

VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA METODOLÓGICA DE ALONSO-FRANK & KUCHEN PARA DETERMINAR EL INDICADOR DE NIVEL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL USUARIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN ALTURA, EN SAN JUAN - ARGENTINA

VALIDATION OF ALONSO-FRANK & KUCHEN'S METODOLOGICAL TOOL TO DETERMINE THE ENERGY EFFICIENCY INDICATOR LEVEL FOR A USER OF A RESIDENTIAL BUILDING AT HEIGHT, SAN JUAN - ARGENTINA.

ALCIÓN DE LAS PLÉYADES ALONSO FRANK
Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat - Facultad de
Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD) - Universidad Nacional
de San Juan (UNSJ), San Juan, Argentina
alcion88@hotmail.com

ERNESTO KUCHEN
Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat - Facultad de
Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD) - Universidad Nacional
de San Juan (UNSJ), San Juan, Argentina
ernestokuchen@fau.unsj.edu.ar

RESUMEN

El sector residencial se presenta como el mayor consumidor de energía dentro del sector edilicio. Si bien en los últimos años se han incrementado las normativas/proyectos para establecer estrategias de uso racional y eficiente de la energía, aún se está en proceso. Este trabajo parte de la hipótesis que los usuarios son responsables del consumo energético no previsto durante el uso del edificio. El objetivo es validar una herramienta metodológica que exprese el Nivel de Eficiencia del Usuario (NEU) de un edificio residencial en altura, ubicado en San Juan-Argentina. Para ello, se desarrolla un trabajo de campo mediante encuestas. Se relevan los hábitos que el usuario promedio emplea para satisfacer su condición de confort térmico en período cálido. Los resultados se traducen en una escala gráfica a modo de etiqueta. De la evaluación de los resultados se observa un empleo masivo de estrategias pasivas (no consumen energía) por sobre aquellas de tipo activas, resultando un consumo de 14,6 kWh/m². Persona. En correspondencia, el indicador NEU encontrado es del tipo "bueno", y no tiene correlación con parámetros como edad del individuo, cantidad de personas por departamento o ubicación en altura, por lo que se concluye que es producto del nivel de conciencia sobre el uso racional de la energía (URE).

Palabras clave

confort térmico, nivel de eficiencia del usuario, etiqueta de eficiencia energética para el usuario.

ABSTRACT

The residential sector represents the largest consumer of energy in the building sector. Although in recent years there has been an increase in regulations and projects to establish strategies for the rational and efficient use of energy, this process is still underway. This research is based on the hypothesis that users are responsible for the unforeseen energy consumption during building use. The objective is to validate a methodological tool that expresses the User Efficiency Level (Nivel de Eficiencia del Usuario, NEU) of a high-rise residential building located in San Juan, Argentina. To this end, a survey was carried out in the building. The habits that the average users use to satisfy their thermal comfort in summer were revealed. The values were then shown in the graphic form of a label. The evaluation of results demonstrated the massive use of passive strategies that do not consume energy, instead of active strategies, thereby leading to a low energy consumption of 14.6 kWh/m² Person. Correspondingly, the User Efficiency Level indicator found was valued as "good" and did not correlate with parameters such as user age, number of inhabitants per home or dwelling floor. Therefore, it is concluded that energy efficiency level depends on user awareness of energy consumption.

Keywords

thermal comfort, user efficiency level, energy efficiency label for users

INTRODUCCIÓN

A nivel global, el éxito de las políticas de Eficiencia Energética (EE) tiene como *leitmotiv* el Protocolo de Kioto. La planificación energética se basa en el uso racional de la energía (URE) en todos los sectores, considerando la promoción de tecnologías eficientes, la gestión de políticas inclusivas y de concientización sobre los hábitos de los ciudadanos en el cuidado de la energía (Risuelo, 2010).

