



2015 Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales

Docencia
Investigación
Extensión
Gestión
Comunicaciones
Científicas y Tecnológicas
Anuales
2015



Docencia
Investigación
Extensión
Gestión



Facultad de
Arquitectura y
Urbanismo

DIRECCIÓN GENERAL:

Decano Facultad de Arquitectura y Urbanismo

DIRECCIÓN EJECUTIVA:

Secretarías de Investigación, de Extensión y de Desarrollo Académico

COMITÉ ORGANIZADOR:

Evelyn ABILDGAARD

Herminia ALÍAS

Andrea BENÍTEZ

Anna LANCELLE

Patricia MARIÑO

COORDINACIÓN EDITORIAL Y COMPILACIÓN:

Secretaría de Investigación

COMITÉ ARBITRAL:

Teresa ALARCÓN / Jorge ALBERTO / María Teresa ALCALÁ / Abel AMBROSETTI / Guillermo ARCE / Julio ARROYO / Teresa Laura ARTIEDA/ Gladys Susana BLAZICH / Walter Fernando BRITES / César BRUSCHINI / René CANESE / Rubén Osvaldo CHIAPPERO / Enrique CHIAPPINI / Mauro CHIARELLA / Susana COLAZO / Mario E. DE BÓRTOLI / Patricia DELGADO / Claudia FINKELSTEIN / María del Socorro FOIO / Pablo Martín FUSCO / Graciela Cecilia GAYETZKY de KUNA/ Elcira Claudia GUILLÉN / Claudia Fernanda GÓMEZ LÓPEZ / Delia KLEES / Amalia LUCCA / Elena Silvia MAIDANA/ Sonia Itati MARIÑO / Fernando MARTÍNEZ NESPRAL / Aníbal Marcelo MIGNONE / María del Rosario MILLÁN/ Daniela Beatriz MORENO / Bruno NATALINI / Carlos NÚÑEZ / Patricia NÚÑEZ / Mariana OJEDA / María Mercedes ORAISON / Silvia ORMAECHEA / María Isabel ORTIZ / Jorge PINO / Nidia PIÑEYRO / Ana Rosa PRATESI / María Gabriela QUIÑONEZ / Liliana RAMÍREZ / María Ester RESOAGLI/ Mario SABUGO / Lorena SANCHEZ / María del Mar SOLIS CARNICER/ Luciana SUDAR KLAPPENBACH / Luís VERA.

DISEÑO GRÁFICO E IMPRESIÓN:

VIANET | Avda. Las Heras 526 PB Dto."B" | Resistencia | Chaco | Argentina | vianetchaco@yahoo.com.ar

CORRECCIÓN DE TEXTO:

Cecilia VALENZUELA

COLABORADORAS:

Lucrecia SELUY

EDICIÓN

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad Nacional del Nordeste

(H3500COI) Av. Las Heras 727 | Resistencia | Chaco | Argentina

Web site: <http://arq.unne.edu.ar>

ISSN 1666-4035

Reservados todos los derechos. Impreso en Argentina. Octubre de 2016.

La información contenida en este volumen es absoluta responsabilidad de cada uno de los autores. Quedan autorizadas las citas y la reproducción de la información contenida en el presente volumen con el expreso requerimiento de la mención de la fuente.

012.

LA PRODUCCIÓN DE VIVIENDAS DEL NORDESTE ARGENTINO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SU AHORRO DE ENERGÍA EN REFRIGERACIÓN Y SU ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN

Tatiana K. YAKIMCHUK (1) / Herminia M. ALÍAS (2)

tatiana.yakimchuk@gmail.com; heralias@arq.unne.edu.ar

(1) Becaria de investigación del programa “Estímulo a las Vocaciones Científicas” (EVC-CIN);

(2) directora de beca de investigación, docente e investigadora.

Cátedra Estructuras II, Área de la Tecnología y la Producción, FAU-UNNE.

RESUMEN

El objetivo fue analizar el ahorro de energía para climatización de prototipos de viviendas construidos en la región nordeste de Argentina. Se utilizaron como instrumento de análisis las planillas de cálculo desarrolladas en un trabajo de investigación precedente, basadas en las normas IRAM 11659-1, 11659-2 y 11900. Luego de sistematizar la información disponible de los prototipos, se aplicaron las planillas a modelos representativos del conjunto y se evaluó su situación energética con vistas a proponer una mejora en el desempeño de aquellos que mostraron resultados negativos, teniendo en cuenta el impacto económico de dichas mejoras.

