



I CONGRESO

MODELOS PARA
REGENERACIONES URBANAS Y
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO



COLEGIO OFICIAL
APAREJADORES,
ARQUITECTOS TÉCNICOS
E INGENIEROS
DE EDIFICACIÓN
DE MALLORCA

Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.

 Universidad del País Vasco	 Euskal Herriko Unibertsitatea	 EUSKO JAURLARITZA ENPLEGU ETA GIZARTE POLITIKETAKO SAILA	 GOBIERNO VASCO DEPARTAMENTO DE EMPLEO Y POLÍTICAS SOCIALES	 en9di Grupo de Energética en la Edificación Máquinas y Motores Térmicos UPV/EHU
TERMIKA ARLOA EUSKO JAULARITZAKO ETXEGINTZAREN KALITATEA KONTROLATZEKO LABORATEGIA		AREA TERMICA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EDIFICACION DEL GOBIERNO VASCO		



I CONGRESO

**MODELOS PARA
REGENERACIONES URBANAS Y
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



COLEGIO OFICIAL
APAREJADORES,
ARQUITECTOS TÉCNICOS
E INGENIEROS
DE EDIFICACIÓN
DE MALLORCA

1. Planteamiento del Estudio

- Certificación Energética de **3.383 viviendas** en 38 promociones de la CAPV.



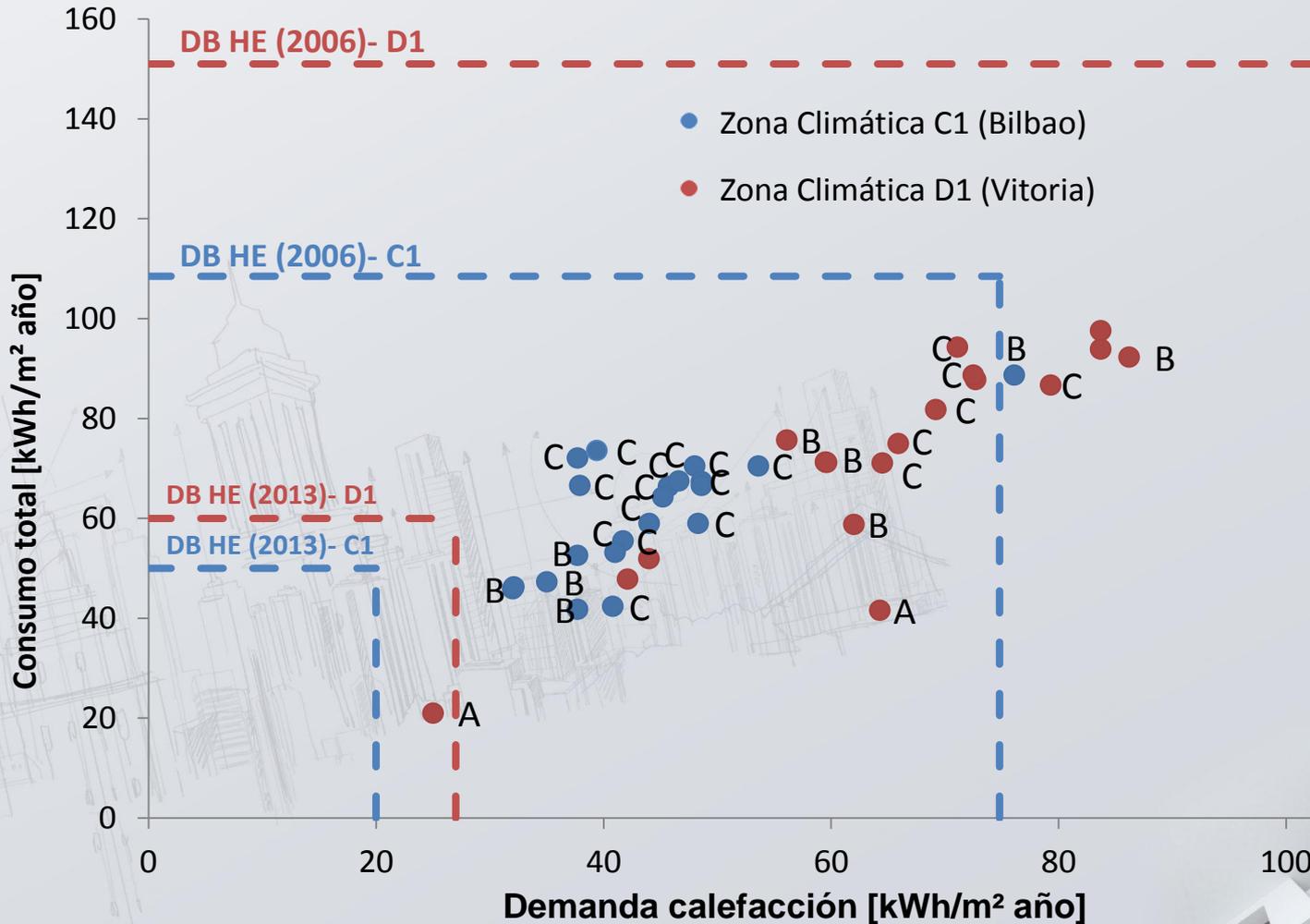
Objetivo del Estudio

- Conocer las mejoras necesarias para EECN residencial en la CAPV.





