



DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONFORT EN VIVIENDAS URBANAS MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE AUDITORÍAS.

J Czajkowski; C Discoli; E Rosenfeld; C Gentile & J Moreno.

IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Universidad Nacional de La Plata. Calle 47 Nro 162 (1900) La Plata, Argentina.

URL: http://members.tripod.com/IDEHAB_FAU_UNLP/ Email: czajko@yahoo.com

RESUMEN: El conocimiento de las características y comportamiento energético ambiental de sectores urbanos demanda la realización de auditorías. En el último decenio el instrumental de medición y evaluación a bajado significativamente sus costos, además de mejorar la calidad de la información, por el desarrollo de sistemas electrónicos. Esto ha generado una evolución en que podía determinarse antes y que puede determinarse hoy. Se discuten casos auditados junto a los instrumentos y técnicas utilizadas.

ABSTRACT: The environmental energy characteristics and behavior knowledge of the urban sectors demand the realization of audits.

In the last decade the price of the mensuration and evaluation instrumental had come down significantly, and had also improved the quality of the information, because of the electronic systems development.

This has generated an evolution that it could be determined before and that it can be determined today.

Audited cases are discussed together with instruments and techniques used.

1. Introducción

El estudio se localiza en la región del gran La Plata (lat: $-35,55^\circ$ long: $57,56^\circ$) a orillas del Río de La Plata sobre la margen occidental. El clima está clasificado según normas argentinas como templado cálido húmedo - subzona IIIb. El comportamiento respecto del confort higrotérmico puede verse en la figura 1 y los datos climáticos medios en la tabla 1. Del análisis de estos datos surge que posee veranos suaves ($t_{m\acute{a}xmed}=28,5^\circ\text{C}$) e inviernos poco rigurosos ($t_{m\acute{i}nmed}=6,7^\circ\text{C}$) con alta humedad ambiente (HR=71 y 86%) y vientos predominantes desde el río de baja intensidad.

En esta región de más de 10 millones de habitantes se realizó durante los años '80 un plan masivo de auditorías energéticas en más de 2000 viviendas con el fin de conocer las características energéticas del parque habitacional, la situación de confort higrotérmico, los hábitos de consumo de la energía y la cuantificación de un yacimiento potencial de ahorro de energía. En la presente década el país sufrió profundos cambios socioeconómicos que pudieron haber generado cambios en el parque habitacional. Con este fin se consiguió financiamiento para detectar si esos cambios e innovaciones tecnológicas presentaban diferencias con la década anterior. Se presentan resultados de la última campaña de medición que comprende un período de 18 meses. Se discuten los aspectos técnicos y metodológicos respecto de que resultados eran esperables.

2. Instrumentos y métodos

Los proyectos de investigación que lleva adelante el grupo conocidos como UREAM y REDES permitieron la realización de 132 auditorías globales de las cuales 36 han sido auditorías detalladas. Entendiendo por auditoría global al grupo familiar al que se realizó una encuesta, se relevaron las características dimensionales y constructivas de la vivienda, se consignaron los consumos de energía y las opiniones sobre su uso. Mientras que se entiende por auditoría detallada a las que además se les midió durante una semana con instrumental.

Se midieron simultáneamente cinco viviendas por semana y el equipo de campo estuvo integrado por tres personas. Se contó con el siguiente instrumental de medición: veinte micro adquirentes de datos "HOBO H8-2 y H8-4" (temperatura, humedad e iluminación), una estación meteorológica marca "Davis Weather Link II" (temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, lluvia y presión atmosférica), dos adquirentes de datos portátiles "Davis Perception II" (temperatura, humedad y presión atmosférica), un termómetro infrarrojo con puntero laser "Lutron", un anemómetro / termómetro de hilo caliente "Lutron", un anemómetro axial de mano, cinco termohigrógrafos mecánicos marca SIAP, diez termómetros de máxima y mínima, un higrómetro de precisión marca SIAP, dos luxímetros digitales "TES 1330" y dos decibelímetros "Lutron 4011".

En cuanto al instrumental de procesamiento de la información se utilizó el "PCLink3" para los datos meteorológicos, el "BoxCarPro 3.01" para los datos generados por los Hobo's, el "Psicro 1.1" para los diagramas de confort, el "EnergoCAD" para los balances estacionarios, el "AuditCAD" para los análisis energéticos, el "Discrgas" para discriminar el consumo debido a agua caliente y cocción. Los últimos tres programas fueron desarrollados y/o actualizados para el proyecto.