Palabras clave: vivienda social; balance térmico; etiquetado de eficiencia energética.

Dimensión del trabajo: investigación.

OBJETIVOS

- Aplicar las herramientas informáticas desarrolladas durante una investigación precedente a viviendas tipo producidas en la región nordeste del país durante los últimos quince años.
- Determinar la carga térmica total de refrigeración de tipologías de viviendas, con el fin de determinar aquellas variables que tengan la mayor incidencia en dicha carga y proponer criterios de optimización.
- Determinar la etiqueta de eficiencia energética de calefacción para las tipologías de vivienda analizadas.

INTRODUCCIÓN

En Argentina, de acuerdo con el Balance Energético Nacional 2013, el sector residencial consume el 27,57 % del total de la energía consumida en el país (Secretaría de Energía, 2014). Su incidencia supera incluso al sector de industria, con un 23,60 % sobre el total. Esta energía es la que se utiliza durante la vida útil de los edificios para mantener el estado de confort interior, lo que incluye la climatización de los ambientes

por medio de sistemas activos. Es decir, no solo grandes cantidades de recursos se utilizan durante la etapa de obras de un edificio, sino también durante su etapa de uso. Por ello, resulta necesario para los profesionales aunar esfuerzos para disminuir el gasto energético durante la vida útil de los edificios, especialmente los de carácter residencial. Esto se vuelve más asequible y menos oneroso si es considerado desde la etapa de proyecto, ya que un correcto diseño de la implantación, las envolventes y los sistemas pasivos permite disminuir la dependencia que tienen los edificios para con los sistemas de climatización.

Para hacer frente a este desafío, el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) desarrolló en la última década una normativa orientada a verificar la eficiencia energética de las envolventes edilicias en invierno (IRAM, 2010) y el consumo de energía para lograr confort térmico en los locales interiores de los edificios en verano (IRAM, 2007). A partir de dicha normativa, durante el año 2014 y en el marco de otra investigación, diseñamos dos planillas informáticas que sistematizan los métodos de cálculo propuestos en las normas (YAKIMCHUK Y ALÍAS, 2014). Estas planillas fueron creadas específicamente para analizar edificios implantados en la región nordeste del país.

Se definió como objeto de estudio un porcentaje de los prototipos de viviendas de interés social construidos en la región, financiados por el Estado Nacional a través de sus programas de vivienda, y proyectados y gestionados por los Estados provinciales a través de sus institutos de vivienda. Asimismo, se incluyeron en la investigación aquellos prototipos disponibles bajo el Programa de Crédito Argentino del Bicentenario para la Vivienda Única Familiar (PROCREAR), creado por el Gobierno Nacional en el año 2012 y financiado por diferentes organismos públicos, el cual también hace su aporte al total de la producción de viviendas en el país.

DESARROLLO

La investigación se dividió en dos etapas. La primera consistió en un relevamiento y obtención de la documentación técnica de los prototipos de vivienda social construidos en la región nordeste del país durante los últimos años. Para ello fue preciso acudir a los institutos provinciales de vivienda de Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones, aunque solo pudo obtenerse información suficiente y completa de los dos primeros. Asimismo, se relevaron los prototipos de viviendas del programa PROCREAR, cuyos datos técnicos son de acceso público a través del sitio Web del programa.

Una vez conseguida la información, se procedió a sistematizar la totalidad de los datos de carácter general y técnico de cada uno de los prototipos. Se optó por un sistema de fichas digitalizadas, usando el mismo software que el adoptado para las planillas de cálculo: Microsoft Excel 2007, incluido en el paquete Microsoft Office del sistema operativo Windows. Se hicieron un total de 78 fichas, correspondientes a dieciséis prototipos de la provincia del Chaco (uno de ellos con dos subtipos posibles, lo que da un total de diecisiete fichas), seis prototipos de la provincia de Corrientes (dos ellos con dos subtipos posibles, lo que da un total de ocho fichas) y dieciséis prototipos PROCREAR (la mayoría de ellos con dos o más subtipos posibles, lo que da un total de 53 fichas). Es importante mencionar que la variación en el número de prototipos entre Chaco y Corrientes radica en el sistema adoptado por cada provincia a la hora de proyectar las unidades: mientras la primera utiliza modelos variados para cada programa, convenio y localidad, la segunda adopta un solo prototipo anual para todas las intervenciones de vivienda social que se realicen en su jurisdicción.

