

3-1 Introducción

En el presente capítulo se incluyen los resultados de consumo de energía y las emisiones de CO₂ obtenidos en las simulaciones de los modelos del E4 (vivienda individual y bloque de viviendas), considerando dos escenarios diferentes:

- **Escenario CTE:** Cálculo del consumo de energía de dos tipos de modelos de edificios con un grosor del aislamiento que satisface los requerimientos del CTE-HE1
- **Escenario CTE-PLUS:** Cálculo del consumo de energía de dos tipos de modelos de edificios con el espesor óptimo de aislamiento.

Ambos escenarios se han simulado en todas las zonas climáticas. El año meteorológico típico utilizado en las simulaciones para cada zona climática, corresponde al año meteorológico típico de la ciudad seleccionada para cada zona climática.

3-2 Parámetros utilizados

3.2.1 Valores del aislamiento utilizados en el “Escenario CTE”

Como se ha comentado antes, el “CTE” está basado en los requerimientos del CTE. En la siguiente tabla se muestran los grosores de aislamiento utilizados para cada zona climática.

Tabla 11: Valores del aislamiento utilizados en el CTE

Zonas Climáticas	CTE			
	Espesores necesarios (cm) para cumplir el valor U según el CTE			
	Fachadas		Cubiertas	
	Aislamiento (cm)	valor U (W/m ² K)	Aislamiento (cm)	valor U (W/m ² K)
A3 - Málaga	3,00	0,94	6,00	0,50
A4 - Almería	3,00	0,94	6,00	0,50
B3 - Valencia	3,50	0,82	6,60	0,45
B4 - Sevilla	3,50	0,82	6,60	0,45
C1 - A Coruña	4,30	0,73	7,50	0,41
C2 - Barcelona	4,30	0,73	7,50	0,41
C3 - Granada	4,30	0,73	7,50	0,41
C4 - Cáceres	4,30	0,73	7,50	0,41
D1 - Pamplona	4,70	0,66	8,30	0,38
D2 - Valladolid	4,70	0,66	8,30	0,38
D3 - Madrid	4,70	0,66	8,30	0,38
E1 - Burgos	5,80	0,57	9,30	0,36

3.2.2 Valores del aislamiento utilizados en el “CTE-PLUS”

El escenario CTE-PLUS incluye el espesor de aislamiento “óptimo”, los valores se muestran en la tabla siguiente, donde se indican los espesores de aislamiento utilizados en las simulaciones para cada zona climática. Para obtener el consumo de energía de cada tipo de edificios para cada zona climática se utilizó el programa CALENER 2.02.

Tabla 12: Valores del aislamiento utilizados en el CTE-PLUS

Zonas Climáticas	CTE-PLUS			
	Espesores necesarios (cm) para cumplir el valor U según el CTE			
	Fachadas		Cubiertas	
	Aislamiento (cm)	valor U (W/m ² K)	Aislamiento (cm)	valor U (W/m ² K)
A3 - Málaga	8,00	0,45	11,00	0,31
A4 - Almería	8,00	0,45	11,00	0,31
B3 - Valencia	9,00	0,40	12,00	0,29
B4 - Sevilla	9,00	0,40	12,00	0,29
C1 - A Coruña	13,00	0,29	17,00	0,22
C2 - Barcelona	13,00	0,29	17,00	0,22
C3 - Granada	13,00	0,29	17,00	0,22
C4 - Cáceres	13,00	0,29	17,00	0,22
D1 - Pamplona	14,00	0,28	17,00	0,22
D2 - Valladolid	14,00	0,28	17,00	0,22
D3 - Madrid	14,00	0,28	17,00	0,22
E1 - Burgos	19,00	0,21	22,00	0,17

3-3 Resultados

En las siguientes tablas se pueden observar los resultados de las simulaciones realizadas de consumo de energía.

