

# AREA

agenda de reflexión en arquitectura,  
diseño y urbanismo

*agenda of reflection on architecture,  
design and urbanism*

Nº 14 | OCTUBRE DE 2008

**Universidad de Buenos Aires**  
Facultad de Arquitectura,  
Diseño y Urbanismo

---

## CONTENIDOS | CONTENTS

**7** Editorial

**9** Reflexiones acerca del manejo pasivo de la envolvente edilicia en verano. El rol de la arquitectura y el rol del usuario

CAROLINA GANEM | ALFREDO ESTEVES

**23** Tecnología para la construcción sustentable. Elementos constructivos elaborados con plásticos reciclados

ROSANA GAGGINO | RICARDO ARGÜELLO |  
MARIANA GATANI | HORACIO BERRETTA

**35** La cultura del cyber, el espacio y los imaginarios tecnológicos

JAVIER DE PONTI | ALEJANDRA GAUDIO |  
SUSANA SAUTEL

**43** Políticas y modalidades de gestión patrimonial. Práctica de gestión asociada en Parque Avellaneda

DOMINGO C. PUGLIESE

**55** Las tierras del playón ferroviario desactivado de Caballito: la puja de distintos actores y agentes por su apropiación espacial

DANIELA SZAJNBERG | GABRIELA SORDA |  
GUADALUPE TELLO

**67** Indicadores ambientales derivados de las transformaciones del uso de la tierra en el área metropolitana de Buenos Aires (1985-2001)

DIANA E. DE PIETRI | PATRICIA DIETRICH |  
MARIA A. IGARZABAL DE NISTAL

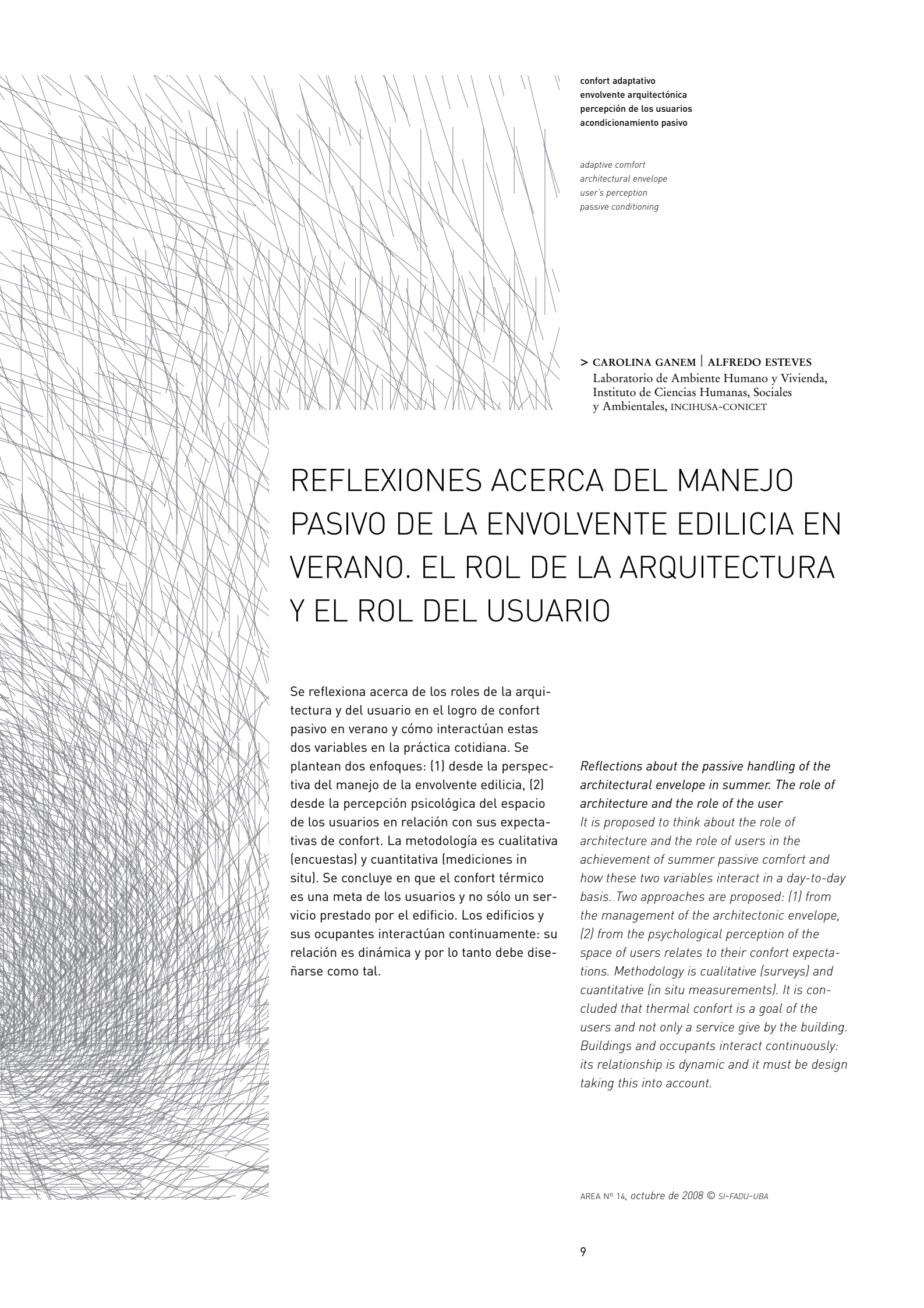
**79** Etnicidad mexico-americana y morfología urbana fractal en Los Angeles

MYRIAM B. MAHIQUES

**91** El manejo formal e informal de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Buenos Aires entre los siglos XIX y XX

VERÓNICA PAIVA

**102** Reseña de libro



confort adaptativo  
envolvente arquitectónica  
percepción de los usuarios  
acondicionamiento pasivo

*adaptive comfort  
architectural envelope  
user's perception  
passive conditioning*

> CAROLINA GANEM | ALFREDO ESTEVES  
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda,  
Instituto de Ciencias Humanas, Sociales  
y Ambientales, INCIHUSA-CONICET

## REFLEXIONES ACERCA DEL MANEJO PASIVO DE LA ENVOLVENTE EDILICIA EN VERANO. EL ROL DE LA ARQUITECTURA Y EL ROL DEL USUARIO

Se reflexiona acerca de los roles de la arquitectura y del usuario en el logro de confort pasivo en verano y cómo interactúan estas dos variables en la práctica cotidiana. Se plantean dos enfoques: (1) desde la perspectiva del manejo de la envolvente edilicia, (2) desde la percepción psicológica del espacio de los usuarios en relación con sus expectativas de confort. La metodología es cualitativa (encuestas) y cuantitativa (mediciones in situ). Se concluye en que el confort térmico es una meta de los usuarios y no sólo un servicio prestado por el edificio. Los edificios y sus ocupantes interactúan continuamente: su relación es dinámica y por lo tanto debe diseñarse como tal.

