



XIII JORNADAS DE INVESTIGACIÓN

15 - 17 de setiembre, 2014

¿QUÉ DESARROLLO PARA URUGUAY?

Consumo de energía residencial y confort: aportes para identificar patrones de consumo energético

Alicia Picción
Sara Milicua
Magdalena Camacho

**Consumo de energía residencial y confort.
Aportes para identificar patrones de consumo energético¹.**

Alicia Picción, Facultad de Arquitectura, Udelar, apiccion@farq.edu.uy

Sara Milicua, Facultad de Arquitectura, Udelar, smilicua@farq.edu.uy

Magdalena Camacho, Facultad de Arquitectura, Udelar, mcamacho@farq.edu.uy

Resumen:

La cantidad de energía consumida en un edificio para los servicios o funciones que en él se desarrollan depende de los siguientes componentes y sus interrelaciones: clima-definido por las variables climáticas del lugar de emplazamiento, edificio- definido por su diseño y construcción, instalaciones-definido por las características de los equipos consumidores de energía, controles-relacionados a usos y gestión energética, usuario- determinado por prácticas de uso y expectativas de confort térmico, entre otros.

La investigación aporta en la identificación de las características de esos componentes a nivel residencial para Montevideo - la edificación, los hogares, el tipo de equipamiento, los patrones de consumo de energía en los diferentes servicios energéticos y los comportamientos de los usuarios, asociados. Se observa que el consumo de energía en viviendas es diferente para distintas categorías y tipos de vivienda, lo que incluye la calidad del edificio y el equipamiento que dispone. Y también las características del hogar (tamaño, composición y otros), el estilo de vida y las expectativas y preferencias térmicas de los usuarios influyen en las actitudes y comportamientos relacionados con la energía y finalmente sobre el consumo. Parte de esta información es recabada mediante encuesta, con preguntas sobre el uso de equipamiento para calentamiento de agua, cocción y acondicionamiento térmico. En este último ítem se releva además la opinión de los usuarios sobre la sensación de confort respecto al ambiente térmico en ese momento. El análisis de estos datos da la base para la construcción de patrones de comportamiento en relación a los servicios energéticos.

Palabras clave: patrones de consumo, energía, confort

¹ Trabajo presentado en las XIII Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Sociales, Udelar, Montevideo, 15-17 de setiembre de 2014

Introducción y Fundamentación

El siguiente trabajo forma parte del proyecto de investigación “Equidad y energía en Uruguay. Análisis interdisciplinario de la demanda energética en el sector residencial de Montevideo”. Se presenta un enfoque desde el punto de vista de la relación existente entre consumo de energía en las edificaciones y el confort de los usuarios. Se desarrollan los conceptos para explicar de qué variables depende el consumo de energía a nivel residencial, especialmente para calefacción.

Dado que no consumimos energía sino servicios energéticos sería posible disponer del mismo nivel de servicio energético pero con un consumo menor de energía (Linares 2009). El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México define un servicio energético como “la aplicación de energía utilizable hacia las tareas deseadas por el consumidor...”. Los servicios energéticos seleccionados para el proyecto son: calefacción, cocción de alimentos, calentamiento del agua y transporte a nivel residencial.

La relación entre el consumo de energía del edificio para los diferentes servicios y el confort de los usuarios es un tema que depende de varios componentes y sus interrelaciones.

Dentro de los componentes interesa el clima, que se define por las variables climáticas del lugar donde se emplaza el edificio. Montevideo cuenta con un clima templado frío húmedo debido a las temperaturas del aire y la amplitud térmica que se registran a lo largo del año y diariamente. Esto define dos períodos térmicos, el frío, que es predominante y abarca dos tercios del año aproximadamente, y el caluroso.