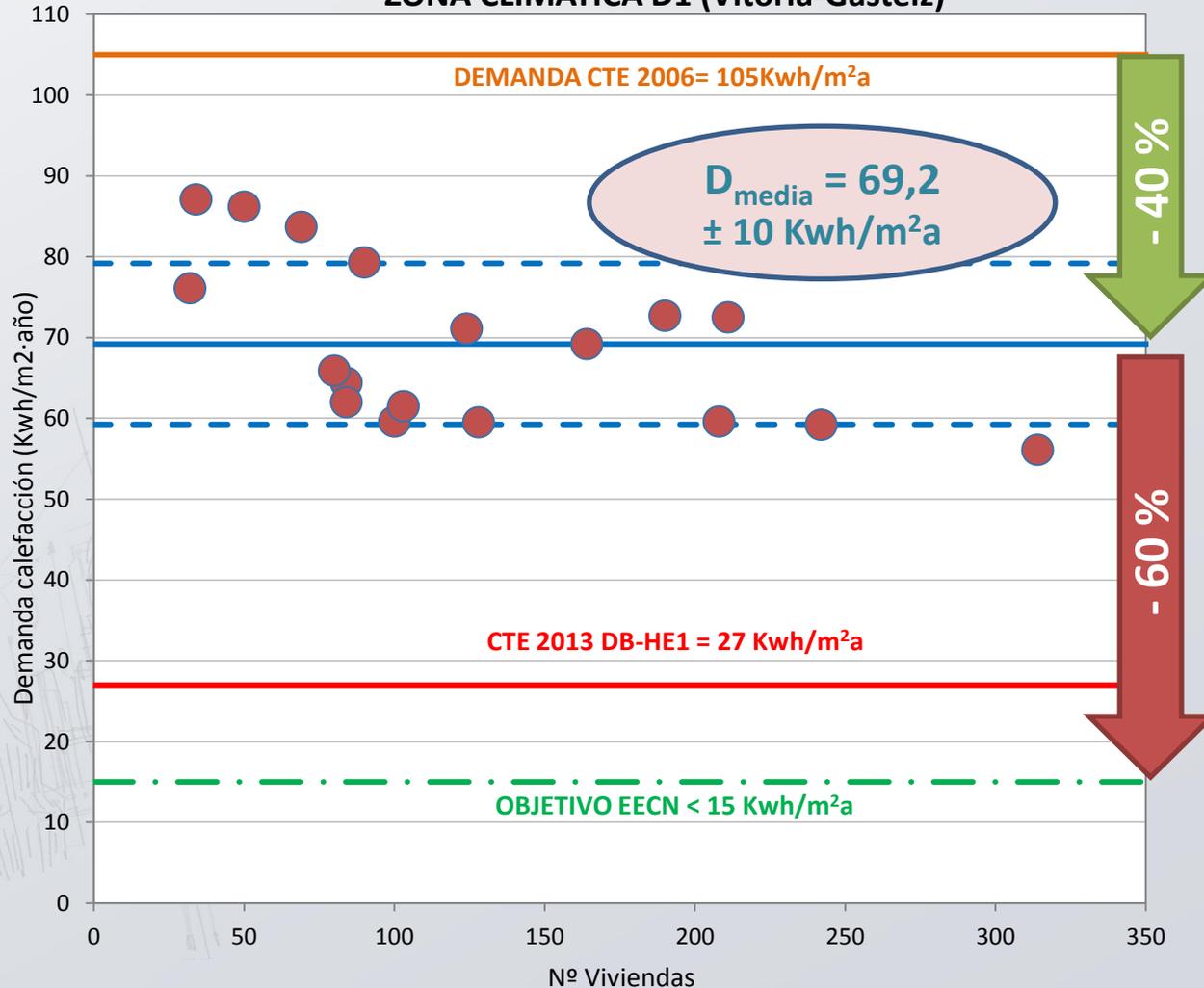
2. Resultados iniciales y análisis de la Demanda



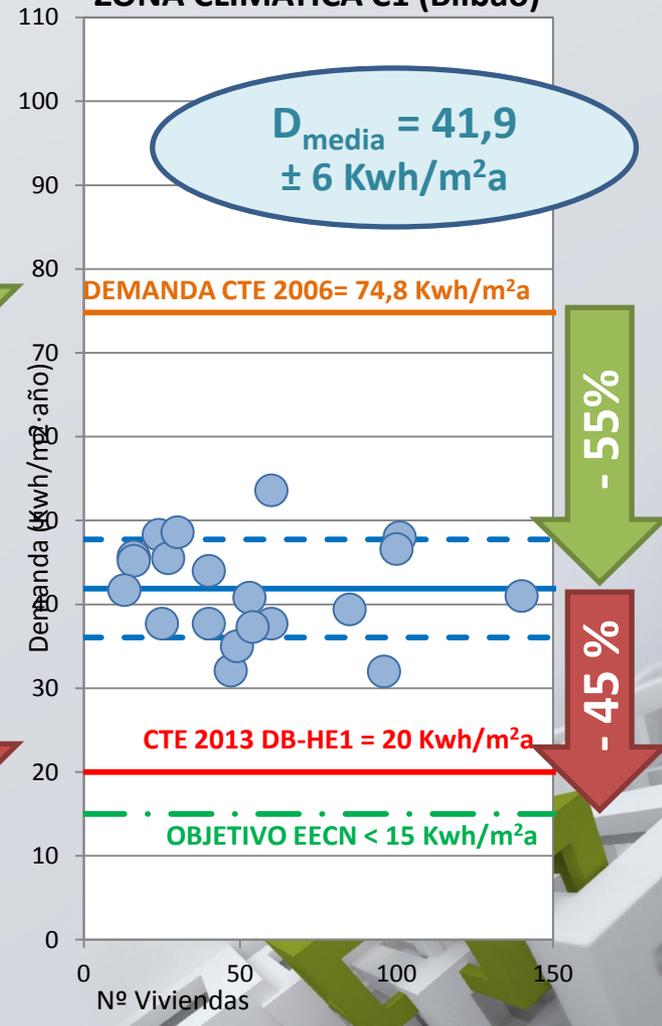


2.1. Demanda energética de los edificios actuales

ZONA CLIMÁTICA D1 (Vitoria-Gasteiz)



ZONA CLIMÁTICA C1 (Bilbao)





Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

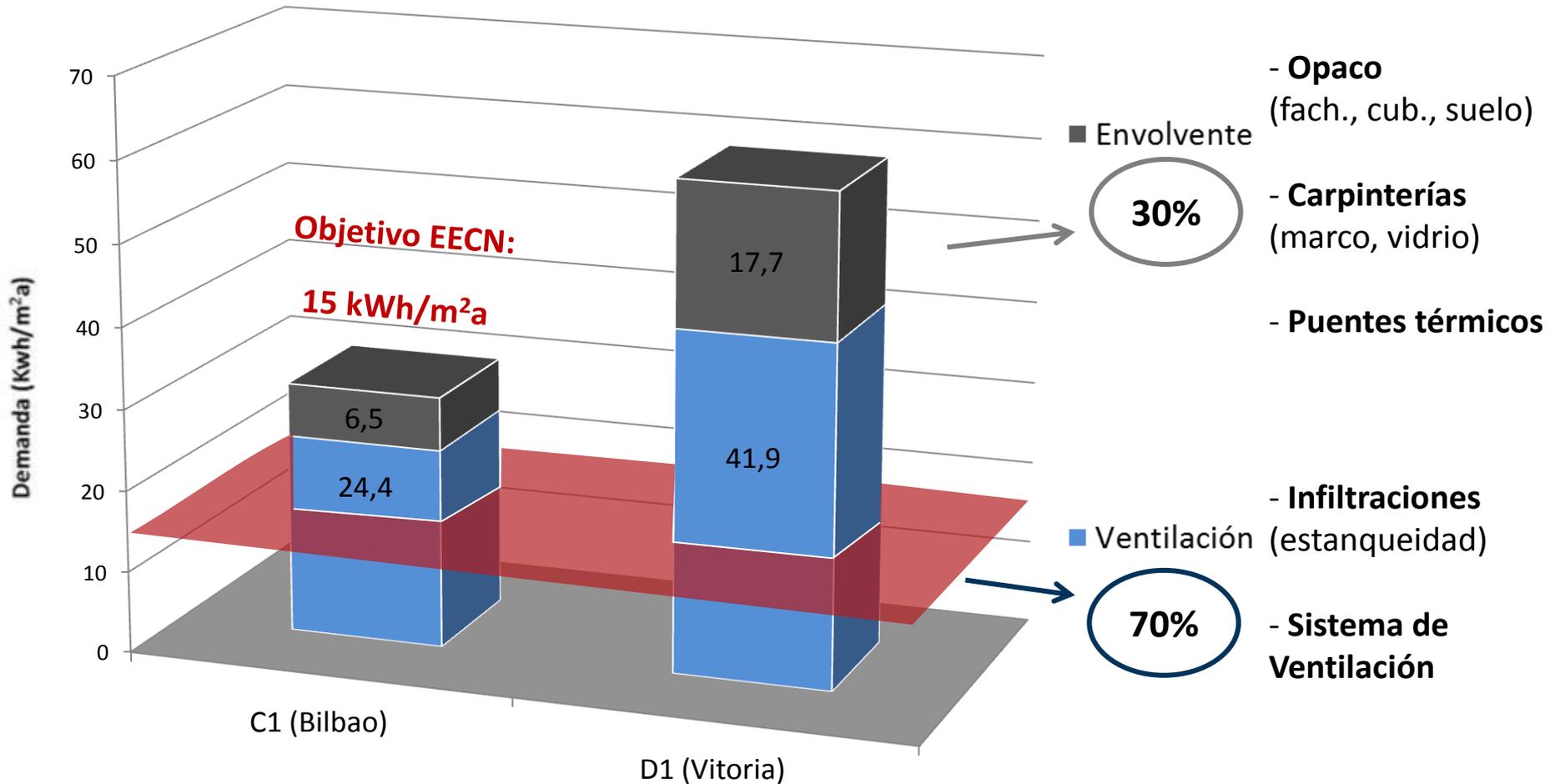
Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



2.2. Distribución de la Demanda Energética





3.1. Optimización de la Envolvente opaca

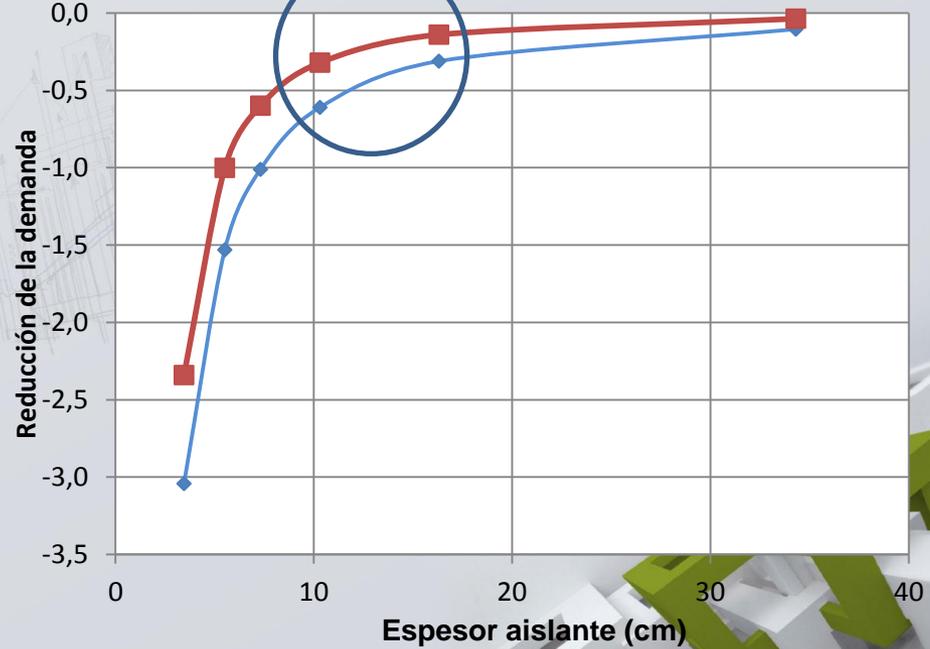
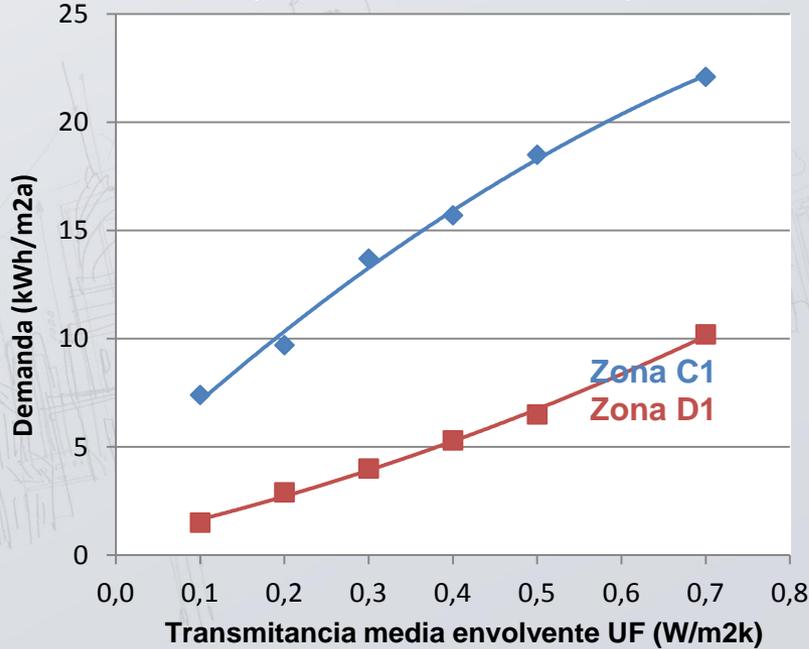
- Buscar el grado adecuado de aislamiento medio de fachada-cubierta-suelo.

