



NIVEL DE EFICIENCIA DEL USUARIO (NEU) VS. CONSUMO ELÉCTRICO EN 14 EDIFICIOS RESIDENCIALES EN ALTURA EN SAN JUAN, ARGENTINA.

USER EFFICIENCY LEVEL (UEL) VS. ELECTRICITY CONSUMPTION IN 14 RESIDENTIAL BUILDINGS IN SAN JUAN, ARGENTINA.

ALCIÓN DE LAS PLEYADES ALONSO FRANK
Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHA)
Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño (FAUD)
Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)
San Juan, Argentina
afrank@faud.unsj.edu.ar

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

RESUMEN

El sector edilicio residencial representa el 44% del consumo eléctrico local, siendo el usuario responsable de dicho consumo, sobre todo por el empleo de sistemas que consumen elevada cantidad de energía, como los sistemas de climatización individual. Este trabajo parte de la hipótesis de que su comportamiento, en relación al uso de estrategias de adaptación pasivas o activas para satisfacer su condición de confort, incide en el rendimiento energético edilicio. El objetivo es conocer la correlación entre el Nivel de Eficiencia del Usuario (índice NEU) y el Consumo Energético del edificio. Para ello, se realiza un trabajo de campo en 14 edificios residenciales en altura, ubicados en San Juan, Argentina. En base a encuestas y relevamiento de datos objetivos, se conocen los hábitos que el usuario promedio emplea para satisfacer su condición de confort térmico en período cálido, se calcula el índice NEU y se correlaciona con los datos de consumo energético. En este estudio se encuentra una fuerte correlación ($R=-0,779$) entre comportamiento, concientización y consumo de energía.

Palabras clave

hábitos de uso de la energía, consumo energético, confort, nivel de eficiencia del usuario

ABSTRACT

The residential building sector accounts for 44% of local electricity consumption and is the user responsible for this consumption, especially through the use of energy-intensive systems such as individual air-conditioning systems. This work is based on the hypothesis that their behaviour, in relation to the use of passive or active adaptation strategies to satisfy their condition of comfort, has an impact on building energy efficiency. The objective is to know the correlation between the User Efficiency Level (UEL index) and the Energy Consumption of the building. For this purpose, fieldwork is carried out in 14 residential buildings located in San Juan-Argentina. Based on surveys and objective data collection, the habits that the average user uses to satisfy his or her thermal comfort condition in warm periods are known, the UEL index is calculated and correlated with the energy consumption data. In this study there is a strong correlation ($R=-0,779$) between behavior, awareness and energy consumption.

Keywords

energy usage habits, energy consumption, comfort, user efficiency level

INTRODUCCIÓN

En la evolución del consumo de energía primaria de los últimos cincuenta años, sobresalen el petróleo, el gas y el carbón como dominantes, y, en cuarto lugar, aparece la energía hidroeléctrica, que de manera favorable presenta una tendencia creciente. No obstante, los escenarios energéticos desarrollados por la Agencia Internacional de Energía, AIE, (2016) no arrojan resultados positivos, puesto que se esperan importantes incrementos de consumo en los próximos 50 años, concretamente: 74%, en gas natural; 19%, en carbón; 75%, en nuclear; y hasta por encima del 100%, en otras; por lo que la Eficiencia Energética (EE) en el empleo de artefactos de consumo eléctrico (ACE), iluminación, calefacción y refrigeración, es fundamental.

Los sectores residencial e industrial en Argentina consumen gas de red y energía eléctrica, aunque la participación del primero es considerablemente superior en términos de demanda calórica (Riavitz, Zambon y Giuliani, 2015). Dentro del sector residencial, el gas distribuido por redes, del cual se depende anualmente, representa el 58% y la energía eléctrica (dependencia estacional), el 32% (Secretaría de Energía de Nación, 2017), correspondiéndose con un incremento del equipamiento en el hogar (equipos de aire acondicionado, microondas, hornos eléctricos, computadoras, teléfonos celulares, entre otros). Se destaca que en el período 1993-2014 la demanda de electricidad por usuario aumenta en un 71,6% y la de gas natural, sólo un 3,7% (Chévez, 2017). De ello se desprende la importancia de trabajar en estrategias de disminución del consumo de energía eléctrica sustentada en el uso racional y eficiente de la energía (URE) por parte de los habitantes. A partir de los escenarios elaborados¹, se obtiene que el ahorro de potencial y mejora de EE se sustenta en tres medidas: en energía eléctrica (hasta un 15%), en gas natural (2,3%) y en transporte (10,6%). Se estima, asimismo, que para abastecer dicha demanda eléctrica resultará necesario instalar entre 24 y 17 GW de generación y la mitad debiera ser renovable. Las políticas de ahorro y EE propuestas conducen a una reducción del consumo de energía final de 5,9% para el año 2025.

A nivel local, en San Juan, el aprovechamiento del potencial orográfico y topográfico se encuentra en pleno auge de desarrollo y constituye el mayor avance en materia de reducción de emisiones equivalentes. A través de la ubicación estratégica de diques para la generación hidroeléctrica y la instalación de plantas solares fotovoltaicas, conduce en los últimos años a la obtención de energía eléctrica de origen renovable en un alto porcentaje (Alonso Frank y Kuchen, 2016). En lo que respecta a energía eléctrica, San Juan se distingue por

ser una Provincia modelo, ya que el 90% de la energía producida proviene de fuentes renovables (SEN, 2017). En cuanto a la energía consumida por sector, resalta la presencia del residencial (44%), seguida por el industrial (36%). Y en relación a los escenarios energéticos, se persigue aquí el Uso Racional de la Energía (URE).

