

## **TOOL TO ANALYSE THE THERMAL EFFICIENCY AND THE NECESSARY BIOMASS FUEL IN CONSTRUCTION**

Esteban Altabella, Joan; Colomer Mendoza, Francisco José; Gallardo Izquierdo, Antonio;  
Carlos Alberola, Mar

Universitat Jaume I

The Spanish dependency on energy imports is approximately 80% of the total country requirement, being the homes consumption quite significant (around 20%). Nowadays, this dependency represents one of the most important problems; therefore, it is necessary to reduce homes energy consumption and to satisfy the energy requirements by means of alternative energy sources. It is well known that a well insulated building uses less energy as it keeps its internal temperature. For this reason, this work is firstly based on reducing the potential energy use in homes by analyzing and selecting more efficient insulating materials and secondly on estimating the biomass fuel as an energy source to satisfy the energy requirements. Therefore, LABEFFICIENCY.14 is an innovative tool that offers the possibility of analysing different types of insulating materials, indicating the most suitable ones and calculating (according to the selected material) the quantity of the necessary biomass fuel. The tool also offers graphical results. Moreover, in the case of buildings with a vegetable garden, forest or crops, depending on the type of biomass fuel, this tool indicates the green area needed to cover the final thermal requirements values.

**Keywords:** Energy; Energy efficiency; Thermal insulation; Biomass, LABEFFICIENCY.14

## **HERRAMIENTA PARA EL ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA TÉRMICA Y EL CÁLCULO DEL COMBUSTIBLE BIOMÁSICO NECESARIO EN EDIFICACIÓN**

En España la dependencia energética exterior se aproxima al 80% de la demanda total del país, siendo el consumo de las viviendas muy significativo (20% aproximadamente). Esta dependencia representa actualmente una de las problemáticas más importantes, por ello es necesario reducir el consumo energético de las viviendas y cubrir la demanda mediante el uso de fuentes de energía alternativas. Es bien sabido que un edificio bien aislado consume menos energía por conservar mejor la temperatura en su interior. Por ello, este trabajo se ha centrado por un lado, en reducir el consumo potencial de las viviendas mediante el análisis y la selección de materiales aislantes más eficientes, y por otro, en estimar el combustible biomásico como fuente de energía para satisfacer las necesidades energéticas. Con esta finalidad se ha creado LABEFFICIENCY.14, una herramienta informática que ofrece, mediante resultados gráficos, el análisis de diferentes tipos de materiales aislantes, indicando los más adecuados y calculando, en función del material seleccionado, la cantidad de combustible biomásico necesario. Además, en el caso de edificaciones con parcela de cultivo, según el tipo de combustible biomásico, esta herramienta indica la superficie de cultivo necesaria para cubrir el valor de la demanda térmica final.

**Palabras clave:** Energía; Eficiencia energética; Aislamiento térmico; Biomasa; LABEFFICIENCY.14

Correspondencia: mcarlos@uji.es

## 1. Introducción

Para conseguir el objetivo de reducción de gases de efecto invernadero, una de las prioridades del gobierno de España es la incorporación de criterios de sostenibilidad en los diferentes ámbitos, ya sean públicos o privados. La entrada en vigor del Real Decreto 314/2006 fue un claro ejemplo de ello. Se pretendía, reducir el consumo energético de los edificios mediante una legislación más exigente.

Se debe tener en cuenta que el Código Técnico de la Edificación (CTE) transpone parcialmente la Directiva 2002/91/CE, que obliga a los estados miembros de la Unión Europea a desarrollar medidas concretas que garanticen la mejora de la eficiencia energética en los edificios de nueva construcción y en los existentes. Una de las primeras medidas es la Exigencia Básica HE1, que establece que los edificios deben disponer de una envolvente que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico.

Además, el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020 (IDAE, 2011) ratifica la importancia de la rehabilitación térmica en el consumo energético final de los edificios. Tanto es así, que estas medidas pueden suponer ahorros energéticos, económicos y de emisiones de CO<sub>2</sub> de hasta un 30%. Por otro lado, este plan hace mención especial a la necesidad de impulsar el uso de energía procedente de fuentes renovables, entre ellas la biomasa, estableciéndose una tasa de variación interanual del 6,46% hasta el 2020.

Los equipos de climatización son actualmente los principales responsables del consumo energético de los hogares, representando alrededor del 20% del consumo total del país. España presenta una dependencia energética del exterior superior al 80%, por lo que cualquier medida de ahorro de energía resultaría muy beneficiosa. En este sentido, la incorporación del aislamiento térmico en edificación es una de las mejores medidas de eficiencia energética a adoptar para reducir el consumo energético en general (IDAE, 2008).