¿Hasta dónde?

Punto óptimo

23% reducción Demanda por envolvente

Edificios Tipo de las zonas climática C1 y D1





Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



COLEGIO OFICIAL APAREJADORES, ARQUITECTOS TÉCNICOS E INGENIEROS DE EDIFICACIÓN DE MALLORCA

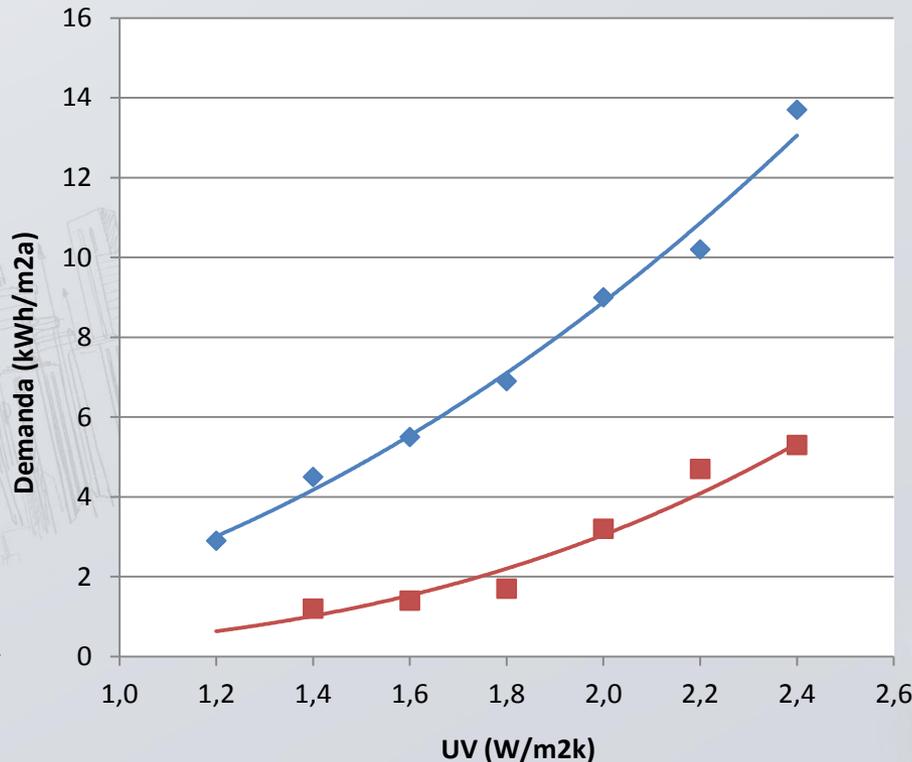
3.2. Optimización de las Carpinterías

- Buscar el grado adecuado de aislamiento de carpinterías.

¿Hasta dónde?