Los programas nacionales para el URE tienen por objeto la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales de los ciudadanos (Risuelo, 2010). La obtención de edificios con elevado nivel de EE genera un bajo impacto al medioambiente a la vez que asegura el confort de los habitantes (EnBop, 2008). Para ello, se parte de una serie de consideraciones iniciales, como la localización geográfica y geometría edilicia, condiciones climáticas interiores-exteriores, materiales y técnicas de construcción empleados, instalaciones de climatización, artefactos de consumo, hábitos de URE, entre otros.

En 1979, la creación de la Dirección Nacional de Conservación de Energía, de la Secretaría de Energía de Nación (SEN), en Argentina, representa un punto de partida que evoluciona muy brevemente. Factores como abundancia de recursos, alto costo de extracción y transporte de energía, bajo precio de energía final, consumo indiscriminado y otorgamiento de subsidios sin seguimiento, se traducen en escaso financiamientos a proyectos de EE y deficiente educación ambiental de la sociedad.

En lo que concierne al precio de la energía eléctrica, se observan grandes variaciones a nivel internacional (Tabla 1), a diferencia de los combustibles fósiles cuyos valores comerciales en los mercados mundiales son comparativamente similares (Statistics Explained, 2017).

Sin considerar el costo de extracción, transformación y traslado de energía, la Tabla 1 muestra que, en 2017, el precio en Argentina representa un 16% del precio en Dinamarca, como así una de las tarifas más bajas de entre los países latinoamericanos, siendo que desde 2015, con el cambio de Gobierno argentino a la fecha, el precio ascendió en factor 3.

En este contexto, se vuelve altamente trascendente promover un equilibrio entre conductas y uso racional de los recursos. Con ese fin, se requiere trabajar en el concepto de educación ambiental y participación ciudadana. En este trabajo se desarrolla, consecuentemente, una metodología de abordaje para la obtención de la información y se procede a un análisis estadístico exhaustivo para la construcción de información de calidad.

[1] La Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico desarrolla en Diciembre de 2016 el informe denominado "Escenarios Energéticos 2025".

País del mundo	Precio (USD/kWh)	País de Latinoamérica	Precio (USD/kWh)
Dinamarca	0,358	Uruguay	0,296
Alemania	0,345	Chile	0,158
Bélgica	0,318	Brasil	0,121
Japón	0,307	Bolivia	0,075
España	0,265	Argentina	0,058

Tabla 1. Tarifas de energía eléctrica para uso residencial (2017). Fuente: Elaboración de los autores en base a datos de Eurostat, Banco Mundial, OCDE, CEPAL, 2017.

EDUCACIÓN ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO.

La educación energética hace referencia al desarrollo de un sistema de conocimientos, procedimientos, habilidades, comportamientos, actitudes y valores en relación con el uso adecuado de las formas de energía, su generación y su gestión, lo que implica que la misma debe orientarse hacia una formación epistemológica que incluya los adelantos tecnológicos, financieros y sociales que hacen que el habitante sea parte activa de los modelos energéticos (Gallego y Castro, 2014). El cambio de actitud conduce a cambios de hábitos, que proporcionan a la conducta, una estabilidad y régimen que hace posible que uno se encuentre más cómodo en esa nueva situación que ha adquirido (Pupo y Pérez, 2005).

Mediante la presente investigación se propone realizar un aporte en este aspecto. Se persigue comunicar sobre el URE, *in situ*, a un grupo de personas que habitan en edificios residenciales en altura y demostrar que el habitante es responsable en gran medida de la eficiencia/ineficiencia energética edilicia, independientemente de las características físicas del mismo (Alonso Frank y Kuchen, 2017a).

METODOLOGÍA

Para conocer la forma de consumo de energía eléctrica de los habitantes de edificios residenciales en altura y establecer su correlación con su nivel de conocimiento del URE, se emplea una metodología cuasi-experimental, definida por Campbell y Stanley (1966) y luego ampliada por Cook y Campbell (1979), la cual utiliza una muestra distinta de sujetos para cada uno de los niveles (Gambara, 2002; Meltzoff, 2000), esto es, se trabaja por diferenciación entre grupos (denominada investigación cuasi-experimental de tipo *Pre-Post*) (Montero y León, 2002; Trochim, 2006). Ello, a efectos de hacer una comparativa de diferentes comportamientos, entre aquel grupo de habitantes que, mediante una intervención, son informados acerca de estrategias de URE y los que no lo son.

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Mediante un trabajo de campo se procede a un estudio y análisis de los consumos de energía eléctrica de las unidades habitacionales mediante datos provistos por el Ente Provincial Regulador Eléctrico (EPRE). Posteriormente, se divide a la muestra en dos grupos de manera casual con el objetivo de no tener, *a priori*, control de las variables y, por tanto, dar fiabilidad y confianza sobre los estudios mencionados (Hernández, Fernández y Baptista, 2006). En cada uno de los departamentos seleccionados del Grupo 2, se convoca a reuniones informativas acerca de la importancia del URE en el hogar: las implicancias ambientales y económicas del elevado consumo energético. Después, se realizan encuentros en cada departamento para reforzar la temática planteada y responder inquietudes, generando de esta manera un "ida y vuelta" de los conocimientos adquiridos. Se busca, en este sentido, que el ciudadano sea activo en su propio cambio y se espera inducir a un cambio de actitud frente al uso de la energía, que conduzca a cambios de hábitos en el tiempo, con el propósito de que adquiera un comportamiento que esté en armonía con el medioambiente (Alfaro, 1993). En la última visita se entrega un folleto informativo tamaño A4 (y dos imanes) que, además de los tradicionales "tips de ahorro energético", posee información sobre el etiquetado, recomendaciones de hábitos para permanecer confortable en verano, datos de la matriz energética provincial, indica cómo se lee el consumo propio en relación a los últimos registros de la boleta de energía eléctrica local y brinda un dato de contacto para seguir comunicados ante cualquier inquietud (Figura 1). Este proceso se realiza entre agosto y octubre del año 2016.