## 2. Objetivos

El objetivo del presente estudio es analizar el comportamiento térmico de la envolvente exterior de un edificio en función del tipo de aislante térmico seleccionado, determinando posteriormente la demanda de calefacción y la cantidad de combustible biomásico necesario para cubrir esa demanda. Para alcanzar este objetivo se ha establecido la siguiente estructura general de estudio:

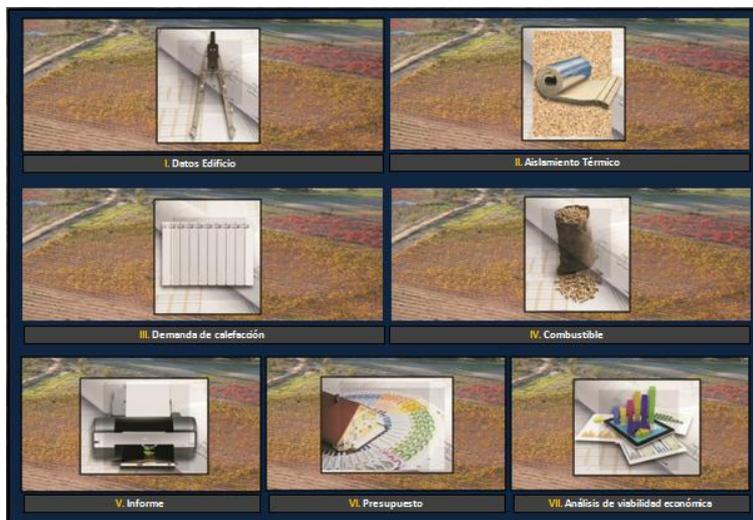
1. Una primera fase que responde a la creación de LABEFFICIENCY.14, una herramienta de cálculo que calcula la repercusión económica del aislamiento térmico seleccionado, su influencia en base a la demanda de calefacción obtenida, y finalmente, la viabilidad económica del uso de combustible biomásico como fuente de energía principal.
2. Una segunda fase que responde a un caso práctico del uso de LABEFFICIENCY.14. En este estudio se ha seleccionado la Casa de la Cabeza, una edificación aislada y situada en el término municipal de Requena (Valencia). Con una superficie construida de 738 m<sup>2</sup> y una parcela de cultivo de vid de 38,69 ha, se ha planteado la posibilidad de obtener el combustible biomásico necesario a partir de los restos de poda y clareo de la vid. Las características climáticas de la zona definen un clima continental seco, con precipitaciones escasas ( $\leq 470$  mm) y temperaturas invernales (media<sub>min</sub> 1,3°C) y estivales rigurosas (media<sub>máx.</sub> 31,3°C).

### 3. Metodología

La herramienta de cálculo LABEFFICIENCY.14 ha sido desarrollada con el programa informático Excel®. Su estructura se compone de 7 capítulos que, a su vez, son divididos en apartados que permiten definir la relación matemática existente entre las distintas variables identificadas, unificando de este modo la información por temáticas que permiten obtener automáticamente los resultados necesarios.

En LABEFFICIENCY.14, el usuario debe ir introduciendo datos a medida que va avanzando en los diferentes capítulos, pudiendo en la mayor parte de los casos optar por el dato que aconseja la herramienta o introducir uno nuevo. Sin embargo, hay datos que son intrínsecos a las características concretas de una edificación, en ese caso debe ser el usuario el que defina los parámetros. Los capítulos en los que se divide la herramienta están expresados mediante iconos en la pantalla principal (Figura 1).

Figura 1: Interfaz inicial de LABEFFICIENCY.14



Así pues, a continuación se detalla la metodología seguida para estructurar cada uno de los capítulos.

#### 3.1. Datos del edificio

Este capítulo genera una base de datos generales del edificio y a partir de relaciones matemáticas entre las variables identificadas se obtienen de forma automática los resultados. Para ello, es necesario conocer dónde se ubica la edificación, qué elementos de la envolvente térmica existen, cuáles son sus dimensiones y si se prevé aislar térmicamente.

Figura 2: Vista aérea de “la Casa de la Cabeza” (Requena, Valencia)



### 3.1.1. Datos generales del edificio

Este grupo de datos solicita la siguiente información.

- Capital de provincia donde se ubica el edificio: Información utilizada para asignar la zona climática.
- Zona climática: Información utilizada para la definición del edificio en la herramienta de certificación seleccionada.
- Tipo de edificio: Información requerida para verificar el cálculo de la demanda de calefacción (unifamiliar, bloque o edificio sector terciario) en la herramienta de certificación seleccionada.
- Superficie útil del edificio: Información que permite determinar la demanda de calefacción del edificio.
- Superficie de la parcela y tipo de cultivo: información que permite, si procede, determinar la posibilidad de cubrir la demanda de calefacción del edificio con el combustible biomásico generado.