3.3.1 Vivienda individual

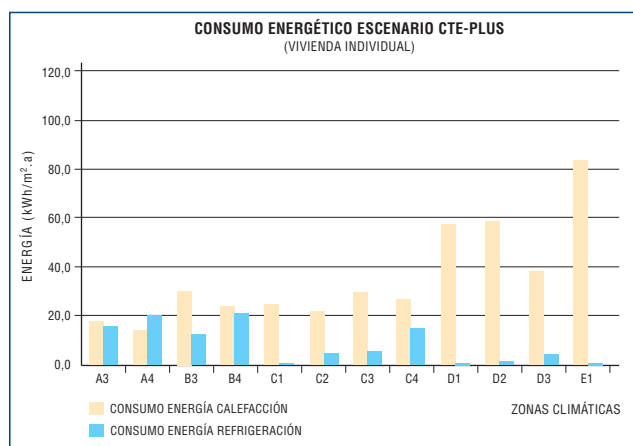
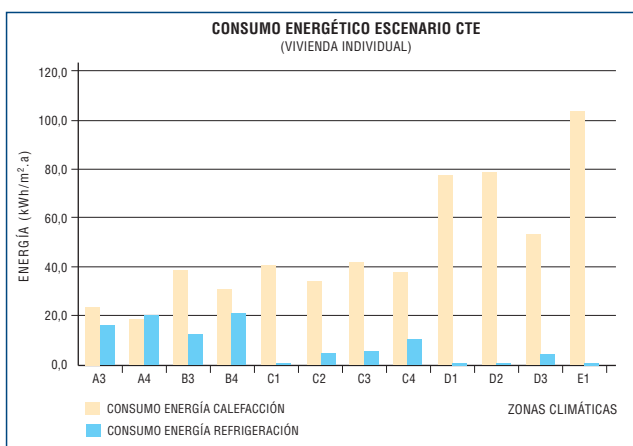
a. Consumo de energía para cada escenario considerado

En la siguiente tabla se incluye el consumo de energía de calentamiento y de enfriamiento para el modelo de una vivienda individual para cada zona climática.

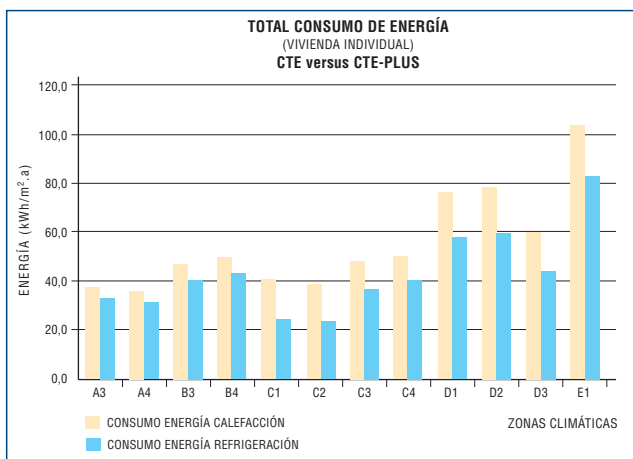
Tabla 13: Vivienda individual

Zonas climáticas	Consumo de Energía (W/m ² K)					
	Escenario CTE			Escenario CTE-PLUS		
	Calefacción	Refrigeración	Total	Calefacción	Refrigeración	Total
A3	23,5	14,5	37,9	17,1	14,6	31,7
A4	18,5	19,5	38,0	13,0	19,6	32,6
B3	38,5	10,1	48,6	30,1	10,1	40,2
B4	30,0	21,0	51,0	23,2	20,8	44,0
C1	40,3	0,20	40,6	26,4	0,40	26,8
C2	33,9	5,00	38,9	22,2	5,30	27,5
C3	42,0	6,70	48,7	28,4	6,70	35,1
C4	37,2	13,5	50,8	25,4	13,6	38,9
D1	78,0	0,20	78,2	59,8	0,30	60,1
D2	80,2	0,80	81,0	61,6	0,80	62,4
D3	53,6	5,70	59,3	38,8	5,80	44,6
E1	107,1	0,10	107,1	84,2	0,10	84,3

Mostrando los resultados obtenidos en gráficos, se obtienen las siguientes figuras:



En la siguiente gráfica se comparan los consumos de energía de los dos escenarios considerados:



b. Ahorros energéticos entre escenarios

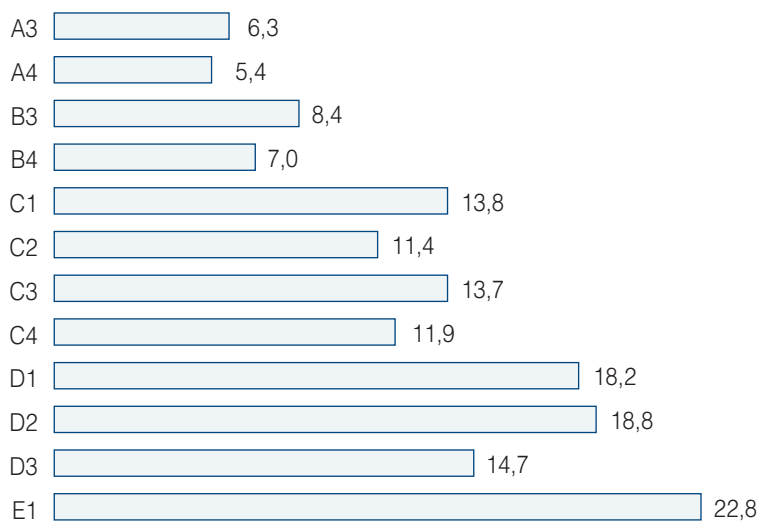
En la siguiente tabla se incluye el consumo de energía total de una vivienda individual para cada una de las doce zonas climáticas y los ahorros obtenidos entre escenarios

Tabla 14: Ahorros energéticos entre escenarios

Zonas climáticas	Viviendas individuales			
	CONSUMO DE ENERGÍA		AHORRO ENERGÍA (kWh/m ² .a)	AHORRO ENERGÍA (%)
	CTE	CTE-PLUS		
A3	37,9	31,7	6,3	16,6%
A4	38,0	32,6	5,4	14,1%
B3	48,6	40,2	8,4	17,3%
B4	51,0	44,0	7,0	13,7%
C1	40,6	26,8	13,8	34,0%
C2	38,9	27,5	11,4	29,2%
C3	49,7	36,0	13,7	27,5%
C4	51,6	39,7	11,9	23,0%
D1	76,0	57,8	18,2	24,0%
D2	78,8	60,0	18,8	23,8%
D3	59,3	44,6	14,7	24,8%
E1	107,1	84,3	22,8	21,3%

La siguiente imagen muestra gráficamente los datos de la tabla anterior.

Ahorro energético debido al cambio de escenario (Vivienda individual) (kWh/m²a)



3.3.2 Bloque de viviendas

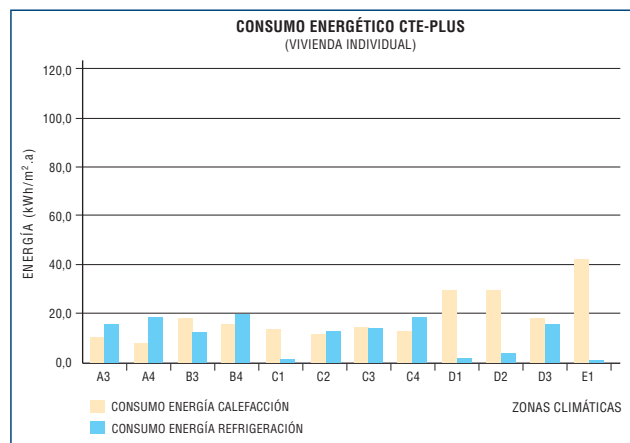
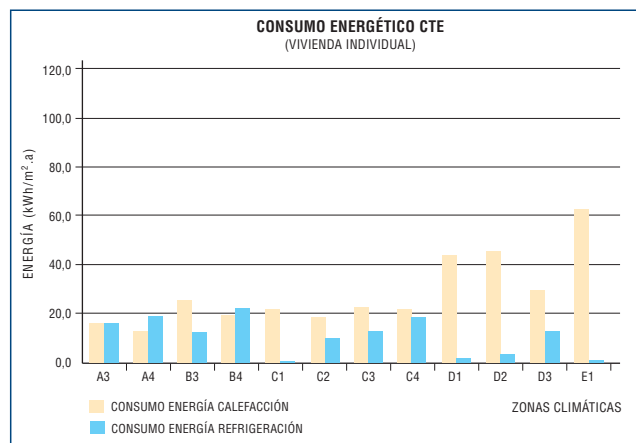
c. Consumo de energía para cada escenario considerado

En la siguiente tabla se incluye el consumo de energía de calentamiento y de enfriamiento de un bloque de viviendas para cada zona climática.

