

Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía - ELUREE2013
Buenos Aires, Argentina – 25, 26 y 27 de septiembre de 2013

AMORTIZACIÓN DEL COSTO DE MEJORAS EN LA AISLACIÓN TÉRMICA DE LAS VIVIENDAS

C. Bourges,¹ S. Gil^{2,3,a}

¹Secretaría de Energía de la Nación, Buenos Aires, Argentina. cbourg@minplan.gob.ar

²Universidad Nacional de San Martín, ECyT - Campus Miguelete - San Martín B.A. (1650) Argentina

^asgil@unsam.edu.ar

RESUMEN: El propósito de este trabajo es realizar una evaluación de los costos y beneficios de mejorar la aislación térmica de los edificios destinados a vivienda. El objetivo específico es determinar que porcentaje de incremento en el costo de construcción inicial, destinado a aislación térmica, se puede llegar a amortizar en un período de 20 años como consecuencia de los potenciales ahorros de combustibles. Para ello se toma como referencia el precio del gas más caro del mercado local, es decir el precio internacional del gas natural licuado. En base a esta premisa, el incremento máximo en el costo de construcción, necesario para reducir a la mitad el consumo de energía para calefacción, no debería exceder el 5 ó 6% del valor de la construcción convencional. Este resultado nos confronta con un desafío importante, el de reducir los costos de la aislación térmica para poder hacer económicamente viable un programa generalizado de mejoras de la aislación térmica de viviendas en el país

Palabras clave: *Uso eficiente de la energía, Aislación térmica de envolventes, ahorro energético y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.*

“Eficiencia Energética es una fuente de energía de bajo costo que no contamina”

INTRODUCCIÓN

Desde hace algo más de un lustro, la producción de gas natural en Argentina ha venido disminuyendo mientras que su consumo no ha dejado de aumentar. El país depende fuertemente de la importación de gas y más específicamente de gas natural licuado (LNG). Además del esfuerzo económico que implica solventar estas importaciones crecientes, durante los meses de invierno existen importantes restricciones en el suministro de este combustible a la industria, lo cual tiene un impacto negativo en la economía. Los precios internacionales del LNG tienen una gran volatilidad. El abastecimiento de fuentes externas, además de costoso, no es siempre previsible. Al mismo tiempo, hay evidencias cada vez más claras que el calentamiento global que está experimentando la Tierra tiene causas antropogénicas. Se estima que el 60% de las emisiones de gases de efecto de invernadero, GEI, son consecuencia del uso de combustibles fósiles.¹ Es prudente e imperioso que disminuyamos nuestras emisiones de gases de efecto de invernadero.

El uso racional y eficiente (URE) de la energía y el aprovechamiento de las energías renovables, son dos recursos importantes, que no están siendo aprovechados en todo su potencialidad. La eficiencia permite disminuir las demandas energéticas para lograr los mismos beneficios, con lo cual se libera capacidad de abastecimiento a otros sectores de la sociedad, sin necesidad de ampliar la infraestructura existente. Por una parte se disminuyen las emisiones de GEI y por otra estimula el desarrollo tecnológico, capaz de generar nuevos emprendimientos, empleo y desarrollo económico.

CONSUMO DE GAS EN EDIFICIOS Y VIVIENDAS

En la Argentina, el gas natural constituye la componente principal de la matriz energética, aportando algo más del 50% de la energía primaria del país². De todo el gas consumido, alrededor del 30% se distribuye a través de redes a los usuarios Residenciales, Comerciales y Entes Oficiales.³

¹ Ingeniero, Secretaría de Energía de la Nación – Dirección de Prospectiva.

² Profesor de la Universidad Nacional de San Martín, ECyT - Campus Miguelete - San Martín B.A. (1650) Argentina