América Latina trabaja en la integración de las políticas asociadas al URE con los programas de EE desde la demanda residencial, comercial, industrial y oficial (Briano, Báez y Moya Morales, 2016). Si bien las medidas energéticas sirven de aporte al diseño de la demanda de climatización de edificios, el problema radica en que el proceso de toma de conciencia del ciudadano sigue siendo lento. Además, el único incentivo para el usuario es obtener ahorros económicos en la factura de energía (Ruá y López-Mesa, 2012). La región despliega programas y proyectos que persiguen mejorar la EE del edificio apuntando al bajo impacto del medioambiente y a asegurar la calidad de vida de los usuarios-habitantes. Entre ellos, se destacan los trabajos desarrollados en Brasil (Eletrobras en conjunto con el Ministerio de Minas y Energía), Chile (Instituto de la Construcción, en conjunto con instituciones públicas y privadas, como la AChEE "Agencia Chilena de Eficiencia Energética"), Uruguay (Ministerio de Industria, Energía y Minería) y Argentina (Ministerio de Planificación Pública y Servicios; Ministerio de Energía y Minería, Secretaría de Energía), con la implementación de etiquetados de EE para edificaciones, que consideran desde la localización geográfica, geometría edilicia, condiciones climáticas interiores-exteriores, la tecnología de la envolvente, sistemas para climatización y artefactos que consumen energía en general.

A nivel nacional, se crea en 2007 el "Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía" (PRONUREE), mediante Decreto 140/2007, con el objetivo de instaurar proyectos de EE a corto y largo plazo. Se destaca entonces la necesidad de desarrollar campañas masivas de educación en EE y consumo responsable a toda la población, incorporando fundamentos básicos en la currícula educativa y estableciendo un sistema de etiquetado en EE para equipos que consumen energía. Respecto a viviendas nuevas, se promueve la gestión de un sistema de certificación limitando el consumo máximo de electricidad y calor; y para viviendas en uso, el desarrollo de un sistema de incentivos al ahorro energético basado en premios al consumo "bajo". El sector edilicio cuenta con la norma IRAM 11900 (2009), de etiquetado de EE de calefacción, cuya clasificación se realiza según la transmitancia térmica de la envolvente. La misma es un avance en materia de EE pero debe incorporar la evaluación integral, como por ejemplo, la norma DIN 18599 (2007), precursora de la EnEV (Energie Einsparverordnung). En 2015, se crea la Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico y la

Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética (Decreto PEN N°231/2015), para dar vigencia y continuidad a la serie de medidas adoptadas en 2007.

Aun cuando las políticas sobre EE y URE significan un avance importante, no alcanzan a resolver la problemática descrita de manera integral, puesto que si bien mayores niveles de eficiencia dependen de estrategias aplicadas al edificio, los usuarios-habitantes, que participan decisivamente a través de sus hábitos afectando el consumo de energía en más de un 30% (Alonso-Frank, Kuchen y Alamino-Naranjo, 2015), no son considerados. Esta vacancia conduce al desarrollo de la herramienta metodológica aquí presentada.

En San Juan-Argentina, el consumo energético del sector residencial a nivel nacional es superior al 44%. Ello motiva la pronta validación y aplicación de la herramienta metodológica desarrollada por Alonso-Frank y Kuchen (2016), considerando los usuarios de 1 (un) edificio referente dentro de un grupo de 14 (catorce) edificios residenciales en análisis, situados en el área metropolitana de mayor densidad edilicia de la ciudad de San Juan-Argentina. Un test (encuesta) a los usuarios, en período cálido, permite recolectar información sobre hábitos y estrategias (activas y pasivas) que emplean en sus viviendas para satisfacer la condición de confort. Se calcula el indicador del Nivel de Eficiencia energética del Usuario-habitante (NEU) en relación al uso de la energía. Los valores se transfieren a una etiqueta y se correlacionan con parámetros como edad del usuario, cantidad de personas/departamento y ubicación en altura en el edificio. Se concluye que la herramienta debe incorporarse en la evaluación integral edilicia, pero de manera articulada con otras las etiquetas de calefacción, refrigeración, iluminación, envolvente, ventanas, entre otras.

