	0,1%	58	0,3%
Agua	17	0,4%	36	0,3%	67	0,4%
<b>AGRICULTURA Y PESCA</b>	467	9,9%	1.036	7,9%	1.338	7,5%
<b>TOTAL AHORROS ENERGÍA FINAL</b>	<b>4.720</b>	<b>100,0%</b>	<b>13.176</b>	<b>100,0%</b>	<b>17.842</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: IDAE

**TABLA 2.-Objetivos de mejora de eficiencia por Sectores**

SECTOR		INDICADOR ENERGÉTICO		UNIDAD	2007-2010 (Tasa variación interanual)	2010-2020 (Tasa variación interanual)	2007	2020
INDUSTRIA		M8	Intensidad energética (Consumo e. final / VAB)	ktep/10 <sup>6</sup> €	2,74%	-2,52%	0,15	0,13
TRANSPORTE	Carretera	P8	Consumo unitario pasajero-km	gep/pkm	-2,57%	-0,87%	38,20	32,37
	A2camiones		Consumo unitario camión-vehículo ligero	tep/veq	-8,05%	0,30%	1,19	0,95
	Ferrocarril	P10	Consumo unitario pasajero-km	gep/pkm	-3,85%	-3,03%	11,24	7,34
EDIFICACIÓN, EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS		P11	Consumo unitario tonelada mercancía-km	gep/tkm	10,44%	-9,22%	85,18	43,62
		P1	Consumo doméstico calefacción unitario superficie vivienda principal (corregido condiciones climáticas)	tep/m <sup>2</sup>	-1,43%	0,11%	0,0050	0,0048
		P2	Consumo doméstico refrigeración unitario superficie vivienda principal (corregido condiciones climáticas)	tep/m <sup>2</sup>	-3,10%	6,64%	0,00012	0,00022
		P5	Consumo doméstico iluminación unitario vivienda principal	tep/hogar	-2,63%	0,11%	0,0401	0,0374
		P4	Consumo doméstico unitario electrodoméstico	tep/equipo	-7,87%	-2,92%	0,0174	0,0101
		M3	Consumo servicios no eléctrico unitario empleado (corregido condiciones climáticas)	tep/empleado	-9,47%	-0,87%	0,25	0,17
		M4	Consumo servicios eléctrico unitario empleado (corregido condiciones climáticas)	tep/empleado	-3,90%	-0,68%	0,45	0,37
AGRICULTURA Y PESCA		MAP	Consumo alumbrado público unitario vivienda	tep/vivienda	-1,13%	-1,39%	0,013	0,011
		M8	Intensidad energética (Consumo e. final / VAB)	ktep/10 <sup>6</sup> €	-4,30%	-1,93%	0,16	0,11

Fuente: IDAE

**TABLA 3.-Ahorro de energía primaria por Sectores (Ktep)**

	2010	2016	2020
<b>INDUSTRIA</b>	-5.717	2.151	4.996
<b>TRANSPORTE</b>	4.909	8.680	11.752
<b>EDIFICACIÓN Y EQUIPAMIENTO</b>	4.189	5.096	5.567
<b>SERVICIOS PÚBLICOS</b>	67	131	295
<b>AGRICULTURA Y PESCA</b>	580	1.289	1.665
<b>AHORROS ENERGÍA PRIMARIA sectores finales</b>	<b>4.029</b>	<b>17.347</b>	<b>24.274</b>
<b>TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA</b>	<b>7.019</b>	<b>9.172</b>	<b>11.312</b>
Refino de petróleo	39	-137	-88
Generación eléctrica (no CHP)	6.909	8.169	9.701
Cogeneración	71	1.141	1.699
<b>TOTAL AHORROS ENERGÍA PRIMARIA</b>	<b>11.047</b>	<b>26.519</b>	<b>35.585</b>

Fuente: IDAE

**Tabla 4. Ahorro energético por medidas en el Sector de edificación y equipamientos.**

<div>Mecanismos</div> <div>Medidas</div>		Cooperación IDAE-CC.AA.	Programa de Ayudas IDAE a Proyectos Estratégicos	Campaña 2x1 de Lámparas de Bajo Consumo	Campaña de reparto de Lámparas de Bajo Consumo 2009 y 2010	Nuevo RITE (RD 1027/2007)	CTE (RD 314/2006)	Certificación energética edificios (RD 47/2007)	TOTAL
2010 Base 04 [ktep]	Rehabilitación envolvente térmica	22,3	60,9				231,7		376,0
	Mejora instalaciones térmicas	61,1							
	Mejora inst. iluminación interior	29,7		13,0	84,9	666,3	793,9		
	Renovación electrodomésticos	81,4					81,4		
	TOTAL	194,5	60,9	13,0	84,9	898,0	1.251,3		

Nota: Los 666,3 ktep de ahorro en iluminación, imputables a la nueva normativa edificatoria no han sido calculados mediante un procedimiento estrictamente bottom-up.

Fuente: IDAE

**Tabla 5-Resumen por medidas del Sector Edificación y Equipamiento.**

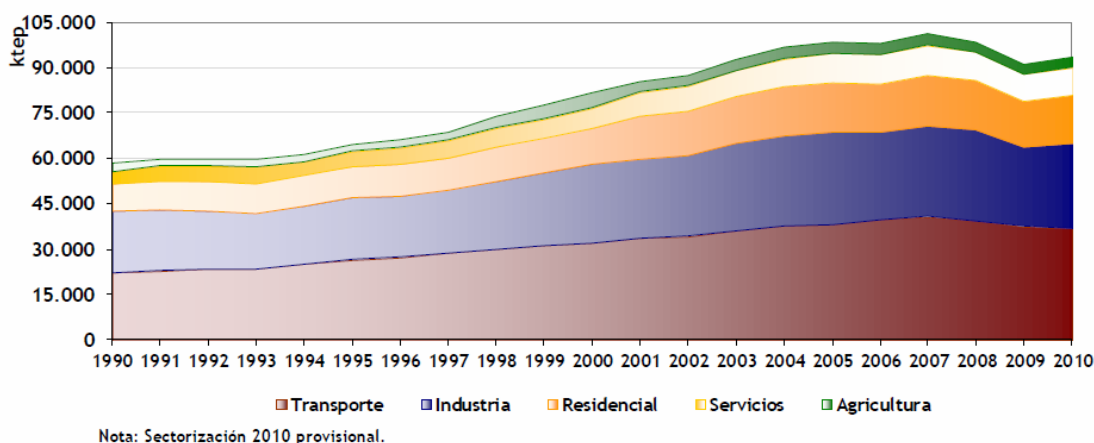
	Ahorros de energía final (ktep)		Ahorros de energía primaria (ktep)		Emisiones evitadas de CO <sub>2</sub> (ktCO <sub>2</sub> )		Apoyos gestión pública (10 <sup>6</sup> €)		Inversiones (Apoyo + aportación privada) (10 <sup>6</sup> €)	
	2016	2020	2016	2020	2016	2020	2011-2016	2017-2020	2011-2016	2017-2020
<b>EDIFICACIÓN Y EQUIPAMIENTO</b>										
Rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios existentes	2.674	2.867	5.096	5.567	11.116	12.120	1.730	1.153	16.393	10.929
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes	775	775	1.319	1.329	2.921	2.943	665,7	443,8	3.356,4	2.237,6
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior en los edificios existentes	908	908	1.546	1.558	3.424	3.449	169,8	113,2	4.354,8	2.903,2
Construcción de nuevos edificios y rehabilitación de existentes con alta calificación energética	674	842	1.588	1.986	3.400	4.251	115,2	76,8	5.257,8	3.505,2
Construcción o rehabilitación de edificios de consumo de energía casi nulo	224	247	425	473	901	1.002	472,8	315,2	2.920,8	1.947,2
Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de frío comercial	0,4	0,8	0,8	1,5	1,6	3,2	3,0	2,0	11,4	7,6
Mejora de la eficiencia energética del parque de electrodomésticos	0,8	1,6	1,9	3,8	4,0	8,1	3,0	2,0	12,0	8,0
	92	92	216	216	463	463	300,0	200,0	480,0	320,0

Fuente: IDAE

Nota: Los cálculos de emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas como resultado de las medidas de ahorro y eficiencia energética incorporadas en este Plan son cálculos efectuados ad hoc para el mismo y suponen una traducción de los ahorros calculados en diferentes bases (2004 y 2007), en términos de energía final y primaria, a emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas —este cálculo no tiene por qué coincidir, por tanto, con los realizados con enfoques o bases contables distintos como parte de los informes periódicos realizados en relación con la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