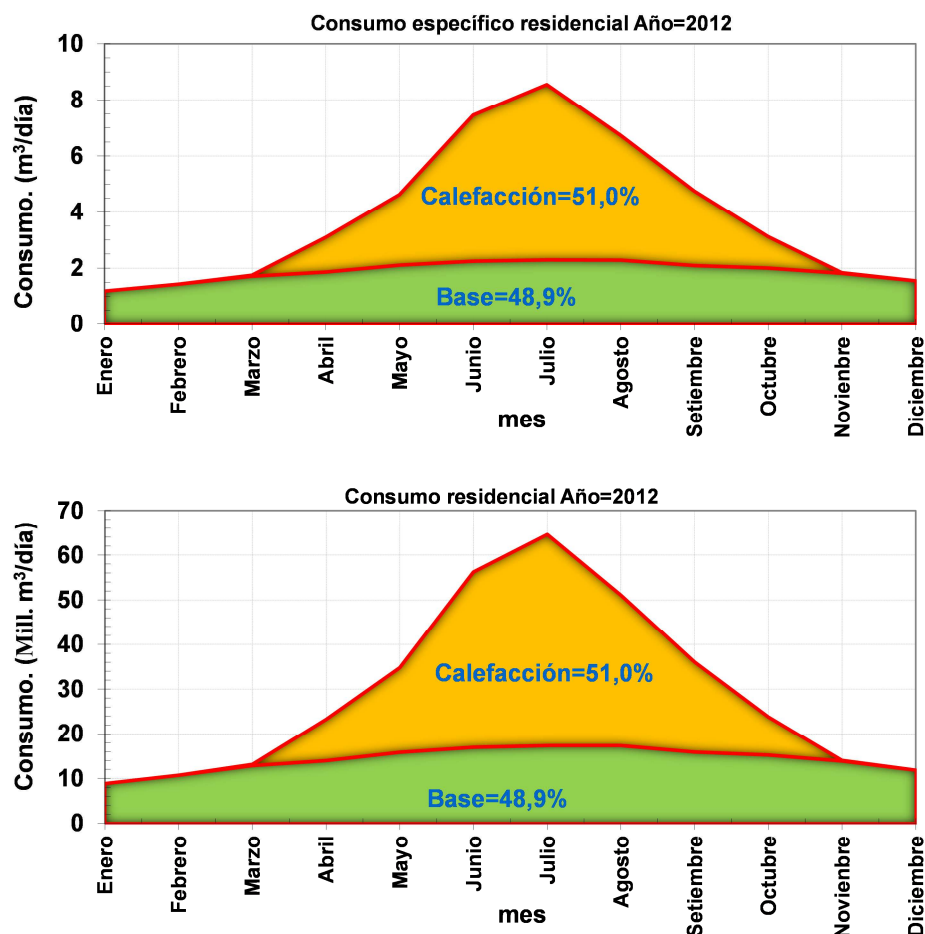


Figura 1. Variación de los consumos residenciales medio diarios por usuario o específicos (arriba) y totales (abajo) como función de los meses, para el año 2012. El incremento observado en los meses de invierno está asociado a la calefacción. Los consumos en los meses de verano está asociado al llamado consumo base, cocción y calentamiento de agua, que tiene una variación suave y previsible con la temperatura. Es posible separar estas dos componentes del consumo. Dependiendo del año, el consumo en calefacción es del orden del 51 ± 4 % del consumo residencial

Del análisis del consumo de gas natural en la Argentina^{4,5} surgen algunas características notables. Una de ellas es que el consumo específico de los usuarios residenciales, es decir, el consumo diario por usuario o vivienda, tiene un comportamiento muy similar y regular en casi todo el país. Usamos el término usuario para referirnos a una vivienda conectada a la red. En la Figura 1 se muestra la variación del consumo residencial como función de los meses para el año 2012. Los consumos medio diarios por usuario o consumo específico residencial tienen una fuerte dependencia con la temperatura. A altas temperaturas, meses de verano, el consumo de gas está asociado al calentamiento de agua y cocción. A esta componente del consumo residencial, lo denominaremos *consumo base*. A medida que la temperatura baja, los usuarios comienzan a encender la calefacción, esta es la razón del gran aumento de la demanda en los meses de invierno. Es posible separar estas dos componentes del consumo.^{6,7,8} Dependiendo del año, el consumo en calefacción es del orden del 51 ± 4 % del consumo residencial.

Los consumos residenciales (R), comerciales (C) y de entes oficiales (EO), tienen características similares, en particular son fuertemente termodependientes. Como se ve en la Figura 1, en los meses de invierno, el consumo aumenta en un factor del orden de 4 o 5 en los días más fríos. Dado que estos sectores de consumo tienen prioridad de abastecimiento, esto implica, eventualmente, restricciones de abastecimiento a otros usuarios, particularmente las industrias y las centrales eléctricas, con las importantes y costosas consecuencias.

EFICIENCIA EN CALEFACCIÓN

Resulta claro la conveniencia de eficientizar el uso de energía destinada a la calefacción en Argentina. Un menor uso del gas no solo implicaría una menor demanda de gas importado, sino que al mismo tiempo, se disminuirían los grandes picos de consumo en el invierno lo cual mejoraría la eficiencia general de sistema gasífero y mitigaría la necesidad de realizar cortes de gas a la industria.

Varios estudios indican⁹ que mejorando la aislación térmica de las paredes exteriores y techos con aislantes comerciales (lana de vidrio, poliuretano expandido de alta densidad, etc.), se puede disminuir la conductividad térmica en un factor de 2 o más. Sobre todo utilizando *diseños constructivos adecuados*.