*Reflections about the passive handling of the architectural envelope in summer. The role of architecture and the role of the user*  
*It is proposed to think about the role of architecture and the role of users in the achievement of summer passive comfort and how these two variables interact in a day-to-day basis. Two approaches are proposed: (1) from the management of the architectural envelope, (2) from the psychological perception of the space of users relates to their comfort expectations. Methodology is qualitative (surveys) and quantitative (in situ measurements). It is concluded that thermal comfort is a goal of the users and not only a service given by the building. Buildings and occupants interact continuously: its relationship is dynamic and it must be designed taking this into account.*

## Introducción

La arquitectura popular siempre se ha visto obligada a incorporar soluciones y sistemas flexibles, según las circunstancias climáticas, situados entre el interior y el exterior para generar microclimas favorables. Sin embargo, en la arquitectura académica, y en particular durante el movimiento moderno, se ha considerado el límite del *cerramiento* como preciso y rígido. El concepto de *cerramiento*, a partir de 1970, fue reemplazado gradualmente por el de *envolvente*, comenzándose a estudiar su rol con mayor intensidad. En 1972, Pat O'Sullivan introdujo el concepto de envolvente edilicia como filtro climático (O'Sullivan 1972: 269). Hacia mediados de los años setenta, Steven Szokolay enfatizó el rol de la envolvente como un *filtro selectivo* para admitir las influencias deseables y excluir las adversas (flujos energéticos) desde y hacia el medio ambiente interior. Dicho autor llegó a una definición del elemento entendiéndolo como una línea difusa que usualmente se disuelve en varios espacios intermedios o de transición (Szokolay y Gokhale 1998: 535). A partir del estudio de las posibilidades de la envolvente como filtro selectivo, fueron delineadas estrategias de aprovechamiento pasivo de los recursos del clima para verano que se definen como "protección de la radiación y ventilación nocturna". Las mismas han sido ampliamente difundidas y puestas en práctica en ámbitos controlados por la experimentación científica. Dichas estrategias, que regulan el intercambio de flujos interior-exterior, han dado resultados muy buenos en verano, en particular en climas templados continentales, para lograr confort térmico en espacios interiores (Olgyay y Olgyay 1976: 16, Givoni 1998: 185, Serra y Coch 1995: 310 y Roaf, Fuentes y Thomas 2001: 95, entre otros). Sin embargo, dichas estrategias no siempre se aplican en ámbitos urbanos y, la mayoría de las veces, esto se debe a que se desconoce el alcance de los beneficios que derivan de su puesta en práctica.

El propósito del trabajo es reflexionar sobre el rol de la arquitectura y el rol del usuario en el logro de confort pasivo en verano y

cómo interactúan estas dos variables en la práctica cotidiana. Este objetivo irá guiando el desarrollo de este trabajo que tiene dos partes fundamentales:

Por un lado, el enfoque desde la perspectiva del manejo de la envolvente edilicia. No podemos dejar de pensar que las dos estrategias pasivas de verano, *protección de la radiación y ventilación nocturna*, se relacionan estrechamente con la palabra hábito; esto se refiere a la rutina de cuándo y quién las utiliza. Por supuesto la respuesta recae en los usuarios. Por el otro lado, el problema de la percepción psicológica del espacio de los usuarios, en relación con sus expectativas de confort. No es posible pretender una temperatura estable anual de 22°C en edificios pasivos. Para que los usuarios estén satisfechos con el comportamiento pasivo de un edificio, es necesario que haya una tolerancia hacia la variación de la temperatura entre los 24°C y los 26°C en verano, incluso pudiendo ser aceptado un rango más amplio hasta los 28°C.

Esto lleva a pensar que la posibilidad de lograr espacios térmicamente confortables en climas templados continentales depende en gran medida de los usuarios, que tendrían la responsabilidad de alcanzar sus propias expectativas sobre todo en verano, y siempre y cuando el edificio contara con la adecuada masa térmica, protecciones solares y aberturas para ventilar.

¿Están los usuarios al tanto de las posibilidades que tienen y de su responsabilidad ambiental? ¿Son los arquitectos y diseñadores conscientes que el comportamiento final de lo que se proyecta y construye pensado para *lograr los requerimientos de confort* va a ser constantemente (o no) modificado por los usuarios? ¿Se dan instrucciones o directivas generales a los ocupantes acerca de cómo manejar sus edificios? ¿Son todos los edificios iguales? ¿Son todos los usuarios iguales?

## ¿A qué nos referimos con "confort"?

La normativa clásica de confort se basa en el modelo de balance térmico del cuerpo humano, que asume que la sensación térmica está influenciada por cuatro factores ambien-

tales (temperatura, radiación térmica, humedad y velocidad del aire), y tres factores personales (metabolismo, actividad y vestimenta). Es famosa la definición del confort térmico para un individuo por la norma ASHRAE Standard 55-2004 enunciada como “la condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico” (2004: 10). La norma ISO 7730 (1984: 55) provee una guía de unidades cuantitativas de desconfort local. Las concepciones contemporáneas, por su parte,

enuncian que las sensaciones térmicas, satisfacción y aceptación están influenciadas por la correspondencia entre lo que realmente existe y las expectativas de los usuarios. El confort puede definirse como la sensación de completo bienestar físico y mental. Definido de esta forma, es limitado el control que el diseñador puede ejercer sobre éste. Las características biológicas, emocionales y físicas del ocupante también se tienen en cuenta. (Goulding, Lewis y Steemers 1994: 95)

En el tiempo, la temperatura que las personas encuentran confortable (la *temperatura de confort*) es cercana a la temperatura media que hayan experimentado. Esto implica que las condiciones que los ocupantes encuentran confortables están influenciadas por su experiencia térmica y que se pueden adaptar a un amplio rango de condiciones. Temperaturas superiores a 2°C de la temperatura de confort generalmente resultan en un mínimo aumento del desconfort. (Nicol y Humphreys 2005: 224)

Personas que viven y trabajan en edificios pasivos ventilados, en los que pueden ajustar la envolvente del espacio abriendo ventanas y moviendo protecciones solares, se acostumbran a la diversidad térmica que refleja las variables locales diarias y estacionales del clima.

## El clima templado continental: el caso de la ciudad de Mendoza

Vladimir Koeppen propone una clasificación climática en la que se tiene en cuenta tanto las variaciones de temperatura y humedad como las medias de temperatura de los meses más cálidos o fríos. Koeppen publica su clasificación definitiva en 1936, y en 1953 dos de sus alumnos, Geiger y Pohl, revisan la clasificación, por lo que también se conoce como clasificación de Koeppen-Geiger-Pohl. En la clasificación de Koeppen, el clima tem-

plado continental corresponde a las denominaciones: BwK y BSk, siendo:

- > El grupo climático:
  - B: climas secos. La evaporación excede las precipitaciones. Siempre hay déficit hídrico.
- > Los subgrupos climáticos:
  - w: árido (desértico. Precipitaciones menores a 400 mm).
  - s: semiárido (estepa. Precipitaciones mayores a 400 mm).
- > La subdivisión:
  - k: la temperatura media anual es inferior a 18°C.

El clima de la ciudad de Mendoza (32.88 grados latitud sur, 68.85 grados longitud oeste y 827 m.s.n.m.) tiene características templadas continentales, con bajos porcentajes de humedad relativa atmosférica y elevada heliofanía. Por este motivo, le corresponde la clasificación: BwK.

El clima de Mendoza se caracteriza por: alta radiación solar, alta temperatura del aire en verano, baja temperatura del aire en invierno y bajo nivel de humedad. El cielo es claro la mayor parte del año, permitiendo el calentamiento solar durante el día y el enfriamiento por radiación de onda larga durante la noche. En promedio anual, la *radiación global horizontal* se aproxima a los 18000 kJ/m<sup>2</sup> (700 W/m<sup>2</sup> como potencia máxima al mediodía solar) y las pérdidas por radiación de onda larga se aproximan a 180 W/m<sup>2</sup>. El resultado es una gran amplitud térmica diaria entre 10 y 15°C.