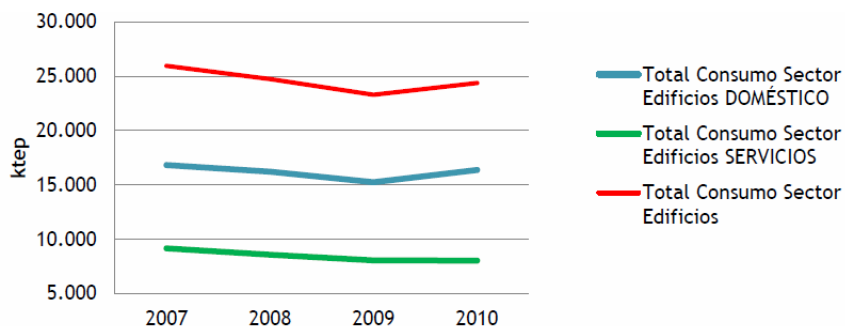
A continuación, en el Gráfico 1 y 2 donde se hace referencia en el apartado 2.1 de “Eficiencia Energética en la edificación” de la memoria, se observa respectivamente el crecimiento del consumo final de energía en el Sector residencial en estos últimos 20 años, y la evolución del consumo energético entre 2007-2010.

Gráfico 1. Evolución del consumo final de energía por sectores en España



Fuente: MITYC /IDAE.

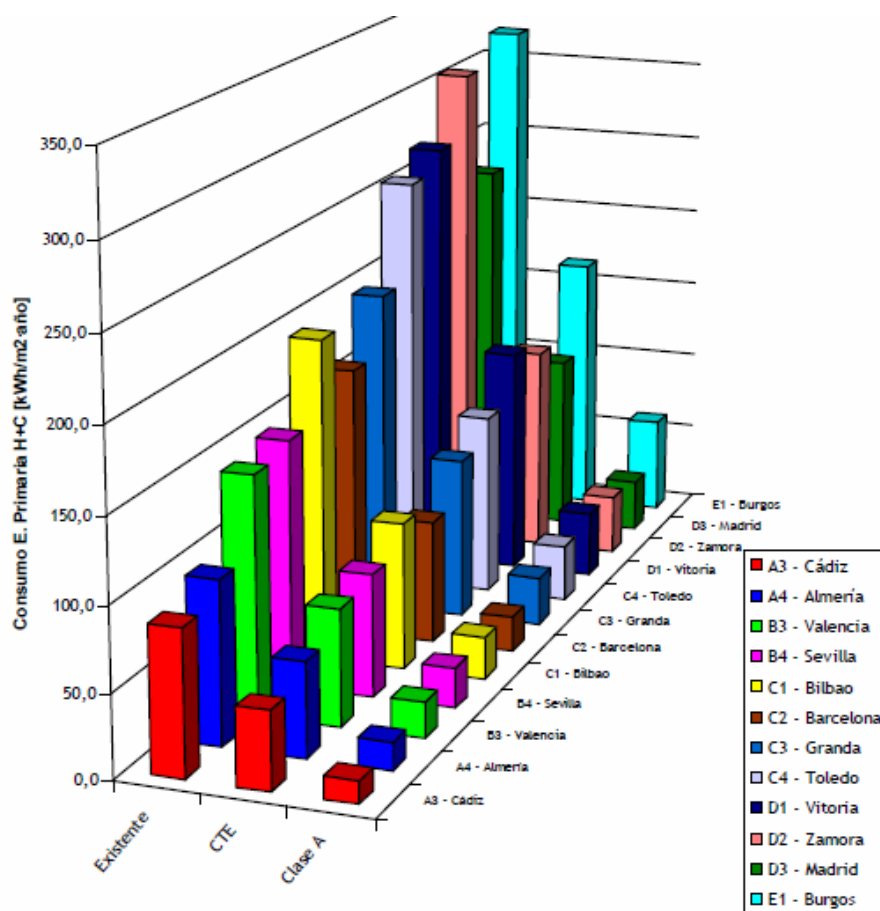
Gráfico 2- Evolución del consumo energético (térmico y eléctrico), periodo 2007-2010



Fuente: MITYC /IDAE.

En el diagrama de bloques 3 donde se hace referencia en el apartado 2.1 de “Eficiencia Energética en la edificación” de la memoria, se observa la evolución del consumo en el Sector de la edificación por ciudades sobre un edificio plurifamiliar existen en el año 2.006, similar ejecutado con la aplicación del Código Técnico de Edificación y, por último aquel que haya obtenido el Certificado energético con letra A.

**Diagrama de bloques 3-Evolución del consumo en el Sector de la edificación, según la normativa aplicada.**



Fuente: MITYC /IDAE.



**ANEXO 2.- RESUMEN EXIGENCIAS BÁSICAS DB-HE.  
Código Técnico de Edificación.**

## RESUMEN: EXIGENCIAS BÁSICAS DB-HE

**Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética** (sustituyó a la Norma Básica de la Edificación NBE-CT-79): los *edificios* dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la *demanda energética* necesaria para alcanzar el *bienestar térmico* en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los *puentes térmicos* para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

**Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas:** los *edificios* dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el *bienestar térmico* de sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el *proyecto del edificio*.

**Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación:** los *edificios* dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus *usuarios* y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

**Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria:** en los *edificios* con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en el CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

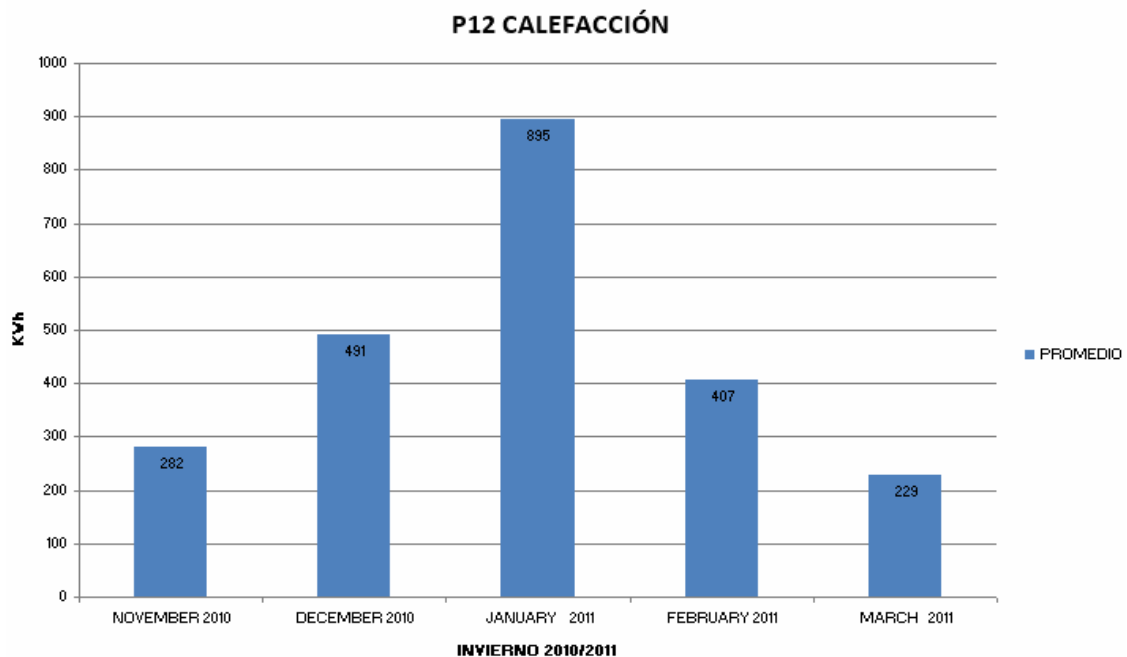
**Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica:** en los *edificios* que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

***ANEXO 3.- ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL CONSUMO  
ENERGÉTICO EN VIVIENDAS DE VALDESPARTERA***