Subsiguientemente, a ambos grupos se les realiza una encuesta de dos carillas, de modo de conocer las características del uso de los ACE por parte del habitante, como así también, las estrategias que el mismo emplea para satisfacer su confort térmico interior. Dichas estrategias pueden ser del tipo activas (que implican un consumo de energía adicional) o pasivas (sin consumo energético). La pregunta que las permite conocer dice: "¿Qué medida emplea, y con qué frecuencia, para controlar la temperatura en esta época del año?" (Tabla 2). Las expresiones idiomáticas locales para indicar frecuencias de uso,

QUÉ PUEDO HACER PARA SER EFICIENTE EN MI HOGAR?

1 Etiquetado de Eficiencia

Si elijo A

Ahorro el 45%

Más eficiente
A
B
C
D
E
F
G
Menos eficiente

Usamos nuestra energía de manera inteligente

2 Cambio de hábitos en verano

- 1° Apago el aire acondicionado de 21 a 09 hs
- 2° Tomo una ducha de 5 minutos
- 3° Ventilo la vivienda de 21 a 09 hs
- 4° Protejo del sol de 09 a 19 hs

Muy eficiente

Cuanto menos energía consumo, más sustentable soy

Aprovechemos la luz natural

24°C
Cada grado extra nos representa un 8% más de energía

Descongelemos periódicamente

Máx.
Si lavamos con agua fría ahorramos un 75% de energía

Desenchufemos si interponemos con otras tareas

Sin "modo de espera" ahorramos un 70% de energía.

AHORRA PUEDO RECUPERAR DINERO PERDIDO!!

Conociendo mi Factura de Energía Eléctrica

Registro de últimos 7 consumos (por bimestre)

Consumo eléctrico de la Provincia de SAN JUAN
Fuente: Secretaría de Energía de la Nación

¿Quiero saber más?

afrank@faud.unsj.edu.ar
 (264) 4232395/3259 Interno: 324 – Arq. Alonso
 Av. Ignacio de la Roza 590 (O) – Rivadavia – San Juan

● RESIDENCIAL
● INDUSTRIAL
● RIEGO
● OTROS

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat | Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño | Universidad Nacional de San Juan

QUÉ PUEDO HACER PARA SER EFICIENTE EN MI HOGAR?

- 1° Apago el aire acondicionado de 21 a 09 hs
- 2° Tomo una ducha de 5 minutos
- 3° Ventilo la vivienda de 21 a 09 hs
- 4° Protejo del sol de 09 a 19 hs

Muy eficiente

Cuanto menos energía consumo, más sustentable soy

EN VERANO PUEDO RECUPERAR DINERO

24°C
Cada grado extra nos representa un 8% más de energía

Sin "modo de espera" ahorramos un 70% de energía.

24°C
Cada grado extra nos representa un 8% más de energía

Máx.
Si lavamos con agua fría ahorramos un 75% de energía

Figura 1. Folleto e imanes entregados a los habitantes de los edificios que integran el Grupo 2.
 Fuente: Elaboración de los autores

ESTRATEGIA			FRECUENCIA				
			Siempre	Amenudo	Rara vez	Nunca	No es posible
PASIVAS	1	Apertura de ventana	<input type="radio"/>				
	2	Apertura de puerta	<input type="radio"/>				
	3	Apertura de cortinas	<input type="radio"/>				
	4	Apertura de parasol/celosía	<input type="radio"/>				
	5	Adaptación de la ropa	<input type="radio"/>				
	6	Ducha/Refrescamiento	<input type="radio"/>				
	7	Tomar agua u otro	<input type="radio"/>				
	8	Otra: _____	<input type="radio"/>				
ACTIVAS	9	Uso del aire acondicionado	<input type="radio"/>				
	10	Uso del ventilador	<input type="radio"/>				
	11	Otro: _____	<input type="radio"/>				

Tabla 2. Pregunta sobre hábitos de empleo de estrategias por el habitante en su vivienda.

Fuente: Elaboración de los autores a partir de Kuchen (2008); Alonso Frank y Kuchen (2016; 2017a).

establecidas para cada tipo de estrategia son: “siempre”, “a menudo”, “rara vez”, “nunca” y “no es posible” (Kuchen, 2008). En aras de traducir la subjetividad de la respuesta, se otorga un 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 (Alonso Frank y Kuchen, 2017a).

La encuesta es una técnica mediante la cual se puede obtener la información necesaria que posibilite determinar el índice “NEU” propuesto por Alonso Frank y Kuchen (2017a). Además, en el caso del Grupo 2, la encuesta (y su consecuente consumo energético en dicho período) permite precisar si el habitante ha desarrollado/aplicado efectivamente los conocimientos adquiridos y, por consiguiente, ha aumentado la eficiencia del mismo.

