

## Investigación

### Sostenibilidad y Diseño

#### INCIDENCIA DE LA UTILIZACIÓN DE ENVOLVENTES TÉRMICAMENTE EFICIENTES EN EL ÍNDICE DE PRESTACIÓN ENERGÉTICA (IPE) DE VIVIENDAS

#### USAGE INFLUENCE OF THERMALLY EFFICIENT PARTITION WALLS ON HOUSES'S ENERGY PERFORMANCE INDEX (EPI)

**Autores:** AUDAY CRUZ, Lara; CAFFARATTI, Sabrina; CABRERA, Santiago

Institución: Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe

#### RESUMEN

El Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas (PRONEV) y el Aplicativo Informático Nacional de Etiquetado de Viviendas son herramientas que permiten evaluar las prestaciones energéticas de una residencia y generar su etiqueta de eficiencia. El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto en el Índice de Prestación Energética (IPE) de la utilización de envolventes térmicamente eficientes en una vivienda tipo, en comparación con el de una vivienda homóloga de cerramientos tradicionales.

Para ello, se realizó la carga de un prototipo empleando el Aplicativo y se calculó su IPE. Luego, se reemplazaron los muros por diferentes paquetes constructivos de mejor desempeño térmico y se repitió el procedimiento.

Los resultados obtenidos permitieron concluir que la utilización de envolventes con menor coeficiente de conductividad térmica disminuye el IPE de una vivienda y aumenta su Etiqueta Energética; más este incremento es pequeño en contraste con el obtenible al implementar estrategias activas.

#### ABSTRACT

The National Program of Housing Labeling (PRONEV) and the National Informatic Application of Housing Labeling are tools that allow to evaluate the energy performance of a house and generate its efficiency label. The objective of this work is to evaluate the impact on the Energy Performance Index (EPI) of thermally efficient walls in a housing prototype, comparing it with an equivalent house equipped with traditional walls.

To accomplish this, the prototype was loaded into the Application and its EPI calculated. Afterwards, the parting walls were replaced by different constructive packages of better thermal performance and the procedure repeated.

The results obtained allow to conclude that the usage of walls with a lower thermic conductivity coefficient lowers the EPI of a house and increments its Energy Label. However, said increment is small when compared to the one that could be obtained under the implementation of active strategies.

**PALABRAS CLAVES:** eficiencia energética, IPE, etiquetado energético, certificación energética.

**KEY WORDS:** energy efficiency, EPI, energy labeling, energy certification.

# **Incidencia de la utilización de envolventes térmicamente eficientes en el índice de Prestación Energética (IPE) de viviendas**

## **INTRODUCCIÓN**

El sector residencial se enmarca en el sector de la construcción, que supone el 32 % de consumo de energía a nivel mundial y una cuarta parte de las emisiones globales de CO<sup>2</sup>. Por su parte, en Argentina, los valores del sector alcanzan el 30,48 % del consumo de energía primaria, 22,26 % de energía eléctrica y 8,56 % de combustibles fósiles (MINEM, 2017). En este contexto surgen, en el año 1990 los primeros esquemas de certificación energética para edificios, intentando mejorar la eficiencia energética, minimizar el consumo de energía y permitir mayor transparencia respecto al uso de energía en edificios (López-Asiain et al., 2020).

Con el propósito de introducir el etiquetado de la eficiencia energética en el Argentina, en el año 2009 aparece la primera edición de la norma IRAM 11900: "Etiqueta de Eficiencia Energética de calefacción para edificios", la cual fue actualizada en el año 2017 (IRAM, 2017). En el período comprendido entre ambas versiones de esta norma se desarrollan antecedentes legales de gran relevancia en la ciudad de Buenos Aires y Rosario. Sin embargo, el hito de mayor relevancia en este sentido fue la firma del Acta Acuerdo en 2016 entre el Ministerio de Minería y Energía de la Nación, la Secretaría de Estado de Energía de la provincia de Santa Fe, la Municipalidad de Rosario y los Colegios Profesionales de la Provincia de Santa Fe. Este documento da lugar, entre otros objetivos, a la realización de pruebas piloto de certificación de la eficiencia energética en inmuebles destinados a vivienda en las ciudades de Rosario, San Carlos de Bariloche, Mendoza, San Miguel de Tucumán y Salta (Fernández et al., 2020).

