ESTUDIO DE LOS AHORROS ENERGÉTICOS ALCANZADOS CON LA SUSTITUCIÓN DE VENTANAS SUBVENCIONADAS CON EL PLAN RENOVE DE VENTANAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

Dirección General de Industria, Energía y Minas
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA E INNOVACIÓN TECNÓLOGICA
Comunidad de Madrid

asefave
Asociación Española de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas

Índice de contenidos:

1. ANTECEDENTES 2

2. OBJETIVO 2

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS 2

4. CONCLUSIONES 19

5. ESTIMACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO GENERADOS CON LOS PLANES RENOVE DE VENTANAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID 21

6. PÁGINAS WEB CONSULTADAS 23

1. ANTECEDENTES

La Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid ha convocado desde el otoño de 2008 sucesivos planes renove de ventanas. Siendo, potencialmente, una importante base de datos sobre el ahorro en consumo energético conseguido en aquellos hogares madrileños que han optado por estas actuaciones de rehabilitación.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es hacer una valoración cuantitativa, en los casos en los que sea posible, del ahorro energético que los usuarios han alcanzado con el cambio de las ventanas de sus hogares.

Por otro lado, se confrontarán las subvenciones otorgadas con el ahorro energético conseguido.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tras diversas reuniones entre la Dirección General y ASEFAVE se estableció el método de trabajo a utilizar para la obtención de los datos de los usuarios.

3.1.- Obtención de datos de los usuarios

Por parte de la Dirección General se contactó con beneficiarios de las diversas convocatorias de planes renove de ventanas, solicitándoles su colaboración para participar en el presente estudio.

En dos oleadas, se enviaron cuatrocientas cartas a los beneficiarios, obteniéndose una respuesta por parte de 41 personas.

A continuación, a estos voluntarios se les envió un cuestionario para la recogida de datos, dividido en dos partes:

- **Datos identificativos de la ubicación del domicilio**: municipio, tipología del edificio (vivienda en bloque de edificio, vivienda unifamiliar adosada, vivienda unifamiliar aislada), situación de la vivienda dentro del edificio (número de plantas del edificio, planta que ocupa la vivienda), orientación principal de la fachada con

mayor superficie de ventanas, cambio de hábitos en el consumo energético de los usuarios (variación en el número de ocupantes de la vivienda, variación en el número y potencia de los electrodomésticos, cambios de ocupación en las viviendas vecinas, otras mejoras en el aislamiento de la vivienda o en sus instalaciones), sistema de calefacción (centralizada, centralizada con contador individual, individual), tipo de combustible para calefacción (gasóleo, gas natural, electricidad, otros) y si la vivienda dispone de equipos de climatización.

- **Datos de consumo energético mensual de dos años anteriores al cambio de ventanas, del año del cambio de ventanas y de dos años posteriores al cambio**. Se solicita la fecha exacta del cambio de ventanas, así como indicar las unidades en que se reflejan los consumos (kWh, m³, l, €).

Del total de 41 personas contactadas, contestaron al cuestionario una docena, de las cuales 7 aportaron datos válidos para el estudio. El resto de respuestas indicaban que no disponían del histórico de consumos, pero aportaban su opinión sobre la estimación del consumo energético en sus hogares una vez cambiadas las ventanas.

Una vez seleccionados los casos que cumplían con los requisitos del estudio, se procedió a su análisis.

3.1.- Análisis de los datos recibidos

Se identificaron los municipios donde se encontraban las viviendas, así como su tipología, y las carpinterías existentes y las nuevas. En todos los casos, como requisito obligatorio del plan renove, las carpinterías nuevas incorporan vidrios de aislamiento térmico reforzado (ATR):

- **Caso 1**. **Vivienda unifamiliar aislada en Madrid, distrito de Chamartín**.
  Calefacción hasta junio 2008, calefacción mediante electricidad, sustituida posteriormente por caldera de gas natural.
  Superficie de vidrio sustituida: 9,39 m².
  Carpintería existente: ventanas de PVC con vidrio doble, con una transmitancia térmica Uv= 2,69 W/m²K.
  Carpintería nueva: ventanas de PVC con vidrio doble (cámara de 16 mm), con una transmitancia térmica Uv= 1,58 W/m²K y ventanas de PVC con vidrio doble (cámara de 8 mm), Uv= 2,07 W/m²K.
  Cambio de ventanas realizado en setiembre de 2010.

- **Caso 2. Vivienda unifamiliar aislada de dos plantas en Majadahonda.**
  Orientación principal oeste, con calefacción individual de gas propano y sin equipos de climatización. Superficie de vidrio sustituida: 31,2 m².
  Carpintería existente: ventanas de madera con vidrio monolítico, Uv= 4,65 W/m²K.
  Carpintería nueva: ventanas de PVC con vidrio doble (cámara de 15 mm), Uv= 1,58 W/m²K.
  Cambio de ventanas realizado en setiembre de 2010.

- **Caso 3. Vivienda unifamiliar adosada de dos plantas en Los Santos de la Humosa**.
  Orientación principal sur, con calefacción individual de gas propano y sin equipos de climatización. Superficie de vidrio sustituida: 9,77 m².
  Carpintería existente: ventanas metálicas con vidrio doble (cámara de 6 mm), Uv= 4,02 W/m²K.
  Carpintería nueva: ventanas de PVC con vidrio doble (cámara de 16 mm), Uv= 1,58 W/m²K.

Cambio de ventanas realizado en octubre 2010.

- **Caso 4. Vivienda en bloque en Madrid, distrito de Barajas, ocupando un bajo en un edificio de 3 plantas.**
  Orientación principal oeste, con calefacción individual de gas natural y sin equipos de climatización. Superficie de vidrio sustituida: 2,87 m².
  Carpintería existente: ventanas metálicas con vidrio doble (cámara de 8-10 mm), Uv= 3,88 W/m²K.
  Carpintería nueva: ventanas de metálicas con rotura de puente térmico de más de 12 mm con vidrio doble (cámara de 20 mm), Uv= 2,00 W/m²K.
  Cambio de ventanas realizado en octubre 2010.

