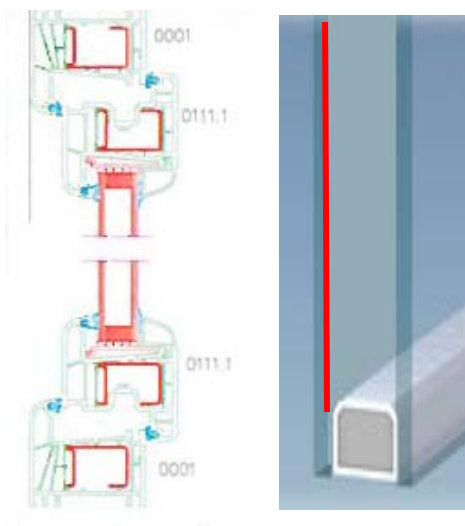


# ESTUDIO DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA POR RENOVACIÓN DE VENTANAS

Influencia en la demanda de energía  
por simulación CALENER  
(Proyecto Eurofutur Plus 4S)

KÖMMERLING – SGG CLIMALIT PLUS  
Profine Group – Saint Gobain Glass



## 1.- Objeto:

ANDIMAT realiza el presente estudio a petición de Saint-Gobain Cristalería, S.L. y Profine Iberia, S.A con el objetivo de evaluar la ganancia energética que puede ser alcanzada en un mediante la renovación de los cerramientos acristalados, ventanas, mediante la instalación de la ventana **EUROFUTUR PLUS 4S**. El estudio tiene en cuenta tanto los ahorros potencialmente alcanzables en régimen de invierno como los potencialmente alcanzables en régimen de verano en refrigeración o aire acondicionado, suponiendo que este existe.

Dado que el estudio pretende evaluar las ganancias energéticas por rehabilitación de huecos, se considera un bloque de viviendas de 7 plantas con azotea y solera cuasi-adiabáticos de forma que puede inducirse que las pérdidas se producen prácticamente en su totalidad por los cerramientos verticales de fachada, muro y huecos, asemejando esta situación a la que puede producirse en un edificios de vivienda en bloque con calefacción central al considerar solo una vivienda diferente del ático o planta baja.

Dado que se trata de evaluar una actuación de rehabilitación se asume que el edificio es anterior al año 2006 y consecuentemente incumple la normativa actual sobre demanda energética; Código Técnico de Edificación 2006 (CTE). Se consideran fachadas próximas a los requisitos del CTE de forma que se considera una edificación de cierta calidad en térmicos de aislamiento de las fachadas.

El estudio se realiza bajo las mismas premisas en las 12 zonas climáticas, definidas por el CTE, situando el edificio en 12 ciudades, cada una de ellas representativa de la zona climática a la que pertenece (Tabla.1).

Se consideran dos situaciones de partida y una situación final para cada zona climática y una situación final. La situaciones de partida intentan reflejar los acristalamientos que pueden existir y que son susceptibles de mejora mediante la instalación de la ventana **EUROFUTUR PLUS 4S**. La metodología seguida en el estudio permite comparas las dos situaciones iniciales en las que sólo se modifica el acristalamiento aumentando su capacidad aislante, es decir disminuyendo su transmitancia térmica  $U$  ( $W/m^2K$ ) y variando su factor solar de forma el mínimo posible compatible con la realidad industrial.

Para ensayar estas situaciones se utiliza el programa CALENER\_VYP para calificación energética de edificios de viviendas y edificios terciarios, pequeños y medianos, obteniendo las demandas energéticas de calefacción y refrigeración. Para cada ubicación se realizan tres simulaciones comparando sus demandas energéticas sin variar ningún parámetro a excepción de las soluciones constructivas aplicadas a los huecos.

Se obtiene los datos de demanda energética de calefacción refrigeración así como la demanda de Agua Caliente Sanitaria (ACS) y emisiones de CO2 correspondientes así como la calificación energética del edificio.