### 3.1.2. Datos generales del aislamiento térmico

Este grupo de datos solicita información de los elementos de la envolvente térmica existentes en el edificio. Concretamente, su existencia, las dimensiones y la necesidad o no de aislar térmicamente (Tabla 1).

**Tabla 1: Aislamiento térmico de elementos de la envolvente térmica**

Elementos de la envolvente térmica	Caso práctico “Casa de la Cabeza”		
	Existe el elemento	Se desea aislar	Superficie a aislar
Muros de fachada	Si	Si	733,23 m <sup>2</sup>
Medianeras	No	No	0,00 m <sup>2</sup>
Suelos en contacto con el terreno	Si	Si	89,90 m <sup>2</sup>
Cubiertas inclinadas	Si	Si	570,17 m <sup>2</sup>
Cubiertas planas	Si	Si	20,14 m <sup>2</sup>
Particiones horizontales	Si	Si	89,90 m <sup>2</sup>
Particiones verticales locales acondicionados	Si	No	0,00 m <sup>2</sup>
Particiones verticales locales no acondicionados	Si	Si	13,95 m <sup>2</sup>

### 3.2. Aislamiento térmico

Este capítulo solicita que el usuario seleccione los tipos de aislantes térmicos que se prevé comparar, indicando para cada caso las características principales de cada tipo de aislante.

#### 3.2.1. Selección de materiales aislantes

Este grupo de datos solicita información de los tipos de aislantes térmicos que se prevé analizar mediante comparativas. La base de datos de LABEFFICIENCY.14 contiene por defecto un total de 15 tipos de aislantes térmicos, los más comúnmente utilizados en España (IVE, 2011; IETcc, 2010)(tabla 2). Por lo tanto es posible seleccionar los existentes por defecto o si se desea, introducir nuevos.



### 3.2.2. Propiedades de los materiales aislantes seleccionados

Este grupo de datos está dividido en 16 subgrupos. En función de los tipos de aislantes, la herramienta indica qué subgrupos deben ser completados para definir las propiedades de estos aislantes (IVE, 2011). A partir de esta información la herramienta elabora mediante gráficos las comparativas para cada elemento de la envolvente térmica del edificio, la repercusión económica y el valor de conductividad de cada aislante (CSICE, 2010).

A partir de la información, la herramienta crea automáticamente y mediante gráficos, una serie de resultados que permiten conocer y comparar los valores correspondientes al coste y el valor de la conductividad térmica de los materiales aislantes definidos (Tabla 3).

**Tabla 3: Propiedades de los aislantes seleccionados**

Nº	Tipo de aislante	Datos solicitados (por tipo de aislante)	Caso práctico "Casa de la Cabeza"
1.	Lana de roca (SW)	- Elemento de la envolvente donde se coloca el aislante térmico (muros de fachada, medianeras, suelos en contacto con el terreno, cubiertas inclinadas, cubiertas planas, forjados, particiones verticales separadas de locales acondicionados y/o particiones verticales separadas de locales no acondicionados). - Formato <sup>(1)</sup> : panel, rollo, granel, proyectado. - Espesor <sup>(1)</sup> : (mm). - Conductividad térmica <sup>(1)</sup> : (W/m·°K). - Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua <sup>(1)</sup> : (adimensional) . - Precio aproximado <sup>(1)</sup> : (€/m <sup>2</sup> ). - Inflamable <sup>(1)</sup> : (si/no). - Biodegradable <sup>(1)</sup> : (si/no).	Definido <sup>(2)</sup>
2.	Lana de vidrio (GW)		Definido <sup>(2)</sup>
3.	Poliestireno expandido (ESP)		Definido <sup>(2)</sup>
4.	Poliestireno extruido (XPS)		Definido <sup>(2)</sup>
5.	Poliuretano (PUR)		Definido <sup>(2)</sup>
6.	Perlita expandida (EPB)		Definido <sup>(2)</sup>
7.	Vidrio celular (CG)		Definido <sup>(2)</sup>
8.	Lana de oveja (SHW)		Definido <sup>(2)</sup>
9.	Algodón (CO)		Definido <sup>(2)</sup>
10.	Cáñamo (HM)		Definido <sup>(2)</sup>
11.	Celulosa (CL)		Definido <sup>(2)</sup>
12.	Corcho (ICB)		Definido <sup>(2)</sup>
13.	Fibra de coco (CF)		Definido <sup>(2)</sup>
14.	Lino (FLX)		Definido <sup>(2)</sup>
15.	Viruta de madera (WF)		Definido <sup>(2)</sup>
16.	Otros aislamientos		No definido

<sup>(1)</sup>Valores introducidos por defecto.

<sup>(2)</sup>El caso práctico de la Casa de la Cabeza se analiza el comportamiento de 15 tipos de aislantes.