- **Caso 5. Vivienda en bloque en Boadilla del Monte, ocupando la primera y segunda planta de un edificio de 4 plantas.**
  Orientación principal sur, con calefacción individual de gas natural y equipos eléctricos de climatización. Superficie de vidrio sustituida: 3,90 m².
  Carpintería existente: ventanas metálicas con vidrio doble (cámara de 6 mm), Uv= 4,02 W/m²K.
  Carpintería nueva: ventanas metálicas con rotura de puente térmico con vidrio doble (cámara de 12 mm), Uv= 1,60 W/m²K.
  Cambio de ventanas realizado en noviembre 2010.

- **Caso 6. Vivienda en bloque en Madrid, distrito de Salamanca, ocupando una primera planta de un edificio de 6 plantas.**
  Orientación principal sur, con calefacción centralizada de gasóleo y equipos eléctricos de climatización. Superficie de vidrio sustituida: 6,20 m².
  Carpintería existente: ventanas metálicas con vidrio monolítico, Uv= 5,70 W/m²K.
  Carpintería nueva: ventanas de PVC con vidrio doble (cámara de 16 mm), Uv= 1,58 W/m²K.
  Cambio de ventanas realizado en octubre 2010.

- **Caso 7. Vivienda unifamiliar aislada de 4 plantas en Pozuelo de Alarcón**.
  Orientación principal este, con calefacción individual de gas natural y equipos eléctricos de climatización. Superficie de vidrio sustituida: 11,07 m².
  Carpintería existente: ventanas de madera con vidrio monolítico, Uv= 4,65 W/m²K.
  Carpintería nueva: ventanas de PVC con vidrio doble (cámara de 16 mm), Uv= 1,58 W/m²K.
  Cambio de ventanas realizado en febrero 2010.

Tabla 1. Resumen de las información disponible de cada uno de los casos de estudio

	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7
Orientación principal	-	Oeste	Sur	Oeste	Sur	Sur	Este
Tipo de calefacción	Individual gas natural	Individual gas propano	Individual gas propano	Individual gas natural	Individual gas natural	Centralizada gasóleo	Individual gas natural
Superficie de vidrio sustituida (m^2)	9,39	31,2	9,77	2,87	3,90	6,20	11,07
Carpintería existente (U_v en W/m^2K)	PVC vidrio doble, (Uv = 2,69 W/m²K)	Madera vidrio monolítico (Uv = 4,65 W/m²K)	Metálicas vidrio doble (cámara de 6 mm), (Uv = 4,02 W/m²K)	Metálicas vidrio doble (cámara de 8-10 mm), (Uv = 3,88 W/m²K)	Metálicas vidrio doble (cámara de 6 mm), (Uv = 4,02 W/m²K)	Metálicas vidrio monolítico (Uv = 5,70 W/m²K	Madera vidrio monolítico (Uv = 4,65 W/m²K)
Carpintería nueva (U_v en W/m^2K)	PVC vidrio doble (cámara de 16 mm) (Uv= 1,58 W/m²K) y ventanas PVC vidrio doble (cámara de 8 mm), (Uv= 2,07 W/m²K).	PVC vidrio doble (cámara de 15 mm) (Uv= 1,58 W/m²K)	PVC vidrio doble (cámara de 16 mm) (Uv= 1,58 W/m²K)	Metálicas con RPT vidrio doble (cámara de 20 mm), (Uv = 2,00 W/m²K)	Metálicas con RPT vidrio doble (cámara de 12 mm), (Uv = 1,60 W/m²K)	PVC vidrio doble (cámara de 16 mm) (Uv= 1,58 W/m²K)	PVC vidrio doble (cámara de 16 mm) (Uv= 1,58 W/m²K)
Fecha de cambio de ventanas	Septiembre 2010	Septiembre 2010	Octubre 2010	Octubre 2010	Noviembre 2010	Octubre 2010	Febrero 2010

Establecidas las localizaciones se identificaron las estaciones meteorológicas más próximas, con series históricas de datos, que se pudiesen utilizar para ponderar el comportamiento meteorológico de los años de estudio.

Así, de la red de estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), se consultaron los datos correspondientes a los años 1971-2000, para obtener medias históricas, de las estaciones de: Madrid (Méndez Álvaro), Madrid (Cuatro Vientos), Madrid (Aeropuerto) y Torrejón de Ardoz.

Figura 1. Localización de viviendas objeto del estudio y estaciones meteorológicas consideradas para la toma de datos

1. CASO 1: MADRID-CHAMARTÍN
2. CASO 2: MAJADAHONDA
3. CASO 3. SANTOS DE LA HUMOSA
4. CASO 4: MADRID-BARAJAS
5. CASO 5: BOADILLA DEL MONTE
6. CASO 6: MADRID - SALAMANCA
7. CASO 7: POZUELO DE ALARCÓN

Por otro lado, se consultaron los datos mensuales correspondientes a los años 2008 a 2012 de las estaciones de Madrid (Cuatro Vientos) y Madrid (Barajas), para contrastarlos con los valores de la serie histórica.

Se comienza analizando el caso 2 ya que se trata de la intervención con mayor superficie acristalada sustituida y que dispone de consumo de calefacción individual, sin equipos de climatización, lo que permite su análisis pormenorizado.

ANÁLISIS CASO 2. Vivienda unifamiliar aislada de dos plantas en Majadahonda.

Se dispone de los datos de consumo en euros durante el periodo 2008 a 2012 (las ventanas fueron sustituidas en septiembre de 2010).