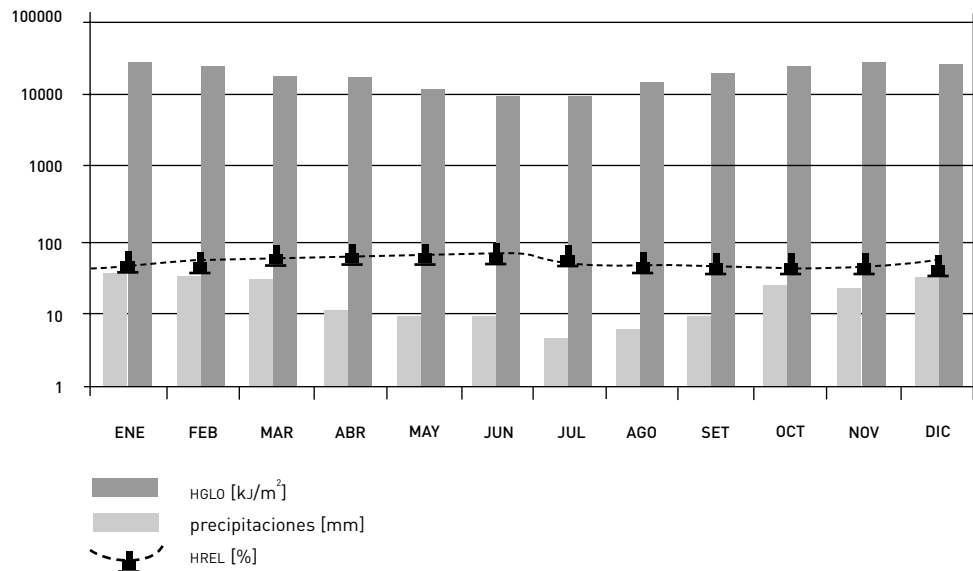
En la Figura 1 se grafican los valores correspondientes a la *radiación global sobre superficie horizontal mensual* en kJ/m<sup>2</sup> y los mm de *precipitaciones* correspondientes a cada mes para la ciudad de Mendoza.

Se observan valores de *radiación global sobre superficie horizontal* que varían entre 24.000 y 25.700 kJ/m<sup>2</sup> en los meses estivales, transiciones entre 14000 y 22700 kJ/m<sup>2</sup> en las estaciones intermedias y valores entre 9000 y 11000 kJ/m<sup>2</sup> durante los meses de invierno.

## El rol de los usuarios

La forma en que se logra el confort es particularmente importante para que los edificios funcionen en forma pasiva y tiene un impacto significativo en la percepción de bienestar de los usuarios.

En climas templados continentales, la reducción de la influencia de la radiación solar en verano en las condiciones de confort de los espacios interiores sólo puede lograrse en forma natural de dos maneras: una posibilidad es a través del propio ajuste por parte de



**Figura 1**  
Valores de radiación global sobre superficie horizontal y de precipitación mensuales en la ciudad de Mendoza.

los usuarios (vestimenta, actividad, metabolismo) y la segunda está en relación con el control que los ocupantes ejercen sobre los flujos energéticos (calor, luz, sonido) dentro y fuera del edificio (manejo o gestión de la envolvente). Este segundo grupo depende directamente del diseño del edificio y de su sistema de enfriamiento. El fracaso en una, o en las dos variables, puede resultar en un compromiso del logro pasivo de confort y, como consecuencia directa, en el mal uso o abuso de equipos de acondicionamiento activo mediante el consumo de energía convencional no-renovable.

### El ajuste propio

Para niveles de vestimenta constantes, los rangos confortables de temperatura son relativamente estrechos (+/- 2°C). Sin embargo, si las personas están dispuestas a modificar su vestimenta durante el día, entonces son aceptables rangos mucho más amplios para las condiciones de confort (+/- 4°C). Este es el primer paso hacia la adaptación personal especialmente en climas con grandes variaciones diarias (8°C – 15°C) como los climas templados continentales.

Givoni sugiere que el rango aceptable de temperatura de confort en condiciones de aire quieto, para personas que habitan países desarrollados es de 20°C – 26°C para el 80% de las personas en confort con 1 cló<sup>1</sup> de vestimenta y 1 met<sup>2</sup> de actividad (Givoni 1991: 22). Para países en vías de desarrollo, sugiere flexibilizar 2°C los límites del rango, esto es: 18°C – 25°C en invierno y 22°C – 28°C en verano. El autor se refiere como países des-

arrollados a los hábitats con acondicionamiento central. Los habitantes de los espacios sin este tipo de acondicionamiento térmico toleran (debido a su experiencia térmica) mayores variaciones de temperatura. En relación con el nivel de actividad, podemos afirmar que las personas sedentarias son particularmente sensibles al disconfort local mientras que las personas con mayor nivel de actividad son menos susceptibles. El tipo de actividad que se desarrollará en el edificio incrementará o disminuirá los rangos de la temperatura de diseño.

Para dar un parámetro dirigido hacia el objetivo adaptativo es posible decir que durante el incremento progresivo o depresivo de temperaturas con cambios de hasta 5°C por hora, las personas perciben el ambiente térmico de la misma forma que lo hacen bajo condiciones de confort estables. (Nicol y Roaf 2005: 340)

Pero, más allá de lo expuesto, por sobre la física y la fisiología, las expectativas y las preferencias térmicas juegan un rol psicológico fundamental. Los ocupantes de edificios que son ventilados en forma natural necesitan aceptar la variabilidad de las condiciones internas y accionar sobre su ambiente térmico en su adaptación hacia el confort natural. De otra forma sus expectativas difícilmente puedan lograrse.

### El manejo del edificio

El rol del control en el confort ha sido observado en el pasado, pero con el

1. Cló: es unidad de resistencia térmica de la vestimenta. Equivale a 0.155 m<sup>2</sup>K/w (Fitzgerald, McNicholl, Alrock y Owen 1999: 26).

2. Met: es la unidad de energía metabólica. Equivale a 58 W/m<sup>2</sup>, en donde la superficie del cuerpo humano es aproximadamente 1.8 m<sup>2</sup> (Fitzgerald, McNicholl, Alrock y Owen 1999: 26).

nuevo enfoque del *confort adaptativo*, ha habido un interés creciente en la forma en que los controles en los edificios afectan el confort y la adaptabilidad. Las encuestas post-ocupacionales han demostrado la importancia del control en la satisfacción percibida por los ocupantes de edificios. (Leaman y Bordass 1999: 10)

El estudio sobre qué controles son más efectivos/útiles/importantes, acerca de cómo y por qué son usados por los usuarios, y sobre cómo podrían ser más efectivos debe también convertirse en una preocupación de la investigación en confort térmico. Según Manzini: “La cultura que hasta hoy nos ha hecho mirar la naturaleza como un *almacén de recursos* (y, por otro lado, como un contenedor de basuras) nos ha llevado a ver un *catálogo de soluciones óptimas*” (1991: 109). En una vivienda unifamiliar, el estándar de dicho *catálogo* se define mediante las siguientes acciones posibles para el control pasivo de su envolvente:

- (1) Abrir o cerrar una ventana.
- (2) Abrir o cerrar una puerta.
- (3) Ajustar cortinas interiores.
- (4) Ajustar cortinas exteriores.

También los usuarios pueden ajustar el acondicionamiento mecánico mediante:

- (5) Ajustar el termostato.
- (6) Encender o apagar una estufa o calefactor local.
- (7) Encender o apagar iluminación artificial local.
- (8) Encender o apagar iluminación artificial general.
- (9) Ajustar el aire acondicionado.
- (10) Ajustar un ventilador local.

En la actualidad, los edificios presentan mayores posibilidades de control mecánico que de adaptación pasiva de su envolvente. ¿Por qué los controles mecánicos son preferidos?

La idea de naturaleza que el pensamiento científico, de Newton en adelante, había producido y que la sociedad moderna, en sus componentes dominantes, había adoptado era la de la naturaleza-máquina. Hoy, este *paradigma mecánico* está en crisis y es necesario buscar un nuevo paradigma que atienda a las necesidades contemporáneas. Los hábitos de los usuarios en el manejo de sus viviendas se relacionan con el concepto de *máquinas para vivir*. Lo que los usuarios esperan hoy de un mecanismo de control es que provea una respuesta inmediata. El acondicionamiento mecánico no requiere de la anticipación de la acción en relación con la respuesta buscada.

Por el contrario, los controles pasivos requieren de una anticipación en la acción ya que su efecto no es inmediato. Para prevenir o permitir la entrada o la salida de flujos energéticos en el edificio primero se necesita saber qué hacer y cuándo hacerlo. Esto demanda tiempo y pensamiento. Es necesaria la revisión de estos hábitos hacia el logro de la sostenibilidad local y global.