Cada ficha se subdivide en los siguientes apartados: datos generales, aspectos funcionales, aspectos morfológicos-expresivos y aspectos constructivos. Cada una de estas categorías fue analizada para cada uno de los prototipos, y mediante el entrecruzamiento de datos se seleccionó un porcentaje de unidades de cada categoría para ser sometido a las planillas de ahorro de energía en refrigeración y etiqueta de eficiencia energética de calefacción. Dentro de las categorías, las variables que se tuvieron particularmente en cuenta a la hora de la selección fueron: tipología, para abarcar en el análisis la mayor diversidad posible (de una planta, en dúplex, etc.); factor de forma, para incluir prototipos de forma abierta y cerrada; grado de protección solar, para contemplar las distintas formas de incidencia de la radiación solar, y materiales utilizados, para considerar el mayor número posible de soluciones constructivas.

Ya en la segunda etapa de la investigación, se sometieron un total de catorce prototipos a las planillas: cinco de viviendas sociales del Chaco, cuatro de viviendas sociales de Corrientes y cinco del PROCREAR. Uno de los factores externos que tienen en cuenta las planillas en su proceso interno de cálculo es la temperatura y humedad de diseño exterior, variables según la localidad en que se ubique la unidad de vivienda. Dado que al día de hoy no existe una fuente de datos oficial respecto de cantidad y ubicación de los modelos PROCREAR dentro de la región de análisis, al someterlos a las planillas se adoptaron cuatro localidades de implantación posible, correspondientes a las cuatro ciudades capitales de la región. Para el caso de los modelos de viviendas sociales, la gran mayoría han sido utilizados en distintas localidades bajo distintos programas de viviendas nacionales y provinciales. Entonces, para el análisis con las planillas se adoptó solo una de las localidades, ya que de cualquier manera las variaciones de temperatura y humedad entre sí son bastante pequeñas.

En la tabla 1 se muestra un resumen de los resultados arrojados por las planillas para el caso de los prototipos de viviendas sociales. Se observa que en total cuatro de los nueve analizados poseen un valor de carga térmica de refrigeración (Q_R) menor al máximo admisible para un edificio de vivienda (Q_{Radm}). De acuerdo con la normativa, esto es lo que se debe cumplir para que se produzca un ahorro de energía en refrigeración (AER). Asimismo, se aprecia que solo uno obtuvo una etiqueta de eficiencia energética de calefacción (EEEC) distinta de H, que es la que indica la menor eficiencia posible de una envolvente constructiva.

PROVINCIA	LOCALIDAD	PROTOTIPO	ORIENTACIÓN DE FACHADA PRINCIPAL	A.E.R. (IRAM 11659-2)		E.E.E.C (IRAM 11900)	
				Q_R (W)	Q_{Radm} (W)	T_m (°C)	Etiqueta
CHACO	Machagai	CR 2D/10	Oeste	4635	4322	6,22	H
	Quitilipi	DIGNA 2D	Norte	4672	4067	8,04	H
	Resistencia	MBI DX 2D	Sur	5097	4336	6,16	H
	Resistencia	PROMHIB 2D U3/10	Norte	3922	3940	5,62	H
	Barranqueras	PROT 2D	Sur	4030	4285	4,98	H
CORRIENTES	Corrientes	LP1 3D	Sur	4934	4970	5,15	H
	Corrientes	LP2 3D	Suroeste	4748	4951	4,77	H
	Corrientes	PF1 2D	Sureste	4659	4196	8,84	H
	Corrientes	PT42	Noreste	4139	3660	3,63	G

Tabla 1. Cuadro resumen de los resultados obtenidos con las planillas en los prototipos de viviendas sociales de Chaco y Corrientes. Fuente: elaboración propia

Los valores de cargas térmicas sufrieron leves variaciones según se modificaba la orientación del volumen. Esto es lógico considerando que algunas fachadas poseían mayor cantidad de superficies vidriadas que otras, por lo que al someterlas a las orientaciones más desfavorables, se aumentaba el valor de la carga térmica por radiación. Los resultados de la tabla 1 se corresponden con la mejor implantación posible de cada uno de los prototipos, es decir, con la orientación que menos carga térmica por radiación produce.