No hay punto óptimo

Equilibrio económico del proyecto



Edificios Tipo de las zonas climática C1 y D1

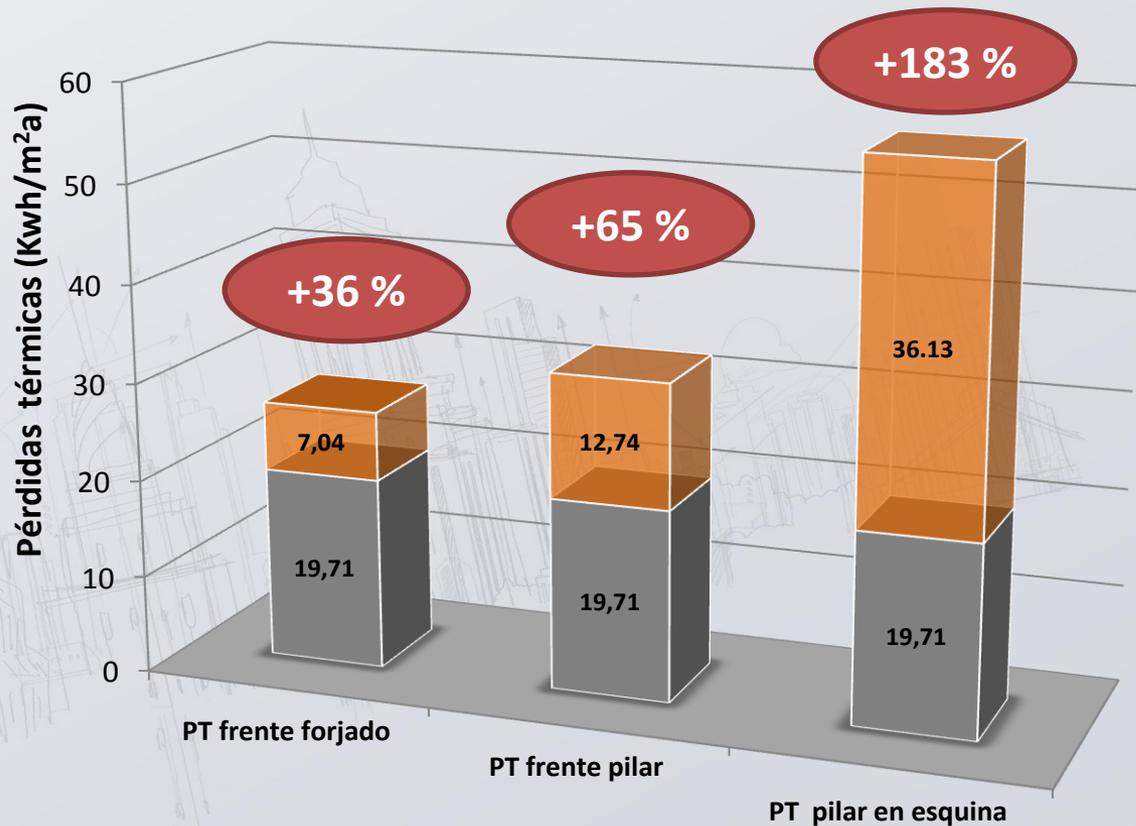




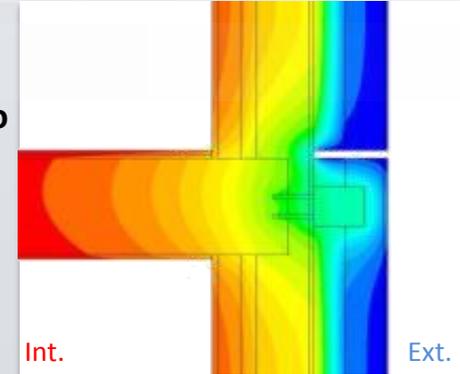
3.3. Optimización de los Puentes Térmicos

¿Cuanto afecta?

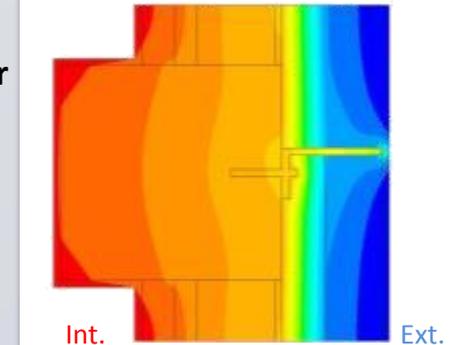
- Demanda despues mejoras opacos + ventanas
- Reducción Demanda



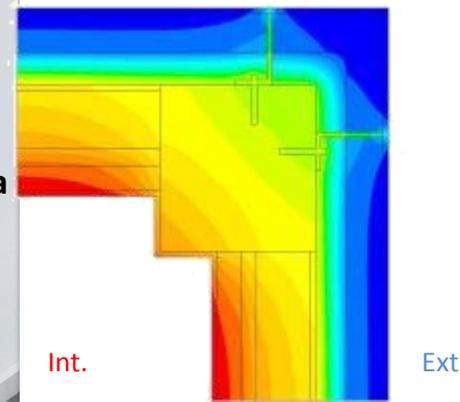
Frente Forjado



Frente Pilar



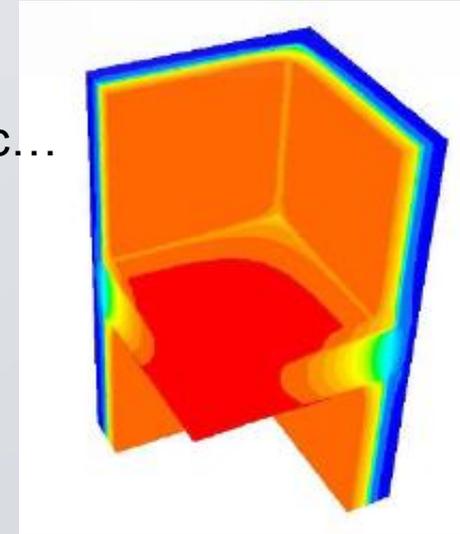
Pilar Esquina





3.4. Riesgos asociados a una mala envolvente

- Puentes térmicos, condensaciones, ventilación insuficiente, etc...
- Las mejores soluciones en fase de Proyecto:
 - Herramientas adecuadas de cálculo y caracterización.
 - Buen diseño y control de la ejecución

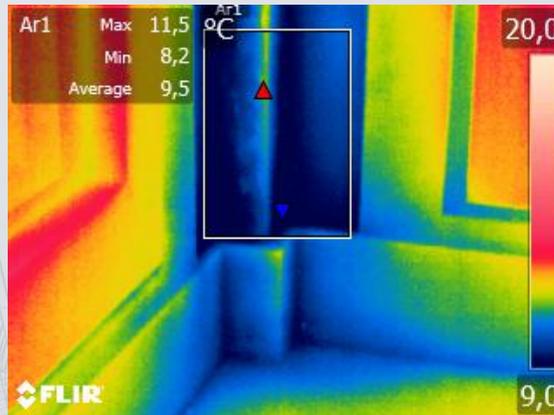


EDIFICIO CONSTRUIDO

NO existen soluciones mágicas

¿Cómo solucionarlo?