Otra mejora importante se puede lograr en ventanas con doble vidrio o doble vidrio hermético (DVH), que alcanzan promedio una mejora importante en aislación respecto del vidrio simple. Desde luego, el uso de burletes de goma o similares pueden disminuir significativamente las infiltraciones de corrientes de aire. Un factor 2 en la aislación térmica de viviendas, tendría un impacto en el consumo de energía para calefacción de magnitud similar. Esta mejora en la envolvente térmica también disminuiría los requerimientos energéticos de refrigeración.

Actualmente en Argentina existe la norma IRAM 11900 de etiquetado de aislación térmica de las envolventes. Si una vivienda convencional tipo H, según esta norma (quizás las más prevalentes en la actualidad) pasara a tipo E en la categorización del etiquetado, tomando como base una vivienda tipo⁸ de unos 70 m², su consumo en calefacción podría reducirse en un 50%.

En este trabajo procuramos evaluar hasta qué punto conviene invertir o subsidiar una construcción más eficiente. Para ello podemos realizamos a un análisis financiero, partiendo de los siguientes supuestos:

- ✓ Tomamos como referencia una vivienda individual de unos 70 m², ubicada en la Provincia de Buenos Aires (Zona bioclimática III Templada Cálida, según norma IRAM 11.603)
- ✓ El costo constructivo que usamos es de 1.500U\$/m².
- ✓ En este análisis suponemos una tasa de oportunidad del 2,5% anual en dólares.
- ✓ Suponemos un costo de gas importado de 17U\$/M_BTU.
- ✓ Para calcular los consumos teóricos anuales de calefacción, se sigue la metodología de la norma IRAM 11604.
- ✓ Se proponen tres escenarios de consumo, correspondiente a tres grados de aislación térmica: baja, media y alta, clasificación que se realiza usando la norma IRAM 11900, para la misma vivienda y corresponde a las categorías H, E y C respectivamente. En el apéndice A se describen las características de los prototipos usados.
- ✓ En nuestro análisis, no se consideran los aporte solares u otros posibles aportes pasivos.

Para cada escenario de aislación, se calcularon los consumos anuales en calefacción, ver Apéndice Los costos energéticos correspondientes se muestran en la Tabla 1.

Grado de aislación	Consumo anual calefacción (m ³ /año)	Ahorro %	Costo anual de gas (U\$/año)
Baja	1.494	0	937
Media	871	42%	547
Alta	690	54%	433

Tabla 1. Consumo y costo de cada grado de aislación. Detalles de las viviendas se describen en el apéndice A. En la segunda columna indicamos el consumo anual de gas para calefacción, según la norma IRAM 11604. En la tercera columna el ahorro logrado comparado a la casa con baja aislación térmica. La cuarta columna indica el costo del gas por año para calefaccionar las viviendas, considerando el precio del gas importado de 17U\$/M_BTU.

En general las mejoras en la aislación, aumentan proporcionalmente con el tamaño de la construcción en un determinado porcentaje. De hecho usaremos este porcentaje de incremento como variable de análisis para la evaluación financiera. Tratamos de dilucidar, si en un lapso de 20 años, el incremento inicial en el costo de la construcción será amortizado o no por los ahorros en energía, gas en nuestro caso.

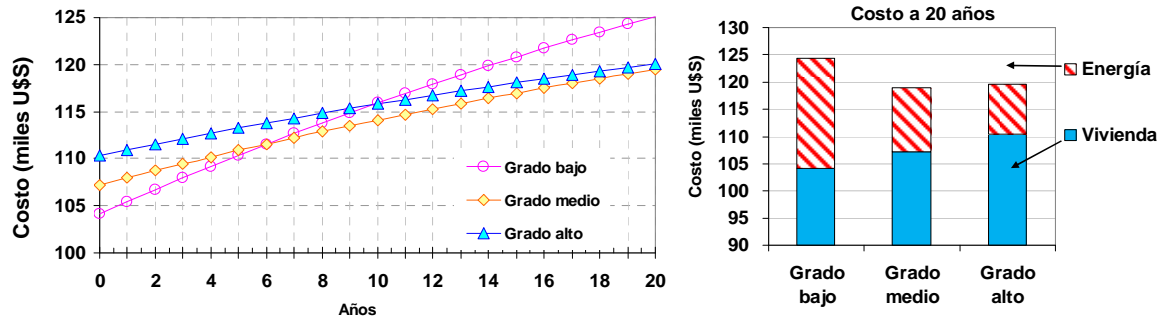


Figura 2. Izquierda, variación de los costos de totales, construcción y abastecimiento de gas una vivienda típica con tres grados de aislación térmica (baja, media y alta). El incremento en el costo en cada caso se supone igual al 3% de costo de construcción inicial. A la derecha, se muestran los costos integrados al cabo de 20 años, para los tres casos. En este caso, vemos que los mayores costos de construcción para el nivel medio, se amortizan en 6 años, mientras que para el nivel alto lo hace en 10 años.