La encuesta se efectúa entre diciembre de 2016 y marzo de 2017. Se fundamenta su realización en verano dadas las elevadas temperaturas de esta estación, la más crítica de la provincia. Esto es por el sobre-elevado consumo de energía eléctrica para uso de refrigeración (Kurbán, 2012) que, a su vez, conlleva en los últimos años a numerosos cortes de suministro de energía por sobrecarga en el sistema (Villarreal y Bustos, 2014).

CASOS DE ESTUDIO

Como área de estudio se toma a la Ciudad de San Juan (Argentina), altitud de 630 metros sobre el nivel del mar, latitud 31,6° Sur y longitud 68,5° Oeste. Su clima es desértico, con concentración estival de precipitaciones, según la clasificación de Köeppen, y de tipo templado

cálido seco, según la NORMA IRAM 11603 (1996). San Juan integra la diagonal árida sudamericana. En su extensión, San Juan posee uno de los climas más rigurosos, producto de su índice de continentalidad (40,5), índice hídrico (-53,8), índice de aridez (0,102), porcentaje de heliofanía relativa (71,8%), elevada radiación solar (promedio anual 456,3 cal.cm⁻².día⁻¹), temperatura promedio máxima anual (26,2°C), temperatura mínima anual (10,2°C) y precipitación anual (96 mm) (Kurbán, 2016). Posee, asimismo, veranos calurosos con aire comparativamente deshidratado y viento predominante del sector sudeste con ráfagas intensas del viento local “Zonda” (Kurbán y Cúnsulo, 2017).

La definición del tipo y tamaño de la muestra se realiza a efectos de disponer de una cantidad significativa para el análisis. El área de intervención considera las manzanas que a nivel urbano poseen las mayores cargas térmicas, de las cuales se seleccionan aquellas inmediatas a la plaza central de la ciudad (Figura 2). En las mismas se encuentran catorce edificios residenciales en altura, construidos entre la década del 60 y 90.

El tamaño de la muestra de 196 departamentos distribuidos en los catorce edificios seleccionados (Figura 3), se toma conforme al alcance de nivel de confianza de los resultados del 99%. Los mismos son de construcción tradicional, con muros de ladrillón y en algunos casos con ladrillo hueco de 16 celdas, revoque, pintura y losas macizas. El coeficiente de transmitancia térmica (K) promedio en muros es de 2,2±0,63 W/m²°C y en el cerramiento superior, de 1,3±0,5 W/m²°C. Las aberturas poseen en su mayoría vidriado simple de e=4mm, K=5,8 W/m²°C (Norma IRAM 11605).



Figura 2. Delimitación intra-anillo de la ciudad de San Juan. En rojo se demarca el área de análisis; en amarillo se indican los casos de estudio.
 Fuente: Alonso Frank y Kuchen (2017b:07).



Figura 3. Casos de estudio. La numeración se corresponde con la indicada en la Figura 2.
 Fuente: Alonso Frank y Kuchen (2017b:07).

CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

El Grupo 1 presenta una media del año de construcción de 1984 (Desviación estándar = 17 años; mediana del año 1992), 4 niveles (Desviación estándar = 2,5 niveles; mediana de 4 niveles), 87,36m² (Desviación estándar = 35,38m²; mediana de 85m²), 2 habitantes por unidad habitacional (Desviación estándar = 1 habitante; mediana de 2 habitantes), antigüedad de residencia en la vivienda de 7 años (Desviación estándar = 8,10 años; mediana de 4 años) y permanencia diaria media de 8 a 16 horas, en un 60,34% de los casos, y mayor a 16 horas, en un 37,93%. El 41,07% de las unidades habitacionales encuestadas posee orientación específica Norte-Sur y un 14,29% posee orientación Este-Oeste, entre otras.

El Grupo 2 presenta una media del año de construcción de 1971 (Desviación estándar = 14 años; mediana del año 1967), 4 niveles (Desviación estándar = 2,7 niveles; mediana de 4 niveles), 100,36m² (Desviación estándar = 21,84m²; mediana de 100m²), 2 habitantes por unidad habitacional (Desviación estándar = 1 habitante; mediana de 2 habitantes), antigüedad de residencia en la vivienda de 10,27 años (Desviación estándar = 12,50 años; mediana de 5,50 años) y permanencia diaria media de 8 a 16 horas, en un 70,11% de los casos, y mayor a 16 horas, en un 26,44%. El 43,68% de las unidades habitacionales encuestadas posee orientación específica Norte-Sur y un 16,09% posee orientación Este-Oeste, entre otras.

De esta manera, se determina que ambos grupos son estadísticamente comparables entre sí.

ESTADO DEL USO DE ACE

Del relevamiento llevado a cabo, se obtiene que el 100% de los habitantes posee artefactos de consumo eléctrico (ACE) destinados a cubrir las demandas básicas de alimentación (heladera) e higiene (lavarropas) y que, en relación a las demandas térmicas, el 96% de las unidades habitacionales está dotada de algún tipo de aire acondicionado (AA) y sólo el 65% posee ventilador. Ello es indicativo de que este último no es suficiente para cubrir dicha demanda, o bien, no se tiene o se ha perdido el hábito de su uso (Figura 4).

En la Figura 4, que muestra los consumos parciales [kWh/mes] de todos los ACE, se observa que del consumo medio, el 61% corresponde a AA, el 2% a ventilador y el 14% a heladera, entre otros.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para obtener enunciados precisos de la extensa información recolectada en los 14 edificios residenciales en altura, los datos se analizan con el software estadístico SPSS.

Nivel de Eficiencia del Usuario – NEU.