Tabla 2.Consumo en euros durante el periodo 2008-2012 (caso 2)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2008	489,60	374,55	300,30	256,00	-	235,20	-	-	115,20	-	443,80	361,00
2009	266,40	275,00	210,00	168,30	-	119,20	-	-	79,20	-	240,00	378,00
2010	501,70	500,65	375,10	269,70	-	218,25	-	-	**169,40**	-	483,00	532,35
2011	631,40	468,00	454,35	126,75	-	217,35	-	-	215,40	-	295,20	400,75
2012	376,25	528,45	289,05	268,55	-	303,15	-	-	221,25	-	416,00	373,70
2013	471,75	367,20	358,20									

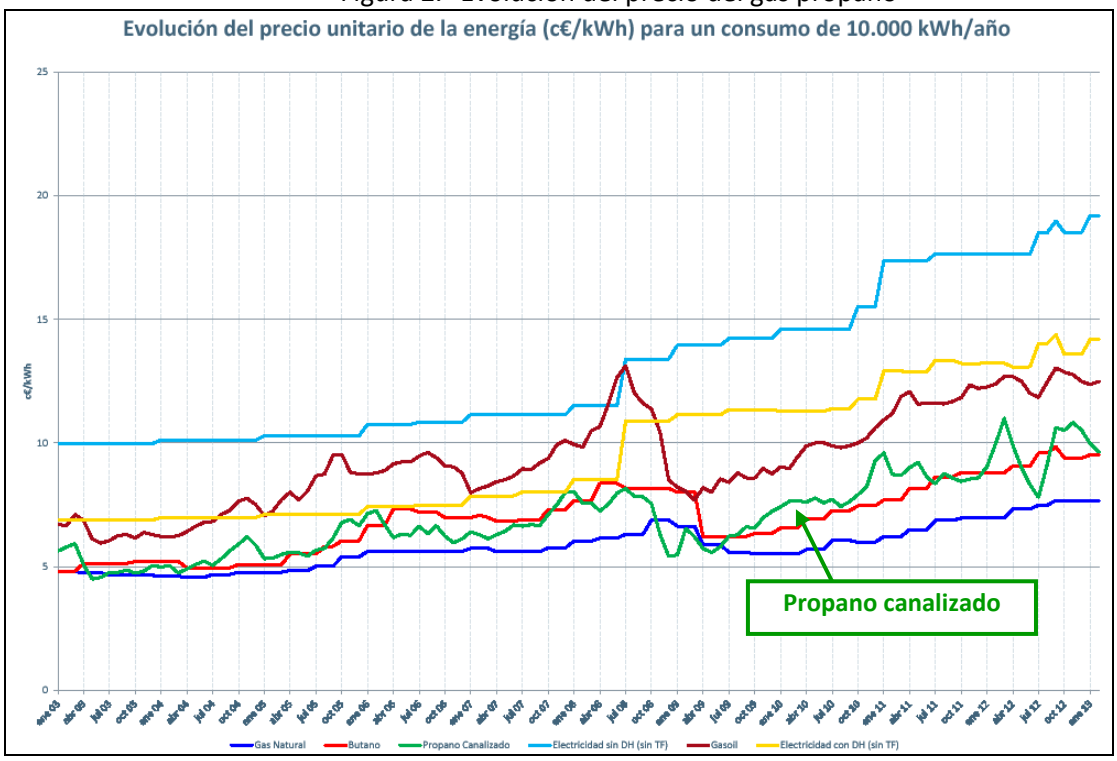
Las facturaciones anuales en consumo de gas propano en la vivienda son las que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 3.Facturación anual por consumo de gas propano durante el periodo 2008-2012 (caso 2)

Año	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**
Facturación (€)	2.575,65	1.736,10	3.050,15	2.809,20	2.776,40

De entrada no se aprecia ahorro una vez realizada la sustitución de las carpinterías (septiembre de 2010), pero hemos de estudiar la evolución del precio del gas propano durante este periodo.

Figura 2. Evolución del precio del gas propano



Fuente: Informe Competitividad. Promoción del Gas - Planificación y Mercado Potencial (febrero 2013). Gas Natural.

Se puede apreciar, tomando como referencia enero de 2008, que durante los años 2008 a 2010 el precio del gas propano disminuye, caracterizándose los años 2011 y 2012 por fuertes repuntes (especialmente enero 2011, marzo y septiembre 2012).

Para neutralizar el impacto de la variación de precios y observar la variación de consumo real de la vivienda, se fija como precio de referencia el que tenía el gas propano en 2008 y se obtiene una nueva tabla de consumos a precio fijo.

Tabla 4.Consumo en euros durante el periodo 2008-2012 (caso 2) corrección precio del gas propano

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2008	489,60	399,52	320,32	284,44	-	241,23	-	-	118,15	-	563,56	525,09
2009	380,57	343,75	280,00	232,14	-	164,41	-	-	99,00	-	274,29	420,00
2010	535,15	520,16	389,71	283,89	-	229,74	-	-	**176,00**	-	477,04	448,29
2011	520,74	430,34	422,65	112,67	-	207,00	-	-	205,14	-	281,14	377,18
2012	334,44	422,76	210,22	214,84	-	295,76	-	-	165,42	-	311,03	290,25
2013	399,04	321,82	358,20									

Lo cual repercutiría en las siguientes facturaciones anuales en consumo de gas propano en la vivienda.

Tabla 5.Facturación anual por consumo de gas propano durante el periodo 2008-2012 (caso 2) a precio fijo

Año	2008	2009	2010	2011	2012
Facturación (€)	2.941,92	2.194,16	3.059,98	2.556,87	2.244,72

Se establece la comparativa entre los consumos anuales reales, pagados por el usuario, y los conseguidos suponiendo un precio fijo.

Tabla 6. Comparativa facturación real frente a facturación con precio fijo del combustible

Año	Coste real (€)	Coste a precio fijo (€)	Variación (%)
2008	2.575,65	2.941,92	- 14,2%
2009	1.736,10	2.194,16	- 26,4%
2010	3.050,15	3.059,98	- 0,3%
2011	2.809,20	2.556,87	8,98%
2012	2.776,40	2.244,72	19,15%

El otro elemento importante es caracterizar el comportamiento meteorológico de la serie de años considerada en el estudio.

La temperatura anual media histórica para la serie comprendida entre 1971 y 2000 de la estación meteorológica de AEMET en Cuatro Vientos es de 14,4 °C. Para los años considerados, se obtiene la siguiente temperatura media anual en la estación de Madrid Cuatro Vientos.