En la Figura 2 mostramos la evolución del costo de construcción y aprovisionamiento de energía para los tres grados de aislación. En este caso se supone que el incremento en costo de construcción, para ir del nivel bajo al medio y del medio a alto es del 3%. En este caso claramente las inversiones en mejoras de la aislación térmica se amortizan. El nivel intermedio se amortiza en 6 años y el nivel más alto en 10 años.

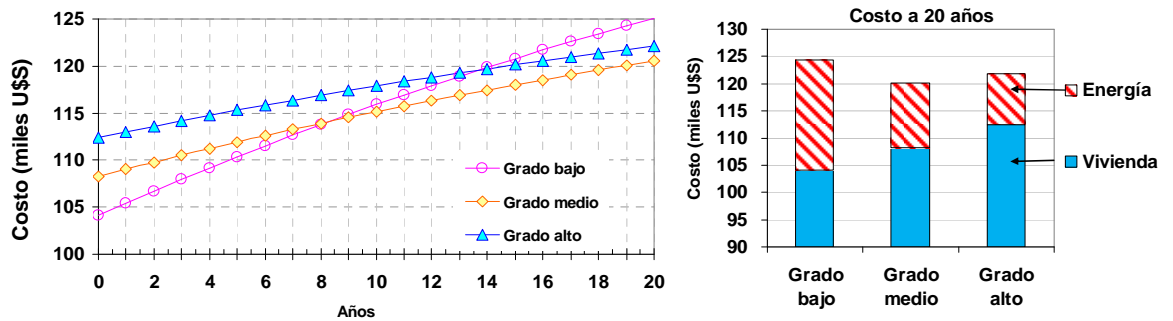


Figura 3. Izquierda, variación de los costos de totales, construcción y abastecimiento de gas para tres viviendas iguales, con tres grados de aislación térmica, (baja, media y alta). El incremento en el costo inicial se supone igual al 4% de costo de construcción inicial. A la derecha, se muestran los costos integrados al cabo de 20 años, para los tres casos. En este caso, vemos que los mayores costos de construcción para el caso medio, se amortizan en 8 años, mientras que el nivel alto lo hacen en 14 años.

En la Figura 3 vemos el caso en que el incremento en el costo de construcción, para ir del nivel bajo al medio y del medio a alto es del 4%. En este caso las mejoras de la aislación térmica para llevar la vivienda al nivel medio se amortizan en 8 años, pero para el nivel más alto, sólo lo hace a los 14 años. Por lo tanto esta última opción es solo marginalmente conveniente.

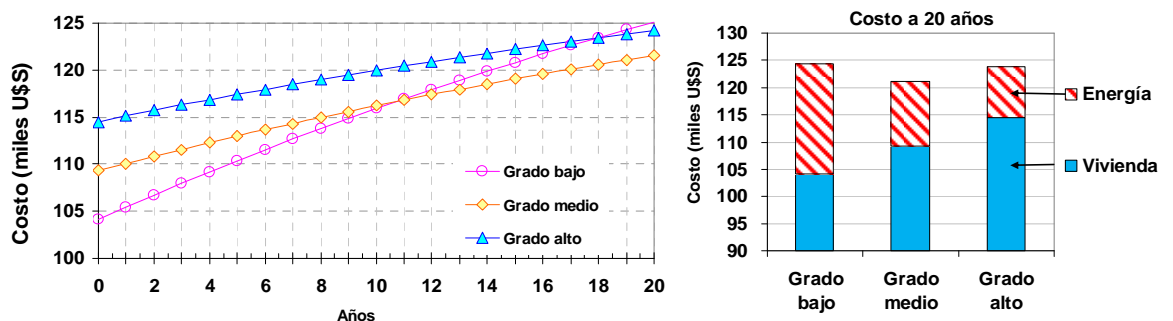


Figura 4. Izquierda, variación de los costos de totales, construcción y abastecimiento de gas para tres viviendas iguales, con tres grados de aislación térmica, (baja, media y alta). El incremento en el costo inicial se supone igual al 5% de costo de construcción inicial. A la derecha, se muestran los costos integrados al cabo de 20 años, para los tres casos. En este caso, vemos que los mayores costos de construcción para el caso medio, se amortizan en 10 años, mientras que el nivel alto llega a amortizarse en 18 años.