Las claves fundamentales en relación con el usuario que estructuran las relaciones usuario-edificio son, por un lado, las variables de auto-ajuste físico, fisiológico y psicológico y, por el otro lado, la posibilidad de gestionar en forma pasiva la entrada o la salida de los flujos energéticos. El primer grupo de variables depende de los ocupantes mismos (y de su disposición a la adaptación) y el segundo depende fundamentalmente del tiempo que los usuarios pasan en sus edificios (en el que estarían dispuestos a realizar la gestión de la envolvente).

Este análisis se completa, por un lado (A), con el estudio de las dos estrategias pasivas recomendadas para la prevención del sobrecalentamiento de los espacios interiores las cuales son (dada una vivienda con masa térmica en un clima templado continental): protección de la radiación y hábitos de ventilación. Por otro lado (B), mediante la definición de un sector en la ciudad de Mendoza en el que se estudian viviendas unifamiliares en forma cualitativa mediante encuestas de percepción de confort y (C) mediante el análisis cuantitativo comparativo de dos casos de viviendas de tipología racional del movimiento moderno en dos situaciones o escenarios comunes de encontrar en los edificios: *vivienda vacía y vivienda ocupada*.

## (A) El rol de la arquitectura

### Ventilación nocturna

De acuerdo con la carta bioclimática, la ventilación y la inercia térmica se sugieren como estrategias adecuadas para lograr el confort interior en climas templados continentales. Es importante conocer entonces las características del viento (dirección y frecuencia) para analizar cómo aprovechar mejor este flujo energético natural.

Hay dos formas en las cuales la ventilación puede mejorar el confort interior: una es a través de su efecto directo proveyendo una mayor velocidad de aire interior abriendo una ventana para dejar entrar el viento, mejorando la sensación de frescor de los habitantes. A esta estrategia se la denomina *ventilación de confort*. Por el otro lado, la

otra forma es la de ventilar la masa interior del edificio sólo de noche. Durante el día siguiente la masa que se enfrió reduce el aumento de la temperatura interior. A esta estrategia se la denomina *ventilación nocturna* (Givoni 1998: 189).

El enfriamiento de la masa térmica es una estrategia interesante en climas cálidos o templados secos, dado que la baja humedad permite un confort interior solamente por disminución de temperatura. La masa térmica absorbe la cantidad de calor que se encuentra en exceso en el aire y posteriormente debe ser enfriada durante la noche para extraer la cantidad de calor que absorbió la misma durante el día. Como es un tipo de acumulación de calor sensible, al acumular calor, aumenta la temperatura de la masa (muro, techo, piso), al enfriarla en la noche, su temperatura disminuye tendiendo a seguir la temperatura del aire exterior. Estos edificios durante el día se deben mantener cerrados (permitiendo una mínima ventilación si fuera necesario) hasta que la temperatura exterior disminuye (cerca de las 20 hs). “Para climas de alta amplitud térmica la temperatura más baja alcanzada por la masa térmica es 1/4 de la amplitud térmica por encima de la temperatura mínima (para climas con menor amplitud, la temperatura alcanzada será 1/5 por encima de la mínima)” (Stein, Reynolds, Grondzik y Kwok 1992: 45).

Para determinar la masa térmica necesaria para absorber el calor (derivado del balance térmico de enfriamiento) se tiene en cuenta sólo la admitancia térmica<sup>3</sup> en calentamiento por aire. Esto es así porque de ningún modo se admite ingreso de radiación solar directa al interior del local si es que debemos enfriar

en la estación cálida, incluso, si la iluminación no es un requisito del espacio.

Normalmente tenderemos a oscurecer los ambientes tratando de minimizar incluso la ganancia de radiación difusa.

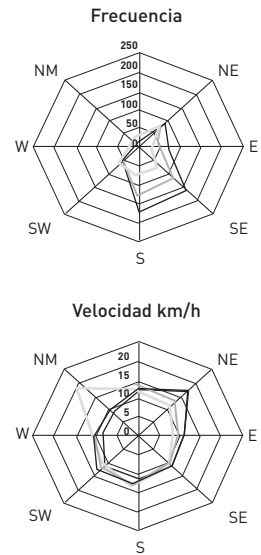
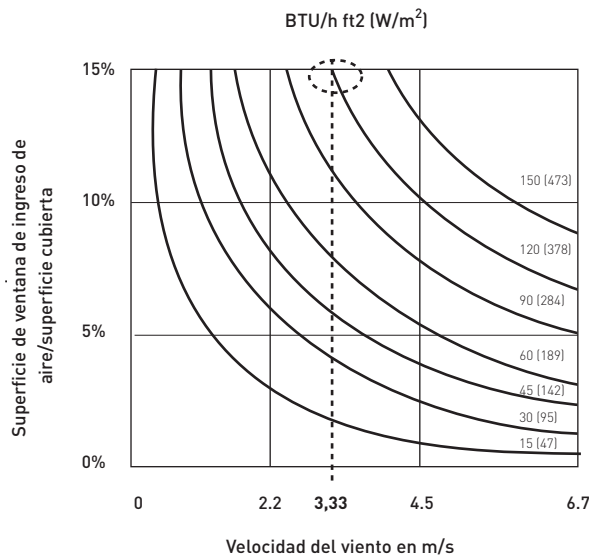
La superficie de ingreso de aire depende de la relación entre la superficie de apertura y la superficie total del local en porcentaje y en función de la velocidad del viento. Se debe recordar que la superficie de ventana de salida debe ser mayor o igual que la de ingreso de aire. Se asume que la temperatura interior es 1.7°C mayor que la exterior y que el viento no es totalmente perpendicular a la abertura interior, con una efectividad de 0.40. Se ha utilizado deliberadamente para este ejemplo una diferencia de temperatura interior-exterior pequeña, de 1.7°C. Así una temperatura interior de 28.3°C es confortable si hay suficiente movimiento de aire a baja humedad relativa y si el exterior está a 26.6°C. Sin embargo, para mayor diferencia de temperatura interior-exterior, por ejemplo en la primavera u otoño aumenta la cantidad de aire ventilado:

$$\text{sup. ventilación para otro } \Delta T = \text{sup ventilación para } 1.7^\circ\text{C} \times \frac{1.7^\circ\text{C}}{\Delta T \text{ real}}$$

Como se puede observar, la superficie de ventilación para otro  $\Delta T$  será menor para  $\Delta T$  mayores de 1.7°C y viceversa.

Las viviendas analizadas poseen un 15% de la superficie de ventana por la cual ingresa aire en relación a la superficie cubierta. Si consideramos que en Mendoza, en la dirección predominante de los vientos, la velocidad es de 12 km/hora (3.33 m/s) la capacidad de ventilación cruzada potencial es alta: 378 W/m<sup>2</sup>. En la Figura 2 se presenta la capacidad

3. Admitancia térmica: en régimen dinámico se define la admitancia térmica de un cerramiento como la relación entre la oscilación del flujo de calor que atraviesa una cara del cerramiento y la oscilación de temperatura que provoca en el ambiente adyacente. Representa la potencia energética necesaria para hacer oscilar un grado la temperatura. Valores altos indican potencias altas para sobrecalentar el local.



**Figura 2**  
Capacidad de ventilación cruzada de las viviendas en estudio [378 w/m<sup>2</sup>]; frecuencia y velocidad de viento para la ciudad de Mendoza [3.33 m/s dirección Sur, Sur-Este] [Stein, Reynolds, Grondzik y Kwok 1992: 45].



de ventilación cruzada de las viviendas en estudio y la frecuencia y la velocidad de viento para la ciudad de Mendoza.

### **Protección de la radiación**

En lo referido a las protecciones solares, barreras y filtros usualmente se combinan con los elementos transparentes de la envolvente para protegerlos o para disminuir la incidencia de los flujos energéticos exteriores. “La eficiencia de un elemento de sombra depende del éxito con el que cubre una superficie dada durante el período de sobrecalentamiento sin interferir con la energía del sol que llega a la misma durante el período en el que se requiere calefacción” (Olgyay y Olgyay 1976: 64).