En el año 2018 surge el Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas, basado en la Norma IRAM 11900, el cual, en 2023 pone a disposición de profesionales el Aplicativo Informático Nacional de Etiquetado de Viviendas; una herramienta on-line que permite evaluar las prestaciones energéticas de una vivienda en cualquier región del país para obtener la calificación correspondiente y generar su etiqueta de eficiencia energética mediante su Índice de Prestaciones Energéticas o IPE.

El IPE es un valor característico de cierto inmueble que representa una estimación de la energía primaria que demandaría la normal utilización de dicho inmueble durante un año y por metro cuadrado de superficie útil para satisfacer las necesidades asociadas a calefacción en invierno, refrigeración en verano, producción de agua caliente sanitaria e iluminación. Se expresa en kWh/m<sup>2</sup>año (MEcon, 2023).

En este contexto, el objetivo de este trabajo es evaluar el impacto en el IPE de la utilización de envolventes térmicamente eficientes para una vivienda tipo en la ciudad de Santa Fe (Argentina) y cómo éstas modifican su etiqueta energética en comparación con la de una vivienda homóloga, pero con muros de cerramiento construidos con materiales tradicionales: ladrillos cerámicos macizos, ladrillos cerámicos huecos y bloques de hormigón.

## **METODOLOGÍA**

Este estudio fue llevado a cabo a través de una secuencia de actividades dispuestas de forma tal de alcanzar el objetivo propuesto. Estas constituyeron un total de tres subtareas: la definición de un prototipo base (utilizado como punto inicial de comparación para el análisis de eficiencia); la determinación de paquetes de muros alternativos (de menor transmitancia térmica) y la generación de variantes del prototipo aplicando los paquetes diseñados.

A continuación, empleando el Aplicativo Informático Nacional de Etiquetado de Viviendas (MEcon 2023) se calculó el IPE y la consecuente etiqueta energética de cada variante. Finalmente, se realizó un análisis comparativo entre las diferentes propuestas y se evaluó la incidencia de cada una de las variables aplicadas sobre el prototipo base.



## Incidencia de la utilización de envoltentes térmicamente eficientes en el índice de Prestación Energética (IPE) de viviendas