### 3.3. Demanda de calefacción

En este capítulo se plantean distintas alternativas de aislamiento para los elementos de la envolvente térmica. Para ello, el usuario debe asignar en cada opción y para cada elemento de la envolvente térmica, los aislantes térmicos que se desean analizar.

#### 3.3.1. Datos generales para la identificación de la herramienta de certificación

En este grupo se debe determinar por un lado, el número de opciones que se prevé crear y por otro lado, seleccionar una herramienta de cálculo para obtener el valor de las necesidades térmicas (kWh/m<sup>2</sup>·año) para cada caso: LIDER + CALENER (SEE, 2011) (MINETUR, 2012), CERMA (MINETUR, 2013a) o CE3 (MINETUR, 2013b). Herramientas

avaladas por el Ministerio de Industria Energía y Turismo, y reconocidas por distintos organismos.

### 3.3.2. Características de las opciones planteadas

Este grupo de datos aplica una serie de restricciones que indican el número de opciones que pueden ser definidas, estableciéndose un máximo de 16. En cada una de ellas y para los distintos elementos de la envolvente térmica identificados se debe indicar el tipo de aislante que se desea analizar.

**Tabla 4: Definición de las características de las distintas opciones planteadas**

Nº de opciones	Datos solicitados	Caso práctico “Casa de la Cabeza”	
		Opción	Aislante asignado
Opción 1	- Asignación de un tipo de material aislante a cada elemento de la envolvente del edificio (muros de fachada, medianeras, suelos en contacto con el terreno, cubiertas inclinadas, cubiertas planas, forjados, particiones verticales separadas de locales acondicionados y/o particiones verticales separadas de locales no acondicionados).	Definida <sup>(2)</sup>	Lana de roca (SW)
Opción 2		Definida <sup>(2)</sup>	Lana de vidrio (GW)
Opción 3		Definida <sup>(2)</sup>	Pol. Expandido (ESP)
Opción 4		Definida <sup>(2)</sup>	Pol. Extruido (XPS)
Opción 5		Definida <sup>(2)</sup>	Poliuretano (PUR)
Opción 6		Definida <sup>(2)</sup>	Per. Expandida (EPB)
Opción 7	- Coste: (€/m <sup>2</sup> )	Definida <sup>(2)</sup>	Vidrio celular (CG)
Opción 8	- Coste total estimado : (€).	Definida <sup>(2)</sup>	Lana de oveja (SHW)
Opción 9	- Demanda calefacción <sup>(1)</sup> : (kWh/m <sup>2</sup> ·año).	Definida <sup>(2)</sup>	Algodón (CO)
Opción 10	- Demanda calefacción total <sup>(1)</sup> : (kWh/m <sup>2</sup> ).	Definida <sup>(2)</sup>	Cáñamo (HM)
Opción 11		Definida <sup>(2)</sup>	Celulosa (CL)
Opción 12		Definida <sup>(2)</sup>	Corcho (ICB)
Opción 13		Definida <sup>(2)</sup>	Fibra de coco (CF)
Opción 14		Definida <sup>(2)</sup>	Lino (FLX)
Opción 15		Definida <sup>(2)</sup>	Viruta madera (WF)
Opción 16		No definida <sup>(2)</sup>	-

<sup>(1)</sup>Demanda de calefacción obtenida a través de la herramienta de cálculo seleccionada en este capítulo.

<sup>(2)</sup>El caso práctico de la Casa de la Cabeza contempla la definición de 15 opciones, asignando en cada una de ellas un mismo tipo de material aislante para los distintos elementos de la envolvente térmica identificados.

### 3.4. Combustible

Este capítulo solicita que se seleccione una de las opciones de combustible. En función de lo indicado, la herramienta calcula el combustible necesario para cubrir la demanda de calefacción, analizando la viabilidad económica del uso de la biomasa como fuente de energía principal.

#### 3.4.1. Selección de la opción que se prevé analizar

Elegir la opción deseada.

### 3.4.2. Datos generales del combustible biomásico seleccionado

Una vez elegida la opción deseada, la herramienta calcula la viabilidad económica del uso de la biomasa como fuente de energía principal. Para ello, se debe seleccionar previamente la información introducida por defecto (tabla 5) (BioPlat, 2013; IDAE, 2008) o bien, si se trata de otro tipo de cultivos, indicar los valores correspondientes.

