



Docencia  
Investigación  
Extensión  
Gestión  
Comunicaciones  
Científicas y Tecnológicas  
Anuales  
2008

 UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DEL NORDESTE

 Facultad de  
Arquitectura y  
Urbanismo

 JORNADAS  
DE LA FAU-UANE



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.

---

COMPILACIÓN:

**Secretaría de Investigación**

COORDINADOR EDITORIAL:

**Arq. Marcelo Coccato**

COMISIÓN EVALUADORA:

**Arq. Carlos Eduardo Burgos // Dg. Cecilia Roca Zorat**

**Arq. Claudia Pilar // Arq. Herminia Alías**

**Arq. Marcela Bernardi // Arq. Emilio Morales Hanuch**

**Arq. Daniel Vedoya // Arq. Mario Berent**

DISEÑO GRÁFICO:

**Dg. Cecilia Roca Zorat**

© Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad Nacional del Nordeste

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

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

ISSN: 1666 - 4035

Reservados todos los derechos  
Impreso en Corrientes, Argentina.  
Abril de 2009

## 019. OPTIMIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE LA EDIFICACIÓN

Jacobo, Guillermo - Aliás, Herminia  
[gjjacobo@arq.unne.edu.ar](mailto:gjjacobo@arq.unne.edu.ar) / [heralias@arq.unne.edu.ar](mailto:heralias@arq.unne.edu.ar)

### RESUMEN

Dentro de las tareas del PI-042/2007 se estudió el comportamiento energético, en relación al desempeño higrotérmico, de diferentes tipologías de edificaciones ejecutadas en el NEA, obteniéndose algunos resultados transferibles al campo del diseño arquitectónico y tecnológico - constructivo. Se citan aquí algunas de las conclusiones alcanzadas. La herramienta utilizada para llegar a ellas fue la aplicación de software específico de simulación dinámica, con el que se realizaron comparaciones de los desempeños higrotérmicos y energéticos, tanto de la situación real como de las situaciones optimizadas propuestas.

**PALABRAS CLAVE:** **Diseño Tecnológico/Constructivo/Higrotérmico - Viviendas - Software específico**

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinaron las Unidades de Análisis (UA), con el criterio de que fueran las más representativas en cuanto a "deficientes comportamientos higrotérmicos" según el clima regional (cálido-húmedo). En todos los casos, las propuestas de rediseño planteadas no tienen por objetivo principal el de modificar completamente la UA, sino que se promueve potenciar la eficiencia de su comportamiento higrotérmico por medio de correcciones mejoradoras del partido, morfología y otras características particulares de la vivienda. Así se pudieron determinar las variables que afectan al correcto desempeño térmico-energético de la vivienda así como las soluciones posibles.

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Del análisis de las variables situacionales, relacionales y tecnológicas realizado en forma conjunta sobre las distintas UA, y luego de la realización de simulaciones dinámicas mediante software específico, se verifica que éstas poseen en general un bajo nivel de habitabilidad higrotérmica, con altos porcentajes de desconfort mensuales durante todo el período anual, para lo que es necesario un alto consumo de energía eléctrica, mediante la instalación de equipos electromecánicos, para generar las condiciones de confort psicofísico de los usuarios. Los factores de mayor incidencia, sobre las condiciones adecuadas de confort psicofísico de los usuarios son:

**Tecnología:** Una de las principales causas detectadas como factor de desconfort de los espacios interiores de las UA es el inadecuado desempeño higrotérmico de los componentes constructivos de la envolvente de los edificios (muros exteriores y techos), los que transmiten a los espacios interiores elevadas cargas de energía térmica durante el período estival regional. Es mínima la "Resistencia Térmica Total" de los componentes constructivos verticales perimetrales multicapas: no tienen la capacidad aislante adecuada, llegando a casos extremos, que la "Resistencia Térmica Total" del componente constructivo es nula, como por ejemplo en las ventanas vidriadas y puertas al exterior, con marcos de chapas dobladas. La normativa técnica vigente IRAM 11605/96 cuantifica los valores de "Transmitancia Térmica" (K), y califica a la edificación según el valor de la misma que verifican muros exteriores y techos. Los valores obtenidos en