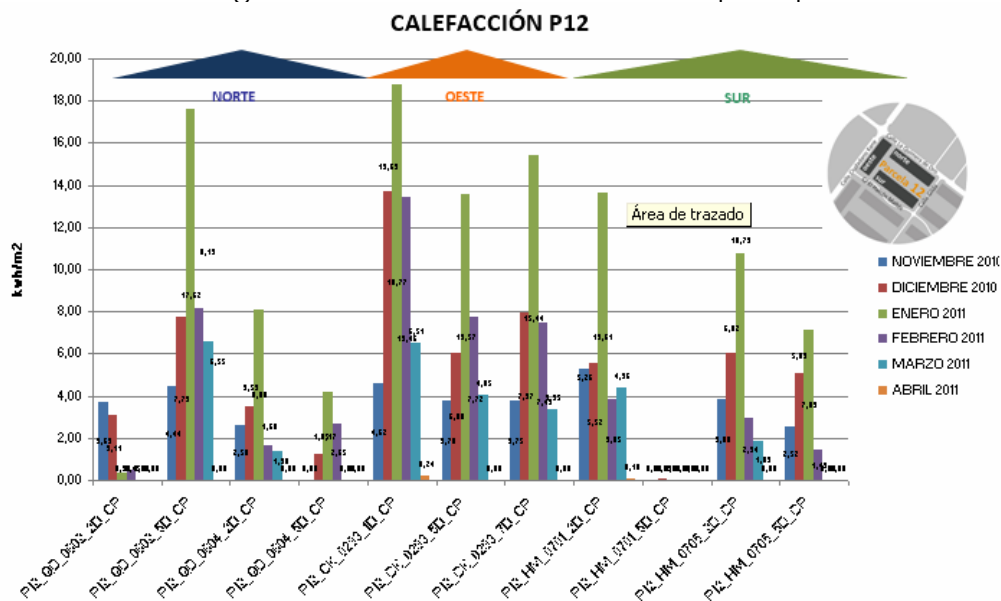
Los datos recogidos en los siguientes diagramas se han obtenido del estudio realizado con el Grupo de Edificación y Energía de la Universidad de Zaragoza, en el programa Reinassance con Ecociudad Valdespartera Zaragoza, S.A. La información es recibida a través de sondas de temperatura instaladas en viviendas, de contadores de agua caliente en viviendas y datos de administradores de las fincas.

Únicamente se aportan datos de calefacción, aunque el estudio que se está desarrollando actualmente es más ambicioso y recoge datos que permitirán analizar el consumo energético (térmico y eléctrico) y hábitos del uso de la vivienda.

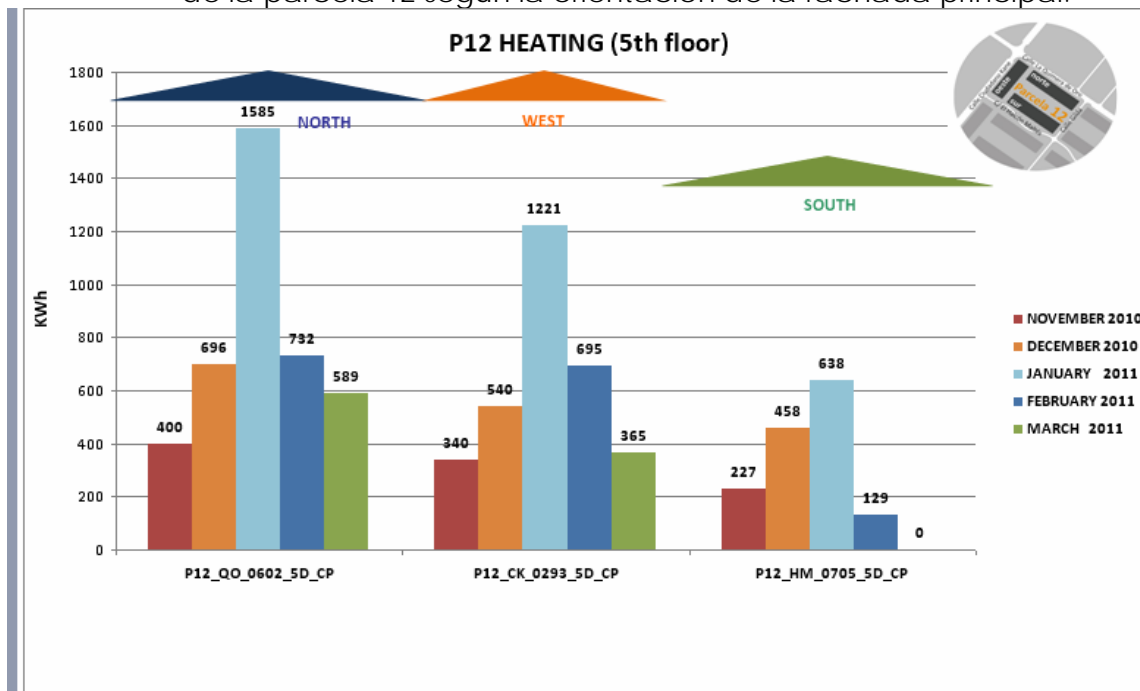
**Diagrama 1:** Consumo promedio mensual de calefacción (kWh) de la edificación de la parcela 12.



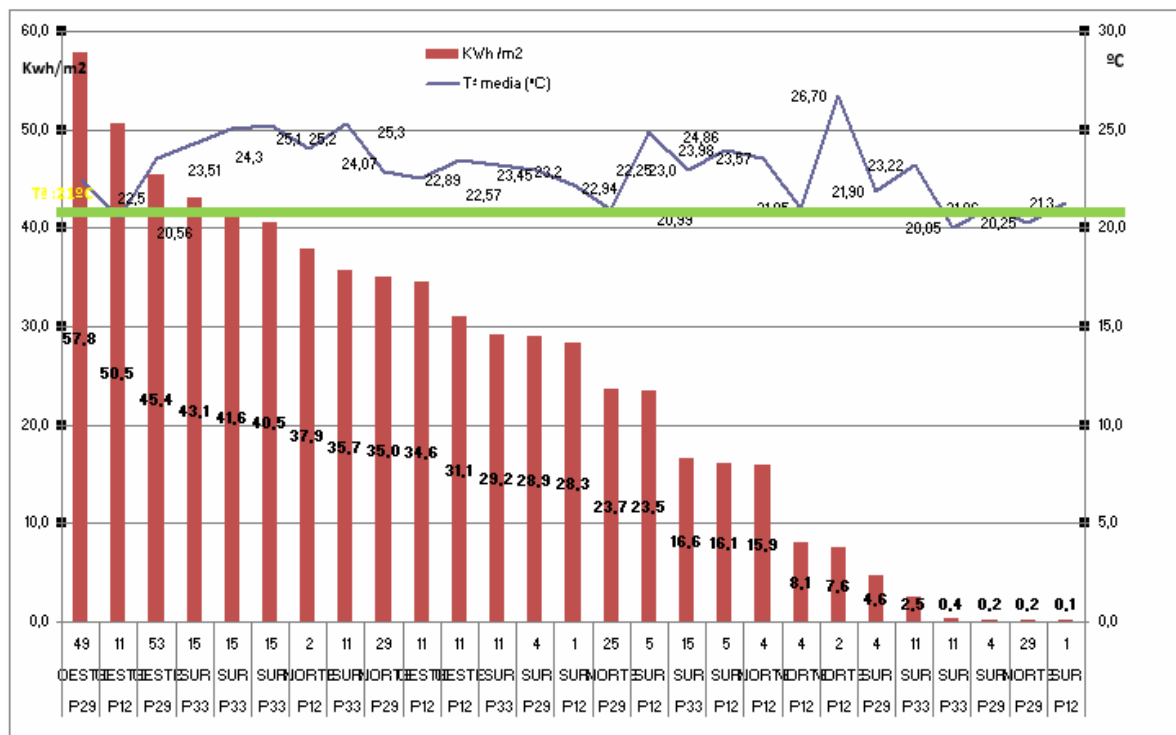
**Diagrama 2:** Consumo mensual (kWh/m<sup>2</sup>) de calefacción en viviendas de la parcela 12 según la orientación de la fachada principal.



**Diagrama 3:** Consumo mensual (kWh/m<sup>2</sup>) de calefacción en viviendas de la 5ª planta de la parcela 12 según la orientación de la fachada principal.



**Diagrama 4:** Variación del consumo de calefacción (kWh/m<sup>2</sup>) de mayor a menor y de temperatura en el salón, tomando de referencia viviendas de 3 parcelas en diferentes bloques (Norte, Sur y Oeste)



## ***ANEXO 4.- ANÁLISIS DE TERMOGRAFÍA E INFILTRACIONES EN EDIFICACIONES***

Tras el análisis realizado en el Anexo 3 y desarrollado en la memoria, se determina la posibilidad de fallos o defectos de terminación existentes en las edificaciones que originan variaciones de consumo de calefacción. No obstante hay que determinar cual es la causa pudiendo ser por la orientaciones, materiales, ejecución, instalaciones y hábitos de vecinos. Ante estas posibilidades se propone realizar inspecciones de termografía e infiltración en las viviendas, como parte del procedimiento de certificación.