Otro de los componentes a considerar es el edificio, cuyas características determinadas por su diseño y construcción definirán el comportamiento térmico de la envolvente de edificio y por consiguiente el consumo de energía para lograr condiciones de confort. Es necesario entonces seleccionar las tipologías de los edificios a estudiar y los materiales empleados en su construcción. En el componente edificio se consideran también las instalaciones correspondientes a los servicios energéticos, objeto de estudio del proyecto. Estas instalaciones se definen por las características de los equipos consumidores de energía: fuente de energía, rendimiento y potencia. Una característica de las instalaciones que se debe considerar independiente del resto, es el control que se puede aplicar sobre el equipamiento en cuestión. Esta cualidad puede contribuir a aumentar o a disminuir el consumo de energía de un edificio; por ejemplo la posibilidad de encender o apagar los equipos o regular su temperatura de servicio son atributos que están estrechamente vinculados con el comportamiento de los

usuarios y la gestión energética que se pueda realizar y por lo tanto directamente relacionadas al consumo de energía.

Finalmente, el componente que gestiona el consumo de energía, es decir el usuario. Los hábitos y las prácticas de uso se relacionan a aspectos económicos y socioculturales (cantidad de integrantes del hogar, edades, nivel educacional y de ingresos) y a aspectos psicológicos (preferencias y expectativas de confort) que definen los patrones de consumo de energía de cada grupo de usuarios (Spahousec 2011).

Desde la década del '80 se vienen desarrollando múltiples estudios relativos a consumo de energía en viviendas que han permitido identificar los grupos básicos de variables que se utilizan para definir los patrones de comportamiento y perfiles de usuario. Se comprueba que los perfiles de usuarios se relacionan con las características del hogar, estilo de vida, patrones de comportamiento y con las variables cognitivas como valores, necesidades y actitudes (categorizadas como 'preocupaciones' por: precio, ambiente, energía, salud, confort). Diferentes grupos socio-demográficos y personas con diferentes preocupaciones sobre el ambiente prefieren diferentes tipos de medidas de ahorro de energía (Guerra 2011). Personas mayores, solteros y hogares de bajos ingresos estuvieron menos dispuestos a aplicar medidas de ahorro energético en el hogar. Se identificaron también cinco patrones de comportamiento energético en relación con el uso de sistemas de calefacción: conservador, gastador, fresco, caliente y promedio. La conclusión fue que las características del hogar (tamaño, composición y otros) y el estilo de vida influyen en las actitudes y comportamientos relacionados con la energía y por tanto sobre el consumo. La edad de los ocupantes del patrón "caliente" fue mayor que en los otros cuatro; el nivel educativo del patrón 'conservador' fue superior a la del "gastador"; el tamaño de la familia del patrón 'conservador' era más pequeño que el resto (Van Raaij y Verhallen 1983). Sobre este último punto, Paauw et al indican que la actitud está relacionada con un comportamiento pero no causa necesariamente un comportamiento, por ejemplo, el estilo de vida de una familia influye en las actitudes y comportamiento relacionados con la energía (Paauw 2009).

Se observa, entonces, que el consumo de energía en viviendas es diferente para distintas categorías y tipos de vivienda, lo que incluye la calidad del edificio propiamente dicho y el equipamiento de que dispone. Y que a su vez las características del hogar (tamaño, composición y otros), el estilo de vida y las expectativas y preferencias térmicas de los usuarios influyen en las actitudes y comportamientos relacionados con la energía y por tanto sobre el

consumo.

Desarrollo

Con base en la revisión bibliográfica y los resultados de investigaciones sobre comportamiento térmico de edificios de vivienda y confort de los usuarios realizados por el equipo de Facultad de Arquitectura (Picción et al 2009), se hizo una primera selección de los principales componentes a considerar en este proyecto para el análisis del consumo de energía en viviendas. En Tabla 1 se presentan estos componentes, clasificados en factores que aparecen ordenados según el impacto que presentaron sobre el consumo de energía de la vivienda, de acuerdo a las investigaciones referenciadas.