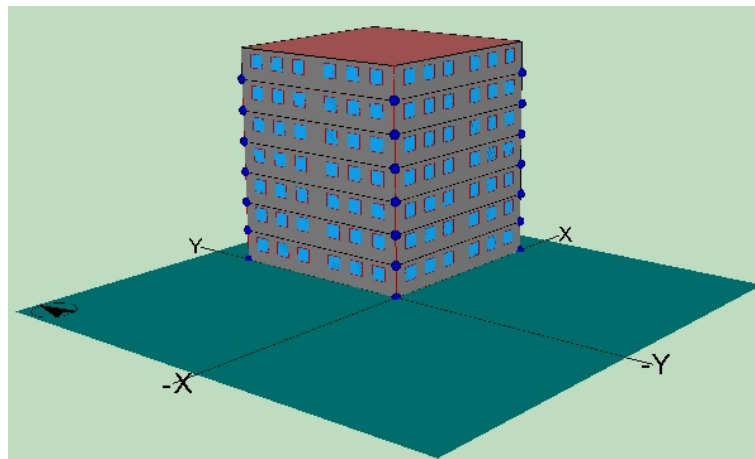
Los resultados obtenidos sólo se comparan en términos de demanda de calefacción y demanda de refrigeración obteniendo el % de disminución para cada zona geográfica en función de la solución de partida y la solución final mediante la instalación de la ventana **EUROFUTUR PLUS 4S**.

Las simulaciones realizadas permiten evaluar el impacto que es posible alcanzar mediante el mayor asilamiento del hueco y el refuerzo del factor solar del acristalamiento. Ello no presupone que no existan soluciones más optimizadas en función del estudio real de un edificio concreto con geometría propia y orientaciones diferentes a las consideradas.

## 2.- Edificio modelo.

Se considera un perfil de edificio de viviendas en bloque, de 7 plantas, con azotea y suelo cuasi-adiabáticos y un 20% de huecos en cada fachada, y orientado a los cuatro puntos cardinales (Figura 1).

Este modelo de alta compacidad permite evaluar las pérdidas por los huecos acristalados, minimizando el efecto del resto de parámetros.



**Figura 1**

A fin de poder evaluar el efecto que puede llegar a tener la instalación de la ventana **EUROFUTUR PLUS 4S** sobre una vivienda, se consideran solera y cubierta adiabática.

El edificio se simula con cada tipo de cerramiento de hueco para 12 ubicaciones correspondientes a las ciudades más representativas de cada zona climática considerada en el CTE (Tabla 1) abarcando la totalidad de capitales de provincia.

ZONA	CIUDADES	CIUDAD MODELO
A3	Cádiz, Las Palmas, Málaga, Melilla, Tenerife	Málaga
A4	Almería	Almería
B3	Castellón, Ceuta, Murcia, P. Mallorca, Tarragona, Valencia	Valencia
B4	Sevilla, Alicante, Córdoba, Huelva	Sevilla
C1	Bilbao, Cuenca, Coruña, Oviedo, Pontevedra, San Sebastián, Santander	Bilbao
C2	Barcelona, Gerona, Orense	Barcelona
C3	Granada	Granada
C4	Badajoz, Cáceres, Jaén, Toledo	Badajoz
D1	Lugo, Palencia, Pamplona, Vitoria	Palencia
D2	Huesca, Logroño, Salamanca, Segovia, Teruel, Valladolid, Zamora	Valladolid
D3	Albacete, C. Real, Guadalajara, Lérida, Madrid, Zaragoza	Madrid
E1	Ávila, Burgos, León, Soria	Burgos

**Tabla.1. Ciudades elegidas para cada zona climática**

Los cerramientos opacos de fachada se forman por 1 pie de ladrillo métrico enfoscado en cara interior, cámara de aire ligeramente ventilada, aislamiento de lana mineral y un tabique interior de tabicón de ladrillo hueco triple gran formato enlucido en cara interior; los forjados son de hormigón armado aligerado con entrevigado EPS, acabados con suelo de baldosa de Gres sobre cemento en cara superior (excepto forjado ultimo piso) y falso techo de yeso en cara inferior.