En la Figura 4 mostramos el caso en que el incremento en el costo de construcción, para ir del nivel bajo al medio y del medio a alto sea del 5%. En este caso las mejoras de la aislación térmica para llevar la vivienda al nivel medio se amortizan en 10 años, mientras que para llegar al nivel más alto, se amortizan en 18 años.

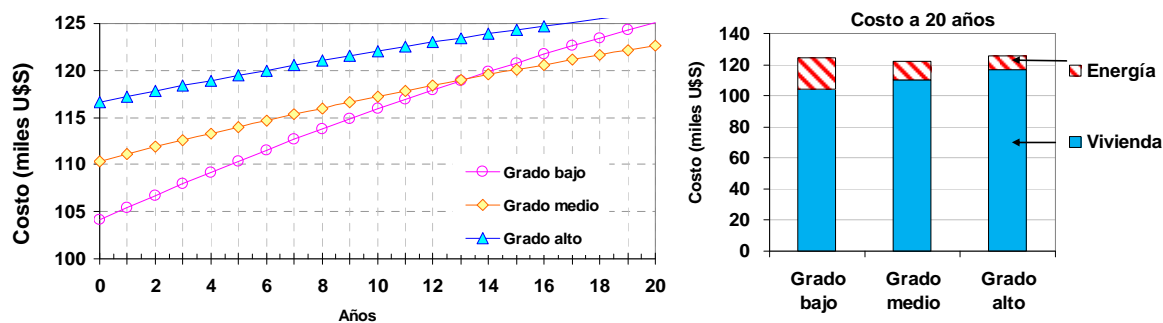


Figura 5. Izquierda, variación de los costos de totales, construcción y abastecimiento de gas para tres viviendas iguales, con tres grados de aislación térmica, (baja, media y alta). El incremento en el costo inicial se supone igual al 6% de costo de construcción inicial. A la derecha, se muestran los costos integrados al cabo de 20 años, para los tres casos. En este caso, vemos que los mayores costos de construcción para el caso medio, se amortiza en 13 años, mientras que el nivel alto no logra amortizarse en 20 años.

Por último, en la Figura 5 mostramos el caso en que el incremento en costo de construcción, para ir del nivel bajo al medio y del medio a alto sea del 6%. En este caso las mejoras de la aislación se amortizan en 13 años para el primer caso y supera los 20 años si se pretende alcanzar el nivel alto de aislación.

Los resultados, para las 4 hipótesis consideradas, se muestran en la Tabla 2.

Resultados				
Grado de aislación		Bajo	Medio	Alto
Hipótesis I	Incremento costo de construcción	-	3%	6%
	Plazo de amortización	-	6 años	10 años
Hipótesis II	Incremento costo de construcción	-	4%	8%
	Plazo de amortización	-	8 años	14 años
Hipótesis III	Incremento costo de construcción	-	5%	10%
	Plazo de amortización	-	10 años	18 años
Hipótesis IV	Incremento costo de construcción	-	6%	12%
	Plazo de amortización	-	13 años	>20 años

Tabla 2. Resumen de resultados.

Es interesante señalar, que una reducción del 54% en el consumo de calefacción, aplicado a todas las viviendas, implicaría un ahorro de gas en los meses de invierno del orden de los 25 millones de m³/día. Si solo el 50% de las viviendas realizaran esta mejora, el ahorro sería unos 12,5 millones de m³/día.

Esta disminución en el consumo, atenuaría el picos de consumo en los meses de invierno, ver Figura 1, librandoo capacidad de gas para las industrias y la generación eléctrica. En definitiva mejorando la eficiencia del sistema de gas en su conjunto.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de política energética, sería más ventajoso y sustentable, subsidiar mejoras en eficiencia (aislación térmica) de viviendas que continuar subsidiando la energía.

Numerosos estudios muestran que mejorando la aislación térmica de viviendas, con las tecnologías disponibles en el mercado local, es posible reducir el consumo de gas destinado a calefacción en más del 50%.

Por otra parte, si el costo de las mejoras en la aislación no excede el 3% del costo inicial de construcción de la vivienda, el subsidio a la mejoras se recuperaría en menos de 6 años (si se considera el costo de gas importado (~17 U\$S/M_BTU)). Además, las mejoras en eficiencia, en particular mejoras en la aislación térmica de la envolvente, promueven una actividad

económica interna que la importación de gas no hace, mejora el confort de las personas, reduce los impactos ambientales y se evitan los cortes a otros usuarios.