El estudio de partida se ha basado en diferentes parcelas de Valdespartera donde se han obtenido diferentes resultados de consumo de calefacción y que están monitorizadas. Se adjuntan inspecciones de termografía de la parcela 12 y 29, siendo 2 de las parcelas estudiadas en el apartado "4.- Análisis de la eficiencia energética en el Sector de Valdespartera". El análisis de la propia inspección se demuestra la diferencia entre el cerramiento exterior (fachada) de una y de otra. Encontrando fallos o zonas que se podía haber mejorado su terminación en ejecución y que origina pequeñas pérdidas.

También se aporta ensayos de infiltraciones en 4 parcelas de Valdespartera para obtener conclusiones.

## Informe Termográfico

**Norma:** EN 13187:1998

**Ensayo N°:** 2009/002

### Información general

**Nombre de cliente:**

**Dirección:** C/La Quimera del Oro

**Localidad:** Zaragoza

**Provincia:** Zaragoza

**Teléfono:**

### Descripción de la construcción del edificio

**Tipo de edificio:** Viviendas

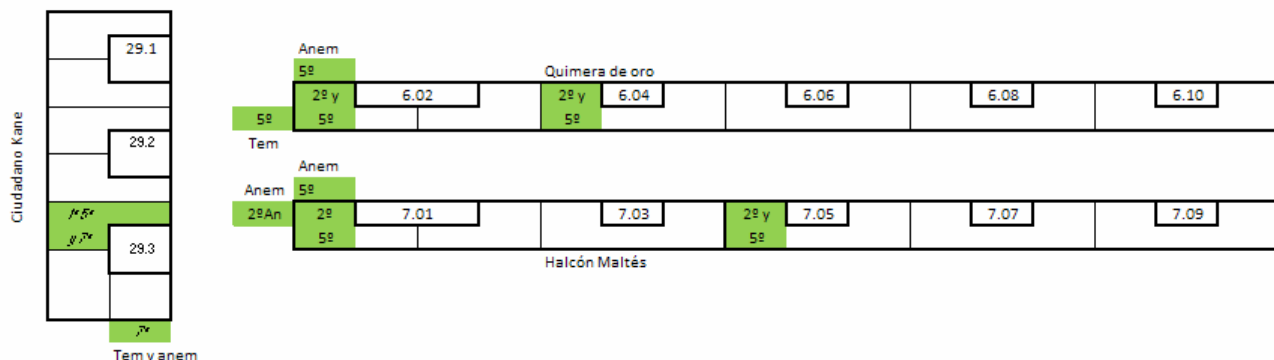
**Orientación:** 37° Norte

**Descripción:** Parcela 12, formada por 3 bloques de edificios

### Alrededores

**Situación:** La parcela se encuentra situada en el barrio de Valdespartera. Está compuesta por los edificios Norte, Sur y Oeste. Entre los tres edificios hay un parque interior (jardines).

### Parcela 12





## Parcela 12 - Edificio Oeste



<b>Fecha</b>	16/2/2009
<b>Hora</b>	18:40:48
<b>Tipo de Cámara</b>	P25 PAL
<b>Emisividad aluminio</b>	0.9
<b>Distancia al objeto</b>	50 m
<b>T aparente reflejada</b>	-30 °C
<b>T atmosférica</b>	8 °C

### Ubicación de la fachada:

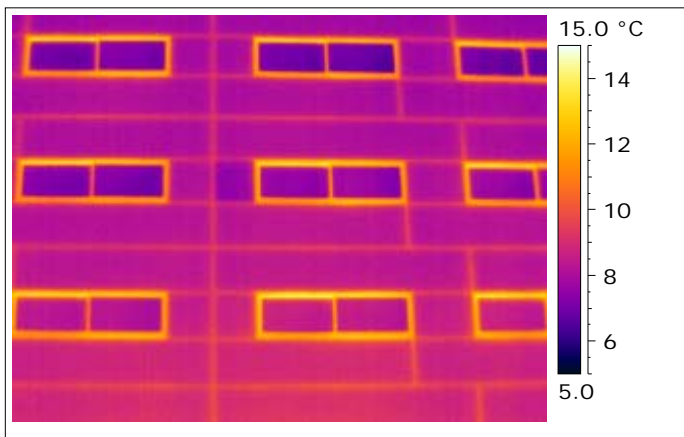
Fachada Oeste  
C/ de Ciudadano Kane

### Elementos inspeccionados:

- Marcos de ventanas
- Vidrios
- Puentes térmicos
- Defectos constructivos (grietas, mala fijación de elementos..)
- Otras zonas de comportamiento anómalo

### Observaciones y suposiciones:

Los edificios de esta parcela presentan fachada ventilada, lo cual, debido a la cámara de aire existente entre pared y planchas hace que no sea posible determinar la temperatura superficial de la pared en contacto con las viviendas ni ver si existen zonas de comportamiento térmico anómalo. Según se observa en el termograma las principales pérdidas se producen en las zonas esperables (marcos de aluminio de ventanas y las juntas de unión de chapas de la fachada que actúan de puentes térmicos a lo largo de toda la pared), no se observan defectos constructivos ni ninguna zona de comportamiento térmico anómalo.



<b>Fecha</b>	16/2/2009
<b>Hora</b>	18:47:46
<b>Tipo de Cámara</b>	P25 PAL
<b>Emisividad aluminio</b>	0.9
<b>Distancia al objeto</b>	30 m
<b>T aparente reflejada</b>	10 °C
<b>T atmosférica</b>	8 °C

## Ubicación de la fachada:

Fachada Oeste  
C/ de Ciudadano Kane

## Elementos inspeccionados:

- Marcos de ventanas
- Vidrios
- Puentes térmicos
- Defectos constructivos (grietas, mala fijación de elementos..)
- Otras zonas de comportamiento anómalo

## Observaciones y suposiciones:

Detalle de los puentes térmicos de la fachada Oeste (marcos de aluminio y uniones de planchas metálicas que actúan de puentes térmicos a lo largo de toda la pared). En el gráfico se representa el perfil de temperaturas a lo largo de la línea azul.



<b>Fecha</b>	16/2/2009
<b>Hora</b>	18:48:13
<b>Tipo de Cámara</b>	P25 PAL
<b>Emisividad</b>	0.9
<b>Distancia al objeto</b>	30 m
<b>T aparente reflejada</b>	10 °C
<b>T atmosférica</b>	8 °C

## Ubicación de la fachada:

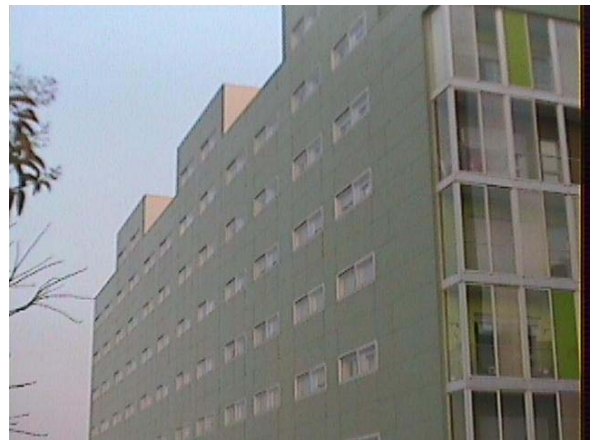
Fachada Oeste  
C/ de Ciudadano Kane

## Elementos inspeccionados:

- Marcos de ventanas
- Vidrios
- Puentes térmicos
- Defectos constructivos (grietas, mala fijación de elementos..)
- Otras zonas de comportamiento anómalo

## Observaciones y suposiciones:

Se observa diferencia de comportamiento entre los distintos materiales, en la planta calle el hormigón (de mayor inercia térmica) presenta mayor temperatura superficial que la chapa metálica de la fachada. Esto se muestra en el gráfico de perfil térmico a lo largo de la línea azul.