Para cada zona climática se atribuye al cerramiento opaco una transmitancia térmica superior a la exigencia del CTE, de forma que se considera que el edificio es anterior a la entrada en vigor de la normativa actual. Para unificar el criterio se considera que los cerramientos verticales opacos poseen una transmitancia térmica equivalente al 105 % de la exigencia del CTE para la zona estudiada. Es decir un 5% inferior al aislamiento exigido por la normativa actual (Tabla 2) y un sistema ACS centralizado con caldera eléctrica o de combustible y un sistema de calefacción con gas natural.

Zona Climática	Transmitancia máxima fachadas (CTE) U (W/m <sup>2</sup> K)	Transmitancia fachadas edificio modelo U (W/m <sup>2</sup> K)
A	0,94	0,99
B	0,82	0,86
C	0,73	0,77
D	0,66	0,69
E	0,57	0,60

**Tabla 2. Valores de transmitancia térmica en función de las zonas climáticas**

Los cerramientos acristalados de huecos se modifican en las tres situaciones consideradas para cada ubicación del edificio.

**INICIAL 1:** Se considera el acristalamiento monolítico o sencillo (Figura 2) sobre marco metálico (Figura 3) por considerarlo el más habitual hace unos años. El cerramiento está constituido por un marco metálico sin rotura de puente térmico, de transmitancia térmica  $U = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  y factor solar del vidrio  $g = 0,85$ . El porcentaje de carpintería/vidrio se sitúa en 25 % carpintería con absorptividad 0,50 y 85 % vidrio. La permeabilidad se estima en  $25 \text{ m}^3/\text{hm}^2$  (100 Pa) atendiendo a la edad del cerramiento y su uso.



**Figura 2. Vidrio sencillo**



**Figura 3. Marco metálico**

**INICIAL 2:** Se considera el cerramiento realizado con carpintería metálica sin rotura de puente térmico (Figura 3) y doble acristalamiento 4/6/4 (Figura 4). El cerramiento está constituido por un marco metálico de transmitancia térmica  $U = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  y doble acristalamiento básico con  $U = 3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  y factor solar del vidrio  $g = 0,75$ . Se mantienen los valores de permeabilidad, absorptividad y participación del marco / vidrio en los mismos porcentajes.



**Figura 4. Doble acristalamiento**

FINAL: Ventana **EUROFUTUR PLUS 4S** formada por marco de PVC, de Kömmerling – Profine Iberia, **EUROFUTUR** (Figura 5) de transmitancia térmica  $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  y doble acristalamiento bajo emisivo y de control solar de Saint-Gobain Cristalería, para Aislamiento Térmico Reforzado (ATR) **SGG CLIMALIT PLUS con PLANITHERM 4S 4/16/4** (Figura 6) de transmitancia térmica con valor  $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  y factor solar  $g = 0,43$ . La participación del marco / vidrio aumenta a 30% marco y 70% vidrio, habitual en carpinterías de PVC, y la permeabilidad, considerando la ventana nueva y correctamente instalada, se reduce a  $L1 = 1 \text{ m}^3/\text{h m}^2$  (100Pa) y absorptividad  $\alpha = 0,50$ .