**monitorización *in-situ*
+
termografía**





I CONGRESO

**MODELOS PARA
REGENERACIONES URBANAS Y
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

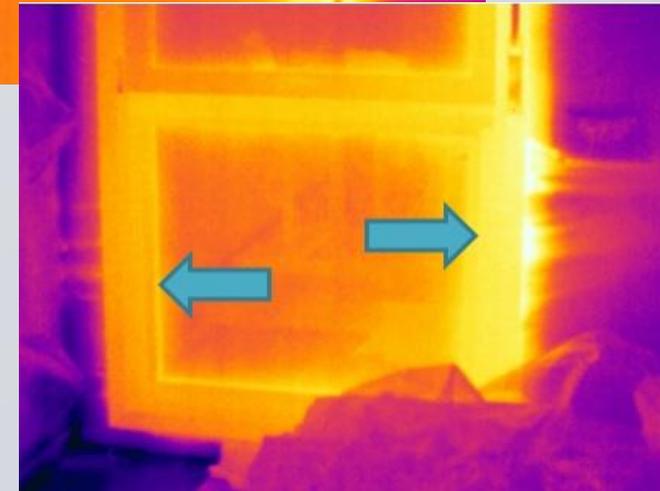
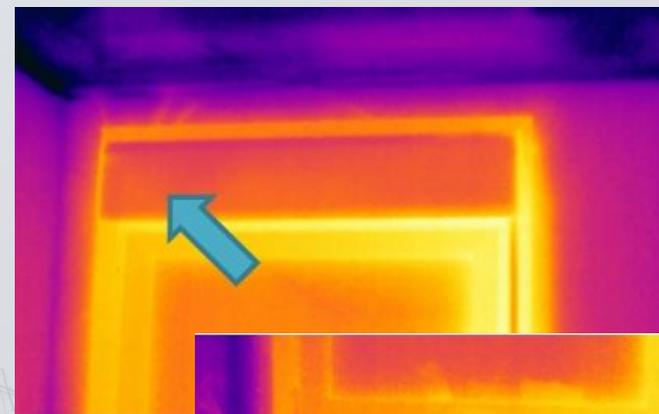
Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



3.5. Optimización de la Ventilación: Estanqueidad

- La demanda aumenta con las infiltraciones, es necesario mejorar la estanqueidad:

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS + CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA





Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



3.6. Optimización de la Ventilación: Caudal efectivo

- Opción 1: Reducción del caudal nominal:

Tipo ventilación	DB-HS: F.S. continuo	F.S. higrorregulable	F.S. presencia	F.S. CO ₂
Demanda por ventilación	41,9	30,0	30,7	9,0
Reducción	-	28,3 %	26,7 %	78,6 %

- Opción 2: Reducción con Recuperación de Calor (sensible):

Tipo ventilación	DB-HS: F.S. continuo	F.D. recuperación
Demanda por ventilación	41,9	6,7
Reducción	-	84,0 %



**CUIDADO:
S.F.P.**



I CONGRESO

**MODELOS PARA
REGENERACIONES URBANAS Y
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

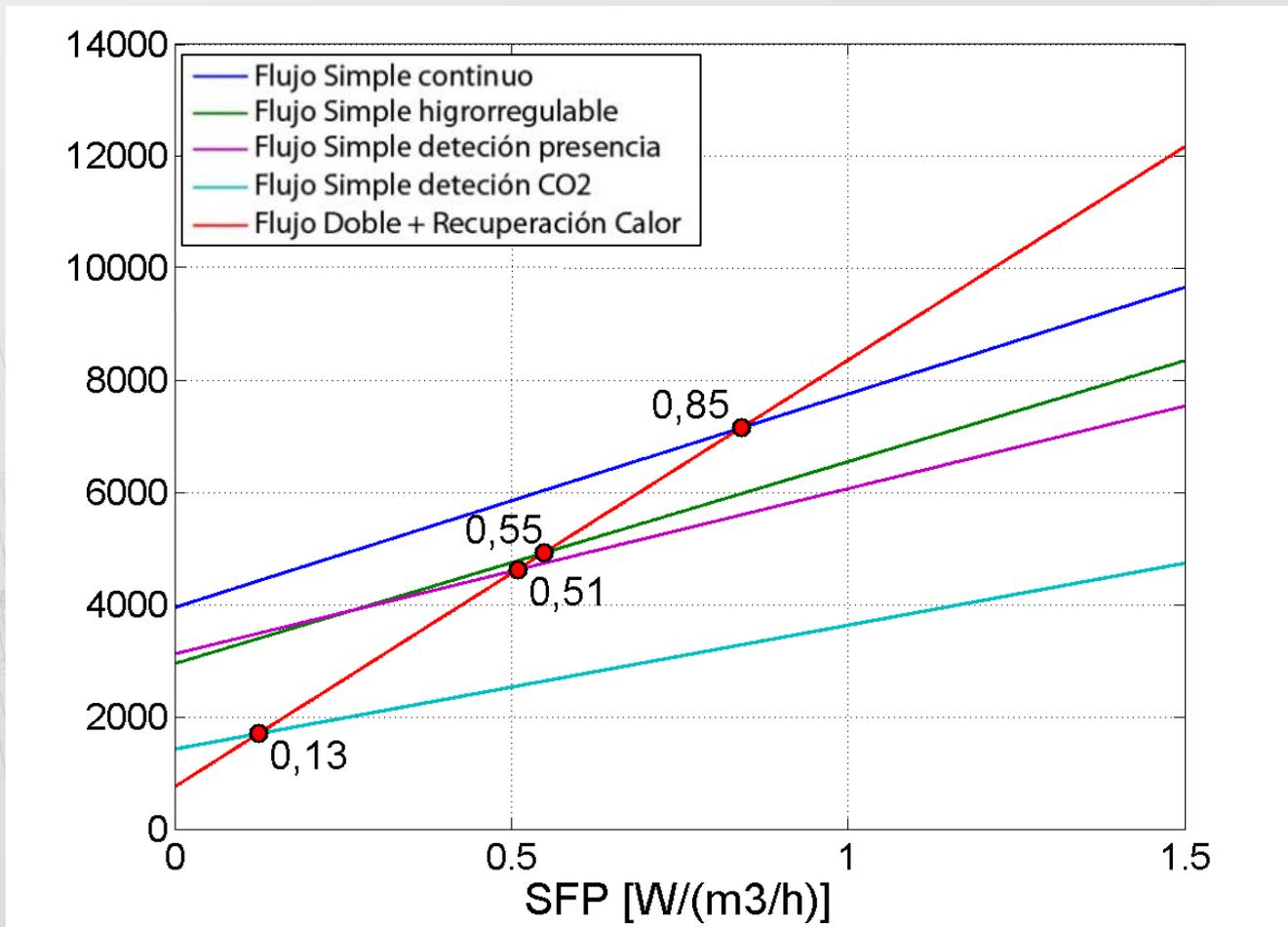
Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



3.7. Optimización de la Ventilación: S.F.P.

- **Service Fan Power:**



**Consumo
eléctrico**

Vs.