<b>Fecha</b>	16/2/2009
<b>Hora</b>	18:50:42
<b>Tipo de Cámara</b>	P25 PAL
<b>Emisividad</b>	0.9
<b>Distancia al objeto</b>	40 m
<b>T aparente reflejada</b>	10 °C
<b>T atmosférica</b>	8 °C

## Ubicación de la fachada:

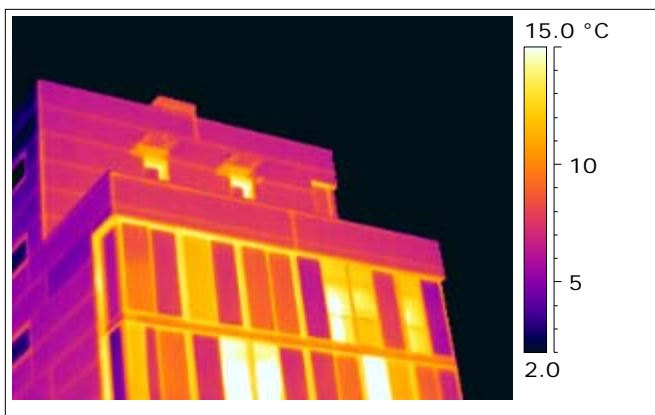
Fachada Oeste  
C/ de Ciudadano Kane

## Elementos inspeccionados:

- Marcos de ventanas
- Vidrios
- Puentes térmicos
- Defectos constructivos (grietas, mala fijación de elementos..)
- Otras zonas de comportamiento anómalo

## Observaciones y suposiciones:

Vista de la fachada Oeste desde el ángulo opuesto.  
No se observan defectos constructivos ni anomalías.



<b>Fecha</b>	16/2/2009
<b>Hora</b>	18:43:34
<b>Tipo de Cámara</b>	P25 PAL
<b>Emisividad aluminio</b>	0.9
<b>Distancia al objeto</b>	30 m
<b>T aparente reflejada</b>	10 °C
<b>T atmosférica</b>	8 °C

## Ubicación de la fachada:

Fachada Sur  
C/ de El Halcón Maltés

## Elementos inspeccionados:

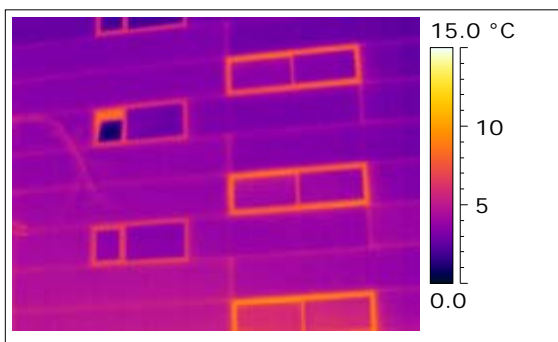
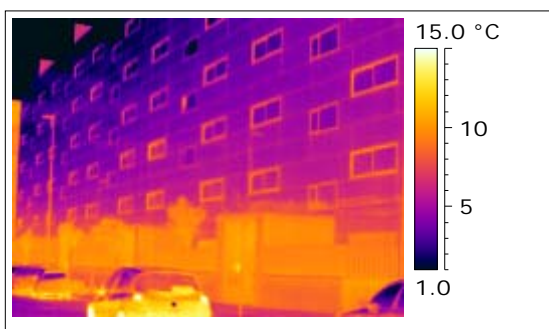
- Marcos de invernaderos
- Vidrios
- Puentes térmicos
- Defectos constructivos (grietas, mala fijación de elementos..)
- Otras zonas de comportamiento anómalo

## Observaciones y suposiciones:

En la zona de invernaderos, las pérdidas principalmente se producen por marcos y forjados inferiores. A través de los vidrios no se observan pérdidas importantes. Tampoco se observan defectos constructivos.



## Parcela 12- Edificio Norte



Fecha	16/2/2009
Hora	18:54:00
Tipo de Cámara	P25 PAL
Emisividad	0.95
Distancia al objeto	35m
T aparente reflejada	10 °C
T atmosférica	8 °C

### Ubicación de la fachada:

Fachada Norte  
C/ La Quimera del Oro

### Elementos inspeccionados:

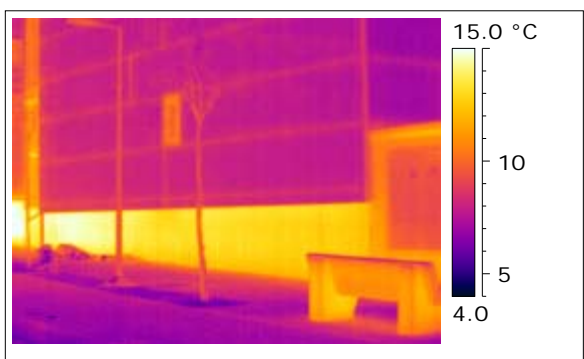
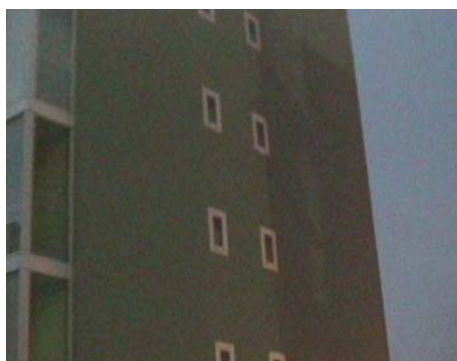
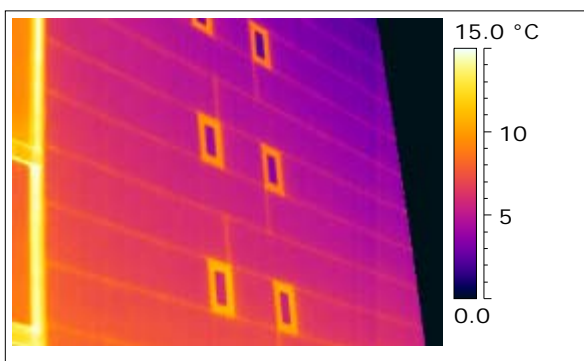
- Marcos de ventanas
- Vidrios
- Puentes térmicos
- Defectos constructivos (grietas, mala fijación de elementos..)
- Otras zonas de comportamiento anómalo

## Observaciones y suposiciones:

Vista de la fachada Norte

No se observan defectos constructivos ni anomalías.

Mayor temperatura superficial en material de mayor inercia, en la zona de entrada al edificio.



<b>Fecha</b>	16/2/2009
<b>Hora</b>	19:14:45
<b>Tipo de Cámara</b>	P25 PAL
<b>Emisividad</b>	0.9
<b>Distancia al objeto</b>	15 m
<b>T aparente reflejada</b>	8 °C
<b>T atmosférica</b>	8 °C

## Ubicación de la fachada:

Fachada Este  
C/ de Gilda

## Elementos inspeccionados:

- Marcos de ventanas
- Vidrios
- Puentes térmicos
- Defectos constructivos (grietas, mala fijación de elementos..)
- Otras zonas de comportamiento anómalo

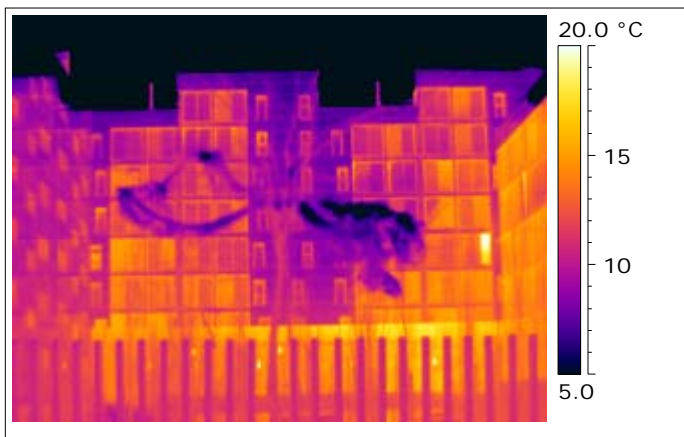
## Observaciones y suposiciones:

Detalle de la fachada Este a nivel de suelo.

No se observan defectos ni zonas de comportamiento anómalo, salvo los marcos.

La zona inferior de la fachada presenta una mayor temperatura superficial debido a ser un material de mayor inercia térmica.

