

# Auditoría TERMOGRÁFICA

21 de Agosto 2015

El presente informe tiene como objeto evaluar el comportamiento térmico de los distintos cerramientos que conforman la vivienda unifamiliar auditada.

En la primera etapa se realizaron termografías en distintos puntos exteriores. Luego se analizaron los resultados comparando performance y materiales. Por último se incluye una propuesta técnica a fin de mejorar el ahorro energético, la resistencia térmica de la vivienda, evitar patologías de condensación, basadas en la LEY 13059 de la provincia de BS. AS.

El estudio termográfico se realizó en una vivienda de la localidad de Ezeiza en la cual se había realizado una renovación de la cubierta, aislándola con lana de vidrio Rolac Plata Cubierta e=80 mm

- x CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA VIVIENDA.
- x ANÁLISIS DE LA TERMOGRAFÍA
  - o Comportamiento del cerramiento vertical (SIN AISLACIÓN)
  - o Comportamiento de la cubierta CON AISLACIÓN
  - o Ahorros obtenidos al aislar la cubierta
  - o Retorno de la inversión
  - o Ahorro energía y CO<sub>2</sub>
- x ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA ENVOLVENTE. ±SITUACIÓN ACTUAL
  - o Muro
  - o Cubierta
- x PROPUESTA PARA MEJORAR EL MURO
  - o Ahorros obtenidos aislación muro y techo
  - o Retorno de la inversión
  - o Ahorro energía y CO<sub>2</sub>
- x EQUIPO DE MEDICIÓN Y SOFTWARE

Informe : "AUDITORÍA TERMOGRÁFICA "

**OBRA:** Casa Particular

**LUGAR:** Ezeiza – pcia Bs As - Argentina

**FECHA:** 15/08/2015

**SITUACIÓN:** Invierno

**TEMP. EXTERIOR:** 11°C

**HR exterior :** 58.1 %



**CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA VIVIENDA.**

Muros exteriores: Ladrillo hueco no portante 18 cm revoque interior y revestimientos de piedra / madera por el exterior

Cubierta: machimbre + **Rolac Plata e=80 mm** + Chapa

**ANÁLISIS DE LA TERMOGRAFÍA**

En la termografía obtenida se observa una gran variación en el gradiente de colores y temperaturas entre el techo y los muros

La medición fue realizada en invierno con la vivienda calefaccionada.

Fácilmente se visualiza que el cerramiento vertical compuesto por muros y vanos deja pasar el calor del interior hacia el exterior sin ofrecer gran resistencia

Por el contrario en el techo vemos que los colores son sumamente oscuros evidenciando una baja temperatura, sinónimo de la gran resistencia térmica al pasaje de energía.



**NOTA:** en una imagen termográfica tomada en invierno desde el exterior, si los colores son cálidos representan cerramientos pobres en aislación. Por el contrario colores fríos indican la presencia de soluciones constructivas térmicamente eficientes.

Las pérdidas de energía en una construcción sin buen aislamiento se reparten según gráfico adjunto:



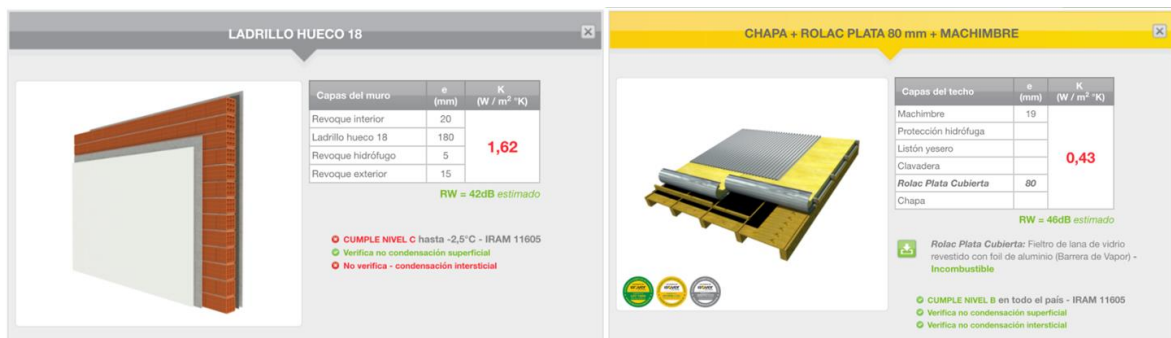
Como se observa el 30 % corresponde al techo, luego le siguen los muros 16% y ventanas 13%. Por ello lo prioritario a mejorar son los techos.