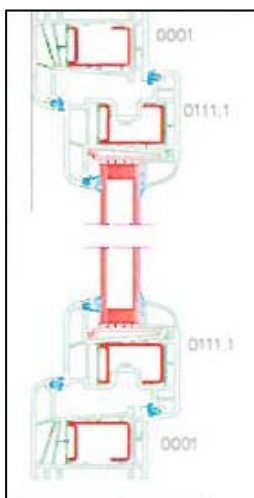


Figura 5. Marco EUROFUTUR

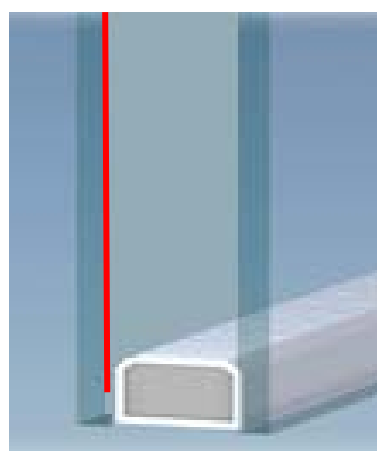


Figura 6. Doble acristalamiento ATR PLANITHERM 4S

Las prestaciones de los cerramientos semitransparentes considerados se recogen en la Tabla 3.

	INICIAL 1	INICIAL 2	FINAL
<b>Denominación</b>	Metálica monolítico	Metálica DA 4/6/4	EUROFUTUR PLUS 4S
<b>Vidrio</b>	75%	75%	70%
<b>Tipología</b>	Sencillo	DA Tradicional	Doble acristalamiento ATR
<b>Composición</b>	4mm	4-6aire-4	SGG CLIMALIT PLUS con PLANITHERM 4S 4-16aire-4
<b>Uv (W/m<sup>2</sup>K)</b>	5,7	3,3	1,3
<b>Marco</b>	25%	25%	30%
<b>Tipología</b>	Metálico	metálico	PVC EUROFUTUR 1.3
<b>Um (W/m<sup>2</sup>K)</b>	5,7	5,7	1,3
<b>Permeabilidad L1</b>	25 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>	25 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
<b>Absortividad α</b>			

DA: Doble Acristalamiento

ATR: Aislamiento Térmico Reforzado. Doble acristalamiento con vidrio bajo emisivo

Tabla 3. Resumen de las prestaciones de los distintos escenarios

De forma general y previo a los resultados de este estudio puede considerarse que a menor valor de la transmitancia térmica  $U$  ( $W/m^2K$ ) menor es la cantidad de calor atravesada a través de la ventana por unidad de superficie y consecuentemente mejor aislamiento cuanto menor sea este valor. Igualmente, en régimen de refrigeración, cuanto menor sea  $g$  (factor solar), menor será el la energía solar que atraviesa el acristalamiento, reduciéndose la de manda de refrigeración cuanto menor sea este valor. El estudio permitirá evaluar si la reducción de aportes solares gratuitos en invierno producidos por un menor factor solar se ve compensado por el mayor aislamiento proporcionado por un vidrio ATR.

Respecto a la permeabilidad  $L1$  se considera una fuerte reducción considerando tres aspectos:

- Se trata de ventanas a rehabilitar. Es decir su estado puede considerarse deteriorado respecto a las características iniciales por su uso y conservación.
- Los marcos metálicos instalados habitualmente hace años no ofrecían permeabilidades reducidas
- La permeabilidad de la serie *EUROFUTUR* está ensayada obteniendo los valores considerados

### 3.- Metodología:

Para la evaluación de la reducción de las demandas atribuibles al cambio de ventanas se realiza la simulación CALENER del mismo edificio para cada zona en el que la única modificación realizada es la correspondiente a las ventanas.

Se realiza así el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración obteniendo para cada zona su valor en la situación INICIAL 1, INICIAL y FINAL.

Posteriormente se realiza la comparación entre la situación de partida (INICIAL 1 ó INICIAL 2) y la situación rehabilitada FINAL. Se añade la comparativa entre la situación INICIAL 1 e INICIAL 2 que permite evaluar el efecto del doble acristalamiento tradicional sobre un vidrio monolítico.

La valoración se realiza en términos de valor de demanda ( $kWh/m^2$ ) y porcentaje de reducción. Se desprecian los decimales para evitar efectos secundarios sobre los porcentajes de variación.