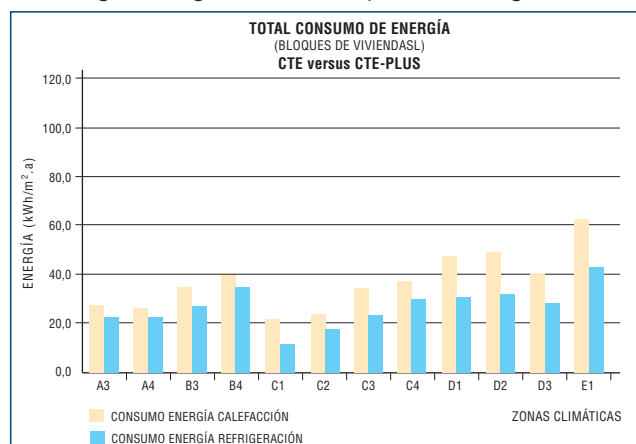
Tabla 15: Bloque de viviendas

Zonas climáticas	Consumo de Energía (W/m ² K)					
	CTE			CTE-PLUS		
	Calefacción	Refrigeración	Total	Calefacción	Refrigeración	Total
A3	14,5	14,6	29,0	8,7	14,3	23,0
A4	10,7	18,2	28,9	6,1	17,7	23,9
B3	25,7	9,6	35,3	17,6	9,4	27,0
B4	19,4	20,8	40,2	13,1	20,0	33,1
C1	21,2	0,9	22,0	10,4	1,8	12,2
C2	17,9	8,4	26,3	8,1	9,7	17,8
C3	22,7	11,4	34,0	12,1	12,2	24,3
C4	21,3	17,5	38,8	11,4	18,3	29,7
D1	45,1	1,4	46,5	28,7	2,0	30,7
D2	46,2	3,3	49,4	29,8	4,0	33,8
D3	29,9	10,3	40,2	17,4	11,4	28,8
E1	64,4	0,3	64,7	42,6	0,8	43,4

Mostrando los resultados obtenidos en gráficos, se obtienen las siguientes figuras:



En la siguiente gráfica se compara la energía total consumida entre los dos escenarios considerados:



d. Ahorros energéticos entre escenarios

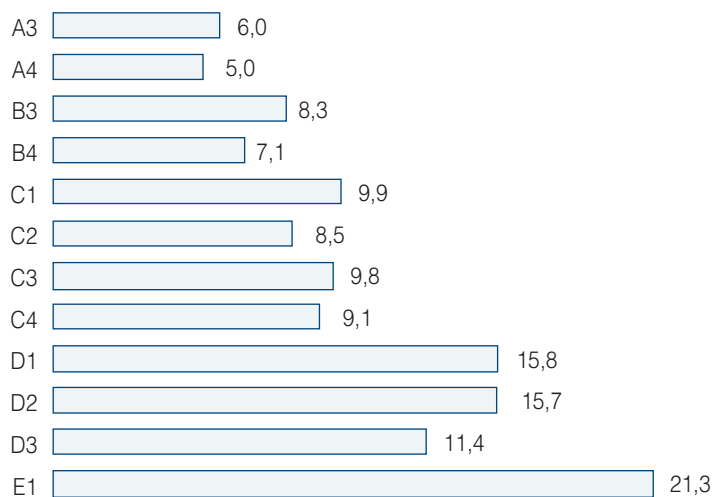
La siguiente tabla resume la energía total consumida de un bloque de viviendas para cada una de las doce zonas climáticas y los ahorros obtenidos entre los escenarios CTE y CTE-PLUS.