los análisis realizados sitúa a los componentes constructivos analizados en el nivel "C" (mínimo aceptable) de acuerdo a la citada norma vigente, llegando a casos aislados que los valores alcanzados son muy elevados, saliendo de todas las categorías normalizadas. Estos desempeños higrotérmicos de las envolventes constructivas de las UA resultan altamente preocupantes, pues conllevan la generación de patologías constructivas de la edificación, que reducen sustancialmente el tiempo de vida útil de los edificios, generando además condiciones higrotérmicas ambientales y de habitabilidad interiores fuera de las condiciones de confort regionales básicas y necesarias, que repercuten en el bienestar de los usuarios, cuando éstos no cuentan con medios para acondicionar artificialmente los espacios interiores de sus viviendas, y también, repercute en la economía familiar, ya que de contar con instalaciones electromecánicas de acondicionamiento ambiental, el consumo de energía es muy elevado.

Como ejemplo de la situación deficitaria verificada, se puede citar el uso masivo de la mampostería de ladrillos cerámicos huecos de 18 cm de espesor (viviendas sociales y privadas), que podría ser reemplazada, solo en los paramentos expuestos al exterior, por la tipología de "pared doble" (ladrillos comunes de 12 cm, ladrillos cerámicos huecos de 8 cm y una cámara rellena de material aislante de 5 cm), con lo que el porcentaje de consumo energético para mantener las condiciones de confort regionales por unidad de superficie construida se podría reducir en un 32% durante el período estival y en un 24% durante el período invernal, con respecto a la situación original. Esta propuesta de solución tecnológica solo representa un incremento del costo no mayor del 10 % de la envolvente perimetral original, pues solo se hace necesaria de aplicar esta intervención sobre las caras expuestas al exterior, ya que se considera que los laterales son muros medianeros. El incremento del costo inicial no es significativo referido el costo final del edificio, además si se considera el importante ahorro energético que se obtiene con su implementación, se lo debe considerar como una inversión inicial que se puede amortizar en un corto plazo. Si estos porcentajes de ahorro de consumo energético para mantener el confort higrotérmico regional en los espacios interiores se extrapolan al período de servicio para el que las viviendas sociales son teóricamente proyectadas, de un mínimo de 40 años, se obtiene un significativo ahorro regional en cuanto a consumo de energía eléctrica que favorecería notablemente a la macroeconomía regional (solo en la provincia de Corrientes, el 70% de la población habita en viviendas sociales). Si nos referimos a la "tecnología tradicional" ejecutada según el "arte del buen construir", materializada en la región NEA antes de la existencia del FONAVI (1970), cabe recordar que la edificación en muchas ciudades del nordeste se caracterizaba por una "masa perimetral homogénea maciza" que reunía todas las características tecnológicas necesarias: capacidad aislante térmico-acústico-hidráulica, seguridad y estructura. Ese tipo de arquitectura se ejecutaba con materiales regionales (ladrillos comunes) y estaba al alcance de gran parte de la población. Existía una cultura tecnológica-constructiva entre la mano de obra regional que permitía recrear continuamente y materializar los conceptos de condiciones de habitabilidad adecuadas sin que sean exigibles por ningún ente u organismo oficial. Este tipo de solución tecnológica-constructiva se basaba en el "ladrillo común" utilizado como "mampuesto macizo", generando el "efecto caverna" (se lo puede experimentar en los espacios interiores de los edificios originales del Campus UNNE-Resistencia, "Ex Hogar Escuela", en donde se conserva, en los espacios interiores, la temperatura del aire a un valor no superior a los 30° C, aún en las condiciones extremas externas de verano). Desde el punto de vista higrotérmico proporcionaban una gran masa perimetral de aislante térmico, cuya consecuencia inmediata es no ser "energo - dependiente" para alcanzar el confort de los usuarios.