METODOLOGÍA

Para conocer en qué medida el usuario afecta el funcionamiento energético, se lleva a cabo una encuesta corta en diciembre de 2016, en un total de unidades habitacionales del edificio elegido correspondiente al 99% del nivel de confianza. La encuesta, de dos carillas de extensión, permite conocer las características de sus habitantes, permanencia, tiempo y cantidad de uso de artefactos de consumo, confort y hábitos de consumo en general. En detalle, una de las preguntas se refiere a los hábitos/estrategias que el encuestado emplea en su vivienda: "¿Qué medida emplea, y con qué frecuencia, para controlar la temperatura en esta época del año?" (Tabla 1). A efectos de traducir la subjetividad de la respuesta, se otorga valor numérico equivalente, que va de 1 a 5 puntos, en relación a la frecuencia y posibilidad de uso de cada una de las opciones.

Los hábitos/estrategias pueden ser de tipo pasivas (apertura de ventanas/puertas, control de parasol/cortinas y adaptación de la ropa, refrescamiento personal u otros) y

ESTRATEGIA		FRECUENCIA					
		Siempre	A menudo	Rara vez	Nunca	No es posible	
Pasivas	1	Apertura de ventana	○	○	○	○	○
	2	Apertura de puerta	○	○	○	○	○
	3	Apertura de cortinas	○	○	○	○	○
	4	Apertura de parasol/celosia	○	○	○	○	○
	5	Adaptación de la ropa	○	○	○	○	○
	6	Ducha/Refrescamiento	○	○	○	○	○
	7	Tomar agua, mate, etc.	○	○	○	○	○
	8	Otra: _____	○	○	○	○	○
Activas	9	Uso del aire acondicionado	○	○	○	○	○
	10	Uso del ventilador	○	○	○	○	○
	11	Otro: _____	○	○	○	○	○

Tabla 1. Pregunta sobre hábitos/estrategias por el usuario en su vivienda. Fuente: Elaboración de los autores

FRECUENCIA	ESTRATEGIA TIPO							
	Pasiva (no consume energía)				Activa (consume energía)			
	Significado	Intervalo puntuación	Equivalente numérico	Calif.	Significado	Intervalo puntuación	Equivalente numérico	Calif.
Siempre	Muy eficiente	≥ 4,5 a 5	5	A	Muy poco eficiente	<1,5	1	E
A menudo	Eficiente	≥ 3,5 a <4,5	4	B	Poco eficiente	≥ 1,5 a <2,5	2	D
Rara vez	Término medio	≥ 2,5 a <3,5	3	C	Término medio	≥ 2,5 a <3,5	3	C
Nunca	Poco eficiente	≥ 1,5 a <2,5	2	D	Eficiente	≥ 3,5 a <4,5	4	B
No es posible	Muy poco eficiente	<1,5	1	E	Muy eficiente	≥ 4,5 a 5	5	A

Tabla 2. Escala de 5 puntos con calificación, rangos y equivalentes numéricos de evaluación de la frecuencia y disponibilidad de la estrategia de tipo pasiva y activa. Fuente: Elaboración de Alonso-Frank y Kuchen (2016).

de tipo activas (uso de *split*/aire acondicionado, ventilador u otro).

La Tabla 1 refleja la gran cantidad de acciones pasivas que puede realizar el usuario promedio (estrategias "1" a "8"). Todas ellas presentan la ventaja de no requerir un gasto energético y, por ende, propician el ahorro económico. Se considera que aquel usuario que emplea más estrategias pasivas, está más adaptado al clima local, siendo más eficiente. En oposición, el empleo de las estrategias activas implica un determinado consumo energético y, en consecuencia, la no adaptación al ambiente exterior (ver estrategias "9" a "11" en Tabla 1).

Esta diferenciación da pauta de la necesidad de valorar la estrategia pasiva de modo inversamente proporcional a la activa. La Tabla 2 muestra el equivalente numérico de 1 a 5, correspondiente a cada tipo de estrategia en función de la frecuencia de uso y los intervalos o rangos de puntuación para cada caso. El empleo frecuente de las estrategias pasivas ("Siempre") es correlativo con un no empleo de las estrategias activas ("No es posible"), siendo

esta la situación de eficiencia energética más favorable para el edificio. Los equivalentes numéricos permiten cuantificar cada acción. De manera similar a los sistemas de etiquetado existentes en el mercado, cada rango de equivalente numérico se corresponde con una letra, que va de la "A" (muy eficiente) a la "E" (muy poco eficiente).