Tabla 7. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie 1971-2000

Año	Temperatura media anual (°C)	Desviación (°C) frente a la media
2008	14,9	0,5
2009	15,8	1,4
2010	14,8	0,4
2011	16,1	**1,7**
2012	15,4	1,0

Se aprecia que hay años claramente más cálidos que la media (2009 y 2011) frente a uno cálido (2012).

Dado que los consumos son principalmente para la calefacción de la vivienda, y para evitar efectos distorsionadores de la desviación de la temperatura media anual, se va a realizar la media de los meses de temporada de calefacción (de octubre a marzo), teniendo presente que el consumo realmente gastado en un mes se factura al mes siguiente, es decir el consumo real de octubre se factura en noviembre.

Para la serie histórica 1971-2000, esa temperatura media octubre-marzo es de 9,0 °C.

Tabla 8. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie 1971-2000 (periodo octubre-marzo)

Año	Temperatura media anual octubre-marzo (°C)	Desviación (°C) frente a la media
2008	9,7	0,7
2009	9,8	0,8
2010	8,4	-0,6
2011	10,0	1,0
2012	9,5	0,5

Teniendo también en cuenta el decalaje de un mes entre el consumo real y la fecha de facturación, los costes a precio fijo son los que se muestras en la tabla siguiente.

Tabla 9. Comparativa facturación real frente a facturación con precio fijo del combustible (considerados periodos de facturación y consumos reales)

Año	Coste real (€)	Coste a precio fijo (€)	Variación (%)
2008	2.575,65	2.832,89	-9,98
2009	1.736,10	2.348,73	-35,29
2010	3.050,15	3.045,58	0,15
2011	2.809,20	2.370,57	15,6
2012	2.776,40	2.309,32	16,82

Se aprecia como tras el cambio de ventanas el consumo se estabiliza, incluso independientemente de una mayor o menor rigurosidad del clima en temporada de calefacción.

Descartando el año 2010, anómalamente más frío, y estimando un consumo medio a coste fijo previo al cambio de ventanas en 2.590€ (media 2008-2009) y de 2.340€ (media 2011-2012), posterior al cambio de ventanas, el ahorro anual estimado está en torno al 10%.

ANÁLISIS DEL RESTO DE CASOS

CASO 1. Vivienda unifamiliar aislada en Madrid, distrito de Chamartín.

En este caso se dispone de los consumos en kWh para los años 2008 a 2012, habiéndose producido el cambio de ventanas en septiembre de 2010.

Tabla 10. Consumo en kWh años 2008-2012

Año	Febrero	Abril	Junio	Agosto	Octubre	Diciembre
2008	7.721	4.662	1.744	1.072	1.204	5.523
2009	7.500	3.973	1.143	870	708	2.836
2010	7.415	6.845	2.684	465	327	4.185
2011	7.320	6.868	1.475	616	476	3.993
2012	7.234	5.413	2.615	323	512	3.401

Produciéndose un consumo total anual, en kWh.

Tabla 11. Consumo total anual en kWh años 2008-2012

Año	2008	2009	2010	2011	2012
Consumo total anual (kWh)	21.926	17.030	21.921	20.748	19.498

La temperatura anual media histórica para la serie entre 1971-2000 de la estación meteorológica de AEMET en Barajas es de 14,1 °C. Para los años considerados, se obtiene la siguiente temperatura media anual en la estación de Madrid Barajas.

Tabla 12. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie años 1971-2000

Año	Temperatura media anual (°C)	Desviación (°C) frente a la media
2008	14,8	0,7
2009	15,7	1,6
2010	14,5	0,4
2011	15,5	1,4
2012	14,9	0,8

Realizando un análisis más centrado en el periodo de calefacción, para la serie histórica 1971-2000, esa temperatura media es de 8,7 °C.

Tabla 13. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie 1971-2000 (periodo de calefacción)

Año	Temperatura media anual (°C)	Desviación (°C) frente a la media
2008	9,2	0,5
2009	9,8	1,1
2010	8,4	-0,3
2011	9,7	1,0
2012	8,7	0,0

Comparando los años 2012 y 2010, los que tienen una menor variación relativa de temperaturas de temporada de calefacción, dentro de valores próximos a la media histórica, se aprecia una disminución del consumo del 11%, teniendo en cuenta que la sustitución de carpinterías se hizo en septiembre de 2010, con lo que cabe suponer que de no haberse producido esta renovación el porcentaje de ahorro hubiese sido inferior.

CASO 3. Vivienda unifamiliar adosada de dos plantas en Los Santos de la Humosa

En este caso se dispone de los consumos en m³ para los años 2008 a 2012, habiéndose producido el cambio de ventanas a finales de octubre de 2010.

Tabla 14. Consumo en m^3 durante el periodo 2008-2012 (caso 3)

Año	Febrero	Abril	Junio	Agosto	Octubre	Diciembre
2008	158	123	69	12	11	92
2009	186	108	53	10	8	63
2010	190	96	110	9	8	54
2011	131	93	22	8	9	67
2012	121	117	47	6	13	82

Produciéndose un consumo total anual, en m³:

Tabla 15. Consumo total anual en m³ años 2008-2012

Año	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**
Consumo total anual (m³)	465	428	467	330	386

La temperatura anual media histórica para la serie entre 1971-2000 de la estación meteorológica de AEMET en Torrejón de Ardoz es de 14,1 °C. Para los años considerados, se obtiene la siguiente temperatura media anual en la estación de Madrid Barajas.

Tabla 16. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie años 1971-2000

Año	**Temperatura media anual (°C)**	**Desviación (°C) frente a la media**
2008	14,8	0,7
2009	15,7	1,6
2010	14,5	0,4
2011	15,5	1,4
2012	14,9	0,8

Realizando un análisis más centrado en el periodo de calefacción, para la serie histórica 1971-2000, esa temperatura media es de 8,8 °C

Tabla 17. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie 1971-2000 (periodo de calefacción)

Año	**Temperatura media anual (°C)**	**Desviación (°C) frente a la media**
2008	9,2	0,4
2009	9,8	1,0
2010	8,4	-0,4
2011	9,7	0,9
2012	8,7	-0,1

Se aprecia un claro descenso del consumo de calefacción una vez cambiadas las carpinterías, comparando dos años similares de las serie cálida (2009-2011), el descenso es del 23% y comparando dos años similares de la serie fría (2010-2012), el descenso es del 18%, con lo que el ahorro estimado estaría en el entorno del 20%.