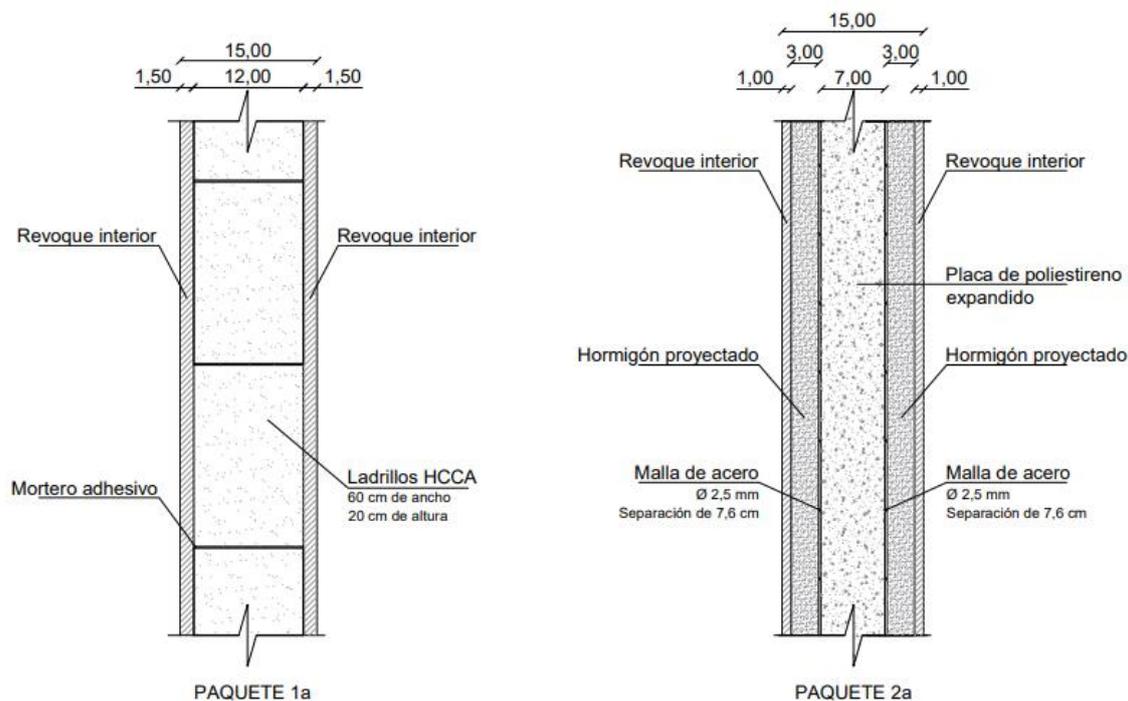


Fig. 2: Detalles de los paquetes de muros alternativos interiores. Cotas en cm.  
Fuente: Elaboración propia.

*Tabla 1: Composición de los paquetes de muro alternativos.*

Paquete	Material	Espesor(m)	Espesor Total(m)
1 a	Revoque interior	0,015	0,15
	Ladrillo HCCA	0,120	
	Revoque interior	0,015	
1 b	Revoque interior	0,020	0,20
	Ladrillo HCCA	0,150	
	Revoque exterior	0,030	
1 c	Revoque interior	0,020	0,30
	Ladrillo HCCA	0,250	
	Revoque exterior	0,030	
2 a	Revoque interior	0,010	0,15
	Hormigón proyectado	0,030	
	Malla de acero	-	
	Placa de poliestireno expandido	0,070	
	Malla de acero	-	
	Hormigón proyectado	0,030	
2 b	Revoque interior	0,010	0,20
	Revoque interior	0,020	
	Hormigón proyectado	0,030	
	Malla de acero	-	
	Placa de poliestireno expandido	0,090	
	Malla de acero	-	
	Hormigón proyectado	0,030	
	Revoque exterior	0,030	

## Incidencia de la utilización de envoltentes térmicamente eficientes en el índice de Prestación Energética (IPE) de viviendas

Paquete	Material	Espesor(m)	Espesor Total (m)
2 c	Revoque interior	0,020	0,30
	Hormigón proyectado	0,030	
	Malla de acero	-	
	Placa de poliestireno expandido	0,190	
	Malla de acero	-	
	Hormigón proyectado	0,030	
	Revoque exterior	0,030	

Fuente: Elaboración propia.

Estos paquetes fueron ingresados en el Aplicativo Web, del cual pudo extraerse su transmitancia térmica total. En la Tabla 2 se exponen los valores correspondientes.

*Tabla 2: Transmitancia térmica de los paquetes de muro evaluados.*

	Paquete 1a	Paquete 1b	Paquete 1c	Paquete 2a	Paquete 2b	Paquete 2c
	(15 cm)	(20 cm)	(30 cm)	(15 cm)	(20 cm)	(30 cm)
Transmitancia térmica (W/m <sup>2</sup> K)	0,85	0,70	0,44	0,51	0,40	0,20

Fuente: Elaboración propia.

### Generación de variantes

Fueron planteadas un total de 11 variaciones del prototipo original, realizando alteraciones en distintos parámetros que permiten evaluar la influencia de los paquetes bajo distintos contextos y situaciones. Los parámetros modificados consisten en:

- **Entorno.** Se consideraron dos posibles ubicaciones: dentro del núcleo urbano de la ciudad de Santa Fe (locación original de la vivienda) y en la localidad de Arroyo Leyes (Santa Fe). Esta variación se planteó, por un lado, para evaluar distintos grados de exposición a la intemperie (bajo en Santa Fe y alto en Arroyo Leyes), y para poder aplicar los paquetes constructivos alternativos a los muros medianeros.
- **Envoltente.** Las envoltentes de las variantes fueron modificadas aplicando tanto a los muros de división entre locales acondicionados como a los de separación entre locales acondicionados y no acondicionados.
- **Medianera.** Dependiendo de la ubicación dada al prototipo, fue modificada para ser de ladrillo cerámico macizo o bien de uno de los paquetes alternativos.
- **Artefactos.** En el caso de los artefactos, fue planteado tanto el uso de las instalaciones originales (es decir, calefón suministrado por gas natural), como la variante de termotanques solares y paneles de celdas fotovoltaicas, de forma de poder considerar el impacto de artefactos suministrados por fuentes de energía renovable. Para estos últimos, se tomaron parámetros correspondientes al uso doméstico. En el caso de termotanque, se lo consideró con capacidad de 180 lts y 2 m<sup>2</sup> de área de captación, con orientación norte a 30°. Para la celda fotovoltaica, se adoptó una potencia de 3 kW e igual orientación.