**Recuperación
de calor**





Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

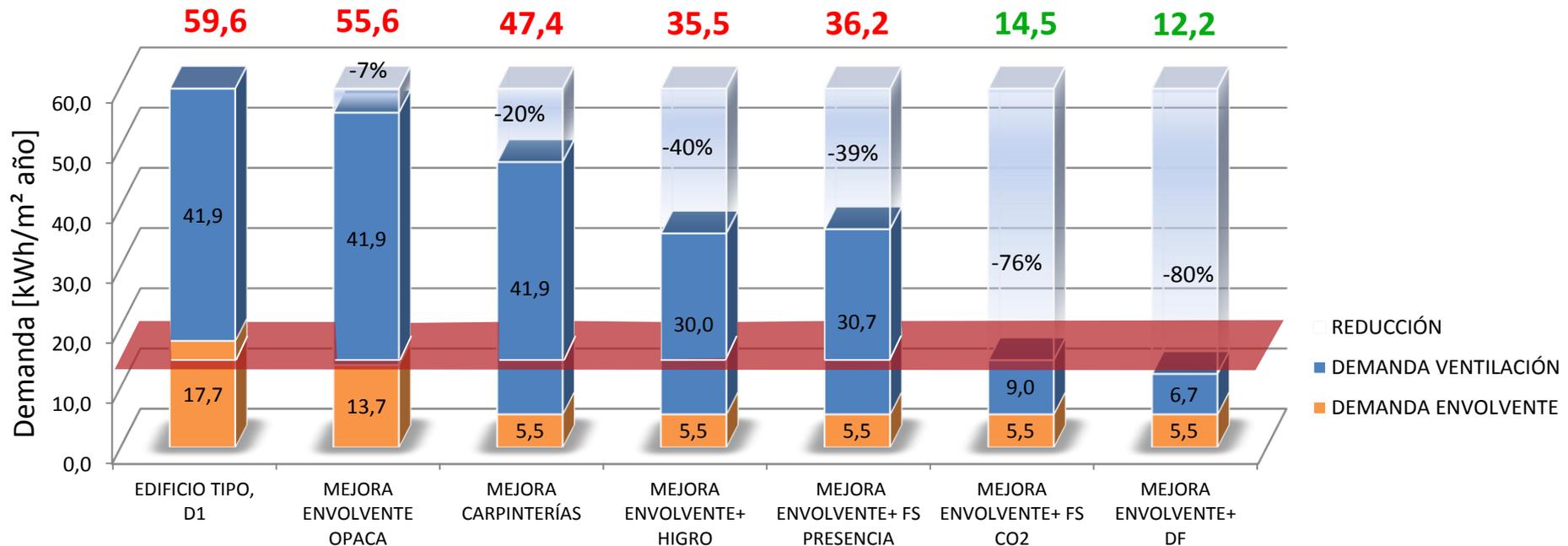
Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



3.8. Resultado final combinado

• Características del edificio EECN en zona climática D1 (Vitoria-Gasteiz):

- Envoltante opaca: 0,3 kWh/m²a (valor promedio de fachada, cubierta y suelo).
- Carpinterías: 1,6 kWh/m²a (vidrio bajo emisivo y valor global con persiana).
- Infiltraciones inferiores a 1 h⁻¹ (50 Pa).
- Puentes térmicos Ψ menores de 0,01.
- Sistema de ventilación mecánica controlada: CO2 o recuperación de calor

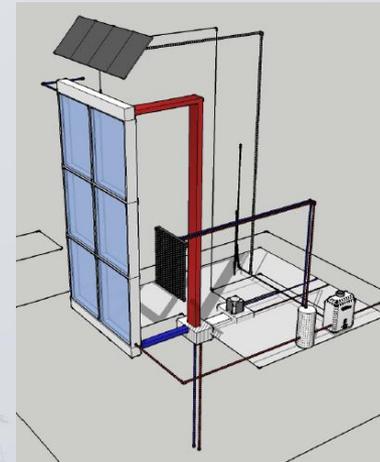




3.7. Consumo energético asociado

- En residencial, el factor determinante es la demanda de calefacción + ACS. Después de ajustar la demanda, los sistemas actuales ofrecen buenos rendimientos:

- Cogeneración,
- solar térmica,
- fotovoltaica,...



- Envoltentes activas, según el caso:

- Fachadas acumuladoras,
- PCM,
- Precalentamiento del aire de ventilación,...

- Para consumos pequeños es muy relevante el funcionamiento de los sistemas.

- Conviene realizar simulaciones de distintas rutinas de los equipos.



Plataforma semi-virtual

Ensayos para definir **estrategias de funcionamiento**,
Implementación de **estrategias de control avanzadas**,
Gestión del almacenamiento e integración en el edificio...