Se calcula, para cada grupo, el NEU desarrollado por

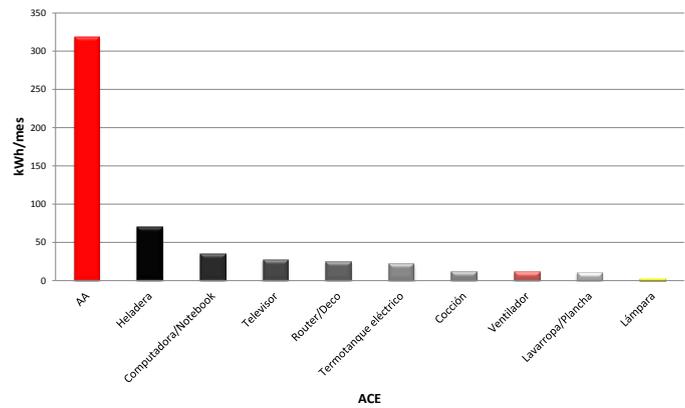


Figura 4. Consumo promedio por ACE en los casos de estudio. Fuente: Elaboración de los autores en base a Alonso Frank; Kuchen, 2017b.

Nivel de eficiencia	Intervalo de puntuación
A	≥ 4,429 a ≤5,000
B	≥ 3,857 a <4,429
C	≥ 3,286 a <3,857
D	≥ 2,714 a <3,286
E	≥ 2,143 a <2,714
F	≥ 1,571 a <2,143
G	≥ 1,000 a <1,571

Tabla 3. Calificación del NEU en función del intervalo de puntuación. Fuente: Elaboración de los autores en base a Alonso Frank y Kuchen (2016) y Alonso Frank y Kuchen (2017a).

Alonso Frank y Kuchen (2016) y Alonso Frank y Kuchen (2017a), adaptado a 7 categorías de EE (Tabla 3).

El Grupo 1 posee una media de 2,80 (Calificación=D) (Desviación estándar=0,79; mediana de 2,66 (Calificación=E)), mientras que el Grupo 2 posee una media de 3,12 (Calificación=D) (Desviación estándar = 0,90; mediana de 3,14 (Calificación=D)).

La Tabla 4 expone la comparativa por percentiles de los NEU obtenidos. En el Grupo 1, el 20% de los habitantes encuestados posee una calificación F o menor; el 60%, una calificación D o menor; y el 80%, una calificación C o menor. En cambio, en el Grupo 2, el 40% de los habitantes encuestados posee una calificación E o menor; el 70%, una calificación C o menor; y el 90%, una calificación B o menor.

El análisis por percentiles revela que todas las puntuaciones del Grupo 2 son superiores a las del Grupo 1, tomando el Grupo 2 una mínima calificación de "E" y una máxima de "A".

Puntuación	Grupo 1		Grupo 2		
	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	
Percentiles	10	1,87	F	1,93	E
	20	2,10	F	2,19	E
	30	2,18	E	2,29	E
	40	2,34	E	2,62	E
	50	2,67	E	3,14	D
	60	3,15	D	3,48	C
	70	3,38	C	3,73	C
	80	3,61	C	4,07	B
	90	4,00	B	4,28	B
	100	4,34	B	4,90	A

Tabla 4. Distribución por percentiles del NEU, por unidad habitacional y por grupo. Fuente: Elaboración de los autores.

Percentiles	Consumo medio (kWh/mes)		
		Grupo 1	Grupo 2
10	177,99	153,22	
20	212,01	197,42	
30	287,58	242,08	
40	343,70	311,77	
50	422,33	389,48	
60	516,85	441,61	
70	621,71	531,69	
80	712,70	670,49	
90	1032,80	996,01	
100	1445,00	1775,39	

Tabla 5. Distribución por percentiles del consumo eléctrico en período cálido (kWh/mes), por unidad habitacional y por grupo. Fuente: Elaboración de los autores.

Percentiles	Consumo medio (kWh/mes)		
		Grupo 1	Grupo 2
10	41,46	20,52	
20	71,06	55,80	
30	111,41	83,52	
40	184,35	122,17	
50	238,38	195,00	
60	298,64	272,76	
70	392,52	348,72	
80	495,72	468,03	
90	643,71	729,07	
100	1278,90	1474,56	

Tabla 6. Distribución por percentiles del consumo eléctrico de climatización en período cálido (kWh/mes), por unidad habitacional y por grupo. Fuente: Elaboración de los autores.

Percentiles	Consumo medio (kWh/mes)		
		Grupo 1	Grupo 2
10	94,83	105,92	
20	107,77	115,28	
30	120,27	121,69	
40	137,05	132,38	
50	151,18	143,36	
60	177,14	152,88	
70	201,49	165,61	
80	255,10	231,02	
90	365,41	304,76	
100	796,95	780,80	

Tabla 7. Distribución por percentiles del consumo eléctrico de otros ACE en período cálido (kWh/mes), por unidad habitacional y por grupo. Fuente: Elaboración de los autores.

CONSUMOS ELÉCTRICOS EN PERÍODO CÁLIDO, POR GRUPO.

CONSUMO TOTAL POR EDIFICIO EN PERÍODO CÁLIDO

El Grupo 1 presenta una media de 510,64 kWh/mes (Desviación estándar = 337,45 kWh/mes; mediana de 422,33 kWh/mes), mientras que el Grupo 2, una media de 474,54 kWh/mes (Desviación estándar = 352,36 kWh/mes; mediana de 389,48 kWh/mes). La Tabla 5 exhibe la comparativa por percentiles de los consumos registrados. Se evidencia así que el Grupo 2 consume menos energía eléctrica, hasta el 90%.