Situación de invierno: Durante el período frío se siguió la siguiente metodología de medición: a. Se utilizaron dos Hobo para registrar las condiciones higrotérmicas en un dormitorio y un ambiente de uso diurno; b. Un Hobo se ubicó sobre la cocina para registrar la duración y frecuencia de encendido de hornallas con el fin de poder discriminar el consumo debido a cocción, con la información residual se determinó el estado ambiental de la cocina; c. un Hobo se instaló en el conducto de salida de gases del calentador de agua (termotanque o calefón) con el que se registró la duración y frecuencia de uso de agua caliente, con esta información más la intensidad (temperatura y humedad) se construyó un modelo para estimar el consumo de energía

debido al uso de AC; d. si la vivienda poseía más de tres ambientes se instalaron además termómetros de máxima y mínima o termohigrógrafos con el fin de obtener información complementaria sobre el estado de confort en toda la vivienda; e. Se verificaron los datos consignados en la encuesta; f. Se registraron los valores iniciales y finales de electricidad y gas natural; g. Se registraron las condiciones de iluminación natural en los locales de mayor uso (interior y exterior); y h. Según la zona (urbana o suburbana) se instaló un Hobo en el exterior. El período de medición fue de 7 días. El intervalo de tiempo de toma de datos se fijó en 2.5 minutos en los Hobo's.

Situación de verano: Durante el período estival se siguió una metodología similar al invierno pero incorporando el registro puntual de temperaturas superficiales interiores en los muros, pisos y techos con el fin de contrastar la diferencia entre estas y la temperatura del local. Se tomó la precaución de realizar estas mediciones cerca del mediodía en los días más calurosos de la semana de medición. Para la campaña 1999-2000 se incorporará el registro de la temperatura radiante. Durante este período la vivienda se encuentra abierta a efectos de ventilarla con lo cual se decidió medir el confort acústico. Se ubicó un decibelímetro en el interior de la vivienda y otro en el exterior midiéndose de forma continua durante una semana, registrándose los datos en un Hobo mediante una interfaz construida al efecto.