De esta forma se obtienen:

- Demanda energética de calefacción del edificio con solución INICIAL [1]
- Demanda energética de calefacción del edificio con solución INICIAL 2 [2]
- Demanda energética de calefacción del edificio con solución FINAL [3]

- Porcentaje de reducción de demanda de calefacción al variar de ventana metálica y vidrio monolítico a ventana metálica y doble acristalamiento 4/6/4:  
**100 ([1] - [2]) / [1]**
- Porcentaje de reducción de demanda de calefacción al variar de ventana metálica y doble acristalamiento 4/6/4 a ventana *EUROFUTUR PLUS 4S*:  
**100 ([2] - [3]) / [2]**
- Porcentaje de reducción de demanda de calefacción al variar de ventana metálica y acristalamiento monolítico a ventana *EUROFUTUR PLUS 4S*:  
**100 ([1] - [3]) / [1]**

De igual forma se actúa para la demanda de refrigeración

- Demanda energética de refrigeración del edificio con solución INICIAL [4]
- Demanda energética de refrigeración del edificio con solución INICIAL 2 [5]
- Demanda energética de refrigeración del edificio con solución FINAL [6]
- Porcentaje de reducción de demanda de refrigeración al variar de ventana metálica y vidrio monolítico a ventana metálica y doble acristalamiento 4/6/4:  
**100 ([4] - [5]) / [4]**
- Porcentaje de reducción de demanda de refrigeración al variar de ventana metálica y doble acristalamiento 4/6/4 a ventana *EUROFUTUR PLUS 4S*:  
**100 ([5] - [6]) / [5]**
- Porcentaje de reducción de demanda de refrigeración al variar de ventana metálica y acristalamiento monolítico a ventana *EUROFUTUR PLUS 4S*:  
**100 ([4] - [6]) / [4]**

## 4.- Resultados

Los resultados obtenidos de las 36 simulaciones se recogen en la Tabla 4 identificando, para cada zona, los valores de U de fachada correspondientes al CTE y los valores U de fachada tomados para el cálculo.

En la misma tabla se recogen las clasificaciones energéticas obtenidas para el edificio objeto y el edificio de referencia.



ESTUDIO DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA POR RENOVACIÓN DE VENTANAS

Transmitancia Térmica CTE	W/m²K		0,94	0,94	0,82	0,82	0,73	0,73	0,73	0,73	0,66	0,66	0,66	0,57
Transmitancia Térmica edificio modelo			0,99	0,99	0,86	0,86	0,77	0,77	0,77	0,77	0,69	0,69	0,69	0,60

<b>DEMANDA DE CALEFACCIÓN</b>			<b>A4</b>	<b>A3</b>	<b>B4</b>	<b>B3</b>	<b>C4</b>	<b>C3</b>	<b>C2</b>	<b>C1</b>	<b>D3</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>E1</b>
-------------------------------	--	--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

INICIAL 1	KWh/m²	[1]	17	22	27	34	44	58	49	65	68	96	89	114
	CLASE REF		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	CLASE OBJ		E	E	E	E	E	E	E	E	E	D	E	E

INICIAL 2	KWh/m²	[2]	15	20	24	31	40	52	44	59	61	83	81	104
	CLASE REF		D	D	B	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	CLASE OBJ		D	D	B	D	D	D	E	D	D	D	D	D

%	[2]/[1]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---	---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

EUROFUTUR 1,3 + CLIMALIT PLUS PLANITHERM 4S	KWh/m²	[3]	11	13	18	24	31	40	33	44	46	64	65	79
	CLASE REF		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	CLASE OBJ		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

%	[3]/[2]	26%	32%	24%	23%	23%	23%	24%	25%	24%	23%	20%	24%
%	[3]/[1]	35%	40%	33%	30%	30%	30%	31%	32%	32%	34%	27%	30%

<b>DEMANDA REFRIGERACIÓN</b>			<b>A4</b>	<b>A3</b>	<b>B4</b>	<b>B3</b>	<b>C4</b>	<b>C3</b>	<b>C2</b>	<b>C1</b>	<b>D3</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>E1</b>
------------------------------	--	--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