CASO 4. Vivienda en bloque en Madrid, distrito de Barajas, ocupando un bajo en un edificio de 3 plantas.

En este caso se dispone de los consumos en kWh para los años 2008 a 2012, habiéndose producido el cambio de ventanas en octubre de 2010.

Tabla 18. Consumo en kWh años 2008-2012

Año	Febrero	Abril	Junio	Agosto	Octubre	Diciembre
2008	2.605	2.237	975	343	236	1.890
2009	3.234	1.762	569	85	217	1.287
2010	2.769	2.491	680	184	87	1.644
2011	2.070	1.555	323	108	119	1.122
2012	1.977	1.281	417	75	117	1.117

Produciéndose un consumo total anual, en kWh:

Tabla 19. Consumo total anual en kWh años 2008-2012

Año	2008	2009	2010	2011	2012
Consumo total anual (kWh)	8.286	7.154	7.855	5.297	4.984

La temperatura anual media histórica para la serie entre 1971-2000 de la estación meteorológica de AEMET en Barajas es de 14.1 °C. Para los años considerados, se obtiene la siguiente temperatura media anual en la estación de Madrid Barajas.

Tabla 20. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie años 1971-2000

Año	Temperatura media anual (°C)	Desviación (°C) frente a la media
2008	14,8	0,7
2009	15,7	1,6
2010	14,5	0,4
2011	15,5	1,4
2012	14,9	0,8

Realizando un análisis más centrado en el periodo de calefacción, para la serie histórica 1971-2000, esa temperatura media es de 8,7 °C.

Tabla 21. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie 1971-2000 (periodo de calefacción)

Año	Temperatura media anual (°C)	Desviación (°C) frente a la media
2008	9,2	0,5
2009	9,8	1,1
2010	8,4	-0,3
2011	9,7	1,0
2012	8,7	0,0

Se aprecia un claro descenso del consumo de calefacción una vez cambiadas las carpinterías, comparando dos años similares de las serie cálida (2009-2011), el descenso es del 26% y

comparando dos años similares de la serie fría (2010-2012), el descenso es del 36%, con lo que el ahorro estimado estaría en el entorno del 30%.

CASO 5. Vivienda en bloque en Boadilla del Monte, ocupando la primera y segunda planta de un edificio de 4 plantas.

En este caso se dispone de los consumos en kWh (de calefacción y ACS) para los años 2009 a 2012, habiéndose producido el cambio de ventanas en noviembre de 2010.

Tabla 22. Consumo en kWh años 2009-2012

Año	Enero	Marzo	Mayo	Julio	Septiembre	Noviembre
2009	-	4.300	2.000	200	100	200
2010	4.010	5.250	2.200	300	80	700
2011	4.740	4.253	1.923	160	107	538
2012	3.820	4.25	2.416	289	118	405

Produciéndose un consumo total anual, en kWh:

Tabla 23. Consumo total anual en kWh años 2009-2012

Año	2009	2010	2011	2012
Consumo total anual (kWh)	-	12.540	11.721	11.373

Dado el decalaje entre la facturación y el consumo real, dos meses, corrigiendo este efecto, el consumo total anual en kWh sería:

Tabla 24. Consumo total anual en kWh años 2009-2012 (efecto facturación y consumo real)

Año	2009	2010	2011	2012
Consumo total anual (kWh)	10.810	13.270	10.801	11.984

La temperatura anual media histórica para la serie entre 1971-2000 de la estación meteorológica de AEMET en Cuatro Vientos es de 14,4 °C. Para los años considerados, se obtiene la siguiente temperatura media anual en la estación de Madrid Cuatro Vientos.

Tabla 25. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie años 1971-2000

Año	Temperatura media anual (°C)	Desviación (°C) frente a la media
2009	15,8	1,4
2010	14,8	0,4
2011	16,1	1,7
2012	15,4	1,0

Realizando un análisis más centrado en el periodo de calefacción, para la serie histórica 1971-2000, esa temperatura media es de 8,6 °C.

Tabla 26. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie 1971-2000 (periodo de calefacción)

Año	Temperatura media anual noviembre-abril (°C)	Desviación (°C) frente a la media
2009	8,6	0,0
2010	8,7	0,1
2011	9,4	0,8
2012	9,0	0,4

La peculiaridad de este caso es que solo se cambió una ventana, con lo que las variaciones en el consumo se relacionan más con la climatología estacional que con la intervención de rehabilitación.

CASO 6. Vivienda en bloque en Madrid, distrito de Salamanca, ocupando una primera planta de un edificio de 6 plantas.

En este caso se dispone de los consumos, supuestamente, en litros de gasóleo, únicamente para los años anterior y posterior al cambio de ventanas que se produjo en octubre de 2010.

Tabla 27. Consumo en litros, años 2009 y 2011

Año	Enero	Marzo	Mayo	Julio	Septiembre	Noviembre	Diciembre
2009	741	619	570	579	486	582	331
2011	606	539	466	432	362	529	375

Tabla 28. Consumo total anual en l años 2009 y 2011

Año	2009	2011
Consumo total anual (l)	3.908	3.309

La temperatura anual media histórica para la serie entre 1971-2000 de la estación meteorológica de AEMET en Méndez Álvaro es de 14.6 °C. Para los años considerados, se obtiene la siguiente temperatura media anual en la estación de Madrid Cuatro Vientos.

Tabla 29. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie años 1971-2000

Año	Temperatura media anual (°C)	Desviación (°C) frente a la media
2009	15,8	1,2
2010	14,8	0,2
2011	16,1	1,5

Realizando un análisis más centrado en el periodo de calefacción, para la serie histórica 1971-2000, esa temperatura media es de 9,3 °C.