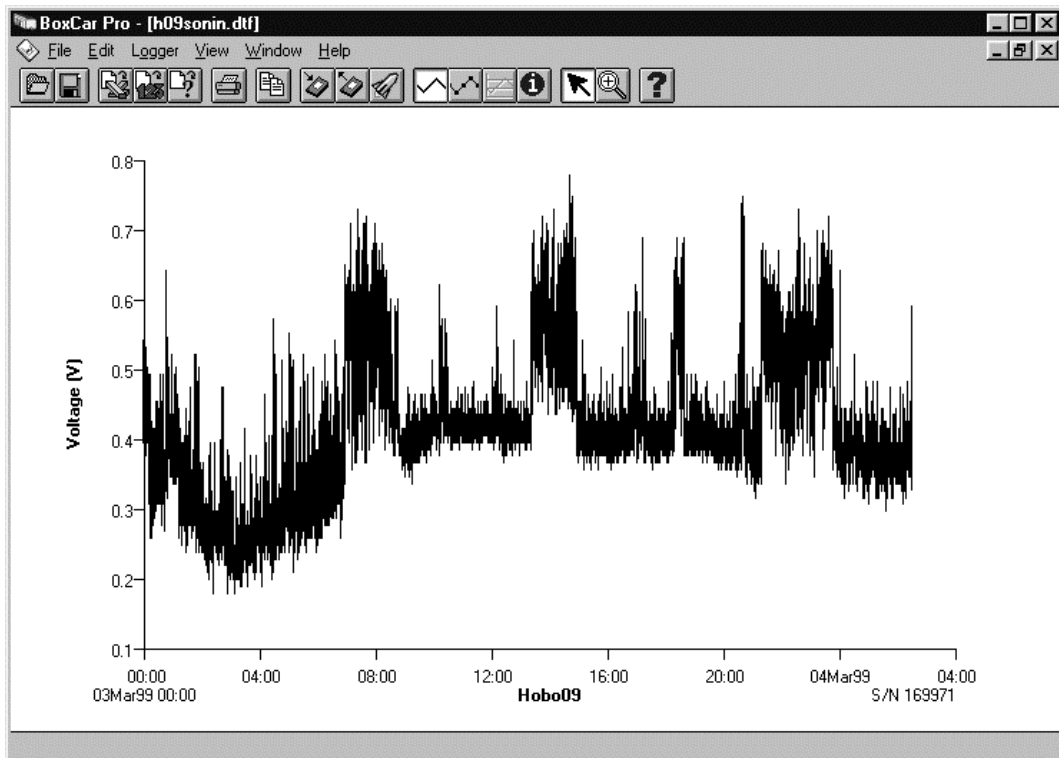
3. Discusión y resultados

Respecto del confort higrotérmico se seleccionaron los días críticos en cada época del año, registrándose los datos horarios en un diagrama psicromérico, comparándose este ciclo con las zonas de confort de B. Givoni (ver figura 2).

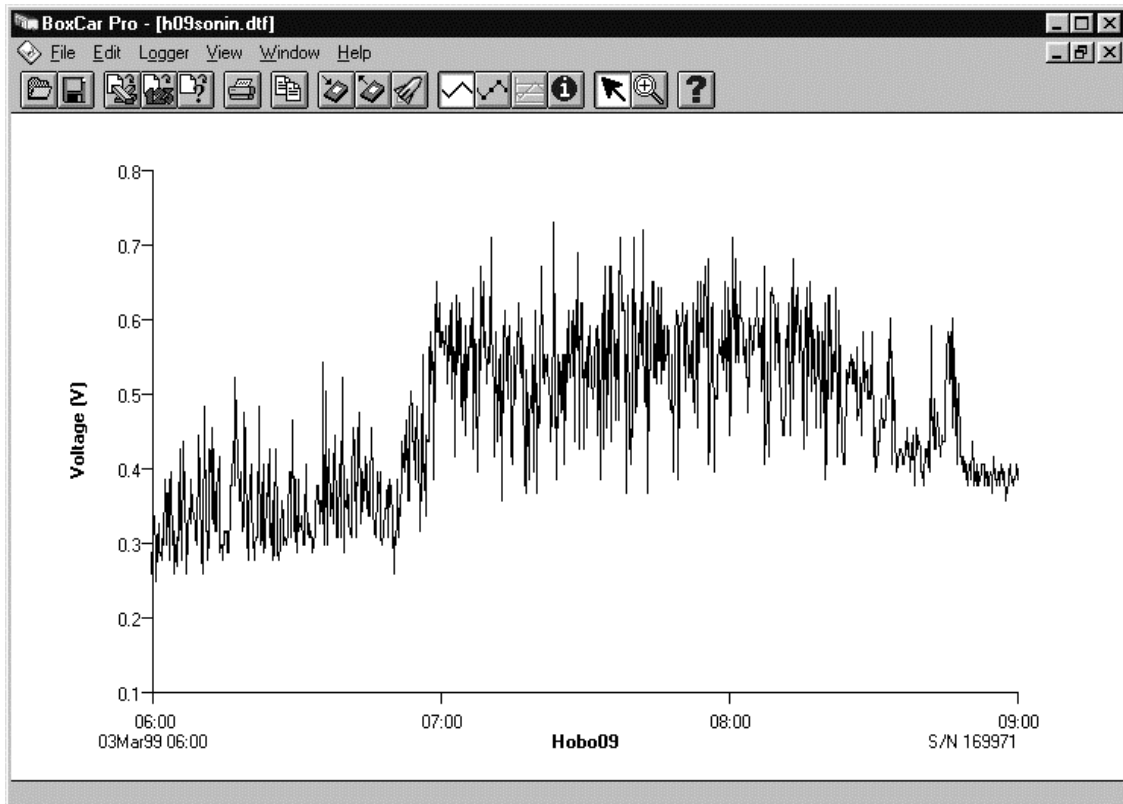
Puede observarse que durante el 70 % del día la vivienda se encuentra fuera de la zona de confort, aunque dentro del área donde se alcanza el confort con radiación solar.