## Incidencia de la utilización de envoltentes térmicamente eficientes en el índice de Prestación Energética (IPE) de viviendas

Finalmente, los prototipos adoptados para el estudio se exponen en la Tabla 3.

*Tabla 3: Prototipos de estudio.*

Prototipo	Entorno	Envoltente	Medianera	Artefactos
1	Santa Fe	Original	Original	Tradicional
2	Arroyo Leyes	Original	Original	Tradicional
3	Santa Fe	Paquete 1	Original	Tradicional
4	Santa Fe	Paquete 2	Original	Tradicional
5	Arroyo Leyes	Paquete 1	Paquete 1	Tradicional
6	Arroyo Leyes	Paquete 2	Paquete 2	Tradicional
7	Santa Fe	Original	Original	Energía renovable
8	Arroyo Leyes	Original	Original	Energía renovable
9	Santa Fe	Paquete 1	Original	Energía renovable
10	Santa Fe	Paquete 2	Original	Energía renovable
11	Arroyo Leyes	Paquete 1	Paquete 1	Energía renovable
12	Arroyo Leyes	Paquete 2	Paquete 2	Energía renovable

Fuente: Elaboración propia.

### RESULTADOS

En la Tabla 4 se resumen los resultados del cálculo del Índice de Prestación Energética y la etiqueta de eficiencia energética de cada alternativa evaluada, obtenidos mediante la utilización del Aplicativo Web.

## Incidencia de la utilización de envolventes térmicamente eficientes en el índice de Prestación Energética (IPE) de viviendas

Tabla 4: Etiqueta energética y transmitancia media de muros para cada prototipo evaluado.

Prototipo	IPE (kWh/m <sup>2</sup> año)	Etiqueta energética	Transmitancia térmica media de paredes (W/m <sup>2</sup> K)
1	315	G	2,37
2	321	G	2,37
3	193	E	1,21
4	188	E	1,21
5	156	E	0,63
6	135	D	0,52
7	63	B	2,37
8	65	B	2,37
9	0	A	1,21
10	0	A	1,21
11	0	A	0,63
12	0	A	0,52

Fuente: Elaboración propia.

### DISCUSIÓN

A partir de lo evaluado y expuesto en la Tabla 4, es posible realizar una serie de observaciones.

Por un lado, puede comprobarse que el prototipo base del estudio (Prototipo 1) presentó una etiqueta de eficiencia energética baja, lo que indica un alto consumo de energía por metro cuadrado por año. Analizando también el Prototipo 2, cuya única diferencia es el cambio de entorno entre zona urbana y rural, puede comprobarse que el nivel de exposición no presentó una variación relevante en el IPE de la vivienda.

## **Incidencia de la utilización de envolventes térmicamente eficientes en el índice de Prestación Energética (IPE) de viviendas**

Pueden, por otro lado, observarse los Prototipos 3 a 6. En ellos es posible notar que la utilización de paquetes de muro de una mayor aislación implica una considerable disminución en el consumo, mejorando la etiqueta energética generada desde la categoría G hasta la E (Prototipos 3, 4 y 5) y D (Prototipo 6). Esto último posibilita también visualizar que, mientras mayor sea el número de muros aislantes y menor sea su transmitancia térmica, mejor será la etiqueta resultante.

Al observar los Prototipos 7 y 8, sin embargo, es posible notar que, mediante la utilización de artefactos de calefacción y suministro de agua caliente sanitaria alimentados por fuentes de energía renovables, sin necesidad de realizar una modificación en los paquetes de muros originales, el IPE se disminuye en un 80% en comparación al original, dando como resultado una etiqueta energética de categoría B. De forma análoga, es posible observar que la combinación de muros aislantes y este tipo de artefactos genera un consumo teórico nulo de energía.