**Orientación:** Luego de verificar el comportamiento higrotérmico de las viviendas seleccionadas como UA, posibles de ser mejoradas en cuanto a su performance energética, se incluyó también el factor de diseño arquitectónico de las "orientaciones optimas", comprobándose que la fachada principal al "Norte" era la que presentaba los máximos porcentajes de confort en los espacios interiores, cuando se tomaban los recaudos necesarios. Así se permite el máximo aprovechamiento de la radiación solar en invierno. En cambio, por medio de distintos dispositivos técnicos (parasoles,



aleros, galerías, etc.) se protegió convenientemente de la radiación del verano y de las lluvias, generándose espacios externos protegidos y con sombras propias, que mejoran el comportamiento térmico de los componentes constructivos verticales perimetrales, pues se reducen las ganancias térmicas desde el exterior. Los cerramientos orientados al "Sur" se dispusieron de manera mínima indispensable debido a las razones de "ventilación cruzada" de los espacios interiores.

**Forma:** El factor de forma es el parámetro morfológico que refleja mejor el comportamiento energético de edificios aislados construidos con tecnologías tradicionales. Las variables morfológicas incidentes en el comportamiento termo – energético de las viviendas analizadas fueron las características geométricas (relación ancho – largo) y la orientación del eje principal de las viviendas. Desde el punto de vista de la conservación de energía, la forma óptima es aquella en que se verifica una "mínima pérdida térmica" en invierno, y también, una "mínima ganancia térmica" en verano. Es por esto, que las "tipologías compactas" presentan bajos valores de "factor de forma" y un mejor comportamiento térmico, por sobre las tipologías abiertas, tanto para verano como para invierno, si bien favorecen menos la ventilación cruzada, con respecto a las tipologías de plantas más abiertas, pero un mínimo de ventilación se compensa con una mejor "resistencia térmica" de los componentes constructivos perimetrales, lo que implica que se puede aplicar correctamente el concepto de "ventilación selectiva", pues el largo "desfase de la onda térmica" (desde la superficie exterior a la interior del componente perimetral) posibilita que el mínimo flujo de energía térmica que pueda llegar al espacio interior sea disipado con la ventilación nocturna durante el período crítico de verano, tal cual sucedía con la tecnología de la construcción tipo "Pre-FONAVI" en la edificación ejecutada en la región antes de 1970.

## CONCLUSIONES

Luego de haber relevado y analizado un importante espectro de tipologías de viviendas implementadas masivamente en el NEA, se verifica la necesidad urgente de viviendas que respondan a los condicionantes culturales, climático – contextuales y tecnológicos del NEA. Entre las falencias de diseño y proyecto se encuadran las afecciones a la habitabilidad higrotérmica que afectan de manera directa al confort de los usuarios en los ambientes interiores. Uno de los principales problemas detectados es el mal desempeño higrotérmico de los componentes de la envolvente edilicia (paredes y techos). Estos problemas generan graves patologías en la construcción que a su vez redundan en fuertes inversiones económicas para subsanarlas y en altos consumos de energía eléctrica para lograr condiciones que se acerquen a las condiciones de confort y, redundan en desmedro de las condiciones de habitabilidad que, en última instancia, repercuten en la calidad de vida del usuario.

Se demuestra una disminución del consumo de energía eléctrica para la climatización de los espacios interiores al optimizar las viviendas estudiadas, mejorando los niveles interiores de confort higrotérmico. Esto representa un importante ahorro energético durante el período de uso de la vivienda. Si se considera su vida útil, estimada en 40 años, se obtienen 1.014 días en total, equivalentes a 2,77 años de reducción del consumo energético con climatización artificial. Al proyectar este resultado a todo un barrio o una ciudad, se obtiene una importante reducción de energía eléctrica, con una reducción del impacto ambiental negativo. Como ejemplo del beneficio que se obtiene, se puede citar que la "demanda total" del Mercado Eléctrico Mayorista en el NEA, para el Verano 2007-2008, fue de 378 GWh. Si se aplica una reducción del 14,8% a los valores de demanda energética, que representa el porcentaje de reducción de consumo energético por unidad de superficie de la tecnología tradicional tipo "Pre-Fonavi" (mampuesto de ladrillos comunes de 45 cm de espesor) con un  $K = 1,44 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  con respecto a la tecnología FONAVI (Ladrillo hueco cerámico de 18 cm de espesor) con un  $K = 1,69 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ , considerando que el 95% de todas las edificaciones en el NEA responden a