CONSUMO DE CLIMATIZACIÓN POR EDIFICIO EN PERÍODO CÁLIDO

El Grupo 1 presenta una media de 311,22 kWh/mes (Desviación estándar = 285,75 kWh/mes; mediana de 238,38 kWh/mes); en cambio, el Grupo 2 presenta una media de 292,44 kWh/mes (Desviación estándar = 313,07 kWh/mes; mediana de 195,00 kWh/mes).

La Tabla 6 grafica la comparativa por percentiles de los consumos registrados e indica, en concreto, que, hasta el 80%, el Grupo 2 consume menos energía eléctrica en climatización.

CONSUMO DE OTROS ACE EN PERÍODO CÁLIDO (SIN CONSIDERAR LA CLIMATIZACIÓN).

El Grupo 1 manifiesta una media de 199,41 kWh/mes (Desviación estándar = 144,46 kWh/mes; mediana de 151,18 kWh/mes); en cambio, el Grupo 2, una de 182,09 kWh/mes (Desviación estándar = 125,17 kWh/mes; mediana de 143,36).

La Tabla 7 expone la comparativa por percentiles de los consumos registrados. Se advierte allí que el Grupo 2, desde el 30% hasta el 100%, consume menos energía eléctrica en otros ACE.

CORRELACIONES CON LOS CONSUMOS TOTALES REGISTRADOS.

NEU.

Para el caso del Grupo 1, se obtiene una correlación de Pearson de $R=-0,757$, esto es, una correlación significativa en el nivel 0,01 (2 colas), con un $R^2=0,573$ (significación bilateral $<0,0001$); mientras que para el Grupo 2, se obtiene una correlación de Pearson de $R=-0,779$, es decir, una correlación significativa en el nivel 0,01 (2 colas), con un $R^2=0,607$ (significación bilateral $<0,0001$) (Figura 5).

Se observa que, a medida que aumenta el NEU, disminuye el consumo y que, a medida que aumentan los niveles de consumo, disminuye el NEU. Ello demuestra que el consumo resultante guarda una correlación significativa con los hábitos del usuario en ambos Grupos.

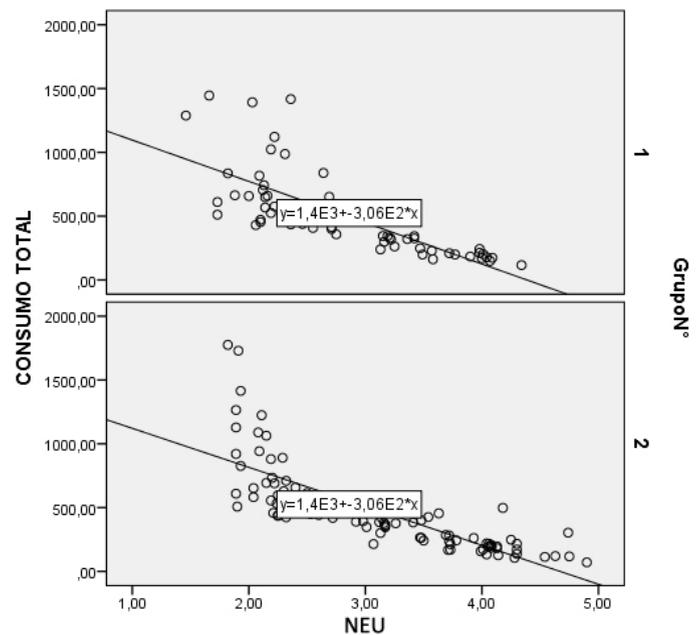


Figura 5. Correlación NEU – Consumo de energía eléctrica total en período cálido, por grupo. Fuente: Elaboración de los autores.

CORRELACIÓN CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL PERIODO CÁLIDO – CONSUMO ELÉCTRICO DE CLIMATIZACIÓN PERIODO CÁLIDO Y CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL – CONSUMO ELÉCTRICO DE OTROS ACE.

En relación al estudio de la correlación entre consumo eléctrico total periodo cálido – consumo eléctrico de climatización periodo cálido, resulta, para el Grupo 1, una correlación de Pearson de $R=0,906$, con un $R^2=0,820$, esto es, una correlación significativa en el nivel 0,01 (2 colas) (significación bilateral $<0,0001$). Mientras, para el Grupo 2, se obtiene una correlación de Pearson de $R=0,936$, con un $R^2=0,876$, o sea, una correlación significativa en el nivel 0,01 (2 colas) (significación bilateral $<0,0001$) (Figura 8). Se evidencia que, a medida que aumenta el consumo de climatización, aumenta también el consumo total, de manera que este último está supeditado al consumo de climatización. Ello guarda relación con lo detallado en la Figura 6.

Respecto al estudio de la correlación entre consumo eléctrico total periodo cálido – consumo eléctrico de otros ACE, se calcula, para el Grupo 1, una correlación de Pearson de $R=0,545$, con un $R^2=0,297$, es decir, una correlación significativa en el nivel 0,01 (2 colas) (significación bilateral $<0,0001$). Para el Grupo 2, resulta una correlación de Pearson de $R=0,474$, con un $R^2=0,225$, lo que representa una correlación significativa en el nivel 0,01 (2 colas) (significación bilateral $<0,0001$) (Figura 7). Si bien se aprecia una mayor dispersión de los datos, se tiende a un aumento de consumo de otros ACE, a medida que aumenta el consumo total.