Desde el punto de vista del propietario de la futura vivienda, el costo de las mejoras en la aislación para disminuir a la mitad su consumo de energía en calefacción, no debería superar el 10% del costo inicial de construcción para asegurar un recupero de la inversión en un plazo razonable (20 años). Por razones similares, el máximo incremento de costo de una casa ideal de consumo cero en calefacción, no debería exceder el 20%.

Desde el punto de vista del profesional de la construcción (arquitectos, proyectistas, etc.) el desafío es lograr incorporar las mejoras en eficiencia energética, que reduzcan el 50% en consumo, sin superar el 10% arriba mencionado.

En términos de investigación y desarrollo es importante dedicar los mayores esfuerzos a la disminución del costo de la eficiencia energética en viviendas y edificios.

En definitiva, la mejora en aislación térmica de viviendas y edificios, es una medida altamente deseable económicamente, medioambientalmente y socialmente.

Agradecimientos: A la Ing. Alicia Baragatti por los aportes a la elaboración del trabajo y a la Arq. Paula Bilbao que participó en la primera fase del estudio.

APÉNDICE A.

A fin de tener una idea aproximada del ahorro de energía **destinada a calefacción** que puede lograrse mejorando la calidad de la aislación térmica de una vivienda se utilizó un modelo de vivienda “tipo casa” de aproximadamente 70 m² cubiertos ubicada en la zona conocida como Gran Buenos Aires (Zona Bioambiental III – Templada cálida – IRAM 11.603).

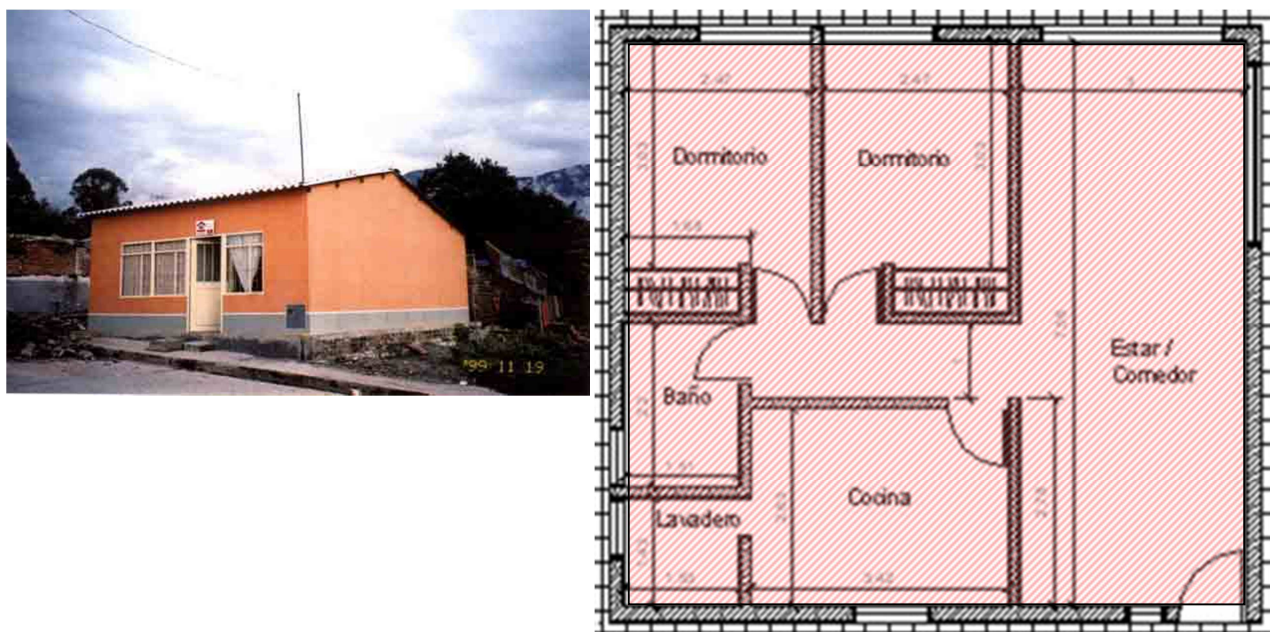


Figura 6. A la izquierda aspecto aproximado de la vivienda. A la derecha superficie calefaccionada. El modelo de vivienda fue tomado de la ref. (9).