Para facilitar este requisito estacional los elementos pueden ser móviles. La movilidad debe estar de acuerdo y ser coherente con la disposición a participar en dicha acción por parte del usuario. De lo contrario se deben elegir elementos fijos diseñados para atender en forma menos específica las funciones de todas las estaciones.

La protección solar debe responder geométricamente con la orientación (vertical para proteger fachadas este y oeste y horizontal para proteger las superficies orientadas al Ecuador). Las mismas pueden materializarse con una gran variedad de expresiones, materiales y colores para ampliar las posibilidades de integración arquitectónica y aceptación por parte de los usuarios. En relación con la radiación solar, las protecciones solares conformadas por elementos opacos actuarán como barreras y las que tengan elementos translúcidos sólo podrán actuar como filtros de la radiación incidente.

Queda claro que, en teoría, cualquiera sea su configuración, la presencia de protecciones solares es altamente recomendada en climas templados continentales. En la práctica, las posibilidades de prevenir el sobrecalentamiento mediante las estrategias mencionadas deben ser analizadas en relación con los usuarios y con sus hábitos de ocupación de sus viviendas.

Con ese objetivo se realizó un diagnóstico cualitativo mediante encuestas referidas a la percepción de confort de verano y a los hábitos de gestión de la envolvente.

Asimismo, se comparan las situaciones térmicas cuantitativas de dos casos de viviendas iguales en que los ocupantes poseen hábitos de uso distintos en la ciudad de Mendoza, Argentina.

## **(B) Estudio cualitativo**

### **Metodología cualitativa**

Se aplicó una metodología de aproximación a la problemática socio-cultural a partir de encuestas. Las mismas fueron complementadas con aportes extraídos de la observación directa. Los datos generales permiten situarse en la muestra y controlar la homogeneidad de sus características:

- (A) Se seleccionaron viviendas unifamiliares al azar dentro de la Quinta Sección de la ciudad de Mendoza. Esta zona se eligió para el estudio por su fecha de urbanización (a partir de 1930) que unifica sus características tipológicas, en su mayoría residencias unifamiliares de tipología racional o californiana perteneciente a una clase socio-económica media, medio-alta. Es decir, con recursos para realizar adaptaciones en sus viviendas.
- (B) La orientación juega un rol importante en cuanto a la percepción de confort, por lo tanto, es importante que la encuesta refleje en forma objetiva todas las situaciones posibles de encontrar en la ciudad. Por lo que se encuestaron 25 viviendas en cada una de las cuatro orientaciones del damero característico de la ciudad de Mendoza.
- (C) Se encuestó a un usuario adulto representativo del grupo familiar. Dichas personas debían estar familiarizadas con las viviendas y, por lo tanto, debían haber tenido tiempo a disposición para poder adaptar las viviendas a sus necesidades. Por este motivo, sólo el 13% de las personas encuestadas habitaba desde menos de 10 años su vivienda.
- (D) Las encuestas estaban dirigidas a conocer el nivel de satisfacción de las necesidades de confort por parte de las viviendas según la percepción de los propios usuarios. Las mismas fueron realizadas durante tres días consecutivos en horarios de la tarde. La duración promedio de la encuesta fue de 10 minutos.

### **Resultados**

El tipo de protección de la radiación se refiere a elementos adicionales a las aberturas, que pueden ser horizontales (aleros, galerías, parrales, pérgolas, etc.) o verticales (postigones, celosías, persianas, etc.). En la Figura 3 se observa que el 43% de los casos encuestados presenta protecciones adecuadas a la radiación solar respecto de la orientación. Dicho porcentaje está referido a la presencia de los elementos de regulación en la envol-

vente. Sería posible la regulación del ingreso del flujo energético en más del 50% de las viviendas, si las protecciones solares se utilizaran correctamente.

Las horas de ventilación promedio diaria en verano son más de 6. En la Figura 4 se observa que el 50% de los casos se ventila en horarios de madrugada / noche y el 28% en la mañana (horarios recomendados). El 22% restante lo hace al mediodía / tarde (horarios no recomendados).

Estos resultados confirman que las estrategias pasivas en análisis son conocidas y practicadas por un porcentaje importante de la sociedad. Estos datos son coherentes con los resultados referidos a la percepción de confort en verano que se observan en la Figura 5: “el 68% de las personas perciben su vivienda como confortable en verano. El 32% restante se encuentra en falta de confort, debido a percibir su vivienda como calurosa o al uso de aire acondicionado para mitigar dicha percepción” (Ganem 2006: 141).

### (c) Estudio cuantitativo

#### Metodología cuantitativa

La selección de los casos de estudio priorizó la posibilidad de realizar mediciones en dos viviendas unifamiliares iguales de tipología racional según criterios modernos, construidas al mismo tiempo y enfrentadas en la trama de la ciudad. Las familias que las habitan, pese a tener una estructura similar (cantidad de hijos, edades de los hijos), poseen hábitos muy distintos de ocupación en lo que se refiere a tiempo de permanencia en la vivienda y disposición al manejo de la envolvente.

Caracterización de las viviendas unifamiliares tipo elegidas como casos comparativos:

- > Tipología: Casas unifamiliares racionales modernas.
- > Situación en la trama: entre medianeras, en esquina.
- > Orientación del eje predominante: Caso A: Norte – Sur, Caso B: Este – Oeste.
- > Materiales de construcción macizos (ladrillo, revestimiento en piedra, hormigón armado, losa alivianada).
- > Ventanas corredizas con carpintería de madera y protecciones solares verticales en todas las orientaciones.

En la Figura 6 se ubican las plantas de ambas viviendas y su interrelación. Se indica la ubicación de los sensores y se provee de fotografías.

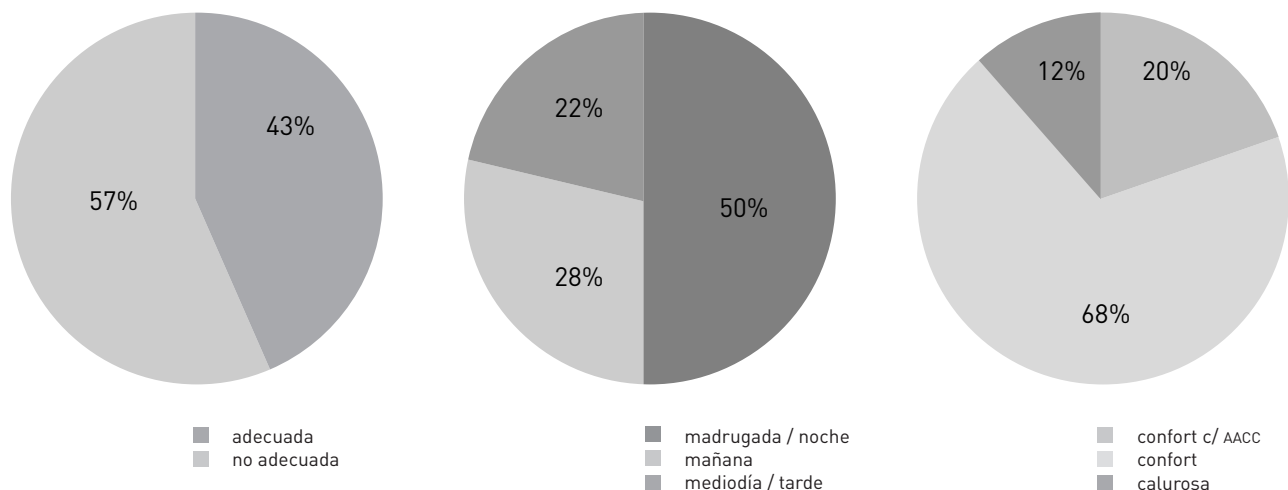
Criterios para realizar mediciones en los casos seleccionados:

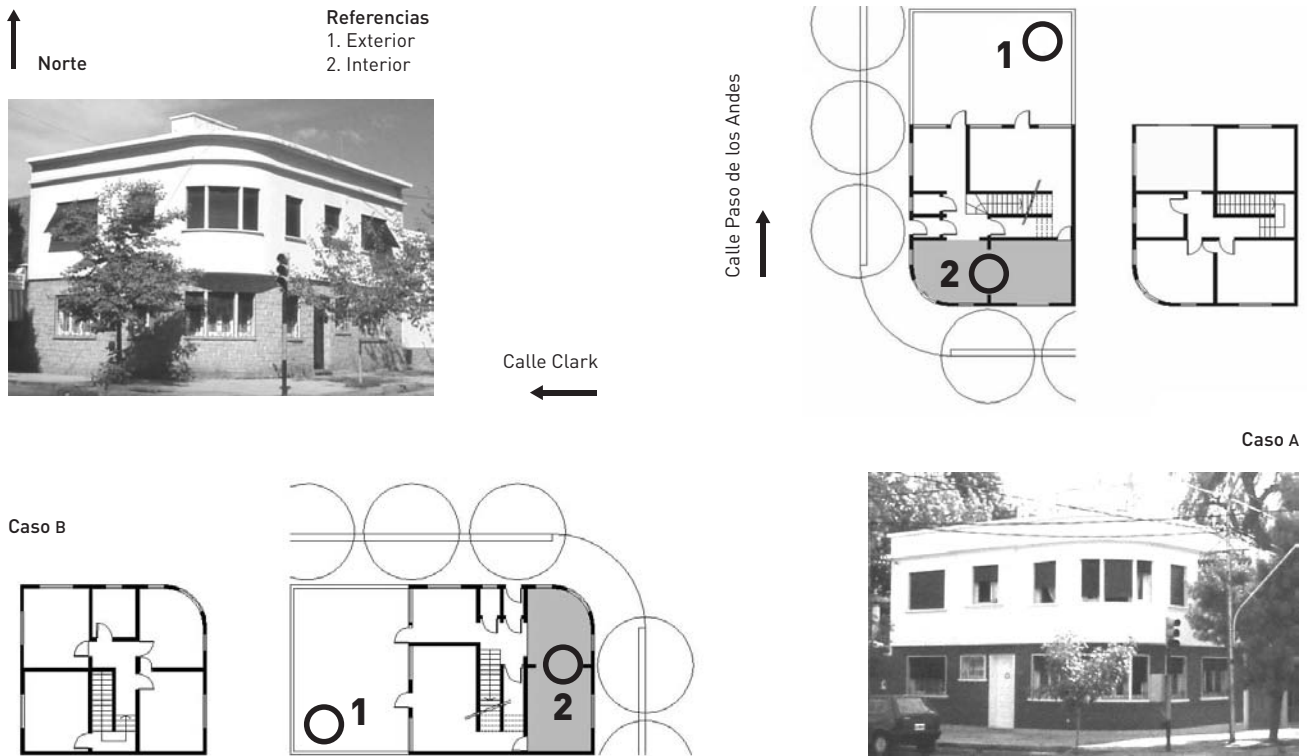
- (A) Se fijaron intervalos de medición y registro cada 15 minutos simultáneos en todos los instrumentos. Este criterio fue adoptado de acuerdo a las recomendaciones de Longobardi y Hancock (2000: 6.12).
- (B) Las mediciones de temperatura del aire fueron registradas con ONSET HOBO H8 data loggers y digitalizadas con el software ONSET Box Car Pro 3.7.3
- (C) Las mediciones de radiación global solar se realizaron con un solarímetro CM 5 KIPP & ZONEN. Los datos de voltaje se registran por medio de un amplificador en un data logger ONSET HOBO. Los resultados obtenidos se ajustan con la constante de calibración del aparato (en este caso es igual a  $12.09 \times 10^{-6} \text{ V por } \text{W/m}^2$ ). De

**Figura 3**  
Tipo de protección a la radiación por orientación.

**Figura 4**  
Hábitos de ventilación en verano.

**Figura 5**  
Percepción de confort térmico en verano.





Caso A

Caso B

esta forma se obtiene la radiación global incidente en  $W/m^2$ .

- (D) Los registros con *data logger* se realizaron siguiendo las pautas de uso eficiente que se detallan a continuación:
- > Programación de los *data loggers* para que inicien la secuencia de mediciones en forma simultánea y sea posible la comparación de resultados entre ambientes.
  - > Comprobación del conjunto de *data loggers* a utilizar para descartar variaciones en los registros frente a un mismo ambiente. De no resultar lecturas equivalentes, las variaciones podrán ser corregidas en la fase de análisis de datos.
  - > Es recomendable ubicar los *data loggers* suspendidos en un espacio representativo de la temperatura de la habitación. La temperatura del aire grabada por el *data logger* es un dato que puede ser influenciado por la incidencia de radiación directa o por las variaciones de temperatura de la masa si estuviera muy próximo a algún objeto pesado.
  - > Para tener confianza en los datos y poder realizar un diagnóstico es necesario tomar mediciones de por lo menos una semana. Para este estudio se midieron períodos de 20 días.
  - > Es importante la toma de mediciones exteriores locales para poder tener en

cuenta el efecto de isla de calor urbana, ya que el servicio meteorológico local no considerará este fenómeno.

- (E) Las mediciones se realizaron en un período de 20 días en el mes de febrero de 2005. La intención era registrar lo que sucedía en estas viviendas durante los días laborales y los días feriados para atender a los escenarios planteados como *vivienda vacía* y *vivienda ocupada*.

### Análisis comparativo de casos

La Figura 7 muestra una serie de mediciones de los dos casos: el Caso A y el Caso B. En el Caso A hay una diferencia en el manejo de la envolvente en días laborales, el caso de la *vivienda vacía*, y en los días feriados el escenario correspondiente a la *vivienda ocupada*. Los días hábiles de la semana la casa permanece la mayoría del tiempo cerrada día y noche, evitando la entrada y la salida, es decir el intercambio de flujos energéticos. Esta situación lleva a la prevención de la entrada de flujos energéticos no deseados, como la situación de las horas de mayor calor entre las 11 y las 20 horas. Pero también evita la entrada de flujos energéticos deseados durante la noche como lo es el viento para enfriamiento nocturno (véase como un ejemplo el día miércoles en la Figura 7).

Figura 6  
Casos de estudio A y B.

Los fines de semana, cuando la familia se encuentra en la casa, abren la envolvente durante el día sin tener en cuenta que de esta forma están dejando entrar los flujos energéticos no deseados, que elevan las temperaturas interiores, y como consecuencia las mismas se encuentran por encima del rango de confort interior establecido. Durante la noche, la casa se cierra nuevamente y esta acción previene, una vez más, la entrada de los flujos energéticos deseados (véase el día domingo como un ejemplo de esto en la Figura 7).

La percepción de los habitantes es que su casa es 'demasiado caliente' y tienden a encender el aire acondicionado en el espacio en el que ellos se encuentran. Están acostumbrados a la obtención inmediata de la temperatura que desean mediante la presión de un botón. (Ganem y Esteves 2007: 5.38)

En el Caso B, todos los días de la semana las partes practicables de la envolvente (ventanas y protecciones solares) se manejan de la misma manera: cerradas durante el día para evitar la entrada de flujos energéticos calientes y no deseados y abiertas durante la noche para permitir la entrada de los flujos energéticos frescos deseados. La estrategia de ventilación nocturna funciona muy bien combinada con la inercia térmica y la protección solar que, aunque no muy variada, cumple con su función. El escenario de *vivienda ocupada* que ocurre los fines de semana eleva la temperatura debido al incre-

mento de las ganancias internas (comparar en la Figura 7 los días miércoles y domingo con sus equivalentes del Caso A).

La percepción de los ocupantes es que la vivienda es 'muy confortable'. Ellos son conscientes de que el bienestar que obtienen es en parte el resultado de su activo manejo de los controles en la envolvente de su vivienda (Ganem y Esteves 2007: 5.39).