Tabla 16: Ahorros energéticos entre escenarios

Zonas climáticas	Bloque de viviendas			
	CONSUMO DE ENERGÍA		AHORRO ENERGÍA (kWh/m ² .a)	AHORRO ENERGÍA (%)
	CTE	CTE-PLUS		
A3	29,0	23,0	6,0	20,7%
A4	28,9	23,9	5,0	17,4%
B3	35,3	27,0	8,3	23,5%
B4	40,2	33,1	7,1	17,8%
C1	22,0	12,2	9,9	44,8%
C2	26,3	17,8	8,5	32,4%
C3	34,0	24,3	9,8	28,7%
C4	38,8	29,7	9,1	23,5%
D1	46,5	30,7	15,8	33,9%
D2	49,4	33,8	15,7	31,7%
D3	40,2	28,8	11,4	28,5%
E1	64,7	43,4	21,3	32,9%

La siguiente imagen muestra gráficamente los datos de la tabla anterior.

Ahorro energético debido al cambio de escenario (Bloque de viviendas) (kWh/m²a)



3-4 Resultados ahorro energético y emisiones de CO₂

En las siguientes tablas se muestran los resultados anuales obtenidos para cada zona climática, incluyendo los ahorros energéticos, las emisiones de CO₂ y el total nacional.

Tabla 17: Resultados ahorro energético y emisiones de CO₂. Viviendas individuales

			VIVIENDAS INDIVIDUALES					
			CTE		CTE-PLUS		AHORRO ENERGIA ANUAL (2012)	
Zonas climáticas	Área total 2005-2012 (m ²)	Área total acondicionada (m ²)	Consumo área total (GW/h)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)
A3	18.588.544	7.717.964	451	167.268	403	158.292	48	8.976
A4	3.205.352	1.330.862	87,1	35307,9	80,2	34024,6	6,9	1.283,3
B3	28.266.361	11.736.193	737	228.628	638	208.872	99	19.756
B4	22.990.806	9.545.783	769	291.964	700	276.576	70	15.387
C1	8.938.324	3.711.192	152	30.873	101	21.214	50	9.659
C2	16.932.036	7.030.181	318	84.675	239	70.314	79	14.362
C3	4.947.856	2.054.350	121,3	33667,0	93,1	27912,9	28,3	5.754,1
C4	18.247.700	7.576.445	534	177.061	444	158.923	90	18.138
D1	4.565.965	1.895.789	145	29.227	110	22.526	34	6.701
D2	10.664.959	4.428.091	354	73.241	271	56.913	83	16.328
D3	26.339.083	10.935.987	736	190.189	577	159.226	159	30.964
E1								
TOTAL NACIONAL	5.029.114	2.088.088	224	44.837	176	35.445	47	9.392

Tabla 18: Resultados ahorro energético y emisiones de CO₂ Bloque de viviendas

			BLOQUE DE VIVIENDAS					
			CTE		CTE-PLUS		AHORRO ENERGIA ANUAL (2012)	
Zonas climáticas	Área total 2005-2012 (m ²)	Área total acondicionada (m ²)	Consumo área total (GW/h)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)
A3	38.358.614	15.926.497	788,5	317.397	686,4	293.833	102,1	23.564
A4	8.476.699	3.519.525	191,7	82.388,5	171,9	77.397,3	19,8	4.991,3
B3	51.589.852	21.420.106	1.044,2	350.250	860,8	310.648	183,5	39.602
B4	33.954.925	14.098.085	980,2	398.180	862,4	366.230	117,8	31.950
C1	28.273.399	11.739.115	272,9	61.556	171,9	48.581	101,1	12.974
C2	35.176.443	14.605.259	556,5	195.745	459,0	189.355	97,5	6.391
C3	5.314.246	2.206.475	110,4	39.334,8	91,3	36.735,8	19,1	2.598,9
C4	13.736.665	5.703.463	362,3	141.306	316,5	135.152	45,8	6.154
D1	7.975.149	3.311.282	160,3	35.174	111,2	26.887	49,1	8.288
D2	16.053.778	6.665.529	360,1	86.942	262,4	70.739	97,7	16.203
D3	43.696.885	18.142.946	992,4	327.183	812,4	304.667	179,9	22.516
E1	7.293.527	3.028.273	197,2	40.087	134,7	28.574	62,5	11.514
TOTAL NACIONAL	289.900.181	120.366.555	6.017	2.075.544	4.941	1.888.789	1.076	186.746