Tabla 1. Componentes del consumo de energía en el sector residencial

Factores socioeconómicos	Número de ocupantes, presencia de niños y adultos mayores
	Ingreso mensual de los hogares
	Nivel de educación
	Propietario o inquilino
	Horas de permanencia en la vivienda
	Número de semana de vacaciones al año
Características de la vivienda	Tamaño de la vivienda en m ²
	Año de construcción (relacionada a criterios, ej. año de reglamentación térmica)
	Tipo de edificio (vivienda aislada, colectiva, en altura..)
	Calidad de la edificación
	Zona de residencia
Uso de la energía (por servicio energético)	Tipo de combustible utilizado en calefacción
	Tipo de combustible utilizado en agua caliente sanitaria
	Tipo de combustible utilizado en cocción de alimentos
	Existencia o no de sistema de acondicionamiento para refrigeración
	Tipo de sistema de refrigeración
	Principales aparatos eléctricos, horas de uso
Ubicación geográfica	Zona climática

En esta investigación, una parte de la información fue recabada mediante encuesta con preguntas sobre el uso de equipamiento para calentamiento de agua, cocción y acondicionamiento térmico. En este último ítem se relevaron las características espaciales y materiales del ambiente construido, la temperatura y humedad del aire interior y la opinión de los usuarios sobre sensación de confort respecto al ambiente térmico en ese momento. El

análisis de estos datos da una base para la identificación de patrones de comportamiento en relación a los servicios energéticos.

La entrevista se elaboró de acuerdo a varios ítems: vivienda, usuario, consumo de energía, confort térmico, calentamiento de agua, cocción de alimentos, transporte y políticas de energía. El ítem usuario indagó sobre la cantidad de personas que viven en la vivienda y las edades de las mismas a los efectos de conocer si existe relación entre la cantidad de personas, sus edades y el consumo de energía de la vivienda. También se preguntó sobre el tipo de tenencia de la vivienda, si es propietario o inquilino, ya que estudios internacionales sostienen que existen diferencias significativas tanto de comportamiento como de consumo de energía entre ambos tipos.

La encuesta relevó sobre la tipología de la vivienda (casa o apartamento), las características espaciales y los materiales que componen la envolvente térmica de la misma. De los datos recabados resultó que las viviendas visitadas están construidas con sistema tradicional, es decir, muros de mampostería y techos de hormigón armado, ambos revocados interiormente y pisos terminados en cerámica, madera o contrapiso. Asimismo se preguntó sobre las acciones que los usuarios realizaron para mejorar el desempeño térmico de su vivienda, como por ejemplo: incorporar doble ventana, protecciones solares o cortinas exteriores o interiores para el control de la radiación solar y la luz natural. En este sentido, se preguntó como utilizan por ejemplo las protecciones solares, es decir, en qué horario abren o cierran las ventanas y las protecciones solares.

Sobre el confort térmico se preguntó si en el momento de la entrevista se siente con mucho calor, con calor, ni frío ni calor, frío o mucho frío y además como le gustaría sentirse: igual, más fresco o más cálido. Simultáneamente con la entrevista se midieron temperatura y humedad relativa del aire exterior e interior, lo que posteriormente se contrastó con las respuestas dadas por los entrevistados sobre su sensación de confort térmico en ese momento. También se preguntó sobre cuál es la habitación que considera más fría o caliente de su vivienda y qué estrategia aplicó para sentirse confortable cuando siente discomfort por frío o calor. Estas preguntas son importantes para establecer relaciones entre estilos de vida y actitudes en relación a la energía, o lo que algunas investigaciones definen como patrón conservador o gastador, dado tanto por la preferencia en la temperatura del aire como por las acciones que realiza la persona (recurre siempre a dispositivos que consumen energía?)

En relación con el tipo de sistema complementario que se utilizan en la vivienda, se indagó

porqué seleccionó ese tipo, si conoce sus características en relación a consumo de energía, como la potencia o la eficiencia energética y en que habitaciones, momento del día y cantidad de horas es utilizado.

Debido a las características climáticas de Montevideo las entrevistas se realizaron en dos momentos del año, períodos caluroso y frío. La selección de los entrevistados se hizo por conveniencia, es decir, según el ingreso familiar (bajo, medio y alto decil), la tipología de la vivienda (casa o apartamento) y la composición, tamaño y edad del grupo familiar. En relación al ingreso familiar se considera que el hogar pertenece al decil bajo cuando sus ingresos per cápita son menores o iguales a \$ 8000, pertenecen al decil medio cuando los ingresos per cápita están comprendidos entre \$ 8000- \$ 25000 y alto ingresos superiores a \$ 25000. Con respecto al grupo familiar, se buscó que los hogares estuvieran conformados mayoritariamente por cuatro integrantes y de ciclos de vida variada (niños, adolescentes y adultos).