## Parcela 12 – Patio interior



<b>Fecha</b>	16/2/2009
<b>Hora</b>	19:27:04
<b>Tipo de Cámara</b>	P25 PAL
<b>Emisividad</b>	0.9
<b>Distancia al objeto</b>	100 m
<b>T aparente reflejada</b>	8 °C
<b>T atmosférica</b>	8 °C

### Ubicación de la fachada:

Patio interior al que dan:

Fachada Este-Edificio Oeste (al frente)

Fachada Sur-Edificio Norte (a la derecha)

Fachada Norte-Edificio Sur (a la izquierda)

### Elementos inspeccionados:

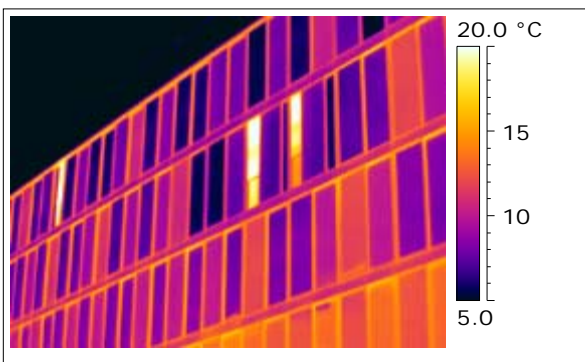
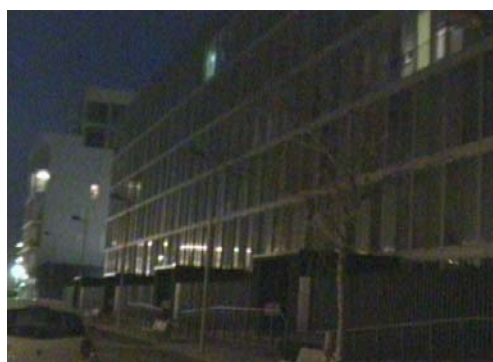
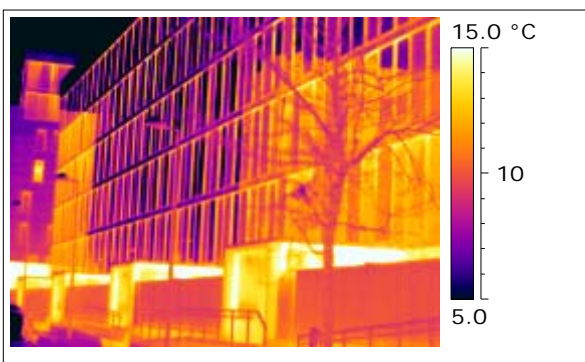
- Marcos de ventanas
- Vidrios
- Puentes térmicos
- Defectos constructivos (grietas, mala fijación de elementos..)
- Otras zonas de comportamiento anómalo



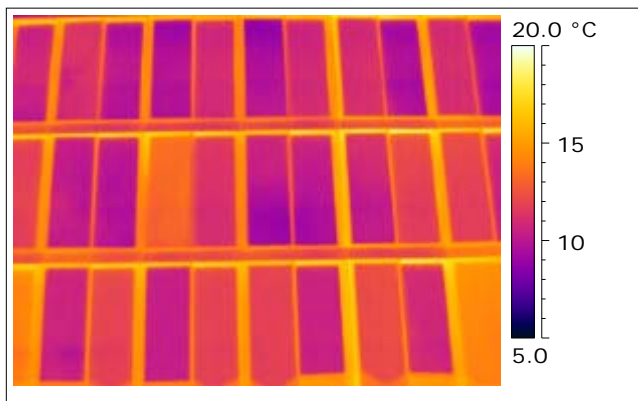
## Observaciones y suposiciones:

Imagen de patio interior, no se observan defectos constructivos.  
Reflejos en vidrios generados por los edificios contiguos

## Parcela 12 – Edificio Sur



<table border="1"> <tr> <td><b>Fecha</b></td> <td>16/2/2009</td> </tr> <tr> <td><b>Hora</b></td> <td>19:27:36</td> </tr> <tr> <td><b>Tipo de Cámara</b></td> <td>P25 PAL</td> </tr> <tr> <td><b>Emisividad</b></td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td><b>Distancia al objeto</b></td> <td>35 m</td> </tr> <tr> <td><b>T aparente reflejada</b></td> <td>8 °C</td> </tr> <tr> <td><b>T atmosférica</b></td> <td>8 °C</td> </tr> </table>	<b>Fecha</b>	16/2/2009	<b>Hora</b>	19:27:36	<b>Tipo de Cámara</b>	P25 PAL	<b>Emisividad</b>	0.9	<b>Distancia al objeto</b>	35 m	<b>T aparente reflejada</b>	8 °C	<b>T atmosférica</b>	8 °C	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>Ubicación de la fachada:</b>          Fachada Sur          C/ del Halcón Maltés       </div> <p><b><u>Elementos inspeccionados:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marcos de ventanas</li> <li>- Vidrios</li> <li>- Puentes térmicos</li> <li>- Defectos constructivos (grietas, mala fijación de elementos..)</li> <li>- Otras zonas de comportamiento anómalo</li> </ul>
<b>Fecha</b>	16/2/2009														
<b>Hora</b>	19:27:36														
<b>Tipo de Cámara</b>	P25 PAL														
<b>Emisividad</b>	0.9														
<b>Distancia al objeto</b>	35 m														
<b>T aparente reflejada</b>	8 °C														
<b>T atmosférica</b>	8 °C														
<p><b>Observaciones y suposiciones:</b></p> <p>Invernaderos del edificio sur.          Presencia de puentes térmicos a lo largo de toda la fachada (marcos de aluminio)</p>															



<table border="1"> <tr> <td><b>Fecha</b></td> <td>16/2/2009</td> </tr> <tr> <td><b>Hora</b></td> <td>19:35:14</td> </tr> <tr> <td><b>Tipo de Cámara</b></td> <td>P25 PAL</td> </tr> <tr> <td><b>Emisividad</b></td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td><b>Distancia al objeto</b></td> <td>30 m</td> </tr> <tr> <td><b>T aparente reflejada</b></td> <td>8 °C</td> </tr> <tr> <td><b>T atmosférica</b></td> <td>8 °C</td> </tr> </table>	<b>Fecha</b>	16/2/2009	<b>Hora</b>	19:35:14	<b>Tipo de Cámara</b>	P25 PAL	<b>Emisividad</b>	0.9	<b>Distancia al objeto</b>	30 m	<b>T aparente reflejada</b>	8 °C	<b>T atmosférica</b>	8 °C	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>Ubicación de la fachada:</b>          Fachada Sur          C/ del Halcón Maltés       </div> <p><b><u>Elementos inspeccionados:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marcos de ventanas</li> <li>- Vidrios</li> <li>- Puentes térmicos</li> <li>- Defectos constructivos (grietas, mala fijación de elementos..)</li> <li>- Otras zonas de comportamiento anómalo</li> </ul>
<b>Fecha</b>	16/2/2009														
<b>Hora</b>	19:35:14														
<b>Tipo de Cámara</b>	P25 PAL														
<b>Emisividad</b>	0.9														
<b>Distancia al objeto</b>	30 m														
<b>T aparente reflejada</b>	8 °C														
<b>T atmosférica</b>	8 °C														
<p><b>Observaciones y suposiciones:</b></p> <p>Detalle de los invernaderos. En la gráfica se puede ver el perfil de temperaturas a lo largo de la línea azul.</p>															