En las normas y leyes vigentes se exige que la Resistencia Térmica de los techos sea el doble que la de paredes, lo cual determina la necesidad de duplicar el espesor del material aislante.

Esto tiene lógica si se observa el gráfico de pérdidas de energía donde en el caso de paredes es aprox. 16% y en techos 30%

### ANÁLISIS DE LA VIVIENDA AUDIT ADA

La vivienda contempla un buen aislamiento térmico en la cubierta, no así en los muros



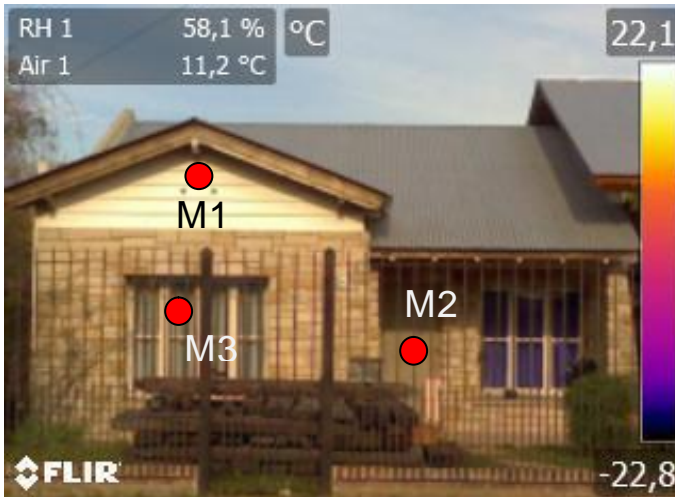
RT mín = 1,15 W/m²K  
**NO VERIFICA**  
Verifica condensación superficial  
No verifica condensación superficial

Según Ley 13059

RT mín = 2,08 W/m²K  
**VERIFICA**  
Verifica condensación superficial  
Verifica condensación superficial

La gran disparidad de temperaturas y colores observada en la imagen termográfica es el reflejo de una cubierta aislada correctamente con Rolac Plata Cubierta e=80 mm y muros sin aislación

Comportamiento del cerramiento vertical (SIN AISLACIÓN)



- M1 Muro sin aislación (RT = 0,61 m<sup>2</sup>K/W) = 12,5°C
- M2 Puerta (RT = 0,22 m<sup>2</sup>K/W) = 21,7°C
- M3 Ventana (RT = 0,31 m<sup>2</sup>K/W) = 19,1 °C

El poco aislamiento térmico en la envolvente vertical y la mala calidad que brindan las ventanas y carpinterías existentes, conllevan a que gran parte del calor que se está generando en el interior para calefaccionar los distintos ambientes, se disipe hacia el exterior

**FLIR**

24/08/2015 09:38:02 a.m.

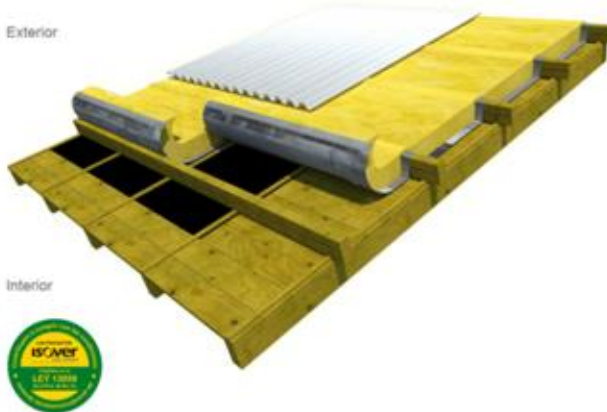
FLIR0070.jpg FLIR E50 64512349

24/08/2015 09:38:02 a.m.