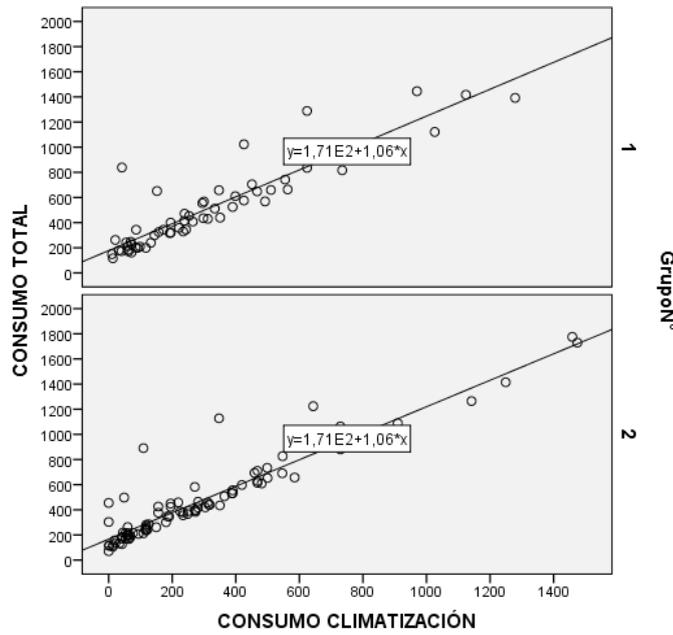


Figura 6. Correlación consumo eléctrico total - consumo eléctrico climatización, por unidad habitacional y por grupo.
 Fuente: Elaboración de los autores.

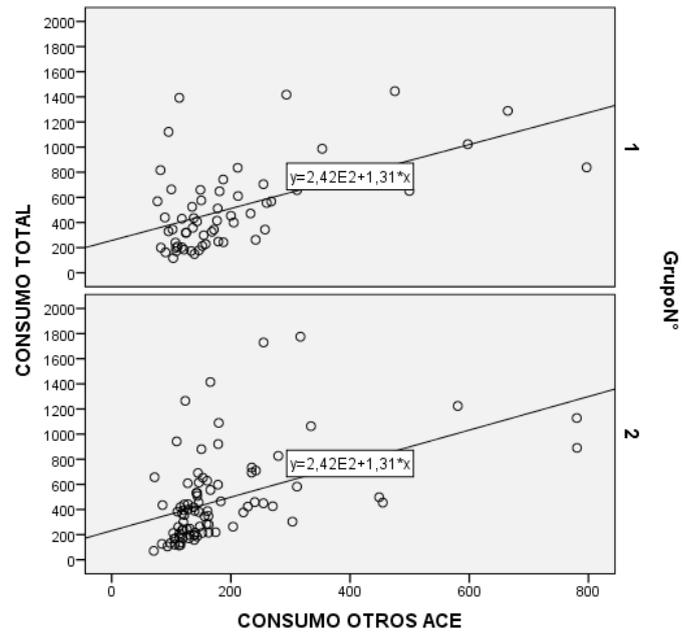


Figura 7. Correlación consumo eléctrico total - consumo eléctrico de otros ACE, por unidad habitacional y por grupo.
 Fuente: Elaboración de los autores.

VARIACIONES DE CONSUMOS POST-INTERVENCIÓN.

A partir de los datos provistos por el EPRE (2017), se efectúa un análisis de las variaciones de consumos de los últimos cuatro años (Figura 8). Consecuentemente, se advierte, para el Grupo 1, un constante aumento del consumo medio en el período de estudio; mientras que para el Grupo 2, un importante decrecimiento en el verano 2017, lo cual guarda correlación con la hipótesis de que el comportamiento del usuario, en relación a las estrategias (pasivas y/o activas) que emplea para satisfacer su condición de confort, incide en el rendimiento energético y que su nivel de conocimiento sobre el URE influye también en los hábitos del mismo.

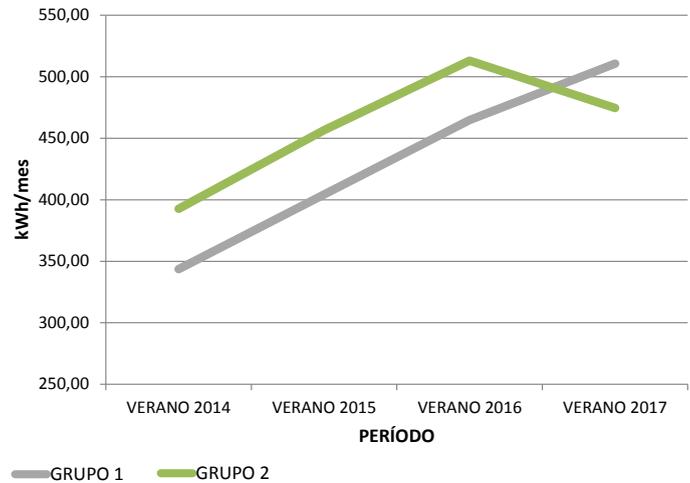


Figura 8. Variaciones de consumos de energía eléctrica por grupo. Período 2014-2017.
 Fuente: Elaboración los autores en base a EPRE (2017).