	FACHADA PRINCIPAL	CARGAS TÉRMICAS															
PROT 2D (Chaco)		<table border="1"> <tr> <td>Por conducción</td> <td>1905.88</td> <td>47.29%</td> </tr> <tr> <td>Por radiación solar</td> <td>522.65</td> <td>12.97%</td> </tr> <tr> <td>Por fuentes internas</td> <td>1418.00</td> <td>35.18%</td> </tr> <tr> <td>Por ventilación</td> <td>183.60</td> <td>4.56%</td> </tr> <tr> <td>QR = 4030.13 W</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Por conducción	1905.88	47.29%	Por radiación solar	522.65	12.97%	Por fuentes internas	1418.00	35.18%	Por ventilación	183.60	4.56%	QR = 4030.13 W		
Por conducción	1905.88	47.29%															
Por radiación solar	522.65	12.97%															
Por fuentes internas	1418.00	35.18%															
Por ventilación	183.60	4.56%															
QR = 4030.13 W																	
LP2/3D (Corrientes)		<table border="1"> <tr> <td>Por conducción</td> <td>2355.94</td> <td>49.62%</td> </tr> <tr> <td>Por radiación solar</td> <td>621.99</td> <td>13.10%</td> </tr> <tr> <td>Por fuentes internas</td> <td>1547.80</td> <td>32.60%</td> </tr> <tr> <td>Por ventilación</td> <td>222.00</td> <td>4.68%</td> </tr> <tr> <td>QR = 4747.43 W</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Por conducción	2355.94	49.62%	Por radiación solar	621.99	13.10%	Por fuentes internas	1547.80	32.60%	Por ventilación	222.00	4.68%	QR = 4747.43 W		
Por conducción	2355.94	49.62%															
Por radiación solar	621.99	13.10%															
Por fuentes internas	1547.80	32.60%															
Por ventilación	222.00	4.68%															
QR = 4747.43 W																	
CONTEMPORÁNEA (PRO-CREAR.)		<table border="1"> <tr> <td>Por conducción</td> <td>3156.26</td> <td>32.04%</td> </tr> <tr> <td>Por radiación solar</td> <td>4688.17</td> <td>47.59%</td> </tr> <tr> <td>Por fuentes internas</td> <td>1728.70</td> <td>17.55%</td> </tr> <tr> <td>Por ventilación</td> <td>279.00</td> <td>2.83%</td> </tr> <tr> <td>QR = 9852.13 W</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Por conducción	3156.26	32.04%	Por radiación solar	4688.17	47.59%	Por fuentes internas	1728.70	17.55%	Por ventilación	279.00	2.83%	QR = 9852.13 W		
Por conducción	3156.26	32.04%															
Por radiación solar	4688.17	47.59%															
Por fuentes internas	1728.70	17.55%															
Por ventilación	279.00	2.83%															
QR = 9852.13 W																	

Tabla 2. Fachada principal y carga térmica total en refrigeración ($Q_{p,r}$) de los prototipos de viviendas sociales que registraron el mejor desempeño energético y del prototipo PRO-CREAR diseñado para la región NEA. Fuente: elaboración propia

Siguiendo con los resultados obtenidos con la planilla de ahorro de energía en refrigeración, se evaluó la incidencia de cada fuente en el valor total de Q_R (tabla 2). En las unidades de vivienda social se registró una fuerte incidencia de las cargas térmicas transmitidas por conducción a través de la envolvente. En los prototipos de Chaco, variaron de un 46 a 60 % del total de carga térmica de la unidad. En los de Corrientes, disminuyeron hasta un rango del 30 al 52 %, ya que también empezó a tener importancia la que se transmite por radiación a través de las carpinterías. Los aventanamientos, si bien no representan una mayor superficie de envolvente respecto de los de los prototipos chaqueños, sí se encuentran diseñados con menor protección, lo que repercutió en los valores parciales y totales de carga térmica. Por su parte, las fuentes internas (personas, iluminación y aparatos) tuvieron una incidencia en todos los casos de alrededor del 30 %.