Tabla 19: Resultados ahorro energético y emisiones de CO₂ Total de viviendas

			TOTAL DE VIVIENDAS					
			CTE		CTE-PLUS		AHORRO ENERGIA ANUAL (2012)	
Zonas climáticas	Área total 2005-2012 (m ²)	Área total acondicionada (m ²)	Consumo área total (GW/h)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)	Total anual de emisiones ahorradas (t.CO ₂)
A3	56.947.158	23.644.460	1.239	484.665,0	1.090	452.124,9	150	32.540,0
A4	11.682.051	4.850.388	279	117.696,4	252	111.421,8	27	6.274,6
B3	79.856.213	33.156.299	1.781	578.878,0	1.498	519.520,4	282	59.357,5
B4	56.945.730	23.643.867	1.749	690.143,6	1.562	642.806,2	188	47.337,4
C1	30.425.411	12.632.631	309	68.988,6	196	53.689,0	113	15.299,7
C2	52.108.478	21.635.440	874	280.420,7	698	259.668,3	177	20.752,4
C3	10.262.102	4.260.825	232	73.001,8	184	64.648,7	47	8.353,1
C4	31.984.364	13.279.908	897	318.366,9	761	294.075,5	136	24.291,4
D1	12.541.114	5.207.070	305	64.400,8	222	49.412,2	83	14.988,6
D2	26.718.737	11.093.620	714	160.182,5	534	127.651,5	180	32.530,9
D3	70.035.968	29.078.934	1.729	517.372,7	1.390	463.893,1	339	53.479,6
E1	12.322.642	5.116.361	421	84.924,5	311	64.018,8	110	20.905,8
TOTAL NACIONAL	458.616.279	190.417.479	10.645	3.462.481	8.774	3.119.037	1.870	343.444

3-5 Ahorros energéticos anuales (2005-2012) y total acumulado

En la siguiente tabla se muestran los ahorros energéticos anuales obtenidos para ambas tipologías desde el 2005 hasta el 2012 a nivel nacional.

Tabla 20: Resultados ahorros energéticos anuales y total acumulado

TOTAL AHORRO DE ENERGÍA ANUAL (GWh)									
	2.005	2.006	2.007	2.008	2.009	2.010	2.011	2.012	
2.005	337,3	337,3	337,3	337,3	337,3	337,3	337,3	337,3	337,3
2.006		290,1	290,1	290,1	290,1	290,1	290,1	290,1	290,1
2.007			264,0	264,0	264,0	264,0	264,0	264,0	264,0
2.008				245,5	245,5	245,5	245,5	245,5	245,5
2.009					238,1	238,1	238,1	238,1	238,1
2.010						233,3	233,3	233,3	233,3
2.011							228,7	228,7	228,7
2.012								224,1	224,1
TOTAL NACIONAL	337,3	627,3	891,3	1.136,8	1.374,9	1.608,2	1.836,9	2.061,0	9.873,6

Las viviendas construidas en el período 2005 - 2012 tienen un potencial para ahorrar más de 88.000 GWh hasta el año 2050.

3-6 Emisiones anuales de CO₂ (2005 - 2012) y total acumulado

En la siguiente tabla se muestran los ahorros energéticos anuales de emisiones de CO₂ obtenidos para ambas tipologías desde el 2005 hasta el 2012 y los totales acumulados, a nivel nacional.

Tabla 21: Resultados anuales de CO₂ y total acumulado

TOTAL EMISIONES ANUALES (tCO ₂)									
	2.005	2.006	2.007	2.008	2.009	2.010	2.011	2.012	
2.005	65.158	65.158	65.158	65.158	65.158	65.158	65.158	65.158	65.158
2.006		56.036	56.036	56.036	56.036	56.036	56.036	56.036	56.036
2.007			50.993	50.993	50.993	50.993	50.993	50.993	50.993
2.008				47.424	47.424	47.424	47.424	47.424	47.424
2.009					46.001	46.001	46.001	46.001	46.001
2.010						46.081	46.081	46.081	46.081
2.011							44.179	44.179	44.179
2.012								43.296	43.296
TOTAL NACIONAL	65.158	121.195	172.188	219.611	265.612	310.693	354.872	398.168	1.907.497

Las viviendas construidas en el período 2005 - 2012 tienen un potencial para reducir las emisiones de CO₂ en más de 17 millones de Tm.