Los equivalentes numéricos de la Tabla 2 se ponderan según la abstracción matemática de la Ecuación 1 (ver Alonso-Frank, Kuchen y Alaminó-Naranjo, 2015), dando lugar a la obtención del indicador del Nivel de Eficiencia de Usuario NEU.

$$NEU = \left(\frac{5 \cdot \sum_{i=0}^n vA + 4 \cdot \sum_{i=0}^n vB + 3 \cdot \sum_{i=0}^n vC + 2 \cdot \sum_{i=0}^n vD + 1 \cdot \sum_{i=0}^n vE}{\sum_{i=0}^n vt} \right)$$

Ecuación 1

Donde:

NEU= Nivel de Eficiencia del Usuario
 5, 4, 3, 2, 1= Equivalentes numéricos de la frecuencia de uso de una estrategia (Tabla 2)



Figura 1. San Juan, Argentina. Fuente: Elaboración de los autores.

Figura 2. Caso de estudio. Fachada principal Este. Fuente: Elaboración de los autores.

Figura 3. Caso de estudio. Fachada lateral Norte. Fuente: Construcciones Scop S.A.

vA= suma del total de votos de frecuencia "Siempre" de estrategias pasivas y total de votos de frecuencia "No es posible" de estrategias activas (Tabla 2)

vB= suma del total de votos de frecuencia "A menudo" de estrategias pasivas y total de votos de frecuencia "Nunca" de estrategias activas (Tabla 2)

vC= suma del total de votos de frecuencia "Rara vez" de estrategias pasivas y activas (Tabla 2)

vD= suma del total de votos de frecuencia "Nunca" de estrategias pasivas y total de votos de frecuencia "A menudo" de estrategias activas (Tabla 2)

vE= suma del total de votos de frecuencia "No es posible" de estrategias pasivas y total de votos de frecuencia "Siempre" de estrategias activas (Tabla 2)

vt= Total de votos emitidos

La información del NEU encontrado se contrasta con valores de consumo (EPRE, 2015) y parámetros referidos al usuario y ubicación de las unidades dentro del edificio.

CASO DE ESTUDIO

En este trabajo, se toma un edificio emplazado en la Ciudad de San Juan-Argentina (Figura 1), con clima desértico, concentración estival de precipitaciones (según clasificación de Köeppen), a 630 msnm, Lat. 31,6° S y Long. 68,5° O. La región se encuentra en zona bioambiental IIIA, con clima cálido templado seco, según norma IRAM 11603 (Instituto Argentino de Normalización y Certificación, 1996), con temperatura media anual de 17,2°C, humedad relativa media anual del 53%, radiación solar elevada, amplitudes térmicas diarias y estacionales y vientos predominantes del sud-este.

El sector residencial de análisis se ve afectado por la masa construida de la banda eminentemente urbana (EU) de la ciudad de San Juan, lugar donde se manifiesta la mayor acumulación de calor (isla de calor), propiciando el discomfort higrotérmico de la población. Las construcciones en análisis presentan diversidad, adaptabilidad y flexibilidad de usos y una alta dependencia del clima cálido templado seco. Esto último conduce a un uso generalizado de sistemas de aire acondicionado en verano que, a su vez, incrementa el calor antropogénico de la isla de calor urbana (Kurbán, 2012). Aunque todo ello depende de los usos y costumbres, grado de adaptación al clima, acceso a la tecnología y conciencia energética, entre otros factores.

La planificación y actualización de nuevas construcciones requiere de medición y verificación de nuevos referentes energéticos (ver también Juodis, Jaraminiene y Dudkiewicz, 2009). En este caso, el edificio construido en 1996 (ver Figuras 2 y 3), se sustenta en volúmenes puros, con eje longitudinal predominante Este-Oeste, es decir, fachada de menor exposición con orientación Este. Ello posibilita que el 80% de las unidades habitacionales posean buen nivel de aprovechamiento del asoleamiento y brisas del sector sur y sureste. En total posee 64 unidades distribuidas en planta baja y 10 niveles superiores.