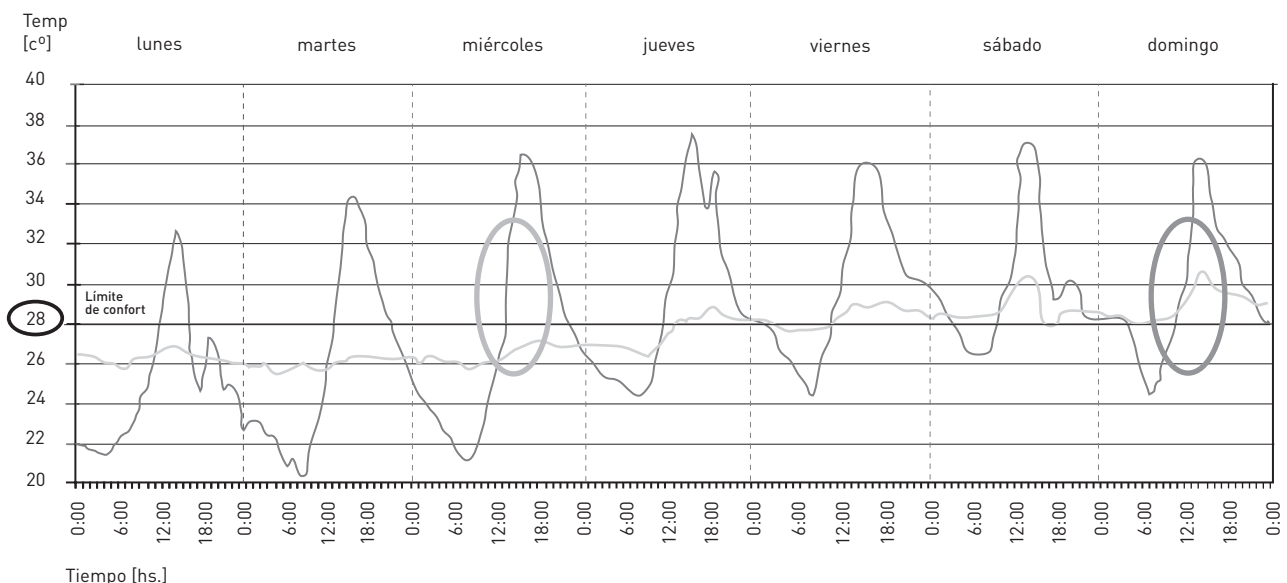
## Resultados

En cada caso, las ganancias internas por la ocupación y el manejo horario de la envolvente pueden ser variables opuestas. Esto es, cada vez que la casa está siendo ocupada habrá ganancias internas, pero, al mismo tiempo, esto abre la posibilidad de un ajuste horario de las protecciones y de las aberturas. Como observamos en el Caso B, las acciones de los usuarios son de gran beneficio.

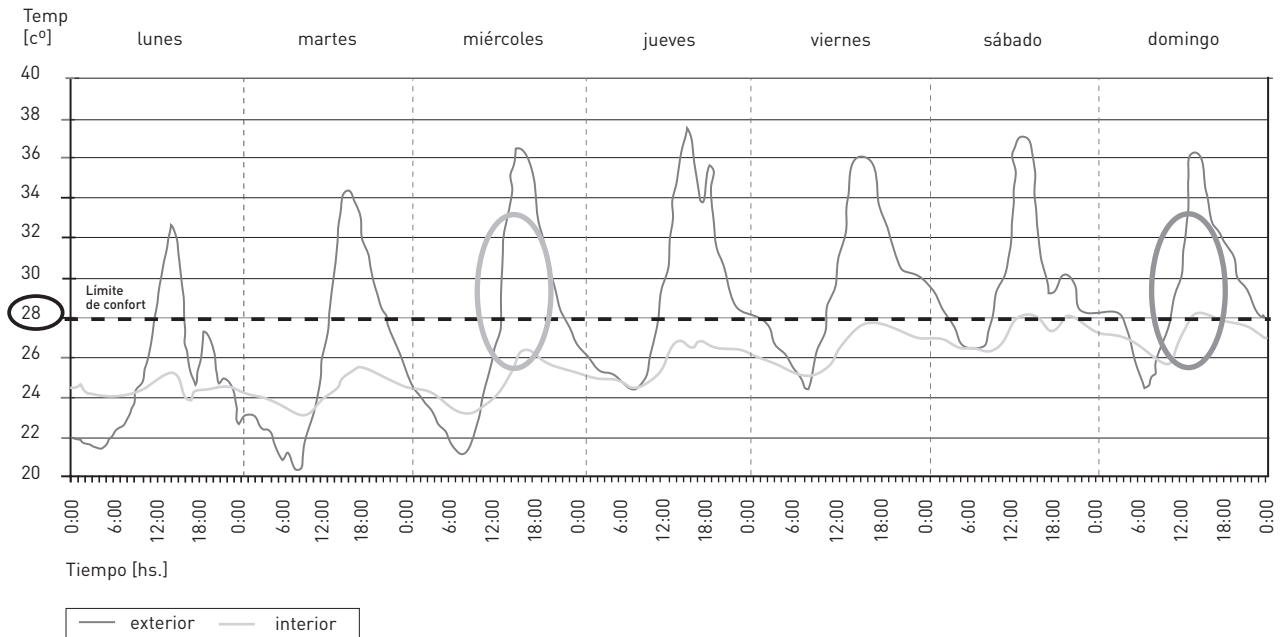
Sin embargo, estas posibilidades tienen un mejor resultado cuando los usuarios que gestionan la envolvente en forma intuitiva lo hacen en forma correcta (Caso B), esto también pudo resultar en el caso inverso en el que los usuarios no saben cuándo ni cómo utilizar los controles pasivos que están previstos en la arquitectura (Caso A los fines de semana). La tercera posibilidad es la casa funcionando sin cambios en su envolvente de forma de impedir el intercambio de flujos energéticos deseados y no deseados (Caso A los días de semana). Esta última opción es preferible al uso incorrecto de la envolvente.

**Figura 7**  
Caso A y Caso B. Mediciones de temperatura interior y exterior. Se comparan los casos de *vivienda vacía* (véase el día miércoles como un ejemplo) y los escenarios de *vivienda ocupada* (véase el día domingo como un ejemplo).

**Caso A: verano 14 a 20 de febrero 2005**



## Caso B: verano 14 a 20 de febrero 2005



## Discusión

La forma en que, en la naturaleza, una cierta cantidad de *errores* es tolerada y protegida como base para posibles soluciones del futuro ofrece algunas indicaciones útiles acerca de cómo poner en práctica sistemas técnicos dotados de mayor tolerancia a los *errores* y, por lo tanto, de mayor capacidad de adaptación. Estas indicaciones, que llevan a soluciones interactivas, implican en definitiva un aumento en la complejidad del sistema (es útil recordar que tal y como se utiliza aquí el término “complejidad” tiene un significado muy distinto al de “complicación”). (Manzini 1991: 111)

En el espíritu de flexibilidad y adaptabilidad al medio, la complejidad del sistema se convierte en una indicación de su calidad en términos de capacidad para adaptarse y de reorganizarse en relación a imprevistos. Se transforma, en definitiva, en un índice de su *esperanza de vida* en un futuro que, como sabemos a esta altura, es más incierto e imprevisible que nunca.

En el caso de la envolvente edilicia, mientras más compleja sea la misma en lo relativo a variedad en la oferta de elementos de protección y cantidad de aberturas, más adaptable será a las distintas situaciones que se presenten a lo largo del año. Es decir, si cuando se tienen que abrir las aberturas de un espacio

para ventilarlo se tiene sólo la opción de abrir una ventana o dejarla cerrada, la respuesta posible es mucho más rígida que si se tuviera a disposición una cantidad de aberturas (que en total sumen la misma superficie de apertura que en el caso de la abertura única) y que, por lo tanto, sea posible la abertura de una, dos o más en forma simultánea.