Tabla 30. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie 1971-2000 (periodo de calefacción)

Año	Temperatura media anual (°C)	Desviación (°C) frente a la media
2009	9,8	0,5
2010	8,4	-0,9
2011	10,0	0,7

Se aprecia un claro descenso del consumo de calefacción una vez cambiadas las carpinterías, comparando los dos años de los que disponemos datos y siendo similares en cuanto a su desviación frente a la media histórica (2009-2011), el descenso es del 15%.

CASO 7. Vivienda unifamiliar aislada de 4 plantas en Pozuelo de Alarcón

Este caso 7 presenta coincidencias con el caso 2, analizado previamente, ya que también se dispone de los datos de consumo en euros durante el periodo 2008 a 2012.

Tabla 31. Consumo en euros durante el periodo 2008-2012 (caso 7)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2008	-	581,1	373,4	-	183,3	-	-	55,8	-	37,83	-	169,68
2009	-	507,93	-	407	-	114,1	30	-	39,79	41,05	-	-
2010	277,88	-	338,9	-	229,6	-	-	-	39,24	-	48,12	-
2011	382,4	-	440,4	-	199,3	-	-	66,87	69,79	-	22,14	168,66
2012	-	-	-	468	342,4	140,6	-	38,7	-	47,36	-	282,93

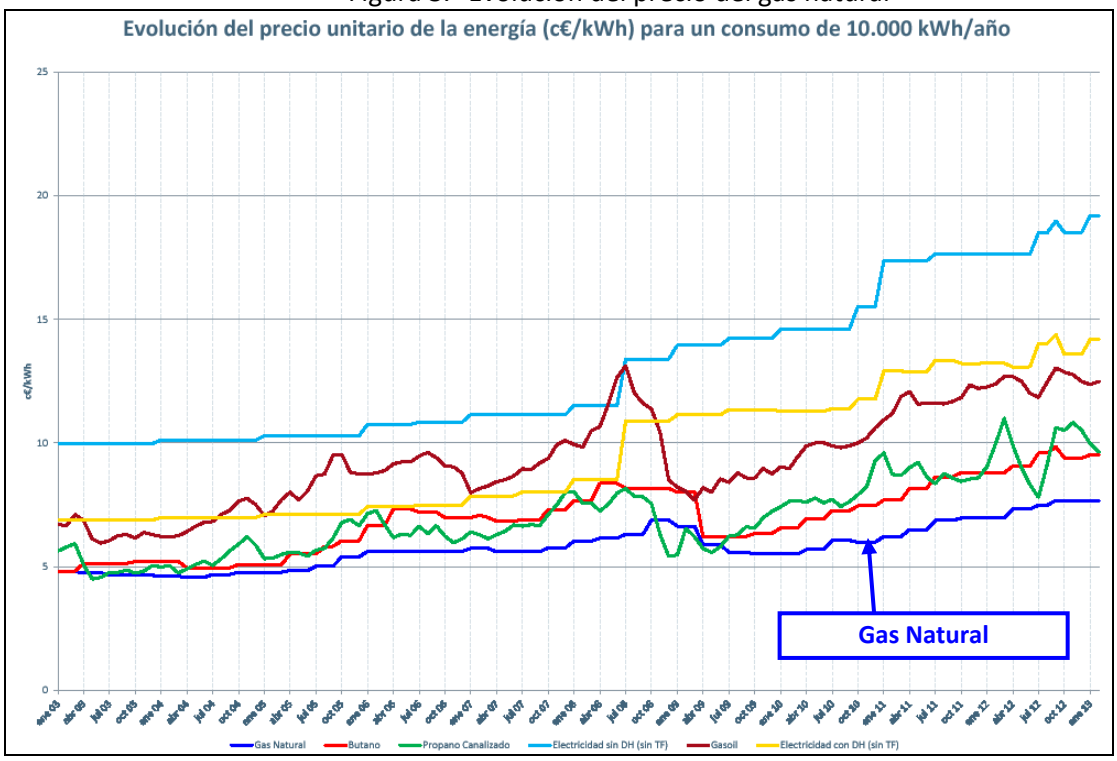
Las facturaciones anuales en consumo de gas natural en la vivienda son las siguientes:

Tabla 32. Facturación anual por consumo de gas natural durante el periodo 2008-2012 (caso 7)

Año	2008	2009	2010	2011	2012
Facturación (€)	1.401,09	1.139,55	933,72	1.349,58	1.320,19

De entrada no se apreciaría ahorro una vez realizada la sustitución de las carpinterías (febrero de 2010), pero hemos de estudiar la evolución del precio del gas natural durante este periodo.

Figura 3. Evolución del precio del gas natural



Fuente: Informe Competitividad. Promoción del Gas - Planificación y Mercado Potencial (febrero 2013). Gas Natural.

Se puede apreciar, tomando como referencia enero de 2008, que salvo un periodo entre abril de 2009 y junio de 2010, la tendencia del precio ha sido al alza, alcanzando el máximo del periodo estudiado en diciembre de 2012.

Para neutralizar el impacto de la variación de precios y observar la variación de consumo real de la vivienda, se fija como precio de referencia el que tenía el gas natural en 2008 y se obtiene una nueva tabla de consumos a precio fijo.

Tabla 33. Consumo en euros durante el periodo 2008-2012 (caso 2) corrección precio del gas natural

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2008	-	581,10	373,37	-	177,97	-	-	52,30		32,90	-	147,55
2009	-	453,51	-	413,71	-	116,07	32,15	-	42,65	44,77	-	-
2010	303,03		369,55	-	241,68	-	-	-	39,24	-	48,12	-
2011	371,26	-	427,58	-	184,04	-	-	59,02	61,60	-	19,25	146,66
2012	-	-	-	379,72	277,70	114,03	-	30,54	-	36,43		217,64

Lo cual repercutiría en las siguientes facturaciones anuales en consumo de gas natural en la vivienda.