FLIR0070.jpg FLIR E50 64512349

Medidas		°C
Sp1	12,5	
Sp2	21,7	
Sp3	19,1	
RH 1	57,8 %	
Air 1	11,4 °C	
Parámetros		
Emisividad	0,95	
Temp. refl.	20 °C	

Comportamiento de la cubierta CON AISLACIÓN



Capas del techo	e (mm)	K (W/m <sup>2</sup> K)
Machimbre	19	<b>0.43</b>
Protección hidrófuga		
Listón		
<b>Rolac Plata Cubierta</b>	80	
Clavadera		
Chapa		

RW= 46 dB estimado

- ✓ CUMPLE Nivel 5 en todo el país- IRAM 11605
- ✓ Verifica no condensación superficial
- ✓ Verifica no condensación intersticial

Rolac Plata Cubierta es un fieltro de lana de vidrio hidrorrepelente ISOVER revestido en una de sus caras con un complejo de foil de aluminio que actúa como barrera de vapor. Destinado al aislamiento térmico y acústico y control de condensación de cubiertas de chapa para ser instalado sobre el machimbre y por debajo de la chapa, con el foil de aluminio hacia el interior del local

Resistencia térmica e=80 mm. = 1.90 m<sup>2</sup>K/W

Permeancia al vapor de agua: 0.03 g/m<sup>2</sup> día mm Hg (Norma ASTM E-96), o lo mismo 0.009375 g/m<sup>2</sup>hKPa

Resistencia la vapor de agua : 111.111 m<sup>2</sup>hKPa/g

Hidro **repelencia**: repele 99% de agua. Según Norma EN 1609 método A, absorbe 0.07 kg/m<sup>2</sup> de agua. .  
 Cumple con la norma ASTM C 726-00

Reacción al fuego : 100 % incombustible - M0 - según NORMA UNE 23727 / RE1 ±según NORMA IRAM 11910 ±ensayo INTI OT 101/19731 ( 2010)

Densidad óptica de humos : Nivel 1 -ensayo INTI OT 101/19731 (2010)



Ahorros obtenidos al aislar la cubierta

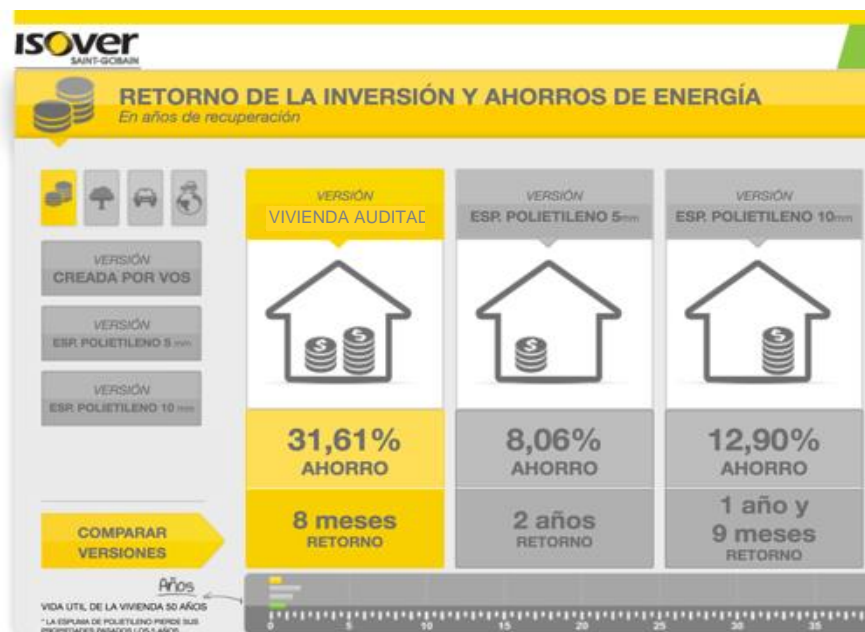
Uti OL]DQGR OD DSS ³&DOFXODGRU GH \$KRUUR GH HQHUJtD ,629(5´ VH RE

CONSUMO ENERGIA ➔ SIN AISLAR = 47028 KW  
➔ AISLADA = 32161 KW  
 AHORRO = 14867 KW ➔ 31,61 %



Retorno de la inversión

La inversión realizada en concepto de material aislante para la cubierta se recupera en sólo **8 meses**