Otro análisis de confort continuo se realizó para la situación de verano. Registrándose los datos de la semana de medición con un intervalo de 30 minutos sobre un diagrama de confort, con el fin de determinar la frecuencia y respuesta de la estructura edilicia en el amortiguamiento de los picos de temperatura exterior (ver fig 3).

Puede observarse que mientras las condiciones higrotérmicas exteriores se mantenían en la zona de confort (cuadrados blancos y negros), la evolución higrotérmica del interior de la vivienda (rombos negros) queda fuera de las posibilidades de refrescamiento pasivo mediante los recursos de ventilación cruzada y mecánica + inercia térmica.



La situación de confort acústico en una vivienda urbana, en este caso un departamento sobre la calle no es mejor ya que el nivel de ruidos diurno oscila entre los 40 y los 75 dB durante los días de semana. Durante el fin de semana el nivel de ruido urbano es aceptable dentro de la vivienda.



En la figura 4 a puede verse que a partir de las siete de la mañana el nivel de ruido alcanza picos de hasta 78 dB pero donde el ruido permanente varía entre 48 y 65 dB.

La calidad lumínica registrada en el interior de los locales de uso diurno intensivo alcanzó un alto grado de dispersión entre casos. Se trabaja en una técnica que sintetice los resultados obtenidos.

5. Conclusiones

Durante las auditorías prácticamente no se presentaron dificultades, respecto al decenio anterior ya que se usó mayoritariamente instrumental automático. En el período anterior solo se contaba con termohigrógrafos y termómetros con los cuales podía lograrse una baja calidad de datos. Esto debido a que el usuario era el encargado de la lectura y registro del mismo cada día. Esta lectura no siempre era precisa y al error de un grado del instrumento se le incorporaba el error del observador. Esto hacía que en la propagación de errores el resultado no era el esperado. A los sumo se obtenían uno o dos valores promedios de temperatura por vivienda con los cuales se analizaba el confort durante la semana.

Hoy los instrumentos son automáticos, de bajo costo, de gran resolución y muy bajo error con los cuales pueden realizarse análisis muy precisos del uso de las viviendas de forma indirecta. Esto puede compararse con lo declarado por los usuarios en las encuestas y plantear un modelo socio cultural de uso de la energía respecto al confort.

Si durante los `80 debía trabajarse con muy pocos datos para obtener los resultados esperados, en la actualidad la cantidad de datos es tal que se dificulta la interpretación de los mismos.

Se ha podido discriminar cuantitativamente buena parte de los parámetros intervinientes en el funcionamiento ambiental de una vivienda, quedando unos pocos, por ahora de difícil resolución. En especial la modelización de la permeabilidad del edificio al aire que en el período frío que se lleva entre el 25 y el 35 % de las pérdidas energéticas.

Se ha recolectado suficiente información con la cual es posible desarrollar un modelo de confort integral.

6. Referencias

Rosenfeld, E. Et al (1986): Plan piloto de evaluaciones energéticas en viviendas del área metropolitana de Buenos Aires, Actas de la 11ª Reunión de ASADES, San Luis, pp. 9-12.

Czajkowski, J y Rosenfeld, E y (1989): Caracterización tipológico energética del sector residencial del área metropolitana de Buenos Aires, Actas 1er Seminario de Investigación Región Metropolitana de Buenos Aires, Mar del Plata, 19 pág.

Rosenfeld, E y Czajkowski J. (1992): *Catálogo de tipologías de viviendas urbanas en el área metropolitana de Buenos Aires. Su funcionamiento energético y bioclimático*, IDEHAB, FAU, UNLP. La Plata. 105 pág.

Czajkowski J. (1995) Sistema Informatizado en ambiente CAD *EnergocAD* para el diseño bioclimático y diagnóstico *energético* energético de edificios en múltiples escenarios, Anais III Encontro Nacional ANTAC. Conforto no ambiente Construído. Gramado, Págs. 366-370. (Nota: el trabajo fue mal compilado en las actas y no se lo consigno en el índice)

Rosenfeld, E. Et al (1997): UREAM. Políticas de uso racional de la energía en el área metropolitana y sus efectos en la dimensión ambiental, PIP, CONICET 4717.

Rosenfeld, E. Et al (1998): REDES. El sistema de redes de servicios e infraestructura Urbano Regional y su *relación* con la eficiencia y calidad ambiental, Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2, Nro 12, pág. 06-57/60.