## Informe Termográfico

**Norma:** EN 13187:1998

**Ensayo N°:** 2009/009

### Información general

**Nombre de cliente:**

**Dirección:** C/ de El Expreso de Shangai

**Localidad:** Zaragoza

**Provincia:** Zaragoza

**Teléfono:**

### Descripción de la construcción del edificio

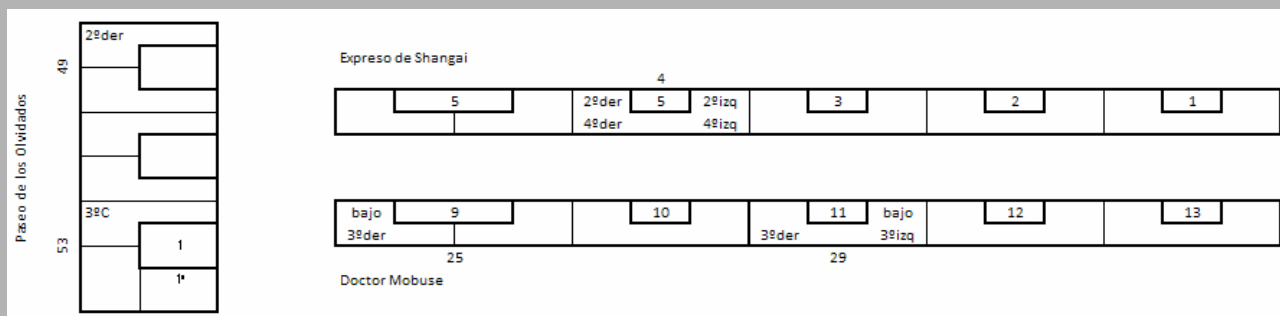
**Tipo de edificio:** Vivienda

**Orientación:** 37º Norte

**Descripción:** Parcela 29, formada por 3 edificios

### Alrededores

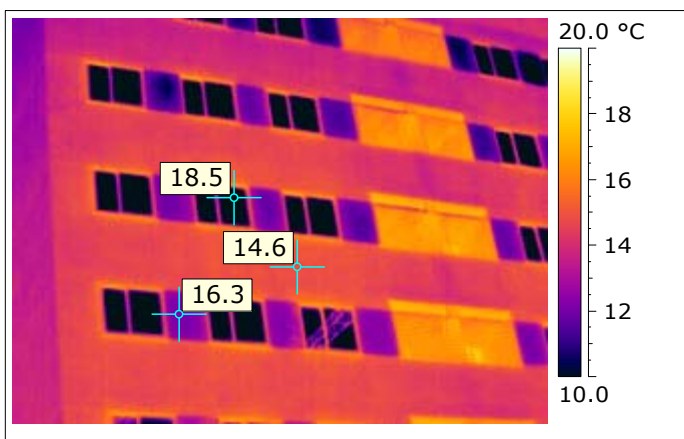
**Situación:** La parcela se encuentra situada en el barrio de Valdespartera. Está compuesta Edificio.



### Elementos inspeccionados

- Marcos de ventanas
- Vidrios
- Puentes térmicos
- Defectos constructivos (grietas, mala fijación de elementos..)
- Otras zonas de comportamiento anómalo

## Parcela 29- Cara Oeste



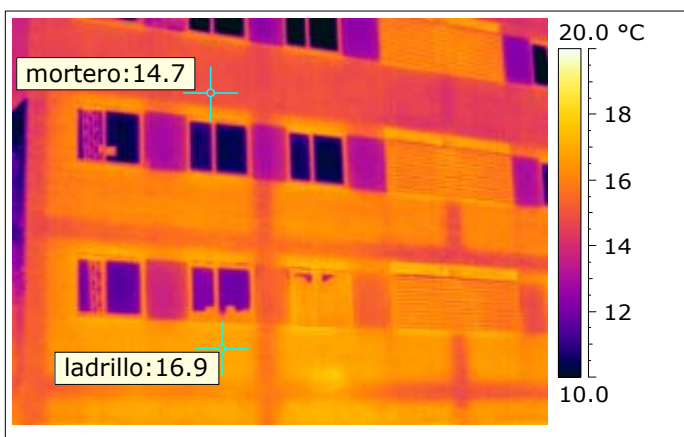
<b>Fecha</b>	25/3/2009
<b>Hora</b>	20:13:21
<b>Tipo de Cámara</b>	P25 PAL
<b>Emisividad mortero</b>	0.93
<b>Distancia al objeto</b>	20.0 m
<b>T aparente reflejada</b>	-55.0 °C
<b>T atmosférica</b>	14.0 °C

### Ubicación de la fachada:

Fachada Oeste\_ Edificio Oeste  
Pº de los Olvidados

### Observaciones:

Se observa que la fachada de mortero (presente a partir de la planta 3) no presenta puentes térmicos aparentes, mostrando un comportamiento térmico homogéneo.

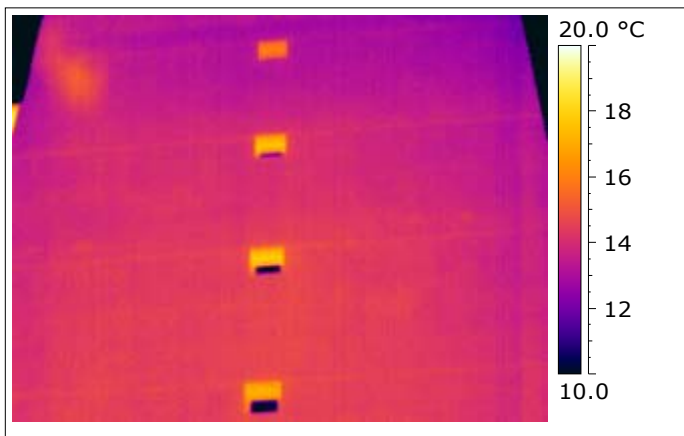




## Observaciones:

Las plantas 1 y 2 de este mismo edificio tienen la fachada de ladrillo, como se observa en la imagen este material produce zonas calientes con una temperatura superficial mayor que el resto (la superficie de ladrillo tiene una temperatura superficial de unos 2°C por encima de la de mortero, a excepción de las zonas correspondientes a forjados o tabiques interiores).

## Parcela 29 - Cara Norte

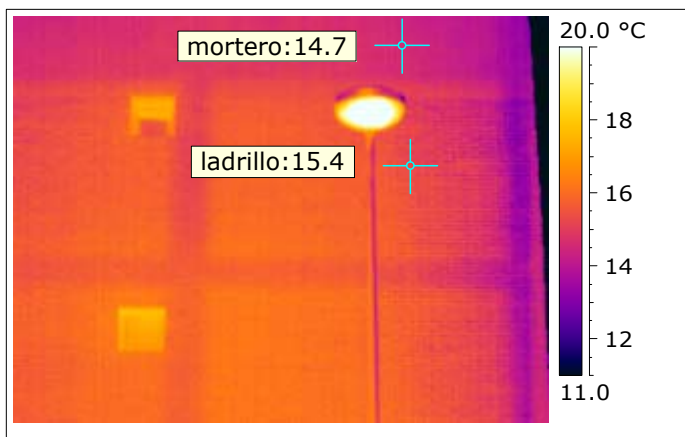


Fecha	25/3/2009
Hora	20:17:10
Tipo de Cámara	P25 PAL
Emisividad mortero	0.93
Distancia al objeto	10.0 m
T aparente reflejada	-55.0 °C
T atmosférica	14.0 °C

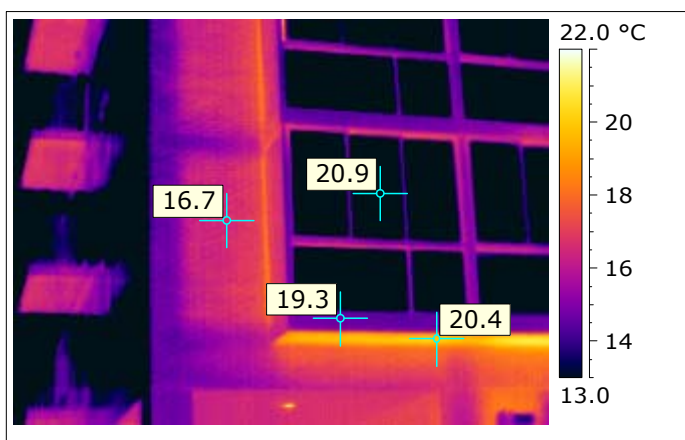
### Ubicación de la fachada:

Fachada Norte\_ Edificio Oeste  
C/ de El Expreso de Shangai

**Observaciones:** Aquí se observa lo mismo que en el caso anterior, a partir de la planta 3 la fachada, construida de mortero, presenta un comportamiento térmico homogéneo sin puntos calientes, sin embargo en las 2 primeras plantas, al ser de ladrillo presenta una temperatura superficial superior al resto (de casi 2°C) como se ve en la imagen siguiente.



## Parcela 29- Cara Sur



Fecha	25/3/2009
Hora	20:47:27
Tipo de Cámara	P25 PAL
Emisividad ladrillo	0.93
Emisividad marco	0.84
Emisividad vidrio	0.75
Distancia al objeto	20.0 m
T aparente reflejada	-55.0 °C
T atmosférica	14.0 °C

### Ubicación de la fachada:

Fachada Sur\_ Edificio Oeste  
C/ de El Doctor Mabuse

**Observaciones:**

En la imagen se observan puntos calientes en los forjados del invernadero y en las uniones de estos con la fachada. Además de lo ya mencionado en la zona de ladrillos de la pared.