4. Conclusiones I

- La envolvente opaca y su **espesor de aislamiento** adecuado a cada zona climática.
 - **Riesgo:** Los sistemas de fachada pueden perder eficiencia por montaje inadecuado.
 - **Recomendación:** Comprobar en proyecto los sistemas y sus puntos débiles.
- La mejora de **carpinterías** debe acompañarse de un montaje adecuado.
 - **Riesgo:** Empeoramiento del comportamiento térmico de los marcos instalados.
 - **Recomendación:** Diseñar un montaje estanco y sin PT.
- Los **puentes térmicos** suponen un aumento del 30% de las pérdidas por envolvente.
 - **Riesgo:** Patologías de condensación en los encuentros mal resueltos.
 - **Recomendación:** Realizar un estudio sistemático de todos los encuentros en proyecto.
- La **ventilación** es vital: La detección por CO₂ o la VMC-RC reducen hasta un 80-90%.
 - **Riesgos:** La calidad del aire puede empeorar por mayor estanqueidad. El consumo eléctrico SFP y el rendimiento del recuperador en el caudal estimado.
 - **Recomendaciones:** Ensayo de gases trazadores para medir la ventilación real. Los sistemas de reducción de caudal por CO₂, ofrecen alto rendimiento. VMC-RC, con mayor confort térmico, corregir rendimiento estacional.



I CONGRESO

MODELOS PARA
REGENERACIONES URBANAS Y
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



CO
AAT
IEMCA



COLEGIO OFICIAL
APAREJADORES,
ARQUITECTOS TÉCNICOS
E INGENIEROS
DE EDIFICACIÓN
DE MALLORCA

4. Conclusiones II

- **Es posible conseguir EECN residenciales con los medios actuales.**
- Los mejores resultados se consiguen con **mejoras integrales**: pensadas desde el **diseño inicial**, para su **ejecución en obra** y durante su **uso**.
 - Se pueden **corregir errores ocultos** gracias a **ensayos y pruebas de servicio**.
- Es importante **distribuir los recursos de forma equilibrada**:
 - **Parte pasiva** (envolvente térmica)
 - Aislamientos térmicos, Carpinterías, Puentes térmicos, Estanqueidad,...
 - **Sistemas activos** (ventilación, calefacción, ACS, ...).
 - Detección de presencia, Rendimientos estacionales, rutinas de funcionamiento,...
- La **climatología influye notablemente** en la importancia de cada sistema en el edificio.
- Es posible optimizar en proyecto las **estrategias de los sistemas de generación**.



I CONGRESO

**MODELOS PARA
REGENERACIONES URBANAS Y
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



COLEGIO OFICIAL
APAREJADORES,
ARQUITECTOS TÉCNICOS
E INGENIEROS
DE EDIFICACIÓN
DE MALLORCA

5. Un ejemplo: 176 VPO en Salburua, Proyecto PIME`s

- **Edificio de viviendas de protección oficial:**
 - 176 VPO en Vitoria-Gasteiz.
 - Fachadas: $U_{\text{fachada}} \mathbf{0,30 \text{ W/m}^2\text{K}}$ (in situ: $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$)
 - Cubierta y suelo: $U_{\text{cub./suelo}} \mathbf{0,19 \text{ W/m}^2\text{K}}$
 - Ventanas: $U_{\text{ventana}} \mathbf{1,89 \text{ W/m}^2\text{K}}$ (vidrios: $1,16 \text{ W/m}^2\text{K}$)
 - Estanqueidad: $n_{50} \mathbf{2 \text{ h}^{-1}}$.
 - Ventilación: **85% recuperación de calor**

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA A++

Consumo ener. final: **17,5 kWh/m²a**
Emisiones: **2,9 kg CO₂/m²a**



- **Cogeneración:** 11 kW eléctricos
 - Reducción consumo **1,1 kWh/m²a**
 - Reducción emisiones **0,62 kg CO₂/m²a**
- **Fotovoltaica:** 226 paneles PV
 - Reducción consumo **1,8 kWh/m²a**
 - Reducción emisiones **0,61 kg CO₂/m²**





Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



6. Bibliografía

- Hidalgo, J.M. et al, 2014, Estudio teórico de las mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo a partir del CTE 2006 en las zonas climáticas C1 y D1, *II Congreso Edificios Energía Casi Nula*, Madrid.
- Opt Veld P., 2000, Performances of a new generation high efficiency heat recovery units for domestic ventilation, *Proceedings 21th AIVC Annual Conference: Innovations in Ventilation Technology*.
- ANSYS, *FLUENT v6 User's guide*, 2006.
- IDAE, instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2009, *CALENER VYP: Viviendas y edificios terciarios pequeños y medianos, manual de usuario*.
- *Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios.*
- *RD 314/2006, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación.*
- *RD 47/2007, de 19 de enero, Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.*
- *Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.*
- *Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía".*
- *RD 235/2013, de 5 de abril, Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.*



I CONGRESO

**MODELOS PARA
REGENERACIONES URBANAS Y
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



COLEGIO OFICIAL
APAREJADORES,
ARQUITECTOS TÉCNICOS
E INGENIEROS
DE EDIFICACIÓN
DE MALLORCA

FUNDACIÓN

7. Agradecimientos

- Este estudio se enmarca dentro del convenio de colaboración entre el Gobierno Vasco y la Universidad del País Vasco, que desarrolla el Área Térmica del Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco, publicado según Resolución 10/2005, de 1 de agosto, del Director de la Secretaría del Gobierno y de Relaciones con el Parlamento.
- Agradecimientos a VIVIENDA Y SUELO DE EUSKADI, S.A., por la amplia colaboración de los proyectistas y técnicos implicados en los edificios analizados.
- Ha sido posible gracias al apoyo económico como becario del Programa de Formación de Personal Investigador no doctor del Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura del Gobierno Vasco.



I CONGRESO

**MODELOS PARA
REGENERACIONES URBANAS Y
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



COLEGIO OFICIAL
APAREJADORES,
ARQUITECTOS TÉCNICOS
E INGENIEROS
DE EDIFICACIÓN
DE MALLORCA

*Muchas gracias por su atención,
Eskerrik asko!*

termica@ej-gv.es

www.euskadi.net/LCCE



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

EUSKO JAURLARITZA

ENPLEGU ETA GIZARTE
POLITIKETAKO SAILA



GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE EMPLEO
Y POLÍTICAS SOCIALES



Grupo de Energética
en la Edificación
Máquinas y Motores Térmicos UPV/EHU

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco, Área Térmica

Grupo de investigación ENEDI de la Universidad del País Vasco UPV/EHU

Juan María Hidalgo Betanzos