**Tabla 5: Características físico-químicas de biomasa procedente de cultivos**

Cultivo	Rendimiento	Poder Calorífico Inferior (PCI)	Contenido humedad <sup>(1)</sup>	Producción Energética <sup>(2)</sup>	Contenido cenizas
	t/ha año (sms)	MJ/kg (sms)	%	GJ/ha-año	%
Poda de olivos	1-2	17,20	20-60	17-34	1,50
Poda de cítricos	3-6	16,10	42	50-75	4,10
Poda de vid	1-1,5	17,30	51,1	16-23	2,40
Cáñamo	10-18	16,80	-	170-300	-
Caña común	8-32	17,50	15	140-560	5,00
Sauce	8-15	18,50	53	150-280	2,00
Chopo	9-16	18,70	49	170-300	1,50
Paulownia	3-6	19,50	29,8	50-105	2,00

<sup>(1)</sup>Contenido de humedad en el momento de la recogida del residuo

<sup>(2)</sup>Con un contenido de humedad del 10%

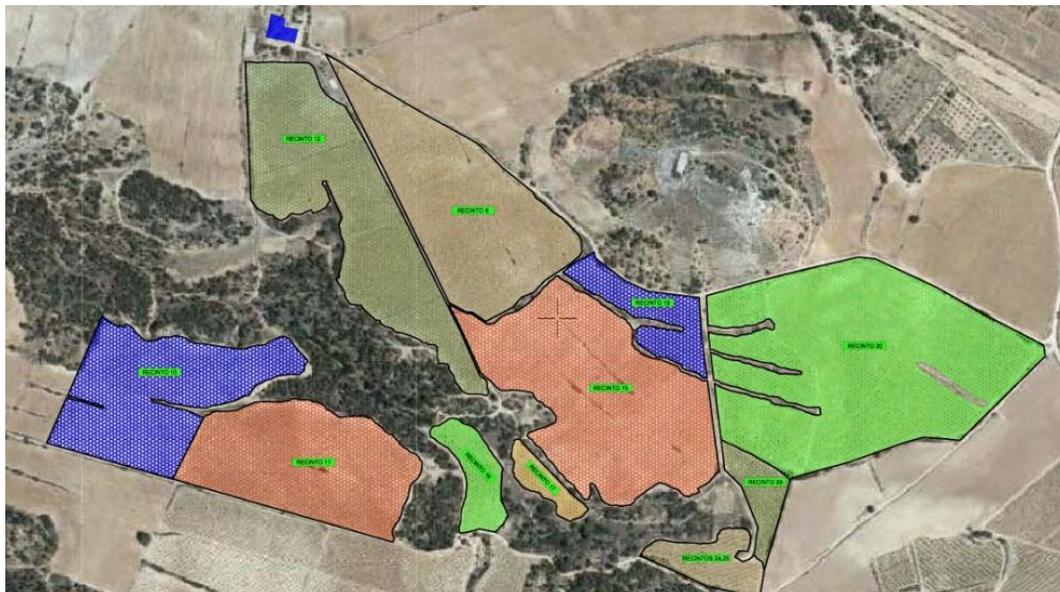
Por otra parte, según las características de la biomasa, debe asignarse un valor de calidad que atiende distintas normas europeas (ENplus-A1, ENplus-A2 y EN-B). Por ejemplo, según norma EN-B para que sea viable económicamente el uso de un residuo agrícola como biomasa comercial deben cumplirse los requisitos indicados en la Tabla 6

**Tabla 6: Parámetros de calidad esenciales (Norma EN-B)**

PCI (MJ/kg) (sms)	Contenido de humedad (%)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Cenizas (%)
≤ 16,00	≤ 10,00	≤ 600	≤ 3,00

En el caso práctico la parcela se compone de 11 recintos destinados al cultivo de la vid.

**Figura 4: Recintos de la parcela de cultivo para la generación de combustible biomásico**



Para determinar el potencial de este tipo de combustibles se ha considerado el rendimiento del residuo extraído y su poder calorífico.

**Tabla 7: Datos generales del combustible biomásico seleccionado**

Datos solicitados	Caso práctico “Casa de la Cabeza”	
	Biomasa	Gasoil
Superficie de la parcela de cultivo <sup>(1)</sup> .	386.877 m <sup>2</sup>	-
Poder Calorífico Inferior del combustible (PCI)	4,43 kWh/kg	10,24 kWh/L
Coste del combustible <sup>(3)</sup>	0,080 €/kg	1,050 €/L
Estimación del incremento anual del coste del combustible	3%	5%
Rendimiento de la caldera	95%	85%
Coste de la caldera y sistema de almacenamiento <sup>(2)</sup>	27.350 €	8.235 €
Necesidades energéticas a cubrir	41.618 kWh/año	46.514 kWh/año
Cantidad de combustible demandado	9.394 kg/año	4.542 L/año
Cantidad de combustible disponible	33.113 kg/año	-

<sup>(1)</sup>Datos del trabajo realizado de campo: 1.250 pies por hectárea, 51,87 % de humedad promedio inicial, 0,685 kg promedio combustible biomásico por pie <sub>(sms)</sub>, 0,86 toneladas por hectárea <sub>(sms)</sub> i un total de 33,11 toneladas anuales <sub>(sms)</sub>.