Por otro lado, en la tabla 2 se observa que en uno de los prototipos PROCREAR analizado, la carga térmica por radiación pasó a ser preponderante en el valor final de Q_R con una incidencia de entre 36 y 57 %. En las cuatro localidades donde se los implantó (ficticiamente) para el análisis, incluso situando las unidades en su mejor orientación posible, los valores de Q_R sobrepasaron ampliamente los máximos admisibles por norma (tabla 3). Esto se debe no solo a que los cerramientos vidriados no poseen ningún tipo de protección, sino que además su superficie es mucho mayor respecto de los prototipos de viviendas sociales: mientras en una vivienda social la superficie vidriada ronda los 6 m², en una vivienda PROCREAR de igual cantidad de metros cuadrados cubiertos, este valor se triplica. Los beneficios en iluminación natural que puedan llegar a existir se ven mermados por el exceso de calor por radiación que ingresa en los locales interiores de estas viviendas. El modelo "Contemporánea", diseñado especialmente para esta zona según especifica el PROCREAR, no escapa de estos resultados. Además, todos los prototipos evaluados obtuvieron la etiqueta de eficiencia energética de calefacción H (tabla 3), la cual –como ya se mencionó– se corresponde con la menor eficiencia posible de una envolvente arquitectónica.

LOCALIDAD	PROTOTIPO	ORIENTACIÓN DE FACHADA PRINCIPAL	A.E.R. (IRAM 11659-2)		E.E.E.C (IRAM 11900)	
			Q_R (W)	Q_{Radm} (W)	τ_m (°C)	Etiqueta
Formosa	BICENTENARIA 3D	Norte	10375	6179	4,56	H
	CONTEMPORÁNEA 3D	Norte	9852	5619	4,2	H
	CRIOLLA 3D	Sur	11865	5297	5,02	H
	MADERERA	Suroeste	9701	5672	4,76	H
	ROBLE 3D	Norte	18610	5545	9,33	H

Tabla 3. Cuadro resumen de los resultados obtenidos con las planillas en los prototipos de viviendas PROCREAR para el caso de la ciudad de Formosa. Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

De lo expuesto se desprende que existen tres factores determinantes en los valores finales de carga térmica durante la estación cálida: la orientación de las carpinterías, el grado de protección que poseen y la transmitancia térmica de los componentes de la envolvente. Si estas tres variables se ajustan buscando la implantación más adecuada, incorporando sistemas pasivos para proteger los aventanamientos y disminuyendo el valor de la transmitancia mediante aislaciones térmicas en muros, carpinterías y techos, es posible reducir la cantidad de energía que se debe extraer mediante sistemas activos. Así, produciríamos un ahorro de energía en refrigeración y una mayor eficiencia energética en climatización. El incorporar aislaciones a los cerramientos también implicaría mejorar la etiqueta de eficiencia energética de calefacción, ya que el coeficiente de transmitancia térmica K es el factor principal que permite que una envolvente posea calidad térmica o no. De hecho, con las mismas planillas de cálculo podemos variar el valor de este coeficiente y vemos cómo esto afecta al tipo de etiqueta obtenida.

El principal problema de los prototipos analizados radica en las envolventes incorrectamente aisladas y no protegidas. En función de ello, se pretende proponer en instancias posteriores criterios de mejoras de estas envolventes y contemplar, además, una valoración económica de ellas. Esto significaría determinar cuál sería la variación de los costos si se adoptara una envolvente sin aislar respecto de una aislada, y evaluar cómo influiría esta modificación en el consumo de energía para climatización.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

ARGENTINA. SECRETARÍA DE ENERGÍA, MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS (2014). *Balance Energético Nacional 2013*. Disponible en <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>.

INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2007). *Acondicionamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Edificios para viviendas*. (N.º de publicación IRAM 11659-2). Argentina.

INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2010). *Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente*. (N.º de publicación IRAM 11900). Argentina.

YAKIMCHUK, Tatiana K. y ALÍAS, Herminia M. (2014). "Planillas de cálculo de ahorro de energía en refrigeración y etiquetado de eficiencia energética de calefacción de edificios según normas IRAM: desarrollo y verificación". *Comunicación presentada en las Jornadas de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2014*. Resistencia, 24 y 25 de septiembre, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste.