

## PREDICCIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS EN ESPAÑA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

VARELA DÍEZ, Fernando <sup>(1)</sup>; SALGUERO MAYORAL, Miriam <sup>(2)</sup>

GONZÁLEZ GAYA, Cristina <sup>(3)</sup>; DE MERA SÁNCHEZ, M<sup>a</sup> Prado <sup>(3)</sup>

THEIRS RODRÍGUEZ, Eduardo <sup>(4)</sup>

fvarela@ind.uned.es

<sup>(1)</sup>UNED, E.T.S.I. Industriales, Departamento de Ingeniería Energética

<sup>(2)</sup> Comisión Nacional de Mercados y Competencia, Dirección de Energía

<sup>(3)</sup>UNED, E.T.S.I. Industriales, Departamento de Construcción y Fabricación

<sup>(4)</sup>Empresa JG Ingenieros, Departamento de Consultoría y Simulación

### RESUMEN

Este trabajo analiza el impacto que el cambio climático puede tener en la eficiencia energética de los edificios, estudiando la necesidad de adaptar las medidas regulatorias existentes en este campo en España a las variaciones en las condiciones climatológicas que presumiblemente tendrán lugar en los próximos años.

De los resultados obtenidos se concluye que debe prestarse especial atención a la reducción de la demanda de refrigeración en verano, al preverse un aumento de temperaturas significativo en los próximos años en nuestro país, identificándose un importante potencial en la reducción del factor solar de los huecos combinado con un mayor aislamiento de los edificios, siempre que éste se complemente con técnicas de free-cooling que permitan la ventilación nocturna.

**Palabras clave:** Certificación energética, cambio climático

## 1. Introducción

El objetivo de este trabajo es analizar el impacto que el cambio climático puede tener en la eficiencia energética de los edificios, estudiando la necesidad de adaptar las medidas regulatorias existentes en este campo en España a las variaciones en las condiciones climatológicas que presumiblemente tendrán lugar en los próximos años.

Para ello se pretende estudiar el comportamiento energético de un edificio tipo en varias zonas climáticas de nuestro país mediante un programa de simulación energética, analizando su consumo energético anual con las condiciones climáticas actuales para cada zona y con las que se prevén en los distintos escenarios de cambio climático establecidos en el Tercer Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) [1].

Existe una herramienta desarrollada en 2008 por la Universidad de Southampton que permite transformar los datos climáticos utilizados por los programas de simulación energética correspondientes a distintas zonas del mundo en archivos de datos de cambio climático. Dicha herramienta, denominada CCWorldWeatherGen [2], permite generar archivos que pueden ser utilizados en la mayor parte de las herramientas de software de simulación energética de edificios existentes actualmente en el mercado.

Las rutinas utilizadas por esta herramienta están basadas en la metodología de transformación de datos climáticos establecida por Belcher, Hacker y Powell en su estudio “Constructing design weather data for future climates” [3], basándose en el trabajo previamente realizado por el Grupo de Investigación en Energía Sostenible de la Escuela de Ingeniería Civil y Medio Ambiente de la Universidad de Southampton (Reino Unido).

En el caso de España, los datos climáticos utilizados fueron desarrollados para su uso con el programa de certificación energética Calener por el grupo de Termotecnia de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla a partir de datos de la Agencia Estatal de Meteorología y se encuentran oficialmente aprobados para su uso en certificación energética de edificios.

En cuanto al software de simulación, para este trabajo se utilizará el programa EnergyPlus. Se trata del programa de simulación energética de edificios del U.S.DOE (Departamento de Energía de EEUU) para el modelado y cálculo de calefacción, refrigeración, iluminación, ventilación y otros flujos energéticos.

El edificio base utilizado será creado con los valores límite de transmitancia establecidos en el Código Técnico de la Edificación (2006), analizando la influencia que el cambio climático puede tener en su comportamiento energético. Utilizando los escenarios del IPCC mencionados para 2020, 2050 y 2080 se pretende evaluar cómo afectarían los cambios en las condiciones climáticas en el consumo energético anual del edificio considerado.

Como paso previo a las simulaciones del edificio utilizado, se procederá a realizar un cálculo de las severidades climáticas esperadas para cada una de las capitales de provincia de España en los años 2020, 2050 y 2080, según los escenarios propuestos por el IPCC, con el objeto de predecir las distintas zonificaciones climáticas que existirían en España si se utilizara el criterio actualmente vigente en el Código Técnico de la Edificación.

## 2. Metodología

El primer paso para la elaboración del presente trabajo fue la obtención de los ficheros climáticos para 2020, 2050 y 2080 utilizando la herramienta CCWorldWeatherGen, basada en el escenario A2 propuesto por el IPCC en su Tercer Informe de Evaluación. Para ello se tomaron como datos de partida los archivos climáticos disponibles en la página web del programa EnergyPlus [4], de tipo SWEC para todas las capitales de provincia y de tipo IWEC para aquellas provincias para las que se encuentran disponibles dichos datos.

A continuación se procedió a calcular las severidades climáticas de cada una de las provincias españolas con los datos climáticos actuales y con los obtenidos a partir de la transformación de los mismos en los horizontes señalados.

Para el cálculo de las severidades climáticas se utilizó la formulación incluida en el documento básico HE1 del CTE a partir de los grados-día de invierno, y de la radiación global acumulada.

Para la realización de las simulaciones se ha diseñado un edificio de geometría sencilla, con los valores límite de transmitancia establecidos en el Código Técnico de la Edificación (2006) para cada una de las zonas climáticas. Para las simulaciones se ha seleccionado una provincia de cada una de las zonas climáticas del CTE, tal y como se indica en la figura 1.

SC (verano)	A4 Almería	B4 Sevilla	C4 Cáceres		E1 Burgos
			C3 Granada	D3 Madrid	
	A3 Málaga	B3 Valencia	C2 Barcelona	D2 Valladolid	
			C1 A Coruña	D1 Pamplona	
	SC (invierno)				

Figura 1: Provincias consideradas en el estudio

Estas provincias elegidas son las mismas que en el estudio CTEPlus [5], que a su vez tomó como base el documento E4 “Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004 - 2012”, donde, en el apartado dedicado al sector de la Edificación, se realizó un estudio del potencial de ahorro energético [6]. De la misma manera, el Factor Solar considerado es el utilizado en dicho estudio para las viviendas unifamiliares (0,72).

Para las simulaciones se utilizó la herramienta DesignBuilder, un software que utiliza la última versión del motor de simulación Energyplus para realizar los cálculos energéticos. De las simulaciones efectuadas se consideraron los consumos energéticos destinados a calefacción y a refrigeración para el edificio considerado, con el objeto de compararlas con los datos de severidades climáticas obtenidos por el procedimiento descrito.

Una vez obtenidas las demandas de calefacción y refrigeración con los valores límite de transmitancia establecidos en el CTE para cada zona climática, se ha procedido a analizar la influencia que tendría la modificación de dichos valores, así como del Factor Solar de las ventanas, en el consumo energético. Para ello se crearon los tres escenarios que se describen a continuación para cada uno de los horizontes temporales analizados (2020, 2050 y 2080):

**Escenario 1.**

Disminución de la transmitancia de cubierta, fachada y suelos en contacto con el terreno de forma proporcional al incremento de demanda global de climatización, resultando los valores indicados en la tabla 1.

**Escenario 2.**

Para el segundo escenario consideramos una reducción del Factor Solar proporcional al incremento de demanda de refrigeración. Para el horizonte 2080, puesto que los valores obtenidos eran negativos en algunos casos siguiendo este criterio, se ha optado por considerar un Factor Solar de 0,15 en todas las zonas para realizar las simulaciones.

**Escenario 3.**

En el tercer escenario se ha considerado de forma conjunta la variación de la transmitancia y del Factor Solar según los criterios anteriores.

Tabla 1: Transmitancias consideradas en el análisis

	U Fachadas (W/m <sup>2</sup> K)				U Cubiertas (W/m <sup>2</sup> K)				U Suelos (W/m <sup>2</sup> K)			
	CTE	2020	2050	2080	CTE	2020	2050	2080	CTE	2020	2050	2080
Madrid	0,66	0,57	0,54	0,48	0,38	0,33	0,31	0,28	0,49	0,42	0,40	0,36
Burgos	0,57	0,52	0,53	0,52	0,35	0,32	0,32	0,32	0,48	0,44	0,44	0,44
Almería	0,94	0,76	0,63	0,50	0,5	0,41	0,34	0,27	0,53	0,43	0,36	0,28
Málaga	0,94	0,74	0,60	0,47	0,5	0,39	0,32	0,25	0,53	0,42	0,34	0,27
Sevilla	0,82	0,70	0,59	0,49	0,45	0,38	0,33	0,27	0,52	0,44	0,38	0,31
Valencia	0,82	0,67	0,56	0,46	0,45	0,37	0,31	0,25	0,52	0,43	0,36	0,29
Cáceres	0,73	0,64	0,57	0,49	0,41	0,36	0,32	0,28	0,5	0,44	0,39	0,34
Granada	0,73	0,62	0,55	0,47	0,41	0,35	0,31	0,26	0,5	0,42	0,38	0,32
Barcelona	0,73	0,61	0,54	0,44	0,41	0,35	0,30	0,25	0,5	0,42	0,37	0,30
A Coruña	0,73	0,65	0,62	0,56	0,41	0,37	0,35	0,31	0,5	0,45	0,42	0,38
Valladolid	0,66	0,59	0,57	0,53	0,38	0,34	0,33	0,30	0,49	0,44	0,42	0,39
Pamplona	0,66	0,60	0,59	0,56	0,38	0,35	0,34	0,32	0,49	0,45	0,44	0,42

### 3. Resultados

#### 3.1. Cálculo de las severidades climáticas y evolución de las zonas climáticas.

A continuación se incluyen los valores obtenidos para la severidad climática de verano e invierno con los datos climáticos obtenidos para los horizontes de 2020, 2050 y 2080, así como la zona climática correspondiente, según la clasificación actual del CTE. Las filas sombreadas en azul corresponden a cálculos efectuados con datos climáticos tipo IWEC, mientras que el resto se han realizado partiendo de datos SWEC.

Tabla 2: Evolución de la SCI , SCV y zona climática

Localidad	Zona Climática				SCV				SCI			
	Actual	2020	2050	2080	Actual	2020	2050	2080	Actual	2020	2050	2080
Albacete	D3	D4	C4	C4	1,06	1,28	1,55	1,81	1,07	1,01	0,87	0,73
Alicante	B4	A4	A4	A4	1,24	1,50	1,76	1,96	0,35	0,29	0,16	0,05
Almería	A4	A4	A4	A4	1,31	1,56	1,80	1,97	0,24	0,18	0,06	-0,04
Avila	E1	D2	D3	D4	0,49	0,75	1,13	1,54	1,34	1,27	1,13	1,00
Badajoz	C4	B4	B4	B4	1,31	1,55	1,82	1,95	0,66	0,60	0,47	0,35
Barcelona	C2	C3	B4	B4	0,77	1,02	1,38	1,72	0,68	0,62	0,50	0,37
Barcelona (I)	C2	C3	B4	B4	0,91	1,17	1,52	1,84	0,71	0,66	0,53	0,40
Bilbao	C1	C1	C3	B4	0,34	0,55	0,95	1,39	0,82	0,76	0,65	0,53
Burgos	E1	E1	E2	D3	0,42	0,59	0,88	1,22	1,49	1,44	1,32	1,19
Caceres	C4	C4	B4	B4	1,34	1,61	1,87	1,96	0,74	0,67	0,54	0,41
Cádiz	A3	A4	A4	A4	1,08	1,35	1,64	1,88	0,21	0,15	0,03	-0,08
Castellón	B3	B4	B4	A4	1,05	1,31	1,65	1,92	0,49	0,43	0,31	0,20
Ceuta	B3	B2	A2	A2	0,66	0,71	0,90	0,90	0,38	0,32	0,15	0,15
Ciudad Real	D3	C4	C4	C4	1,20	1,46	1,76	1,93	1,00	0,93	0,80	0,67
Córdoba	B4	B4	B4	A4	1,50	1,71	1,91	1,99	0,56	0,49	0,36	0,24
A Coruña	C1	C1	B1	B1	0,15	0,21	0,37	0,58	0,64	0,60	0,52	0,42
Cuenca	D2	D2	D3	C3	0,84	0,89	0,97	1,07	1,21	1,13	1,03	0,89

**EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD**

S. Sebastián	C1	C1	C2	C3	0,09	0,26	0,66	1,13	0,90	0,85	0,73	0,61
Girona	C2	C3	C4	B4	0,77	0,98	1,32	1,68	0,90	0,84	0,72	0,60
Granada	C3	C4	C4	B4	1,21	1,44	1,70	1,90	0,83	0,75	0,62	0,49
Guadalajara	D3	D3	C4	C4	0,96	1,23	1,57	1,88	1,10	1,03	0,88	0,74
Huelva	B4	A4	A4	A4	1,28	1,31	1,39	1,49	0,32	0,27	0,22	0,15
Huesca	D2	D3	C4	C4	0,88	1,13	1,52	1,82	1,12	1,05	0,91	0,78
Jaén	C4	B4	B4	B4	1,47	1,70	1,91	1,97	0,66	0,59	0,45	0,32
León	E1	E2	D2	D3	0,54	0,65	0,87	1,11	1,35	1,31	1,20	1,09
Lleida	D3	C3	C4	C4	1,09	1,17	1,28	1,41	1,02	0,94	0,85	0,72
Logroño	D2	D3	C4	C4	0,77	0,98	1,33	1,67	1,07	1,01	0,90	0,78
Lugo	D1	D1	C2	C3	0,27	0,38	0,67	1,01	1,02	0,96	0,84	0,73
Madrid	D3	C4	C4	C4	1,00	1,31	1,66	1,93	1,00	0,93	0,78	0,65
Madrid (I)	D3	D4	C4	C4	1,20	1,46	1,75	1,95	1,06	0,99	0,85	0,71
Málaga	A3	A4	A4	A4	1,19	1,50	1,80	1,97	0,29	0,23	0,11	0,00
Melilla	A3	A4	A4	A4	1,12	1,49	1,82	2,05	0,17	0,10	-0,02	-0,14
Murcia	B3	B4	A4	A4	1,04	1,34	1,66	1,94	0,44	0,39	0,25	0,13
Ourense	C2	C3	C3	C4	0,81	0,95	1,22	1,49	0,91	0,86	0,76	0,65
Oviedo	C1	C1	C1	C2	0,10	0,20	0,44	0,73	0,88	0,84	0,74	0,63
Palencia	D1	D2	D3	D4	0,59	0,77	1,08	1,41	1,26	1,20	1,09	0,96
P. Mallorca	B3	A4	A4	A4	1,17	1,28	1,41	1,58	0,35	0,28	0,20	0,10
P. Mallorca(I)	B3	B4	B4	A4	1,21	1,38	1,59	1,81	0,54	0,49	0,37	0,25
Las Palmas	A3	A3	A4	A4	1,01	1,13	1,28	1,46	-0,16	-0,20	-0,24	-0,29
Pamplona	D1	D2	D3	C4	0,58	0,76	1,10	1,45	1,20	1,14	1,02	0,90
Pontevedra	C1	B2	B3	B4	0,54	0,68	0,98	1,29	0,63	0,59	0,48	0,39
Salamanca	D2	D3	D4	C4	0,72	0,95	1,31	1,64	1,26	1,18	1,05	0,93
S. C.Tenerife	A3	A4	A4	A4	1,22	1,32	1,46	1,62	-0,20	-0,23	-0,28	-0,32
Santander	C1	C1	B2	B3	0,17	0,37	0,77	1,24	0,69	0,64	0,52	0,41
Santander (I)	C1	B1	B2	B4	0,20	0,44	0,89	1,36	0,62	0,57	0,46	0,34
Segovia	D2	D3	D4	C4	0,67	0,96	1,36	1,73	1,28	1,21	1,07	0,93
Sevilla	B4	B4	A4	A4	1,51	1,70	1,89	1,98	0,42	0,36	0,25	0,14
Sevilla (I)	B4	B4	A4	A4	1,56	1,74	1,91	1,98	0,43	0,37	0,26	0,15
Soria	E1	E2	D3	D4	0,58	0,80	1,17	1,55	1,41	1,34	1,20	1,06
Tarragona	B3	B4	B4	A4	1,22	1,42	1,69	1,92	0,52	0,46	0,34	0,22
Teruel	D2	D3	D3	C4	0,72	0,91	1,21	1,55	1,25	1,19	1,04	0,91
Toledo	C4	C4	C4	B4	1,36	1,62	1,86	1,93	0,91	0,84	0,71	0,59
Valencia	B3	B4	B4	A4	1,03	1,30	1,64	1,91	0,48	0,43	0,30	0,19
Valencia (I)	B3	B4	B4	A4	1,24	1,48	1,77	1,96	0,50	0,45	0,32	0,21
Valladolid	D2	D3	D4	C4	0,81	1,05	1,41	1,72	1,25	1,18	1,04	0,92
Vitoria	D1	D1	D2	D3	0,31	0,48	0,81	1,20	1,26	1,21	1,09	0,96
Zamora	D2	D3	D4	C4	0,77	1,02	1,40	1,73	1,19	1,12	0,99	0,86
Zaragoza	D3	C4	C4	C4	1,04	1,32	1,69	1,93	0,98	0,92	0,78	0,65

Como puede observarse en la figura siguiente, donde se representa la tendencia de la SCI y SCV para cada una de las capitales de provincia, existe una tendencia decreciente similar en todos los casos para la SCI, y una tendencia general creciente en la SCV, no tan uniforme como en el caso de la SCI.

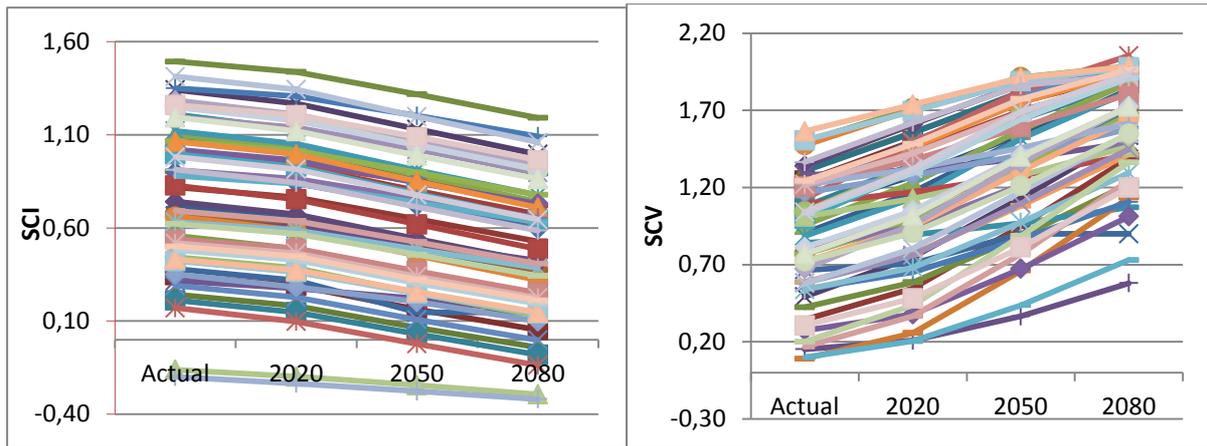


Figura 2: Evolución de la SCI y SCV

### 3.2. Cálculo de la demanda de climatización en los escenarios de análisis

En este apartado se representan los resultados de las simulaciones para cada una de las provincias y escenarios considerados. En concreto, se analiza la variación de las necesidades energéticas para calefacción y refrigeración en 2020, 2050 y 2080, comparándolos con los valores actuales. Los resultados están incluidos en las tablas 3, 4 y 5, expresados en kWh.

Tabla 3: Evolución de la demanda energética en función de la transmitancia y el FS en 2020

	Demanda calefacción 2020 disminución transmitancia	Demanda refrigeración 2020 disminución transmitancia	Demanda total 2020 disminución transmitancia	Demanda calefacción 2020 disminución FS	Demanda refrigeración 2020 disminución FS	Demanda total 2020 disminución FS	Demanda calefacción 2020 disminución transmitancia y FS	Demanda refrigeración 2020 disminución transmitancia y FS	Demanda total 2020 disminución transmitancia y FS
Madrid	1221,26	3153,68	4374,94	2243	1915,26	4158,26	1998,99	2023,15	4022,14
Burgos	3492,38	1779,51	5271,89	5071,67	828,13	5899,8	4809,32	873,4	5682,72
Almería	19,86	4665,81	4685,67	157,4	3151,11	3308,51	92,23	3336,84	3429,07
Málaga	28,09	4378,57	4406,66	276,36	2766,73	3043,09	165,06	2953,94	3119
Sevilla	103,56	4528,48	4632,04	328,6	3269,44	3598,04	249,22	3419,89	3669,11
Valencia	160,05	3582,23	3742,28	606,1	2338,45	2944,55	448,58	2485,89	2934,47
Cáceres	753,24	3832,27	4585,51	1418,44	2635,74	4054,18	1256,56	2736,61	3993,17
Granada	535,73	3506,29	4042,02	1399,21	2180,58	3579,79	1184,89	2299,69	3484,58
Barcelona	436,37	3097,19	3533,56	1136,86	1938,83	3075,69	938,71	2068,17	3006,88
A Coruña	843,12	1496,69	2339,81	1414,85	834,75	2249,6	1262,41	908,7	2171,11
Valladolid	2304,59	2677,79	4982,38	3556,94	1474,89	5031,83	3302,59	1543,78	4846,37
Pamplona	2368,94	2032,22	4401,16	3459,63	1143,96	4603,59	3259,53	1200,21	4459,74