CONCLUSIONES

Los casos aquí estudiados exhiben una fuerte correlación estadística entre el NEU y el Consumo Eléctrico. En tal sentido, destaca que el consumo medio, en período cálido, de los edificios del "Grupo no informado" (Grupo 1) aumenta progresivamente, mientras que en el "Grupo informado" (Grupo 2) presenta una notable disminución, luego de la intervención. La significancia estadística es en todos los casos inferior a 0,001, motivo por el que se hace patente que las conclusiones descriptas son representativas por contar con un nivel de confianza de los datos superior al 99,9%. De esta manera, el trabajo expone que, independientemente de las características físicas de los edificios, los niveles de consumo dependen del nivel de conocimiento de estrategias URE que poseen

los habitantes. Ello conlleva a la necesidad de considerar efectivamente el comportamiento de los habitantes como un punto clave para la reducción del consumo energético edilicio y consiguiente aumento de la EE resultante. Estos avances serán presentados a la Secretaría de Estado del Gobierno local, para su implementación. El presente estudio representa un aporte a la sustentabilidad del hábitat, en tanto la aplicación de la herramienta metodológica conduce a un uso responsable de los recursos energéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA-AIE [en línea]. Disponible en: <https://www.iea.org/>

ALFARO, Rosa María. *Una comunicación para otro desarrollo: para el diálogo entre el norte y el sur*. Lima: Calandria, 1993.

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. 63-69.

ALONSO FRANK, Alción y KUCHEN, Ernesto. 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. *Revista Hábitat Sustentable*, 2017a, vol. 7, n° 1, pp. 6-13.

ALONSO FRANK, Alción y KUCHEN, Ernesto. Estado del uso de artefactos de consumo de energía eléctrica en período cálido en edificios residenciales en altura en la Ciudad de San Juan - Argentina. En: *Acta de la XL Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente*, 2017b, vol. 5, pp. 07.13-07.20, 2017.

CAMPBELL, Donald y STANLEY, Julian. *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago, IL: Rand McNally, 1966. (Traducción española: Amorrortu, Buenos Aires, 1973).

CHÉVEZ, Pedro. *Construcción de escenarios urbano-energéticos a partir de la implementación de estrategias de eficiencia energética y energías renovables en el sector residencial*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Exactas Doctorado en Ciencias - Área Energías Renovables, 2017.

COOK, Thomas y CAMPBELL, Donald. *Quasi-experimentation. Design and analysis issues for field settings*. Chicago, IL: Rand McNally, 1979.

ENBOP. Energie Betriebsoptimierung [en línea], 2008. Disponible en: <http://www.enob.info>

ENTE PROVINCIAL REGULADOR ELÉCTRICO - EPRE. *Consumo energético anual 2015-2017*. 2017.

GALLEGO TORRES, Adriana y CASTRO MONTAÑA, John. Sobre el rol innovador de la educación energética para la investigación en ingeniería. *Ingeniería*, 2014, vol. 19, n° 2, pp. 147-163.

GAMBARA, Hilda. *Métodos de Investigación en psicología y Educación. Cuaderno de prácticas*. Madrid: Ed. McGraw-Hill, 2002.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. *Metodología de la Investigación*. México: Ed. McGraw-Hill, 1991.

KUCHEN, Ernesto. *Spot-Monitoring zum thermischen Komfort in Bürogebäuden*. Tesis de doctorado. Der Andere Verlag, S. 203, Tönning, Deutschland, 2008.

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.

KURBÁN, Alejandra. *Cuantificación del confort bioclimático de los espacios verdes urbanos*. Capítulo II de Tesis de doctorado en Arquitectura y Urbanismo: Verde Urbano. Contribución Bioclimática a la sustentabilidad de Ambientes Áridos. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de San Juan, 2016.

KURBÁN, Alejandra y CÚNSULO, Mario. Confort térmico en espacios verdes urbanos de ambientes áridos. *Revista Hábitat Sustentable*, 2017, vol. 7, n° 1, pp. 32-43.

MELTZOFF, Julian. *Crítica a la investigación. Psicología y campos afines*. Madrid: Alianza Editorial, 2000.

MONTERO, Ignacio y LEÓN, Orfelio. Clasificación y descripción de las Metodologías de investigación en Psicología. *Revista Internacional de Psicología Clínica y de la Salud*, 2002, vol. 2, n° 3, pp. 503-508.

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

PUPPO, Lorenzo y PÉREZ, Alí Osmán. La educación de actitudes de ahorro de energía a través de las ciencias naturales. *De Educación e Enerxía propostas sobre a Educación Enerxética e o Desenvolvemento Sostible*, Santiago de Compostela, 2005.

RIAVITZ, Luis; ZAMBON, Humberto y GIULIANI, Adriana. La matriz energética argentina y la restricción externa. *Cuadernos de Investigación. Serie Economía*, 2015, n° 5, pp. 110-141.

RISUELO, Fernando. *Certificados de eficiencia energética en edificios. Resumen ejecutivo*. Buenos Aires: FODECO, 2010.

SECRETARÍA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN - SEN. *Eficiencia Energética: Programas* [en línea]. Disponible en: <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=4040>

STATISTICS EXPLAINED. *Electricity price statistics/es* [en línea]. Disponible en: <http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/>

TROCHIM, William. *Los métodos de investigación de la base de conocimientos*. Atomic Dog, 2006.

VILLARREAL, Fernando y BUSTOS, Iván. Planificación crecimiento del sistema de 132 kV y 33 kV de la provincia de San Juan período 2014 – 2020. En: *Congreso Internacional de Distribución Eléctrica CIDEL Argentina*, 2014.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al MINCyT (Ministerio de Ciencia y la Tecnología de la Nación Argentina), al CONICET (Consejo 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.