INICIAL 1	KWh/m²	[4]	18	15	23	10	16	11	5	-	8	-	-	-
	CLASE REF		D	D	D	D	D	D	C	-	C	C	-	-
	CLASE OBJ		D	C	D	C	C	C	C	-	C	C	-	-

INICIAL 2	KWh/m²	[5]	18	15	23	10	16	10	5	-	8	3	-	-
	CLASE REF		D	D	B	D	D	D	C	-	C	C	-	-
	CLASE OBJ		D	C	B	C	C	C	C	-	C	C	-	-

%	[5]/[4]	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	-	0%	-	-	-
---	---------	----	----	----	----	----	----	----	---	----	---	---	---

EUROFUTUR 1,3 + CLIMALIT PLUS PLANITHERM 4S	KWh/m²	[6]	14	10	18	8	11	6	3	0	6	0	-	-
	CLASE REF		D	D	D	C	D	C	C	-	C	C	-	-
	CLASE OBJ		C	C	C	C	C	B	B	-	B	A	-	-

%	[6]/[5]	20%	32%	24%	24%	28%	39%	28%	-	29%	100%	-	-
%	[6]/[4]	20%	31%	25%	23%	29%	40%	24%	-	29%	-	-	-

Analizando los resultados obtenidos pueden considerarse tres situaciones de partida y resultado final.

4.1.- En general puede observarse que si se parte de una situación de carpintería metálica con valor  $U = 5.7 \text{ W/m}^2\text{K}$  y vidrio monolítico con igual valor  $U = 5.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , la mejora del acristalamiento mediante la instalación de doble acristalamiento 4/6/4 de  $U = 3.3 \text{ W/m}^2$  supone una reducción de la demanda de calefacción de este edificio de aproximadamente el 10% de la demanda inicial, teniendo en cuenta que la disminución de factor solar entre ambos acristalamientos es de 0.10 puntos. En general el edificio objeto mejora la clase energética de calefacción un nivel. En el caso de la zona B4 la mejora es significativa, atribuyendo este comportamiento a que se trata de una zona templada, donde se aumenta el aislamiento y conservando contribuciones solares importantes a través del doble acristalamiento.

En refrigeración, en las zonas que la requieren no existe variación sensible de la demanda por sustitución de vidrio monolítico por un doble acristalamiento 4/6/4. En la zona D2 se produce un efecto de aumento de la demanda que se atribuye a la entrada de radiación solar, acompañada de mayor aislamiento, que hace que aumenten las necesidades de refrigeración. Analizada en valores absolutos, la diferencia es poco significativa ( $3 \text{ kWh/m}^2$ ). Puede concluirse que con este cambio de acristalamientos no hay mejora en refrigeración.

4.2.- En la situación de cambio de carpintería metálica con  $U = 5.7 \text{ W/m}^2\text{K}$  con doble acristalamiento 4/6/4 de valor de transmitancia  $U = 3.3 \text{ W/m}^2\text{K}$  por una ventana **EUROFUTUR PLUS 4S** con perfil de PVC y doble acristalamiento ATR según la definición, cuyos valores de transmitancia se sitúan en  $1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$  y con un factor solar de acristalamiento de  $g = 0.43$  se observa que se produce una nueva disminución de la demanda de calefacción que se sitúa en torno al 25% en la mayoría de las zonas. Solo las zonas A3 y D1 no responden a esta norma una por exceso y otra por defecto. Estos resultados se atribuyen a la reducción de aportes solares en invierno, que en la zona A3 son significativos y, a pesar de la mayor protección solar, al mejorar fuertemente el aislamiento reduciendo pérdidas de calor, la reducción de la demanda es mayor. En la zona D1 se produce la situación contraria. Al eliminar parte de los aportes solares de invierno, a pesar de aumentar fuertemente el aislamiento del hueco, la reducción de la demanda es inferior a la esperada.

También tiene incidencia en los resultados la reducción de la permeabilidad al aire entre las ventanas consideradas.