Lo mismo sucede en el caso de las protecciones solares. Si sólo se tiene la opción de abrir o cerrar una persiana, la respuesta de adaptación como usuario queda limitada. Por el contrario, si se pudiera elegir entre varias protecciones solares o que la protección solar permita varias posibilidades, es posible elegir la más conveniente para dicho momento. Esto implica que mientras una posibilidad está siendo utilizada, las otras permanezcan como *errores* que sin embargo son muy útiles para incrementar la tolerancia del sistema a situaciones imprevistas y por ende su adaptabilidad.

## Conclusiones

En relación con la pregunta acerca del confort, se concluye que la forma en que los usuarios evalúan el confort térmico interior de su entorno depende del contexto, de sus experiencias previas y varía con el tiempo. Por este motivo, el confort térmico es una meta de los usuarios y no sólo un servicio prestado por el edificio, aunque las cons-

trucciones provean parte de los recursos necesarios para que se logre dicho objetivo. Los edificios y sus ocupantes interactúan continuamente: su relación es dinámica y por lo tanto ésta debe diseñarse como tal. Los usuarios de los edificios se pondrán ellos mismos bajo condiciones confortables, primero, si se les da la oportunidad de hacerlo, y segundo, si ellos están dispuestos a hacerlo. Esta descripción es más sostenible y no busca respuestas específicas, sino proveer el carácter y el contexto necesario para un edificio exitoso. Como resultado, las relaciones entre el usuario y el edificio serán más libres, el edificio más flexible y el usuario más responsable. En esta línea de diseño se requiere usualmente menos energía para lograr el *confort* en los espacios interiores. Sin embargo, cabe la posibilidad de que el usuario expresamente no desee participar en el manejo de su edificio, la opción que se recomienda para estos casos es la de diseñar un edificio que funcione solo, mediante elementos de control fijos para asegurar una relación neutra con el medio ambiente circundante, a veces, sin aprovechar ni beneficiarse de él, pero tampoco sin empeorar la situación térmica interior. Otra posibilidad que queda planteada es la de incorporar *timers* estacionales para las aberturas y las protecciones solares con un comportamiento estándar.

Para estimular la participación activa de los usuarios y que los mismos deseen interactuar con su edificio es necesario la intervención de un arquitecto entusiasta. La transferencia de los conceptos desarrollados en el ámbito científico en un lenguaje adecuado y atractivo a los arquitectos es una de las claves para que los criterios ambientales sean ofrecidos a los usuarios y, por lo tanto, elegidos. Los arquitectos serán los encargados de entusiasmar a los usuarios para participar en la gestión de sus espacios de vida, y para esto es crucial hacer hincapié en apoyar y en dar fundamento al manejo intuitivo de la envolvente y a la selección correcta de los flujos energéticos que dejamos ingresar al edificio. Por este motivo, es necesario resaltar la importancia del rol del arquitecto en su práctica de interrelación con el usuario en el proceso de diseño. Durante el proceso se

podrán incorporar deseos y expectativas del usuario interpretados por el arquitecto y será posible desarrollar en conjunto ponderaciones de cada uno de los espacios a habitar. Esto permitirá anticipar qué esperará obtener en cada espacio el usuario y acercar las subjetividades de cada uno con la realidad arquitectónica.

De esta manera, al potenciar la participación de los distintos actores en el proceso de diseño, se favorecerá la relación *usuario-edificio* y se podrá pasar de un uso intuitivo del mismo, a uno con quizás mayor fundamento científico que redundará definitivamente en la mejor calidad de vida del usuario ■

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHRAE. 2004. *Standard 55-04 Thermal environmental conditions for human occupancy* (Atlanta: ASHRAE).
- FITZGERALD, E., A. McNICHOLL, R. ALROCK y L. OWEN. 1999. *A green Vitruvius. Principles and practice of sustainable architectural design* (Londres: James & James Science Publishers).
- GANEM, C. 2006. *Rehabilitación ambiental de la envolvente de viviendas. El caso de Mendoza*. Tesis doctoral (Barcelona: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña).
- GANEM, C. y A. ESTEVES. 2007. "Confort de verano: protección a la radiación y ventilación nocturna. ¿Son estos hábitos en la práctica cotidiana?". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 11 (1), 5.37-5.38.
- GIVONI, B. 1991. "Comfort, climate analysis and building design guidelines". *Energy and Building* 18, 11-23.
- . 1998. *Climate considerations in buildings and urban design* (Nueva York: Van Nostrand Reinhold).
- GOULDING, J., O. LEWIS y T. STEEMERS, eds. 1994. *Energy in architecture. The european passive solar handbook* (Bruselas y Luxemburgo: CEC).
- ISO 7730. 1984. *Moderate thermal environments. PMV and PPD indices and specification of the conditions of thermal comfort* (Génova: International Standards Organization).
- LEAMAN, A. J. y W. T. BORDASS. 1999. "Productivity in buildings: the 'killer' variables". *Building Research & Information* 27 (1), 4-19.
- LONGOBARDI, M. y M. HANCOCK. 2000. *Field trip strategies. Proceedings of 3rd International Conference for Teachers of Architecture TIA*. Artículo nº 6.12.
- MANZINI, E. 1991. "Physis y diseño. Interacciones entre naturaleza y cultura". *Revista Temas de Diseño* (Barcelona: ELISAVA Escola Superior de Disseny, Universitat Pompeu Fabra) 107-117.
- NICOL, J. F. y M. A. HUMPHREYS. 2005. "Maximum temperatures in buildings to avoid heat discomfort". *Proceedings of PALENC Conference*, Santorini, agosto 2005, ed. M. Santamouris (Santorini: Heliotropos), 219-224.

NICOL, J. F. y S. ROAF. 2005. "Post-occupancy evaluation and field studies of thermal comfort". *Building, Research & Information* 33 (4), 338-346.

OLGYAY A. y V. OLGAYAY. 1976. *Solar control and shading devices* (Nueva Jersey: Princeton University Press).

O'SULLIVAN, P. 1972. "The building as a climate filter". *Built Environment*, 267-269.

ROAF, S., M. FUENTES y S. THOMAS. 2001. *Ecohouse* (Londres: Architectural Press).

SERRA, R. y H. COCH. 1995. *Arquitectura y energía natural* (Barcelona: Edicions UPC).

STEIN, B., J. REYNOLDS, W. GRONDZIK y G. KWOK. 1992. *Mechanical and electrical equipment for buildings* (Nueva York: Wiley).

SZOKOLAY S. V. y M. GOKHALE. 1998. "The limitations of simulation". *Proceedings of PLEA* 98, 535-538.

RECIBIDO: 27 noviembre 2007.  
ACEPTADO: 23 junio 2008.

## CURRÍCULUM

CAROLINA GANEM es doctora arquitecta por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (ETSAB-UPC) e investigadora asistente del CONICET. Realiza investigaciones sobre las oportunidades ambientales en la rehabilitación del hábitat construido y en el diseño de nuevos proyectos. Busca establecer criterios de evaluación y mecanismos de implementación e incentivo para la certificación energética edilicia. Trabaja en el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, perteneciente al Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA-CONICET) en el Centro de Ciencia y Técnica (CCT-Mendoza). Es profesora titular de Introducción a la Cultura Material en la FAD-UNCuyo. Tiene publicaciones en revistas nacionales e internacionales con referato y participa regularmente en congresos nacionales e internacionales con referato.

ALFREDO ESTEVES es ingeniero industrial e investigador independiente de CONICET. Realiza investigaciones, desarrollo y transferencia de tecnología de energías renovables en el hábitat humano con énfasis en el desarrollo sustentable. Trabaja en el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, perteneciente al Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA-CONICET) en el Centro de Ciencia y Técnica (CCT-Mendoza). Es profesor en la FAUD-UM y en la FCA-UNCuyo. Tiene publicaciones en revistas nacionales e internacionales con referato y participa regularmente en congresos nacionales e internacionales con referato.

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)  
Instituto de Ciencias Humanas y Ambientales (INCIHUSA-CONICET)  
CC. 131. CP. 5500, Mendoza, Argentina

Tel: (0261) 524-4309  
Fax: (0261) 524-4001  
E-mail: cganem@lab.cricyt.edu.ar