<sup>(2)</sup>Biomasa: Coste la caldera (20.535 €), sistema de almacenamiento (830€), un silo de 6.100kg de capacidad (3.825 €) y un acumulador de inercia de 500 litros (2.150 €). Gasoil: Contempla el coste de la caldera (5.100 €) y el coste del depósito de combustible de 2.000 litros de capacidad (3.135 €).

<sup>(3)</sup>El coste de la biomasa en este caso se le atribuye a los gastos de la recogida y entresaca del residuo de poda

A partir de esta información, la herramienta calcula la superficie de cultivo necesaria en función del tipo de cultivo disponible y analiza la viabilidad económica de su uso con

respecto a otro tipo de combustibles, como es el caso del gasoil. Si no existe cultivo propio o este no genera suficiente biomasa para cubrir la demanda de calefacción estimada, la herramienta calcula la cantidad de combustible biomásico que debe adquirirse a través de empresas de suministro externas.

#### 4. Resultados

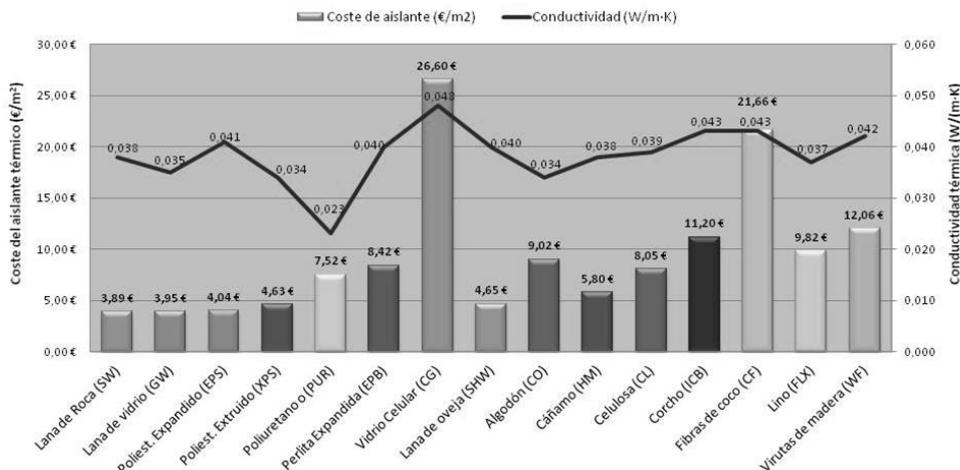
A partir de los datos introducidos y mediante las relaciones matemáticas entre ellos, LABEFFICIENCY.14 suministra al usuario los siguientes resultados:

- Informe: Se trata de un documento en formato PDF y que permite posteriormente contrastar de forma rápida y sencilla toda la información.
- Presupuesto: Se trata de un documento en formato PDF que informa de los tipos de aislantes térmicos seleccionados y de los costes derivados de su adquisición e instalación. El objeto principal es conseguir optimizar desde el punto de vista térmico y económico el aislamiento térmico en la construcción de edificios o en la rehabilitación de los ya existentes. Este documento permite estimar la demanda y el coste económico del aislamiento de un edificio, evitando asumir sobrecostes por selección inadecuada del tipo de aislante o por falta de previsión.
- Análisis de la viabilidad económica: Se trata de un documento en formato PDF que muestra mediante gráficos una visión global de la rentabilidad que puede llegar a obtenerse si se selecciona de forma adecuada, entre los aislantes térmicos analizados, aquel que más se adapta a las necesidades de la intervención prevista. Para ello, LABEFFICIENCY.14 realiza previamente una clasificación que permite seleccionar el aislamiento térmico más adecuado en función de la ponderación (orden de importancia) del coste económico de la adquisición del material y de su capacidad aislante.

El uso de la herramienta LABEFFICIENCY.14 en el caso práctico de la “Casa de la Cabeza” permite obtener los siguientes resultados:

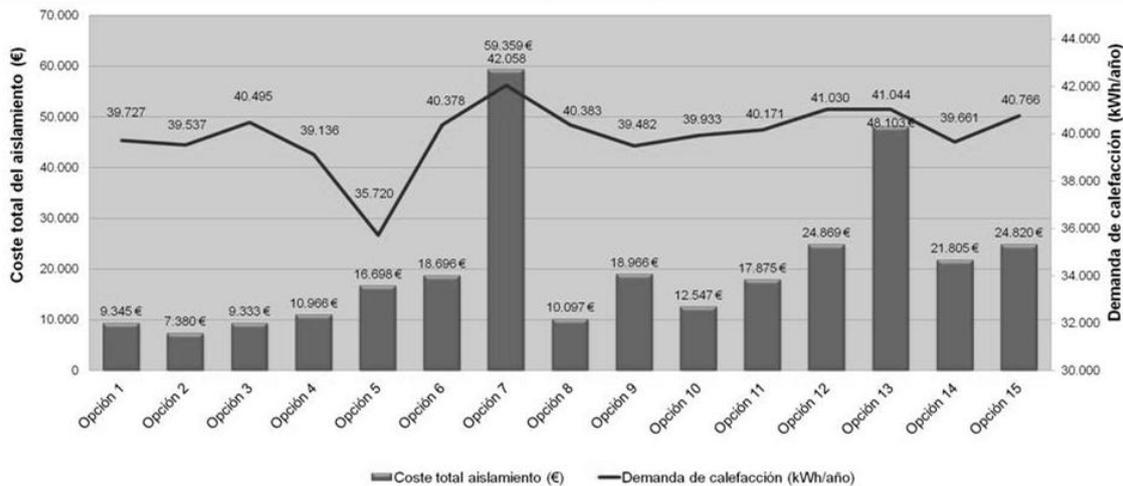
- En primer lugar, la figura 5 muestra la relación conductividad/precio de cada uno de los aislantes. El gráfico corresponde a la comparativa de materiales aislantes definidos para los muros de fachada del caso práctico. Se crea un gráfico de forma automática para cada elemento de la envolvente térmica identificado. A modo de ejemplo indicar que en este caso, el poliuretano sería el material aislante más adecuado por presentar para una menor conductividad, un precio más ajustado.

**Figura 5: Comparativa del coste de los aislantes y de sus valores de conductividad**



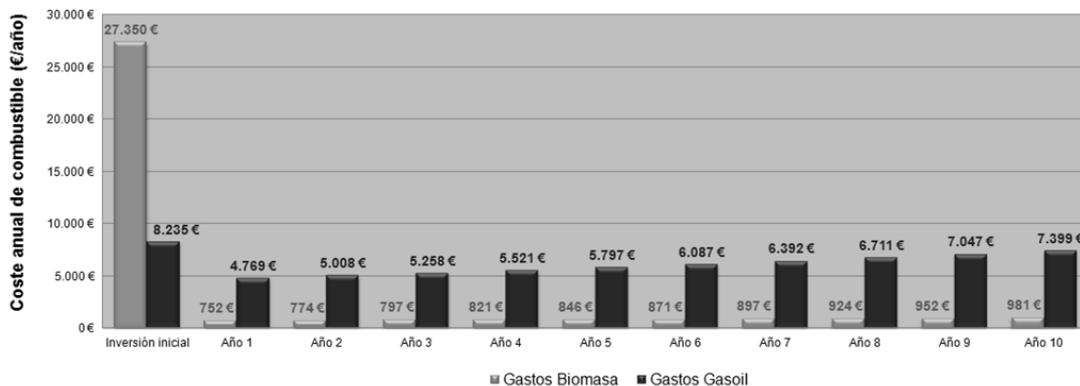
- En segundo lugar, la figura 6 permite visualizar la relación conductividad/precio de cada opción. Este gráfico compara las opciones creadas mostrando para cada caso el valor de la demanda de calefacción y el coste total de aislar el edificio. En función del aislamiento (inversión inicial) o de la demanda de combustible (gasto anual), el usuario seleccionará la opción más adecuada. A modo de ejemplo, indicar que si existe parcela de cultivo propia con disponibilidad de combustible, el usuario debería seleccionar aquellas opciones de menor inversión inicial (opción 2). En caso contrario, sin disponibilidad de combustible propio, se debería elegir la opción de menor demanda energética (opción 5). No obstante, el usuario puede ponderar las variables “coste del aislamiento” y “demanda de calefacción”.

**Figura 6: Comparativa del coste de las opciones de aislamiento planteadas y de la variación de la demanda de calefacción**