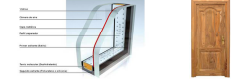



Original	Mejora I	Mejora II
<p>Ladrillo Hueco del 12 (sin aislación) e:12 h:16 l:24,6 Rt:0,26</p> 	<p>Ladrillo Hueco del 12 4" (101,6 mm de lana de vidrio) placa de yeso</p> 	<p>Ladrillo Hueco del 12 4" (101,6 mm de lana de vidrio) placa de yeso</p> 
<p>Ventanas vidrio simple Puerta-ventana vidrio simple Puerta de chapa y vidrio simple</p> 	<p>Ventanas vidrio simple Puerta-ventana vidrio simple Puerta de chapa y vidrio simple</p> 	<p>Ventanas vidrio doble DVH Puerta-ventana vidrio doble DVH Puerta de madera</p> 
<p>Teja cerámica Listones y clavaderas (sin aislación) Cieloraso de madera</p> 	<p>Teja cerámica Listones y clavaderas 5" (127 mm de lana de vidrio) Cieloraso de madera</p> 	<p>Teja cerámica Listones y clavaderas 5" (127 mm de lana de vidrio) Cieloraso de madera</p> 

Figura 7. Soluciones constructivas de muros, techos y aberturas aplicados a la vivienda tipo casa.


RESULTADOS	Original	Mejora I	Mejora II
Categoría (IRAM 11900)	 H	 E	 C
Carga térmica anual de calefacción (kWh) (IRAM 11604)	16.157	9.426	7.468
Consumo GN (m3)	1.494	871	690
Ahorro (%)	-	42%	54%

Figura 8. Categoría de eficiencia térmica de la envolvente según IRAM 11.900. Carga térmica anual de calefacción según IRAM 11.604, consumo de gas natural equivalente y ahorros respecto de la modalidad constructiva original.

REFERENCIAS

- Battistin E., Blundell R. y Lewbel A.** Why is consumption more log normal than income? [Publicación periódica] // “Why is consumption more log normal than income? Gibrat's law revisited,” *Journal of Political Economy*. - “Why is consumption more log normal than income? Gibrat's law revisited,” *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press. - Vol. 117(6). - págs. 1140-1154.
- Cozza P L [y otros]** Impacto de los consumos pasivos en artefactos a gas en el consumo de energía [Conferencia] // Congreso Mundial de la Energía. - Buenos Aires : [s.n.], 2010.
- Distribución log-normal [En línea] // http://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci%C3%B3n_log-normal .
- ENARGAS** Normas Tecnicas [Informe]. - 2012. - www.enargas.gov.ar.
- Ente nacional Regulador del Gas en Argentina [En línea] // www.enargas.gov.ar.
- Europe's buildings under the microscope, A country-by-country review of the energy performance of buildings. Buildings Performance Institute Europe (BPIE) [En línea] // http://www.bpie.eu/country_review.html. - 2011.
- Gil S** Generalized model of prediction of natural gas consumption [Publicación periódica] // *Journal of energy resources technology*. - Junio de 2004.
- Gil S** Modelo de predicción del consumo de gas natural en la república argentina [Publicación periódica] // *Petrotécnica*. - Junio de 1999. - 03, sup. tec. 1 : Vol. XL.
- Gil S** Modelo generalizado de predicción de consumos de gas natural a mediano y corto plazo [Publicación periódica] // *Gas & Gas*. - 2002. - 48 : Vol. IV. - págs. 24-30.
- Gil S** Posibilidades de ahorro de gas en Argentina [Publicación periódica] // *Petrotécnica*. - Abril de 2009. - 02 : Vol. L.
- Gil S** Proyección de la demanda de gas para el mediano y el largo plazo [Publicación periódica] // *Petrotécnica*. - Octubre de 2007. - 5 : Vol. XLVIII. - págs. 86-100.
- Gil S, Pomerantz L y Ruggero R** Caracterización de los inviernos según su impacto en el consumo de gas natural [Publicación periódica] // *Petrotécnica*. - Septiembre de 2005. - 04 : Vol. XLVI. - págs. 98-110.
- Gil Salvador** Modelo de Predicción de Consumo de gas natural en la República Argentina [Publicación periódica] // *Petrotécnica*. - Argentina : [s.n.], Junio de 1999. - 3.
- Gil Salvador** Modelo generalizado de predicción de consumos de gas natural a mediano y corto plazo [Publicación periódica] // *Gas & Gas*. - 2002. - 48. - págs. 24-30.
- Gil Salvador** Posibilidades de ahorro de gas en Argentina- Hacia un uso más eficiente de la energía [Publicación periódica] // *Petrotécnica* (Instituto Argentino del Petróleo y del Gas). - Abril de 2009. - 2. - págs. 80-84.
- Gil Salvador y Deferrari J** Generalized model of prediction of natural gas consumption [Publicación periódica] // *Journal of Energy Resources Technology*. - Junio de 2004. - Vol. 126. - págs. 90-98.
- González A. D. , Crivelli E. y Gortari S** Eficiencia en el uso del gas natural en viviendas unifamiliares de la ciudad de Bariloche [Publicación periódica] // Instituto Argentino del Petróleo y del Gas. - 2006. - Vol. 10.
- INDEC** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [En línea] // Vivienda, hogares y hábitat. - <http://www.indec.gov.ar>.
- IPCC** Fourth Assessment Report: Climate Change [Informe]. - 2007.
- Marco Regulatorio del Gas Ley 24.076 de la Nación Argentina [En línea] // www.enargas.gov.ar. - 9 de Junio de 1992.
- Norma Argentina de Aislamiento térmico de edificios, IRAM 11604 [En línea] // www.iram.org.ar. - 2001 .
- R Halliday D Resnick, M Krane** Física para estudiantes de ciencias e ingeniería [Libro]. - México DF : [s.n.], 1992. - Vol. I. - 0613832108, 9780613832106.
- Resolución ENARGAS N° 1/615 [En línea] // http://www.enargas.gov.ar/MarcoLegal/Resoluciones/Data/R09_i0615.htm.
- Resoluciones ENARGAS I/409/2008 y Artículo 10 del Decreto 181/04 [En línea] // www.enargas.gov.ar.
- Souma Wataru** Universal Structure of the Personal Income Distribution [Informe]. - 2000. - <http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0218348X01000816?journalCode=fractals>.
- Volantino V. L. [y otros]** Ahorro Energético en el Consumo de Gas Residencial Mediante Aislamiento Térmico en La Construcción [En línea] // <http://www.mastropor.com.ar/Novedades/07AHORRO.pdf> .