### **CONCLUSIONES**

El análisis y discusión de los resultados obtenidos en este trabajo permite determinar que la utilización de artefactos de calefacción y suministro de agua caliente sanitaria alimentados por fuentes de energías renovables presentan un efecto en el consumo energético mucho mayor al que puede obtenerse por la utilización de muros más aislantes. Esto da lugar a comprender que, para el Aplicativo Web desarrollado por el Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas, la utilización de estrategias activas es significativamente mejor que las medidas pasivas en la mejora de la eficiencia energética de hogares.

No obstante, es necesario considerar el efecto que la modificación de los muros de la vivienda presenta en cuanto a la energía necesaria para acondicionarla tanto en invierno como en verano. Una menor transmitancia térmica en los muros conlleva a un menor IPE, lo cual no solo modifica la etiqueta de la vivienda, sino que también aumenta el confort de sus habitantes. Esto se debe a que las temperaturas del exterior tienen una menor influencia en el interior y, una vez que se alcanza la condición interna deseada mediante calefacción o refrigeración, esta se mantiene estable durante mayores períodos de tiempo.

Es necesario, además, considerar dicho efecto de confort especialmente desde la etapa de diseño de la vivienda. En casos donde la utilización de artefactos tradicionales resulta económicamente más rentable que la instalación de termotanques o colectores solares (como ser zonas con acceso a una red de distribución de gas natural); diseñar una vivienda teniendo en cuenta el uso de muros de una baja transmitancia térmica da como resultado un considerable ahorro energético.

Puede también notarse que, a medida que aumenta la cantidad de muros con una menor transmitancia térmica, se incrementa la incidencia de dichas envolventes. Esto se evidencia en los prototipos 3 y 4, en comparación con los prototipos 5 y 6, respectivamente. Es importante destacar que en el último caso se presenta un cambio en la etiqueta de la vivienda, lo cual indica una disminución significativa en el consumo de energía.

En resumen, estas conclusiones resaltan la importancia de considerar tanto estrategias activas como pasivas para mejorar la eficiencia energética. Si bien el uso de fuentes de energía renovable tiene un mayor impacto en el consumo, no se debe subestimar el potencial de los muros más aislantes para reducir la demanda de energía y mejorar el confort térmico en el interior de las viviendas.

# **Incidencia de la utilización de envoltentes térmicamente eficientes en el índice de Prestación Energética (IPE) de viviendas**

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Fernandez, A., Garzón, B. S., & Elsinger, D. (2020). Incidencia de las estrategias pasivas de diseño arquitectónico en la etiqueta de eficiencia energética en Argentina. *Hábitat Sustentable*, 10(1), 56–67. <https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.01.05>

López-Asiain, J., García, M. D. L. N. G., Fernández, C. M., y De Tejada Alonso, A. P. (2020). Influencia de la metodología para la certificación energética de edificios sobre los resultados en el indicador de agua caliente sanitaria. *Revista DYNA*, 95(3), 257-260. <http://dx.doi.org/10.6036/9578>

Ministerio de Economía de la Nación (2023). Procedimiento de cálculo del Índice de Prestaciones Energéticas para calificación y certificación de inmuebles. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/cnea/ieds/eficiencia-energetica/indice-de-prestaciones-energeticas-para-certificacion-de-inmuebles>

Ministerio de Economía de la Nación (2023). Etiquetado de Viviendas. Recuperado de <https://etiquetadoviviendas.mecon.gob.ar/>

Ministerio de Energía y Minería (MINEM) (s.f.). Definición y objetivos. Presidencia de la nación. Recuperado de <https://www.minem.gob.ar/www/835/26087/definicion-y-objetivos>

IRAM 11900 - Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2009). Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envoltente.

IRAM 11900 - Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2017). Prestaciones energéticas en viviendas, Método de cálculo. Segunda edición.

IRAM 11900 - Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2019). Modificación N°1 a la Norma IRAM 11900:2017-12.

## **A completar por Comité Organizador**

**RECEPCIÓN:** 00/00/2023

| **ACEPTACIÓN:** 00/00/2023 |

**RXIIICRETA:**