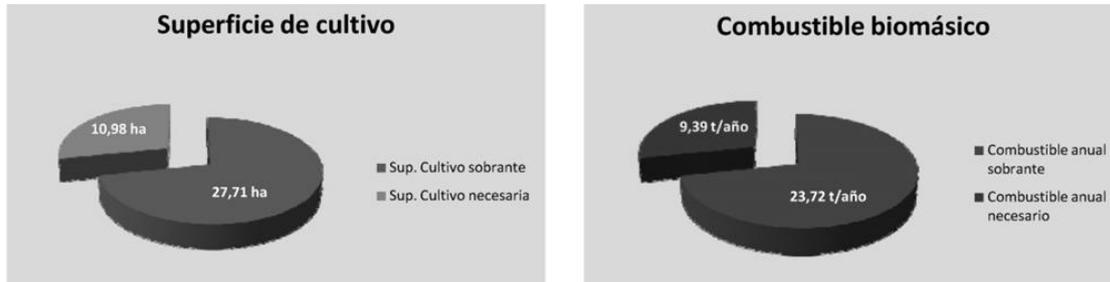


- En tercer lugar, para determinar la viabilidad económica de la opción seleccionada, es necesario conocer el tipo de combustible empleado. Los resultados gráficos obtenidos comparan la rentabilidad que se puede obtener del uso de la biomasa generada con respecto a otro tipo de combustibles (figura 7).
- Al seleccionar el combustible biomásico como fuente de energía para cubrir la demanda de calefacción se obtiene el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y el Periodo de Retorno de la Inversión (PR) de la instalación de biomasa con respecto a la de gasoil i un gráfico que informa de la biomasa necesaria (Figura 8).

**Figura 7: Comparativa inversión realizada según el tipo de combustible seleccionado**



**Figura 8: Combustible biomásico necesario para cubrir la demanda de calefacción**



## 5. Conclusiones

LABEFFICIENCY.14 permite a los profesionales del sector:

- Conocer las características de los quince tipos de materiales aislantes más comúnmente utilizados en España. Esta información puede ser ampliada con la incorporación de nuevos materiales.
- Conocer gráficamente y mediante comparativas la repercusión económica de los materiales aislantes y su influencia en la variación de la conductividad. La posibilidad de analizar mediante gráficos estos materiales aislantes permite conocer los costes y valores de conductividad, descartando aquellos que ofrecen menores prestaciones.
- Conocer gráficamente y mediante comparativas la influencia de los materiales aislantes analizados en función de la variación de la demanda de calefacción final. La configuración de las comparativas puede realizarse mediante la incorporación de tantos tipos de materiales aislantes como elementos de la envolvente térmica del edificio puedan existir.
- Conocer la viabilidad económica del uso de la biomasa como fuente principal de energía. La posibilidad de estimar la demanda de combustible biomásico en función del valor de la demanda de calefacción final permite determinar la viabilidad económica del uso de esta fuente de energía con respecto a otras de origen fósil.

El uso de la herramienta LABEFFICIENCY.14 en este caso práctico permite concluir que

- Existen materiales aislantes, como el vidrio celular (CG) o la fibra de coco (CF), que deberían ser descartados por presentar costes elevados, sin que ello conlleve una menor conductividad. Por el contrario, otros materiales, como poliuretano (PUR) o la lana de oveja (SHW), son adecuados por presentar menor coste que los anteriores y un menor valor de conductividad.
- La creación de comparativas asignando uno o varios tipos de materiales aislantes en los diferentes elementos de la envolvente térmica de un edificio, permite analizar la variación de la demanda de calefacción y de la repercusión económica que puede obtenerse. Además, la aplicación práctica de la herramienta permite concluir que el valor de la conductividad no es un factor excesivamente influyente en el coste de estos materiales.
- El combustible biomásico generado en los cultivos de muchas edificaciones aisladas podría cubrir la demanda de calefacción existente en ellas. Por lo tanto, en estos casos no sería necesario recurrir a otro tipo de combustibles y asumir sobrecostes por la dependencia a fuentes de energía con costes variables, como las de origen fósil.

## 6. Referencias

- España. Real Decreto 304/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, núm 74, pp. 11816-11831.
- Unión Europea. Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios. Boletín Oficial del Estado, 4 de enero de 2003, núm 1, pp 65-71.
- España. Orden VIV/1744/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de Octubre. Boletín Oficial del Estado, 23 de abril de 2009, núm 99, pp. 36395-36450.
- Instituto de Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE (2011), Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020 (2011), Madrid, España. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Instituto de la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE (2008), Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios, Madrid, Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- Instituto Valenciano de la Edificación IVE (2011), Propiedades de aislantes térmicos para rehabilitación energética, Valencia, Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente.
- Instituto Valenciano de la Edificación IVE (2011), Tipo de aislante recomendado en función de su ubicación para rehabilitación energética, Valencia, Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente.
- Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción IETcc (2010), Catálogo de elementos constructivos del CTE, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC.
- Consejo para la Sostenibilidad, Innovación y Calidad de la Edificación CSICE (2010), Documento Básico HE Ahorro de energía, Madrid, Ministerio de Fomento.
- Secretaría de Estado de Energía SEE (2011), Manual de usuario CALENER, Madrid, Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa BioPlat (2013), Pélets de biomasa en España, Madrid, Ministerio de Economía y Competitividad.
- Instituto de la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE (2008), Experiencias con biomasa agrícola y forestal para uso energético, Madrid, Ministerio de Industria, Energía y Turismo.