Según los datos de temperatura obtenidos en la imagen, las diferencias de temperatura de los materiales son los siguientes:

$\Delta T_{\text{ladrillo-vidrio}} \sim 4^{\circ}\text{C}$

$\Delta T_{\text{ladrillo-marco}} \sim 2.5^{\circ}\text{C}$

$\Delta T_{\text{ladrillo-forjado}} \sim 4^{\circ}\text{C}$



- Equipo de medición

Para la medida de infiltraciones se utiliza un equipo llamado Blowerdoor. Este equipo por medio de un ventilador, que se instala en la entrada de la vivienda, crea una diferencia de presión entre el interior y el exterior, así se fuerza el aire a entrar a la vivienda, y según el caudal que pasa por el ventilador, se puede determinar la cantidad de infiltraciones. Se realizan medidas a distintas diferencias de presión, y se entrega como resultado las infiltraciones a 50 Pa, según la norma UNE-EN 13829. En la figura XX se parecía la colocación del blowerdoor en una vivienda de Valdespartera.



- Resultados de las medidas de infiltración en viviendas

Se han realizado varios test en viviendas de Valdespartera y los resultados han sido diversos. En la tabla siguiente se detallan los resultados obtenidos en cada caso.

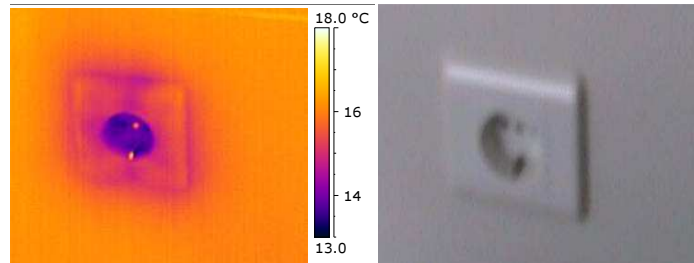
Parcela	Bloque	Planta	Piso	N <sub>50</sub>
P13	Norte	4	izq	5.25
		bajo	der	4.64
	Sur	4	izq	4.08
		bajo	der	4.9
P17	Oeste	2	centro	10.1
	Norte	4	der	7.6
P9	Sur	3	der	2.61
P67	Sur	1	der	4.12

Los valores obtenidos en distintas viviendas apuntan que el rango de infiltraciones en los edificios de Valdespartera está entre 2,5 y 10. De acuerdo a la clasificación mostrada en la tabla anterior. Las viviendas tienen un grado de hermeticidad media.

Tasa de renovaciones de aire (h <sup>-1</sup> ) a 50 Pa	Nivel de hermeticidad
10	Bajo
4-10	Medio
4	Alto

Los factores que afectan al aumento de las infiltraciones, son malos sellos en ventanas, marcos y puertas. Los invernaderos a pesar de no necesitar ser estanco, si existen infiltraciones pierde la capacidad de conservar el calor en invierno. Así también la comunicación entre los distintos invernaderos del edificio puede afectar a vecinos que si utilicen correctamente el invernadero.

Además se han encontrado infiltraciones en el sistema eléctrico, el cual debería estar sellado ya que es una entrada directa de aire a las distintas zonas de la vivienda, y a los techos falsos con lo que el aire frío se distribuye por toda la vivienda. En la figura siguiente se puede apreciar la prueba Blowerdoor junto con una imagen termográfica, para comprobar la entrada de aire frío a la vivienda a través de un enchufe.



***ANEXO 5.- METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN PREDICTIVA:  
Aspectos previos a la inspección en obra***

## **Metodología de evaluación predictiva: Aspectos previos a las inspecciones en obra**

- **Análisis del edificio**

Antes de realizar las inspecciones en obra, se debe hacer un análisis previo de la memoria de proyecto a fin de conocer las condiciones que el edificio en construcción debe cumplir (composición de cerramientos, nivel de aislamiento, nivel de estanqueidad, calidad de carpinterías, etc) y así poder identificar incidencias y comportamientos térmicos anómalos respecto a lo que según la memoria debería ser.

- **Elección y acondicionamiento de la zona de inspección**

Para verificar la calidad térmica y estanqueidad al aire de la envolvente es necesario lo ideal sería realizar ensayos en cada una de las partes del edificio. Esto sería viable en viviendas unifamiliares o edificios pequeños, pero para edificios plurifamiliares medianos y grandes, la gran cantidad de superficies a inspeccionar hace imposible llevar a la práctica todos los ensayos necesarios. Por tanto lo que se plantea es acondicionar una o varias zonas del edificio que sean representativas para realizar en ellas las inspecciones pertinentes asumiendo que el resto de zonas están construidas de igual modo según las técnicas constructivas empleadas.

Para el acondicionamiento de estas zonas de ensayo, dado que en fase constructiva el edificio todavía no contará con divisiones interiores, se deberán colocar particiones internas temporales a fin de poder climatizar de forma artificial este espacio para la realización de las inspecciones correspondientes.

### **Condiciones para la realización de las inspecciones**

Para realizar las pruebas de termografía infrarroja, medida de transmitancia térmica, y test de infiltraciones se deben tener en cuenta las siguientes condiciones:

- La envolvente exterior correspondiente a la zona o zonas a ensayar debe tener colocado el aislamiento, se deben haber colocado las carpinterías y haber realizado su correspondiente sellado. (Imagen 1 y 2).



Imagen 1. Edificio con el aislamiento colocado de ventana recién colocada



Imagen 2. Ejemplo

- El espacio o espacios elegidos para realizar los ensayos deben corresponder a zonas representativas del edificio o bien a las zonas más expuestas a las condiciones climáticas exteriores, a fin de medir los comportamientos de las zonas más problemáticas desde el punto de vista térmico.
- Para realizar la inspección termográfica y la medida de transmitancia térmica de la envolvente es necesario que exista una diferencia de temperatura entre interior y exterior de al menos 10°C. Dado que el edificio en esta fase constructiva no presentaba climatización, se deberá emplear calefactores de obra de alta potencia para alcanzar una temperatura interior elevada y así forzar el gradiente necesario con el exterior (ver Imagen 3).



Imagen 3. Ejemplo de espacio acondicionado para la realización de inspecciones

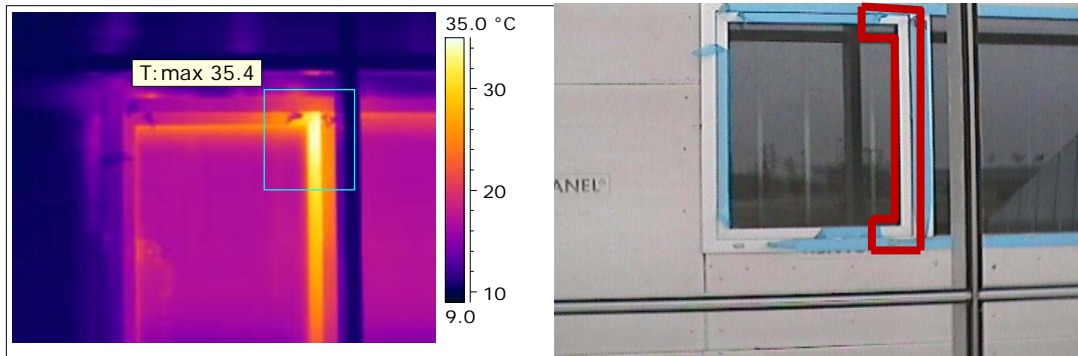


Imagen 4. Ejemplo de puntos calientes en marco de ventana asociados a fugas de aire calefactado interior

- Las particiones interiores temporales colocadas para el acondicionamiento del espacio de ensayos deberían estar bien selladas hacia al resto de espacio interior del edificio, para poder medir únicamente el nivel de estanqueidad del cerramiento exterior sin tener interferencias por entrada de aire procedente del resto de volumen interior del edificio.(ver Imagen 5 y 6).



Imagen 5. Instalación de sistema de medida de infiltraciones en el espacio de ensayos

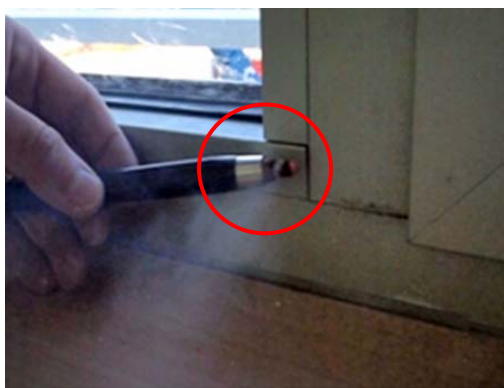


Imagen 6. Ejemplo de puntos de entrada de aire por marco de ventana de espacio ensayado