Tabla 34. Facturación anual por consumo de gas natural durante el periodo 2008-2012 (caso 7)

Año	2008	2009	2010	2011	2012
Facturación (€)	1.365,18	1.102,86	1.001,63	1.269,41	1.056,07

Se establece la comparativa entre los consumos anuales reales, pagados por el usuario, y los conseguidos con precio fijo.

Tabla 35. Comparativa facturación real frente a facturación con precio fijo del combustible

Año	Coste real (€)	Coste a precio fijo (€)	Variación (%)
2008	1.401,09	1.365,18	2,56
2009	1.139,55	1.102,86	3,22
2010	933,72	1.001,63	-7,27
2011	1.349,58	1.269,41	5,94
2012	1.320,19	1.056,07	20,00

El otro elemento importante es caracterizar el comportamiento meteorológico del año en cuestión.

La temperatura anual media histórica para la serie entre 1971-2000 de la estación meteorológica de AEMET en Cuatro Vientos es de 14,4 °C. Para los años considerados, se obtiene la siguiente temperatura media anual en la estación de Madrid Cuatro Vientos.

Tabla 36. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie 1971-2000

Año	Temperatura media anual (°C)	Desviación (°C) frente a la media
2008	14,9	0,5
2009	15,8	1,4
2010	14,8	0,4
2011	16,1	1,7
2012	15,4	1,0

Se aprecia que hay años claramente más cálidos que la media (2009 y 2011) frente a uno cálido (2012).

Dado que los consumos son principalmente para la calefacción de la vivienda, y para evitar efectos distorsionadores de la desviación de la temperatura media anual, se va a realizar la media de los meses de temporada de calefacción (de octubre a marzo).Para la serie histórica 1971-2000, esa temperatura media es de 9,0 °C.

Tabla 37. Desviación de la temperatura media anual respecto a la media de la serie 1971-2000 (periodo de calefacción)

Año	Temperatura media anual periodo de calefacción (°C)	Desviación (°C) frente a la media
2008	9,7	0,7
2009	9,8	0,8
2010	8,4	-0,6
2011	10,0	1,0
2012	9,5	0,5

Los datos de consumo en 2010 y 2011 pueden haberse visto afectados por el número de lecturas, ya que si bien en la mayoría de casos son seis lecturas anuales en 2010 solo hay cinco (coincide con el menor consumo) y en el año 2011, siete (elevado consumo).

Comparando años de desviaciones medias similares antes y después del cambio de ventanas, 2008/2009 frente a 2012, el ahorro estimado sería del 15%.

4. CONCLUSIONES

Agradecer a las personas que han aportado los datos posibles para este análisis, independientemente del mayor o menor detalle de sus aportaciones.

Precisamente, la limitación de los datos obtenidos y el número de casos estudiados impide obtener unas conclusiones definitivas, por el sesgo que pueden tomar los resultados contemplados, pero sí permiten extraer unas tendencias comunes a todos los casos estudiados.

Tabla 38. Tendencias de los casos estudiados

Caso	Nº ventanas sustituidas	Superficie de vidrio instalada (m^2)	Transmitancia térmica inicial (W/m^2K)	Calificación Etiqueta Eficiencia Energética Ventanas inicial (clase invierno)	Transmitancia térmica final (W/m^2K)	Calificación Etiqueta Eficiencia Energética Ventanas final (clase invierno)[1]	Reducción en la transmitancia (%)	Ahorro estimado (%)
1	13	9,39	2,69	D	1,72	B	36	10
2	25	31,20	4,65	G	1,58	B	66	10
3	10	9,77	4,02	G	1,58	B	60	20
4	4	2,87	3,88	G	2,00	B	48	30
5	1	3,90	4,02	G	1,60	B	60	-
6	5	6,20	5,70	G	1,58	B	72	15
7	6	11,07	4,65	G	1,58	B	66	15

Destacar que en los casos estudiados, las orientaciones principales de las viviendas eran sur y oeste, a priori las mejores del punto de vista climatológico, podría ser de esperar que viviendas con orientaciones principales a norte pudiesen lograr mayores ahorros en consumo.

Asimismo, con la limitación del número de casos contemplados, no se puede establecer una relación directa entre la variación de la transmitancia térmica de la carpintería y el ahorro conseguido, pero sí señalar que en todos los casos se han colocado valores de transmitancia más exigentes que los exigidos en el Código Técnico de la Edificación. Asegurándose en todos los casos ahorros apreciables en los consumos energéticos de las viviendas.

Si se relaciona la subvención recibida en cada uno de los casos con el ahorro conseguido.

[1] Suponiendo que las nuevas ventanas tengan una clasificación de la permeabilidad al aire, como mínimo, clase 3.

Tabla 39. Relación subvención recibida y ahorro conseguido

Caso	Subvención recibida (€)	Ahorro estimado (%)	Ahorro estimado sobre facturación media antes del cambio de ventanas
1	1.032,9	10	150 €/año[a)]
2	3.432	10	250 €/año[b)]
3	1.074,7	20	150 €/año[c)]
4	315,7	30	180 €/año[d)]
5	93,6	-	-
6	682	15	500 €/año[e)]
7	1.217,7	15	180 €/año[f)]

Tal y como se indicaba en el apartado de introducción, en algunos casos, se recibieron respuestas de los beneficiarios del plan, si bien estos datos no se pudieron utilizar en el estudio. De estas respuestas recibidas conviene destacar algunas de ellas, en las cuales se identifica las mejoras obtenidas, no solo desde el punto de vista de la reducción de la factura energética, sino de variables relacionadas con el confort del usuario.

Así, la respuesta de uno de los usuarios indicaba que aunque no podía cuantificar la disminución individual al disponer de calefacción central, la temperatura interior subió respecto a los años previos al cambio de ventana, de forma que tres de los ocho radiadores del piso tuvieron que ser cerrador. El beneficiario del plan subraya que la sensación de bienestar y de aumento de la temperatura ha sido notable y en conclusión que la intervención para el cambio de ventanas ha sido muy positiva.

Otro de los beneficiarios del Plan indicaba que aunque no disponía de los recibos eléctricos de los años anteriores y posteriores al cambio, asegura que se consiguió un importante ahorro energético y se mejoró notablemente el aislamiento acústico en la vivienda.