Tabla 4: Evolución de la demanda energética en función de la transmitancia y el FS en 2050

	Demanda calefacción 2050 disminución transmitancia	Demanda refrigeración 2050 disminución transmitancia	Demanda total 2050 disminución transmitancia	Demanda calefacción 2050 disminución FS	Demanda refrigeración 2050 disminución FS	Demanda total 2050 disminución FS	Demanda calefacción 2050 disminución transmitancia y FS	Demanda refrigeración 2050 disminución transmitancia y FS	Demanda total 2050 disminución transmitancia y FS
Madrid	770,18	3903,8	4673,98	2438,67	1730,63	4169,3	2155,91	1812,37	3968,28
Burgos	2940,43	2344,16	5284,59	6152,25	514,7	6666,95	5939,44	530,01	6469,45
Almería	1,65	5916,87	5918,52	177,24	3062,93	3240,17	81,23	3268,8	3350,03
Málaga	1,53	5716,38	5717,91	357,92	2669,67	3027,59	183,11	2840,82	3023,93
Sevilla	24,92	5617,85	5642,77	343,35	3228,1	3571,45	214,28	3411,83	3626,11
Valencia	53,66	4335,4	4389,06	743,31	2271,86	3015,17	555,17	2230,48	2785,65
Cáceres	401,7	4808,91	5210,61	1494,69	2530,04	4024,73	1238,89	2642,1	3880,99
Granada	197,28	4490,7	4687,98	1597,2	2002,92	3600,12	1307,42	2094,77	3402,19
Barcelona	176,99	4024,46	4201,45	1442,45	1775,49	3217,94	1134,76	1891,73	3026,49
A Coruna	549,83	1970,21	2520,04	1773,7	561,54	2335,24	1560,18	622,96	2183,14
Valladolid	1771,37	3473,64	5245,01	4000,69	1246,29	5246,98	3722,94	1275,66	4998,6
Pamplona	1866,66	2664,98	4531,64	3955	949,2	4904,2	3726,74	982,99	4709,73

Tabla 5: Evolución de la demanda energética en función de la transmitancia y el FS en 2080

	Demanda calefacción 2080 disminución transmitancia	Demanda refrigeración 2080 disminución transmitancia	Demanda total 2080 disminución transmitancia	Demanda calefacción 2080 disminución FS	Demanda refrigeración 2080 disminución FS	Demanda total 2080 disminución FS	Demanda calefacción 2080 disminución transmitancia y FS	Demanda refrigeración 2080 disminución transmitancia y FS	Demanda total 2080 disminución transmitancia y FS
Madrid	399,24	4981,15	5380,39	2249,11	1928,26	4177,37	1910,7	1995,13	3905,83
Burgos	2299,97	3071,12	5371,09	5060,78	861,1	5921,88	4860,81	879,81	5740,62
Almería	0	7677,21	7677,21	177,89	3376,22	3554,11	70,98	3525,49	3596,47
Málaga	0	7465,88	7465,88	261,94	3207,38	3469,32	104,48	3301,47	3405,95
Sevilla	3,52	7031,04	7034,56	509,93	3079,15	3589,08	321,96	3175,48	3497,44
Valencia	4,76	6056,86	6061,62	705,4	2574,95	3280,35	424,01	2681,73	3105,74
Cáceres	170,35	6065,83	6236,18	1518,21	2606,14	4124,35	1208,7	2669,58	3878,28
Granada	56,45	5674,16	5730,61	1566,81	2212,65	3779,46	1214,12	2292,04	3506,16
Barcelona	46,9	5360,67	5407,57	1316,51	2135,42	3451,93	942,49	2243,63	3186,12
A Coruna	305,46	2615,39	2920,85	1853,98	538,24	2392,22	1560,26	600,78	2161,04
Valladolid	1221,47	4520,82	5742,29	3442,13	1576,07	5018,2	3079,59	1624,96	4704,55
Pamplona	1310,54	3471,4	4781,94	3600,67	1119,25	4719,92	3328,04	1150,77	4478,81

#### 4. Conclusiones y consideraciones finales

Los resultados obtenidos en este trabajo ponen en evidencia que los cambios que se prevén en el clima de nuestro país pueden tener efectos importantes en el consumo energético de los edificios, dificultando la consecución de los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y de demanda energética fijados por Europa.

El análisis de los escenarios climáticos futuros está cargado de incertidumbres, por lo que no es fácil cuantificar de forma precisa la influencia que el cambio climático puede tener en nuestro consumo energético, pero este trabajo pretende señalar aquellos campos donde es preciso centrar la atención a la hora de buscar alternativas para iniciar el camino hacia los edificios de consumo de energía casi nula, tal y como exigirá la Unión Europea en un futuro próximo.

De esta forma, parece que debe prestarse especial atención a la reducción de la demanda de refrigeración en verano, al preverse un aumento de temperaturas importante en los próximos años en nuestro país, identificándose un importante potencial en la reducción del factor solar de los huecos combinado con un mayor aislamiento de los edificios, siempre que éste se complemente con técnicas de free-cooling que permitan la ventilación nocturna.

Es preciso destacar que se requieren análisis más exhaustivos con distintas tipologías de edificios y orientaciones, así como el estudio de la influencia del tipo de edificio en la evolución de las demandas analizadas.

Por otro lado, se requiere un esfuerzo en el estudio de la evolución del clima de nuestro país como consecuencia de los fenómenos relacionados con el cambio climático, especialmente en lo que se refiere a la generación de datos climáticos oficiales que reflejen las condiciones futuras previstas, de tal forma que puedan diseñarse las políticas necesarias para adaptar la reglamentación actual a las necesidades del futuro. En este sentido, debe prestarse especial atención al parque de edificios existente, con el fin de tratar de buscar soluciones económicamente viables que permitan mejorar su eficiencia energética y adaptarlas a la nueva situación climática.

Finalmente, ya que los edificios son unos bienes de consumo de larga duración (50 años o más), cabe destacar la necesidad de revisar la actual zonificación climática de nuestro país según el Código Técnico de la Edificación para adaptarla a la realidad del clima futuro, pudiendo ser necesario un nuevo análisis de las severidades climáticas. Asimismo, como se ha propuesto en algunos estudios a nivel europeo, podría ser útil un enfoque armonizado del concepto de severidad climática en Europa, lo que permitiría comparar de forma adecuada los requisitos energéticos de los distintos Estados Miembros.

## 5. Referencias

- [1] IPCC, Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Ginebra, 2007.
- [2] UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON - SUSTAINABLE ENERGY RESEARCH GROUP. Climate Change World Weather File Generator for World-Wide Weather Data – CCWorldWeatherGen. Disponible en : <http://www.energy.soton.ac.uk/ccworldweathergen/> [Consulta: 25 septiembre 2013]
- [3] J. H. D. P. SE Belcher, Constructing design weather data for future climates, Building Serv. Eng. Res. Technol., vol. 26, nº 1, pp.49-61, 2005. PASSIVE-ON PROJECT. The passivhaus standard in european warm climates. A review of comfortable low energy homes. 2007.
- [4] Grupo de Termotecnia de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Sevilla. Eplus weather files from Spanish Weather Files for Energy Calculations SWEC. Disponible en : [http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather\\_data3.cfm/region=6\\_europe\\_wmo\\_region\\_6/country=ESP/cname=Spain](http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data3.cfm/region=6_europe_wmo_region_6/country=ESP/cname=Spain)
- [5] CENER. CTEplus. El potencial de ahorro de energía y reducción de emisiones de CO2 en viviendas mediante incremento del aislamiento. 2005.
- [6] MINISTERIO DE ECONOMÍA Y HACIENDA. E4 Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012, sector Edificación. 2003.