Ahorro energía y CO<sub>2</sub>

VIVIENDA AUDITADA	1 AÑO	50 AÑOS	
AHORROS	14867 KW	743350 KW	
	31,61 %		
	Emisiones CO <sub>2</sub>		
	2,683 ton de CO <sub>2</sub>	134,160 ton de CO <sub>2</sub>	
	equivalencias   	134 árboles	6700 árboles
		11666 Km	583300 Km
0,29 v/tierra		14,50 v/tierra	

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA ENVOLVENTE. – SITUACIÓN ACTUAL

Los cálculos han sido realizados de acuerdo a las Normas IRAM 11601, 11603, 11605 y 11625 y basados en las exigencias de la ley **LEY 13059 “Acondicionamiento térmico en las construcciones”** vigente desde el 2010 en la Provincia. de Bs. As, mediante el SOFTWARE de CALCULO TERMICO - Isover

The screenshot shows the Isover software interface with the following data:

- Project Information:**
  - NOMBRE DE OBRA: VIVENDA PARTICULAR
  - TIPOLOGÍA: VIVIENDA UNIFAMILIAR / DÚPLEX
  - PROVINCIA: BUENOS AIRES
  - LOCALIDAD: EZEIZA (AERO)
  - ZONA BIOAMBIENTAL: III SUBZONA: III B GRADOS DÍA: 1583
- CONDICIONES TÉRMICAS EXTERIORES:**

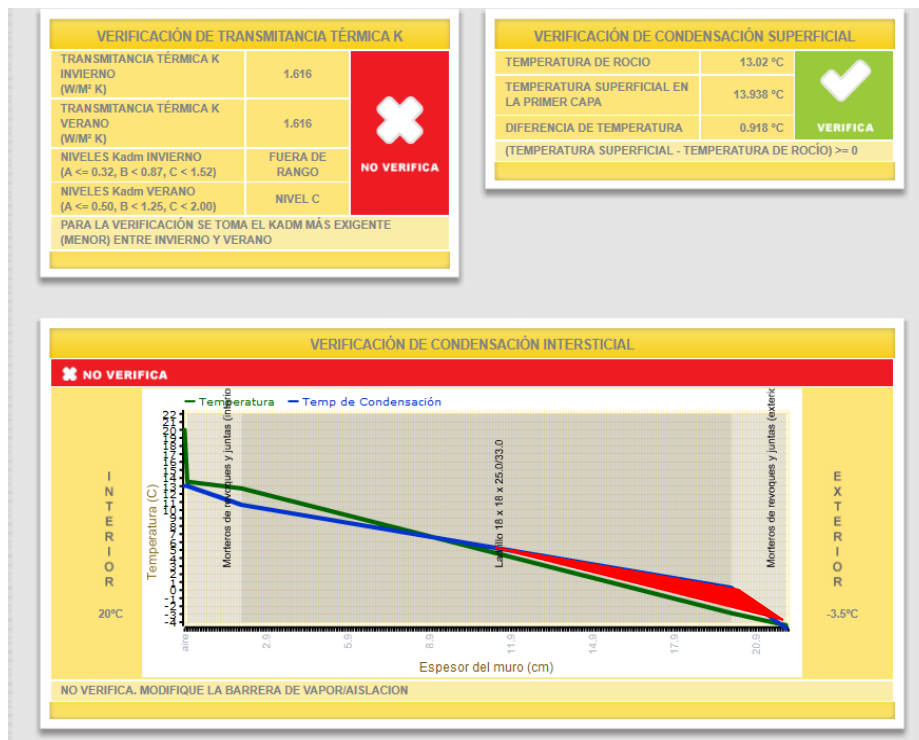
TEMPERATURA DE DISEÑO EXTERIOR INVIERNO	-3.5
TEMPERATURA DE DISEÑO EXTERIOR VERANO	36.9
HUMEDAD RELATIVA EXTERIOR	90
PRESIÓN DE VAPOR EXTERIOR INVIERNO	0.41
RESISTENCIA SUPERFICIAL EXTERIOR	0.04
- CONDICIONES TÉRMICAS INTERIORES:**