En el caso de refrigeración encontramos que se produce una disminución significativa de la demanda asociada a la refrigeración. Esta reducción es siempre superior al 20% siendo habitual valores de reducción del 25% y superiores. En las zonas climáticas con SCV (Severidad Climática de Verano) = 1 no hay exigencia de refrigeración y no se valora. Esta reducción se atribuye fundamentalmente a la reducción del factor solar y consecuentemente a las menores entradas de radiación solar en el régimen de verano.

4.3.- Como ultimo caso se estudia la variación de las demandas asociadas a calefacción y refrigeración en el edificio modelo al pasar de una situación con ventanas metálicas y vidrio monolítico a la situación final con ventanas **EUROFUTUR PLUS 4S**.

En este caso las reducciones en demanda de calefacción son muy elevadas dado que el coeficiente de transmitancia térmica es inferior a la cuarta parte de la inicial. Este drástico aumento del aislamiento y las menores pérdidas de calor hace que las demandas se vean fuertemente disminuidas. Como término medio la reducción de la demanda asociada de calefacción es del 30%. La disminución de los aportes solares en invierno, al reducirse el factor solar a la mitad, se ve compensada con creces con la fuerte reducción de pérdidas al aumentar el aislamiento ofrecido por la ventana.

Como el caso anterior la reducción de la permeabilidad al aire entre las ventanas consideradas tiene efecto sobre la reducción de la demanda

En régimen de verano también encontramos una importante reducción de la demanda asociada a refrigeración. Este hecho se atribuye a la protección solar ofrecida por el vidrio que reduce los aportes solares a la mitad de los que permite un vidrio monolítico, evitando en buena medida el sobrecalentamiento interior y en consecuencia las necesidades de refrigeración.

## 5.- Conclusión:

La sustitución de ventanas térmicamente poco eficientes por la ventanas **EUROFUTUR PLUS 4S**, de forma general, reduce el uso de energía necesario para calefactar la vivienda en invierno y para refrigerarla en verano en todas las zonas climáticas consideradas en el CTE respecto a una situación inicial constituida por ventanas metálicas dotadas de vidrios monolíticos o dobles acristalamientos.

En régimen de invierno, calefacción, el “ahorro” obtenido por el uso de la ventana **EUROFUTUR PLUS 4S** en vez de una ventana metálica pura con vidrio monolítico de 4mm (modelo INICIAL1) puede alcanzar disminuciones de la demanda del orden del **30%** en la mayoría de las zonas climáticas.

En el caso de sustitución de una ventana metálica con doble acristalamiento 4/6/4 (modelo INICIAL 2) por una ventana **EUROFUTUR PLUS 4S**, el “ahorro” obtenido puede alcanzarse en la mayoría de casos el **23%**.

En régimen de verano, el “ahorro” obtenido, como disminución de la demanda asociada a refrigeración, por el uso de la ventana **EUROFUTUR PLUS 4S** en vez de una ventana metálica pura monolítica de 4 (modelo 1) o un doble acristalamiento 4/6/4 (modelo 2) es siempre **>20%**. Debido al factor solar mejorado que presenta este acristalamiento.

De los resultados obtenidos de las reducciones de demanda de refrigeración, puede deducirse que la disminución del factor solar es muy beneficiosa en verano, reduciendo sensiblemente el recalentamiento interior y como consecuencia la demanda energética asociada a la refrigeración. En caso de no disponer de sistemas de refrigeración se logra una mejora del confort interior. La disminución de aportes que como consecuencia del reducido factor solar se produce en invierno no compromete la disminución de la demanda de refrigeración siempre que vaya acompañada de una fuerte reducción de la transmitancia térmica.

**Como conclusión puede considerarse que la sustitución de ventanas energéticamente poco eficientes por ventanas *EUROFUTUR PLUS 4S* es aconsejable y produce una disminución sensible en las demandas de calefacción y refrigeración.**