Discusiones

Los datos extraídos de las respuestas y narrativas aportadas por el/la o los ocupantes mostraron una serie de coincidencias entre los casos, ya que mayoritariamente el tipo de energía utilizada para calefaccionar y refrigerar la vivienda es la energía eléctrica, más allá de que difieran en el sistema en sí; sobre las pautas de uso y estilos de vida, el horario en el cual hay más personas en el hogar es la noche y es el propio encuestado el que mayoritariamente permaneció más tiempo en la vivienda; que el artefacto que consume más energía es el calefón que en su mayoría es eléctrico y permaneció encendido todo el día, apareciendo también la computadora y el aire acondicionado tipo Split; la habitación que consideraron más fría o más caliente fue el dormitorio. Ver tabla 2.

Tabla 2. Aspectos relevados en las entrevistas

Usuarios	Ingresos per cápita		
	< \$ 8000	> \$ 8000-< \$ 25000	> \$ 25000
Edad entrevistado/a (años)	30-49	30-49; 50-65; +65	30-49
Edad grupo familiar (años)	<5; 6-20	<5; 6-20	<5; 6-20; 21-29
Personas que viven (incluye entrevistado)	6	5	5
Horarios > cantidad personas vivienda	mañana y noche	tarde y noche	tarde y noche
Persona > tiempo permanencia	entrevistada	entrevistado	empleada
Tipo energía calefacción/refrigeración	eléctrica	eléctrica	eléctrica
Artefacto de mayor consumo	calefón eléctrico	calefón eléctrico	calefón eléctrico
Habitación de la casa más fría/caliente	dormitorio	dormitorio	dormitorio/living

Conclusiones

El tipo de energía utilizada para el acondicionamiento térmico de la vivienda es la energía eléctrica, independientemente del peso que represente el porcentaje de sus ingresos destinado al gasto en la misma.

Existe coincidencia en que el calefón es el artefacto que consume mayor cantidad de energía pero mayoritariamente coinciden en seleccionar este tipo de energía para calentar el agua para uso doméstico, aunque existen otras opciones.

En los casos analizados los habitantes coinciden en su mayoría en que se encuentran en confort térmico aunque el tipo de edificio, la tipología de vivienda, el sistema complementario o las características del usuario no sean las mismas. Por lo mismo, las explicaciones a esta respuesta coincidente están relacionadas a los múltiples factores analizados.

Esta investigación tiene un corte cualitativo, por lo tanto no pretende establecer generalizaciones a partir de una muestra que no es representativa en términos estadísticos. A su vez, los estudios cualitativos buscan conocer en profundidad aspectos o comportamientos determinados y sus resultados no son generalizables a otras realidades más amplias que la estudiada.

Bibliografía

Guerra Santin, Olivia. 2011. "Behavioural Patterns and User Profiles related to energy consumption for heating". *Energy and Buildings* 43: 2662–2672.

Idea-Proyecto Sech-Spahousec, 2011. "Análisis del consumo energético del sector residencial en España, Informe final. Ministerio de Industria y Energía. [En línea] http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Informe_SPAH_OUSEC_ACC_f68291a3.pdf. [Consulta: 25-7-2014].

Linares Llamas, Pedro, 2009. "Eficiencia Energética y Medio ambiente". *Economía medio ambiente* n^o 847: 1-18.

Paauw, J. et al "Energy pattern generator"- Understanding the effect of user behaviour on Energy systems. [En línea]

http://www.eceee.org/library/conference_proceedings/EE_and_Behaviour/2009/Panel_2/2.206/paper, [Consulta: 25-7-2014].

Picción, Alicia et al. 2009. "Pautas de diseño bioclimático para optimizar condiciones de confort y uso de energía en el sector residencial financiado por organismos públicos, para Uruguay, caso de clima complejo." *Informe final proyecto de Investigación financiado por PDT-DICyT-MEC*.

Van Raaij, Van Fred y Verhallen, Theo. 1983. "A behavioral model of residential energy use". *Journal of Economic Psychology* 3: 39-63.



Universidad de la República. Facultad de Ciencias Sociales. Uruguay