La respuesta de uno de los beneficiarios que cambió sus ventanas en una casa adosada unifamiliar indicaba que se había producido un ahorro (de aproximadamente un 20%), pero sobre todo destacaba el aumento del confort en la casa, tanto desde el punto de vista del aumento de la temperatura interior, como de la permeabilidad al aire de las ventanas.

En todas las respuestas recibidas se destaca como fundamental, más allá del ahorro en la factura energética, el aumento en el confort gracias a las nuevas ventanas instaladas.

NOTAS:

a) Ahorro estimado en base al 10% del consumo previo al cambio de ventanas (22.000 kWh), con un coste de 7,47 céntimos de euro por kWh de gas natural.

b) La estimación del ahorro se hace sobre la base de consumo a coste fijo (referencia enero 2008).

c) Ahorro estimado en base al 20% del consumo previo al cambio de ventanas (88 m^3), con un coste de 1,09€ por kg de gas propano (densidad del gas propano canalizado 1,57 kg/m^2).

d) Ahorro estimado en base al 30% del consumo previo al cambio de ventanas (8.000 kWh), con un coste de 7,47 céntimos de euro por kWh de gas natural.

e) Ahorro estimado en base al 15% del consumo previo al cambio de ventanas (3900 l), con un coste de 0,88€ por litro de gasóleo C.

f) La estimación del ahorro se hace sobre la base de consumo a coste fijo (referencia enero 2008).

5. ESTIMACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO GENERADOS CON LOS PLANES RENOVE DE VENTANAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

- **Análisis del tiempo invertido en la fabricación e instalación de ventanas (según materiales)**

Para la fabricación e instalación de una ventana con cajón de persiana incorporado de dimensiones 1,20 x 1,20m, según cada uno de los materiales, se considera a partir de los datos de tiempo aportados por fabricantes:

Fabricación:

- Ventana de aluminio con rotura de puente térmico = 120 min/m2 (2 h/m^2)
- Ventana de PVC = 120 min/m2 (2 h/m^2)
- Ventana de madera = 240 min/m2 (4 h/m^2)

Tomando la media de los valores anteriores, teniendo en cuenta una proporción en el sector de la rehabilitación de 40% aluminio, 40% PVC y 20% madera, el tiempo invertido en la fabricación de ventanas con cajón de persiana es de 150 min/m^2 (2,5 h/m^2).

Instalación en rehabilitación:

- Ventana tipo (no se distingue material) = 180 min/m^2 (3 h/m^2).

PUESTOS DE TRABAJO GENERADOS

Los datos referentes a las diversas convocatorias realizadas por la Dirección General de Industria son los siguientes:

	PRV 2008	PRV 2009	PRV 2010	PRV 2011	TOTAL
Nº viviendas	2369	4308	6677	7570	20.924
Nº ventanas	30.828	21.702	32.632	38.250	123.412
€ subvención	3.861.075,64	2.909.999,63	4.519.999,93	4.999.999,86	16.291.075,06

Los datos medios de superficie de huecos por vivienda ofrecen un valor de 14 m²/vivienda, con lo que podemos estimar que la actuación total en los diferentes años ha sido de (número de viviendas por 14 m²):

	PRV 2008	PRV 2009	PRV 2010	PRV 2011	TOTAL
m² de ventanas sustituidas	33.166	60.312	93.478	105.980	292.936

Puestos de trabajo directos

La dedicación en horas de trabajo por m^2 de ventana instalada es: 2,5 h/m^2 (fabricación) + 3h/m^2 (instalación) = 5,5 h/m^2.

Con lo que las horas de trabajo necesarias para la fabricación e instalación de los volúmenes generados por cada convocatoria son (m² de ventanas x 5,5 horas):

	PRV 2008	PRV 2009	PRV 2010	PRV 2011	TOTAL
Horas laborales	182.413	331.716	514.129	582.890	1.611.148

Teniendo en cuenta que la jornada laboral media anual en el sector construcción es de 1.800h (Fuente: Estudio sobre la generación de empleo en la rehabilitación y modernización energética de edificios y viviendas. Fundación Biodiversidad. Página 115), el número de puestos de trabajo anuales generados es (horas laborables/1800):

	PRV 2008	PRV 2009	PRV 2010	PRV 2011	TOTAL
Puestos de trabajo directos	101,33	184,29	285,63	323,83	895,08

Puestos de trabajo indirectos

Los puestos indirectos generados por puesto directo son, según el Estudio sobre la generación de empleo en la rehabilitación y modernización energética de edificios y viviendas (página 119), el 31%:

	PRV 2008	PRV 2009	PRV 2010	PRV 2011	TOTAL
Puestos de trabajo indirectos	31,41	57,13	88,54	100,39	277,47

Puestos de trabajo totales

	PRV 2008	PRV 2009	PRV 2010	PRV 2011	TOTAL
Puestos de trabajo totales	132,74	241,42	374,17	424,22	1.172,55

Destaca que son actuaciones que requieren muy poco tiempo para su ejecución (entre fabricación e instalación, 3-4 meses), por lo que si se mantienen sostenidas, interviniendo en un alto número de viviendas, la generación de empleo es considerable.

El total de las actuaciones de los planes renove supuso una inversión de: 106.509.860,59€.

Por lo que la generación de empleo por millón de euros resulta:

1.172,55/106,509= 11 puestos de trabajo/millón de euros

En relación con las subvenciones concedidas en esas convocatorias, 16.291.075,06€ (15,3% del total del presupuesto de ejecución), por cada millón de euros aportados por la Dirección General de Industria en subvenciones se han generado:

1.172,55/16,29= 72 puestos de trabajo/millón de euros de subvención

6. PÁGINAS WEB CONSULTADAS

AEMET:
http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?k=mad

MUNDOMANZ:
http://www.mundomanz.com/meteo_p/yearrep?countr=ESPANA&ind=47136&year=2013&action=display

ENERKIA:
http://www.enerkia.com/files/Comparativo_Energias_Febrero_2013.pdf