El edificio ostenta muros de e=0,20 m, compuestos por pintura-revoque externo-ladrillón-revoque interno-pintura, sin aislación térmica. El coeficiente de transmitancia térmica (K) es de 2,23 W/m²°C. Los muros internos son de similares características y alcanzan un K=1,86 W/m²°C. El cerramiento superior es de losa de hormigón armado-aislación-cielorraso-pintura con un K=1,29 W/m²°C. Las aberturas poseen vidrio simples de e=4mm y K=5,88

W/m²C y un porcentaje de vidrio del 47%. En cuanto a elementos de protección solar, cuenta con balcones techados de 1,20 m de profundidad sobre orientación Norte. Sobre esta, el 20% de los usuarios incorporan toldos o parasoles con el fin de controlar la incidencia solar. Las ventanas emplazadas al Este poseen cortinas de enrollar.

IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS

El edificio analizado cuenta con el 80% de las unidades habitacionales (50/64) ocupadas al momento de la medición. De la totalidad de departamentos habitados, la base de datos para el análisis se construye con un nivel del 99% de confianza, producto de relevar 40 unidades del total de departamentos habitados.

La Figura 4 muestra la distribución porcentual de hábitos/estrategias de adaptación de los usuarios al ambiente térmico. Se observa que el empleo de apertura de ventanas, adaptación de la ropa, apertura de cortinas, toma de ducha, apertura de puertas e ingesta de líquido (agua), superan el 80%. En oposición, el empleo de uso de aire acondicionado y ventilador alcanzan el 17%.

En base a los datos de frecuencia de las estrategias empleadas, se calcula el NEU según la Ecuación 1 para cada unidad habitacional, lo que da como resultante un NEU=3,44±0,47, que refleja un nivel de eficiencia "medio-bueno". El valor de NEU se traduce sobre la escala grafica descripta en la Tabla 2. Esta escala se muestra a modo de etiqueta en la Figura 5, y va del rojo (bajo nivel de eficiencia) al verde (alto nivel de eficiencia). La flecha indica la calificación NEU obtenida para el usuario promedio. La ponderación del total de NEU de un edificio permite obtener el NEU resultante, dando una idea del nivel de conciencia energética por parte del usuario de dicho edificio.

La Figura 6 exhibe la modelización del indicador NEU traducido a su resultante en color, alcanzado en cada unidad habitacional. En gris, se muestran aquellas que no se relevaron. Se observa que, a excepción de un departamento con valoración "D", las calificaciones oscilan entre "B" y "C", según Tabla 2. De la modelización se aprecia una distribución heterogénea del NEU a lo largo, ancho y alto del edificio analizado, que no es dependiente de orientación o estratificación por pisos. La modelización del edificio se corresponde con el valor NEU=3,44±0,47 resultante, indicando que el nivel de conciencia del usuario es del tipo "medio", en relación al uso de la energía (ver Figura 7).

En la Figura 8 se expone el resultado de los indicadores NEU propios de cada unidad, en función a las edades de cada usuario encuestado. Este ilustra una dispersión con muy baja correlación, que permite estimar que el nivel de eficiencia del usuario no depende del rango etario estudiado. La Figura 9 muestra la independencia del NEU

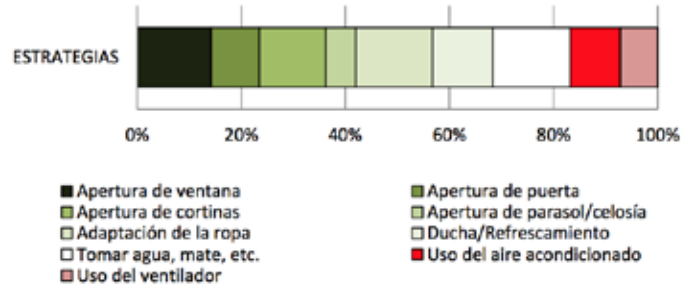


Figura 4. Hábitos de uso de estrategias de adaptación por parte de usuarios del edificio residencial. Fuente: Elaboración de los autores.



Figura 5. NEU – Caso de estudio. Fuente: Elaboración de Alonso-Frank, Kuchen y Alamino-Naranjo (2015).