TEMPERATURA DE DISEÑO INTERIOR	20
HUMEDAD RELATIVA INTERIOR INVIERNO	64.3
PRESIÓN DE VAPOR INTERIOR	1.5
RESISTENCIA SUPERFICIAL INTERIOR K VERANO, K INVIERNO Y CONDENSACIÓN INTERSTICIAL (MUROS)	0.13
RESISTENCIA SUPERFICIAL INTERIOR K VERANO (TECHOS), K INVIERNO Y CONDENSACIÓN INTERSTICIAL (ENTREPISO) / CONDENSACIÓN SUPERFICIAL (MUROS, TECHOS Y ENTREP.)	0.17
RESISTENCIA SUPERFICIAL INTERIOR K VERANO (ENTREP.), K INVIERNO Y CONDENSACIÓN INTERSTICIAL (TECHOS)	0.10

## Muro

- x Resistencia Térmica  $R = 0,618 \text{ m}^2\text{K/W}$
- x Transmitancia Térmica  $K = 1,616 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Clasifica **Nivel fuera de rango** según Norma IRAM 11605 condición de invierno .(para Nivel B  $K \leq 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- x **NO PRESENTA** riesgos de condensación superficial según Norma IRAM 11625  
 Verificación riesgo condensación superficial: diferencia temperaturas  $\pm$  temp. sup. 1er capa ( $13,938^\circ\text{C}$ ) y temp de rocío ( $13,02^\circ\text{C}$ ) =  $0,918^\circ\text{C}$ .
- x **PRESENTA** riesgos de condensación intersticial dado que la temperatura del cerramiento en determinados puntos está por debajo a la temperatura de condensación. según Norma IRAM 11625.

Este cerramiento NO CUMPLE con los requerimientos de la LEY 13059 de la PCIA de BS AS.

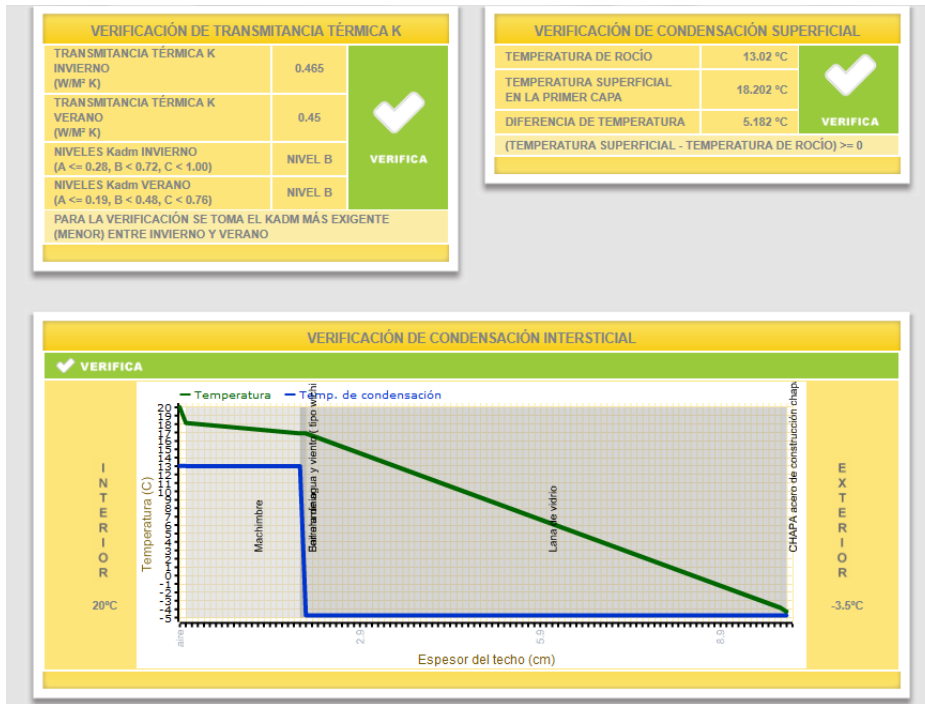


## Cubierta

- x Resistencia Térmica  $R = 2,222 \text{ m}^2\text{K/W}$
- x Transmitancia Térmica  $K = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Clasifica **NIVEL B** según Norma IRAM 11605 condición de invierno .(para Nivel B  $K \leq 0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- x **NO PRESENTA** riesgos de condensación superficial según Norma IRAM 11625  
 Verificación riesgo condensación superficial: diferencia temperaturas  $\pm$  temp. sup. 1er capa ( $18,202^\circ\text{C}$ ) y temp de rocío ( $13,02^\circ\text{C}$ ) =  $5,182^\circ\text{C}$ .
- x **NO PRESENTA** riesgos de condensación intersticial en el gráfico se observa el **gradiente de las temperaturas de condensación** están en todos los puntos del cerramiento por debajo del **gradiente térmico**, según Norma IRAM 11625



Este cerramiento CUMPL E con los requerimientos de la LEY 13059 de la PCIA de BS AS.



### PROPUESTA PARA MEJORAR EL MURO

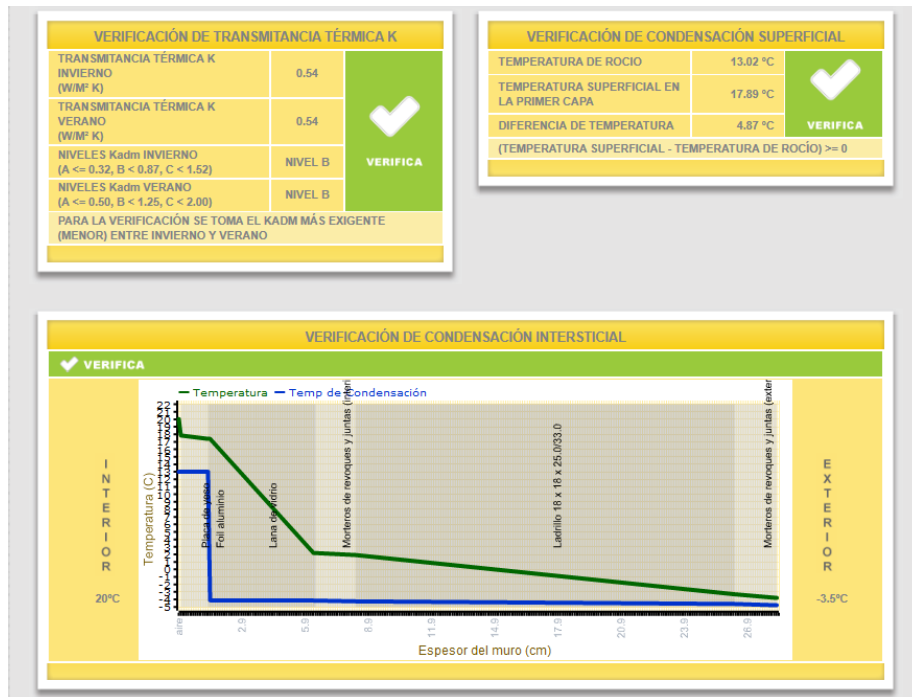
Se propone revestir interiormente con Rolac Plata Muro e=50 mm y placa de yeso.

### Comportamiento térmico del muro mejorado

- x Resistencia Térmica  $R = 1,851 \text{ m}^2\text{K/W}$
- x Transmitancia Térmica  $K = 0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Clasifica Nivel B según Norma IRAM 11605 (Para Nivel B  $K \leq 0.87 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).
- x **NO PRESENTA riesgos de condensación superficial** según Norma IRAM 11625  
 Verificación riesgo condensación superficial: Diferencia temperaturas  $\pm$  temp. sup. 1er capa (17,89°C) y temp de rocío (13,02°C) = 4,87°C.
- x **NO PRESENTA riesgos de condensación intersticial** en el gráfico se observa el **gradiente de las temperaturas de condensación** están en todos los puntos del cerramiento por debajo del **gradiente térmico**, según Norma IRAM 11625
- x Confort térmico : **Presenta confort térmico** , ya que diferencia entre Temp. Aire interior (20 °C) y Temp. superficie interior (17,89°C) = 2,11 °C - Norma IRAM 11605 para Nivel B dif de temp.  $\leq 2,5 \text{ °C}$



Este cerramiento CUMPLE según los requerimientos de la LEY 13059 de la P cia. de BS AS.



Ahorros obtenidos aislación muro y techo

8WL0LJDQGR OD DSS ³&DOFXODGRU GH \$KRUUR GH HQHUJtD ,629(5´ VH

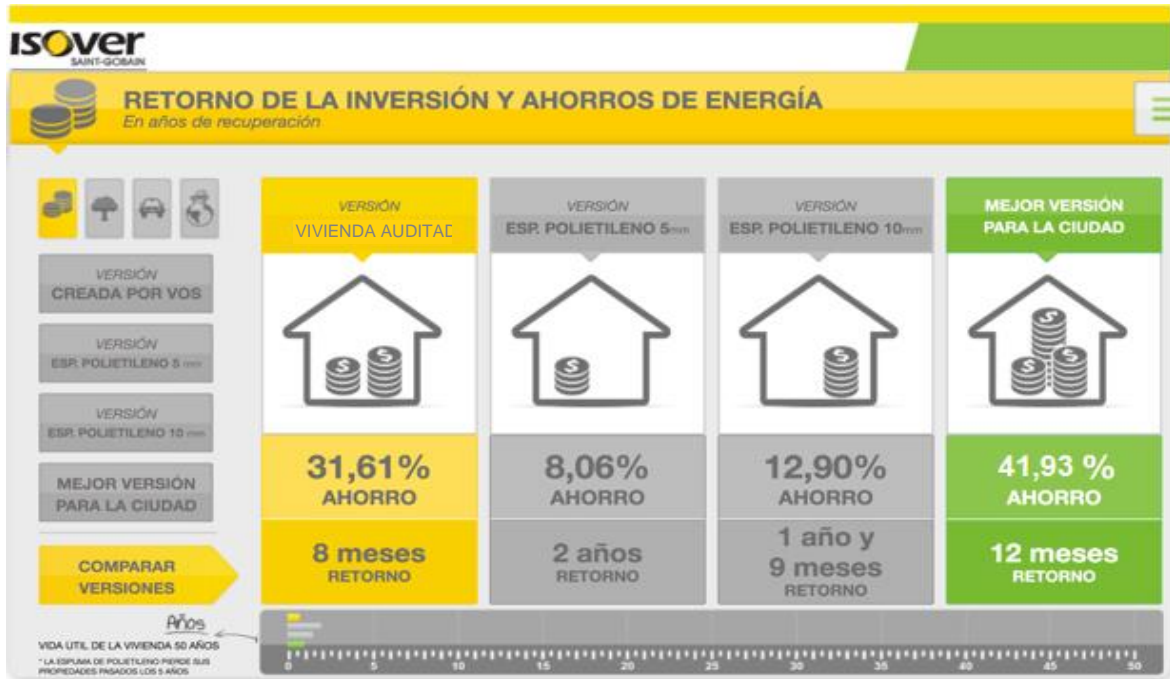
**CONSUMO ENERGIA**      ➔ **SIN AISLAR = 47028 KW**  
➔ **AISLADA = 23307 KW**  
**AHORRO = 19721 KW**      ➔ **41,93 %**

Con la mejora propuesta para los muros exteriores aumenta el ahorro energía



Retorno de la inversión

La inversión realizada en concepto de material aislante para la cubierta y el muro exterior se recupera en **12 meses**



Ahorro energía y CO<sub>2</sub>

VIVIENDA PROPUESTA	1 AÑO	50 AÑOS	
AHORROS	19721 KW	968050 KW	
	41,93 %		
	Emisiones CO <sub>2</sub>		
	3,559 ton de CO <sub>2</sub>	177,965 ton de CO <sub>2</sub>	
	equivalencias	178 árboles	8900 árboles
		15475Km	773550 Km
0,39 v/tierra		19,50 v/tierra	

## EQUIPO DE MEDICIÓN Y SOFTWARE

Imágenes tomadas con cámara termográfica FLIR I40

Rango de temp. - 20° a 350°

Resolución Ir 120x120 pixeles

Lente Defaul X Lens

Utilización de:

- x **Software de cálculo térmico "Como ahorrar energía en la construcción" ed. 2 2014**
- x **App "Calculador de Ahorro de energía ISOVER" ed. 1 2015**