estas tipologías tecnológico-constructivas, se alcanza el valor de 329,27 GWh en la provincia de Corrientes, solo con reestablecer la tecnología tradicional. Si se quiere alcanzar valores de consumos inferiores a al año 1990, el cual es la base del "Protocolo de Kyoto" (al cual Argentina se encuentra adherida, pero sin resultados reales), con reducir un 32% del consumo energético máximo registrado en el verano de 2007-2008, se alcanza el valor 286,36 GWh solo en Corrientes, suficientemente demostrativo de la magnitud de reducción que representa un tercio menos de consumo energético, el cual responde a la tecnología propuesta, que se basa en un aumento de la "resistencia térmica de los paramentos verticales perimetrales de fachada y contrafachada". Esta posible reducción del consumo energético se basaría en solo aplicar una solución tecnológica, pero las tipologías constructivas analizadas en las UA, y las rediseñadas como propuestas mejoradoras, representan a la totalidad del Universo de Estudio de las viviendas construidas (sociales y privadas) en Argentina, por lo que se puede inferir que es posible una reducción general del consumo energético con solo mejorar la calidad del diseño tecnológico y arquitectónico.

Si a estos porcentajes de ahorro de energía eléctrica para el acondicionamiento del aire a niveles de confort, se le agrega el potencial de ahorro que se obtendría aprovechando más la iluminación natural mediante el diseño de aberturas, mejorando y optimizando la influencia del factor de forma, seguramente el porcentaje de ahorro sería aún más importante, especialmente si se tiene en cuenta lo que este porcentaje de ahorro en energía eléctrica significa en términos de reducción de emisiones contaminantes al ambiente y en el impacto que el mismo tiene sobre las economías de los hogares.

Esta disminución del consumo energético en viviendas en el NEA, sería posible mediante la instrumentación de distintas medidas de adecuación, entre las que la selección de materiales constitutivos de dicha construcción tiene una incidencia preponderante (materiales disponibles y de explotación ambientalmente sustentable y de muy buen comportamiento higrotérmico) junto a factores de diseño bioclimático, implementando pautas de orientación, morfología y diseño tecnológico de los componentes de la envolvente (una relación más armónica entre el edificio y el clima del lugar), todo apuntando a lograr las condiciones de confort higrotérmico en los ambientes interiores. Por otra parte, la instrumentación de estas medidas no supondría mayores costos, sino más bien un mayor porcentaje de tiempo dedicado a la fase de diseño y la plena vigencia de una normativa de observancia obligatoria, tanto para el sector público como para el privado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALÍAS, H. y JACOBO, G. (2001). Estudio y desarrollo de criterios de eficiencia energética en construcciones en madera en el NEA, aplicando parámetros de confort higrotérmico. XXIV ASADES y X IASEE. ISSN Nº 0329-5184. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
- ALÍAS, H. y JACOBO, G. (2004). "Situación higrotérmica, energética y ambiental de la construcción arquitectónica en la Región Nordeste de Argentina". MOGLIA Ediciones SRL, Corrientes. ISBN Nº 987-43-7744-5.
- AUDITORIAS FONAVI y Programas Federales 2005. Informe Síntesis. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, Argentina. Diciembre 2006. <http://www.vivienda.gov.ar/docestadisticas.html>
- DI BERNARDO, A.; JACOBO, G., ALÍAS, H. (2007). Comportamiento térmico-energético de viviendas de interés social en e NEA, por medio de la aplicación de la herramienta informática "ECOTECT".
- HREÑUK, Noelia I. y JACOBO, Guillermo J., (2002). Estudio de las Patologías constructivas en equipamientos habitacionales de interés social en el NEA: Efectos en relación con el usuario, las condiciones de habitabilidad y su conservación. 1º Congreso Uruguayo de Patología y Gestión de la Calidad en la Construcción. Montevideo, Uruguay.