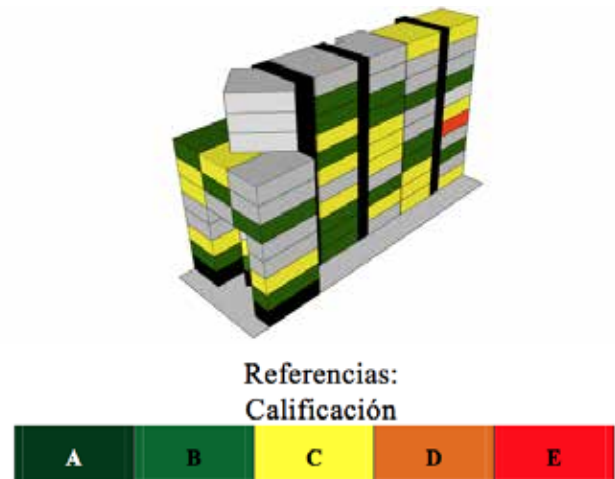


Figura 6. Modelización del NEU de cada unidad habitacional. Fuente: Elaboración de los autores.

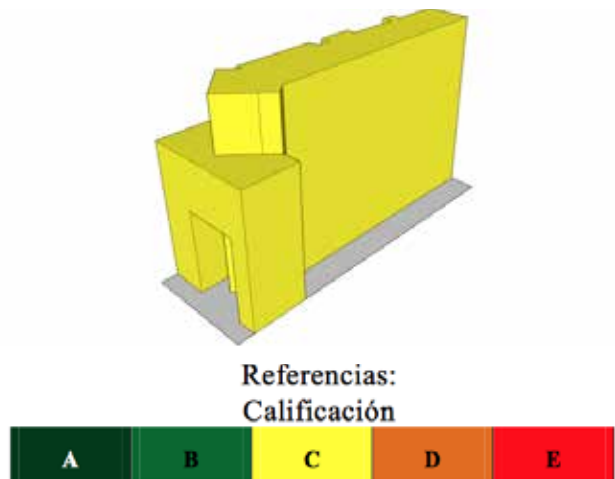


Figura 7. Modelización del NEU edilicio resultante. Fuente: Elaboración de los autores.

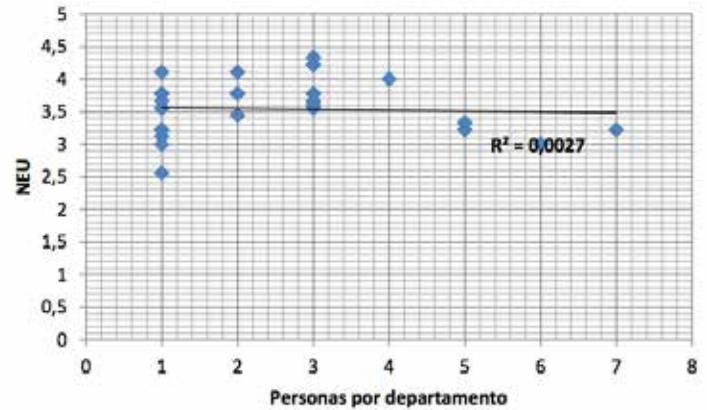
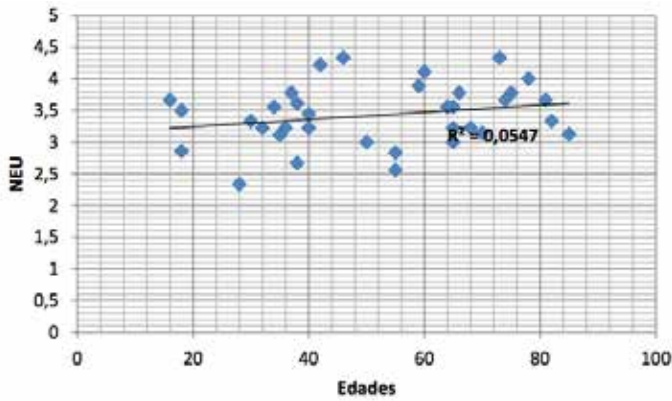


Figura 8. Correlación NEU – edades usuarios (años). Fuente: Elaboración de los autores.

Figura 9. Correlación NEU – Cantidad de personas por departamento. Fuente: Elaboración de los autores.

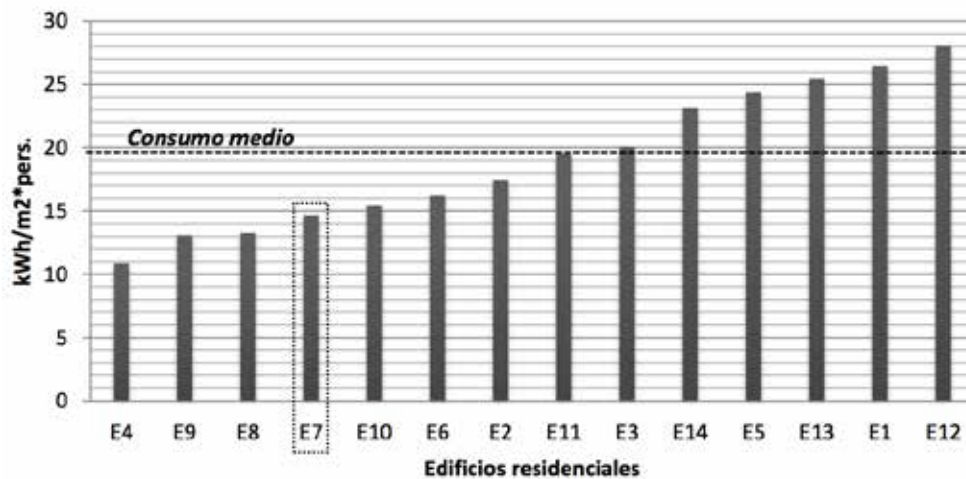


Figura 10. Consumo por superficie por persona de 14 edificios residenciales – San Juan, Argentina. Fuente: Elaboración de los autores.

en relación a la cantidad de usuarios dentro de la unidad habitacional.

La Figura 10 muestra la posición del edificio analizado "E7" en relación a los 14 que se encuentran en análisis. El consumo de energía eléctrica anual del edificio es de 141.977 kWh.a (EPRE, 2015). El indicador de eficiencia energética del edificio considera la relación entre superficie por departamento, cantidad de personas que en el mismo habitan y el consumo anual. La línea promedio de los edificios locales asciende a 19,5 kWh.a/m²*persona. El "E7" alcanza 14,6 kWh.a/m²*persona, ubicándose en cuarto lugar, por debajo de la media según valores de referencia local de edificios residenciales en altura.

CONCLUSIONES

En un contexto de valoración del uso racional de los recursos energéticos, la presente investigación posee un valor fundamental por destacar valores de referencia medidos en kWh.a/m²*persona y por identificar posibles aportes a las estrategias para el URE. La introducción de esta herramienta metodológica comunicacional (indicador-NEU) debe ser considerada al propulsar un cambio de conciencia social ambiental.

Partiendo del importante lugar que ocupa el consumo energético residencial a nivel nacional y provincial, se aplica y valida el indicar de Nivel de Eficiencia del Usuario (NEU) en un caso de estudio representativo de la Ciudad de San Juan. Traducir su valor resultante en una etiqueta permite al usuario la rápida comprensión de su nivel

de eficiencia, conduciendo a un aporte en la toma de conciencia ambiental.

Los resultados develan un NEU=3,44±0,47 en un edificio con un consumo medio bajo de 14,6 kWh.a/m²*persona. El NEU obtenido no tiene correlación con parámetros como ubicación en planta o altura (nivel) del departamento dentro del edificio, tampoco con la cantidad de habitantes y edades, lo cual da pauta para que el NEU sea independiente de dichas variables, aunque sí es representativo del nivel de conciencia del usuario respecto del uso de la energía. Con ese objeto, la segunda etapa del presente estudio contempla la introducción de un "Manual de EE para usuarios de edificios residenciales" a efectos de constatar los beneficios ambientales y económicos resultantes del uso de esta herramienta, cuyos resultados obtenidos se expondrán en próximas publicaciones.

En una tercera fase, se persigue presentar la herramienta ante el Ente Regulador de la Electricidad (EPRE). Ello posibilitará establecer demandas de energía objetivo para edificios residenciales, de manera tal que su regulación e implementación permita, en una primera instancia, que el usuario llegue a obtener una medida concreta del impacto de su consumo energético.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AChEE – Agencia Chilena de Eficiencia Energética [en línea]. [Consultado 17 enero 2017]. Disponible en: <http://www.acee.cl/>

ALONSO-FRANK, Alción; KUCHEN, Ernesto y ALAMINO-NARANJO, Yésica. Developing an energy efficiency assessment tool for buildings according to user behaviour indoors. The 31^o International PLEA Conference Passive Low Energy Architecture: Architecture in (R)Evolution. Bologna, Italia, 2015.

ALONSO-FRANK, Alción y KUCHEN, Ernesto. Desarrollo de una herramienta para validar la influencia del comportamiento del usuario sobre la eficiencia energética en edificios públicos de oficinas. Revista Hábitat Sustentable, 2016, vol. 6, n° 2, pp. 62-69.

BRIANO, José Ignacio; BÁEZ, María Jesús; MOYA MORALES, Rocío. Eficiencia energética en Argentina: Identificación de oportunidades. Dirección de Análisis y Estrategia de Energía (DAEE). Editor CAF, 2016.

DECRETO LEY N° 140. PRONUREE: Programa Nacional de uso racional y eficiente de la energía. Interés y prioridad nacional. Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.). Publicada en el Boletín Oficial del 24-dic-2007. Número: 31309. 2007. p. 4.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (DIN) DIN 18599: Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. Berlin: Beuth, 2007-02.

ELETROBRÁS/PROCEL. Manual para aplicação do RTQ-C [en línea]. Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações-CB3e-UFSC. Versão 4. Abril de 2017. [Consultado 17 enero 2017]. Disponible en: <https://www.eletronbras.com/>

EPRE - ENTE PROVINCIAL REGULADOR ELÉCTRICO. Consumo energético anual [en línea], 2015. [Consultado 20 febrero 2016]. Disponible en: <http://www.epresj.gov.ar>.

JUODIS, Egidijus; JARAMINIENE, Egle y DUDKIEWICZ, Edyta. Inherent variability of heat consumption in residential buildings. Energy and Buildings, 2009, vol. 41, pp. 1188-1194.

KURBÁN, Alejandra. DIMENSIÓN: URBANO-AMBIENTAL. Ambiente Socialmente Construido. Plan de Ordenamiento Territorial para el Área Metropolitana de San Juan PLAM-SJ. Programa de fortalecimiento institucional de la subsecretaría de planificación territorial de la inversión pública. Segundo informe – Mayo 2012.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA. Presidencia de la Nación Argentina. Secretaría de energía y minería. Secretaría de planeamiento estratégico. <https://www.minem.gob.ar/>

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA - República Oriental del Uruguay [en línea]. [Consultado 20 febrero 2017]. Disponible en: <http://www.dne.gub.uy/programas-y-proyectos/eficiencia-energetica>

MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS [en línea]. [Consultado 20 febrero 2017]. Disponible en: <http://cdi.mecon.gov.ar/biblioteca/programas-y-planes-2/ministerio-de-planificacion-federal-inversion-publica-y-servicios/>

NORMA IRAM 11603 - Instituto Argentino de Normalización y Certificación: Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Buenos Aires. Argentina, 1996.

NORMA IRAM 11900 - Instituto Argentino de Normalización y Certificación: Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente, 2009.

RISUELO, Fernando. Certificados de eficiencia energética en edificios. 1era ed. Buenos Aires: FODECO. Resumen Ejecutivo - Área pensamiento estratégico, 2010

RUÁ, M. J. y LÓPEZ-MESA, B. Certificación energética de edificios en España y sus implicaciones económicas. Informes de la Construcción, 2012, vol. 64, n° 527, pp. 307-318.

SECRETARÍA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN (SEN) [en línea]. [Consultado 17 enero 2017]. Disponible en <http://www.energia.gov.ar>

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al MINCyT (Ministerio de Ciencia y la Tecnología de la Nación Argentina), al CONICET (Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Argentina) y a la FAUD-UNSJ (Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad Nacional de San Juan), por el fomento a investigadores vinculados a este trabajo.