ABSTRACT: The purpose of this paper is to evaluate the costs and benefits of improving the thermal insulation of buildings and houses. In particular we would like to determine what percentage increase in initial construction costs, for thermal insulation, can be amortized over a period of 20 years as a result of the potential fuel savings. For this purpose, we take as reference the cost of the most expensive gas price in the local market, i.e. the international price of liquefied natural gas. Based on this premise, the maximum increase in the cost of construction, necessary to halve energy consumption for heating, should not exceed 5 to 6% of conventional construction. This result confronts us with a major challenge to reduce the costs of thermal insulation, in order to make it viable economically, a generalized program of improvements thermal insulation of homes in Argentina.

Keywords: Efficient use of energy, thermal insulation envelope and emission reduction of greenhouse gases.

REFERENCIAS

- ¹ IPCC. *International Panel on : Climate Change*. 2011. Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation <http://www.ipcc.ch/>
- ² *Balance Energético Nacional de la República Argentina*. Secretaría de Energía- Marzo (2013)

-
- ³ *Modelo de Predicción de Consumo de gas natural en la República Argentina.* S.Gil et al. Petrotécnia (Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas) XL, N03, Sup. Tecn. 1,1 - Junior (1999).
- ⁴ *Generalized model of prediction of natural gas consumption.* S.Gil and J. Deferrari, Journal of Energy Resources Technology Journals of The American Association of Mechanical Engineers.(ASME International), Vol. 126 June 2004 90-98. ISSN: 0195-0738
- ⁵ *Posibilidades de ahorro de gas en Argentina- Hacia un uso más eficiente de la energía,* S.Gil, Petrotecnia (Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas) L, N02, (pag. 80-84) Abril (2009). ISSN 0031-6598
- ⁶ *Modelo generalizado de predicción de consumos de gas natural a mediano y corto plazo I - S. Gil, et al. Gas & Gas - Pub. para la Industria Gasífera - Año IV- N° 48, 24-30(2002) y IV- N° 49, (2002).*
- ⁷ *Generalized model of prediction of natural gas consumption,* Sigils et al. Journal of Energy Resources Technology Journals of The American Association of Mechanical Engineers. (ASME International), Jun. 2004.
- ⁸ *Eficiencia energética: hacia un futuro sustentable.* S. Gil, Petrotécnia (Revista del IAPG) **LIV**, N°3, (pag. 16-20) Junio (2013).
- ⁹ *Ahorro Energético En El Consumo De Gas Residencial Mediante Aislamiento Térmico En La Construcción,* V. L. Volantino, P. A. Bilbao, Unidad Técnica Habitabilidad Higrotérmica – INTI Construcciones -Instituto Nacional de Tecnología Industrial, P. E. Azqueta, P. U. Bittner, A. Englebert, M. Schopflocher, Integrantes del Comité Ejecutivo de INTI Construcciones; Comisión de Trabajo URE en Edificios <http://www.mastropor.com.ar/Novedades/07AHORRO.pdf>, http://www.inti.gov.ar/construcciones/pdf/ahorros_aislamiento_termico.pdf