

## EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN UN SUPERMERCADO.

Jorge Czajkowski<sup>1</sup>, Carlos Discoli<sup>2</sup>, Cecilia Corredera<sup>3</sup>, Cristian Diaz<sup>3</sup>, Carlos Gentile<sup>4</sup>, Patricia Belloni<sup>5</sup> y Elias Rosenfeld<sup>6</sup>

Instituto de Estudios del Hábitat, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata  
Calle 47 NE162. CC 478 (1900) La Plata. Tel-fax: + 54 (221) 423-6587 / 90 int 254  
e-mail: [czajko@yahoo.com](mailto:czajko@yahoo.com) Url: [http://idehab\\_fau\\_unlp.tripod.com/ui2/](http://idehab_fau_unlp.tripod.com/ui2/)

**RESUMEN:** El proyecto UREAM2 incluía entre sus objetivos la evaluación ambiental de edificios del sector comercial en el área del gran La Plata, Buenos Aires, Argentina. Durante tres períodos del año se realizaron auditorías detalladas a fin de brindar información de base y experiencia metodológica sobre un sector edilicio inexplorado. De los edificios comerciales, los supermercados, presentan una gran complejidad por la cantidad de sistemas y servicios involucradas. Las metodologías previas desarrolladas para viviendas, educación, salud y cultura si bien brindaban experiencia no contemplaban la discriminación mediante mediciones del sistema eléctrico. Se presenta la metodología utilizada y las modificaciones desarrolladas para su adecuación. Se exponen las dificultades encontradas y los resultados de las mediciones.

**Palabras Clave:** evaluación ambiental, confort higrotérmico, eficiencia energética edilicia.

### INTRODUCCION

En los proyectos “URE-AM, Políticas de uso racional de la energía en el área metropolitana y sus efectos en la dimensión ambiental” (E. Rosenfeld et al, 1997) y “UREAM2” (E. Rosenfeld et al, 1999, 2000) (Czajkowski, et al, 2002) se realizaron auditorías globales y detalladas de muestras representativas de viviendas y comercios de la región del gran La Plata. Sobre instrumentos y metodologías aplicadas o desarrollados para cada tipo de análisis ya fueron tratadas y publicadas (E. Rosenfeld et al, 1999, 2000).

Este trabajo muestra los resultados de un establecimiento del sector comercial. Entendemos al sector comercio como una trama de redes, caracterizada por su gran diversidad de rubros, estructurada con niveles de jerarquía mixtos. En este contexto, podemos mencionar como nodos de la red a los mercados mayoristas, con políticas de ventas minoristas; a los hipermercados (conformando redes propias) con superficies mayores a 5000m<sup>2</sup> y volúmenes de ventas que les permiten actuar sobre las producciones y fabricantes, además de contar con marcas propias; a los supermercados, conformando redes propias o asociadas pero con superficies menores a 5000m<sup>2</sup>; a los autoservicios; a los comercios tradicionales minoristas; y a las nuevas modalidades como *hard discount*, locales con productos orientados, poca diversidad y buenos precios.



**Figura 0:** Fachada del establecimiento comercial en contexto urbano (invierno).

Se expone el caso de un supermercado de mediana complejidad que fuera auditado durante dos períodos (invierno y verano), a fin de acumular experiencia metodológica e instrumental sobre un sector poco conocido. Se muestra su comportamiento ambiental, los consumos de energía, el instrumental utilizado, entre otros resultados y conclusiones.

### INSTRUMENTOS Y MÉTODOS

El proyecto de investigación UREAM2 comprende entre sus objetivos específicos avanzar en el conocimiento del comportamiento energético-ambiental del subsector comercial. Para lo cual fue necesario encontrar un caso que siendo de tamaño abaricable por la experiencia e instrumental del laboratorio tuviera una complejidad importante. Se obtuvo así autorización del propietario de un supermercado para poder implementar una auditoría detallada.

1. Profesor Titular FAU-UNLP, Investigador Adjunto CONICET; 2. Investigador Adjunto CONICET; 3. Becario Doctoral CONICET; 4. Docente-investigador FAU-UNLP; 5. Pasante alumno; 6. Profesor Titular FAU-UNLP, Investigador Principal CONICET, Director proyecto UREAM2.

Así se relevaron las características dimensionales y constructivas del establecimiento, se consignaron los consumos de energía y las opiniones sobre su uso. Durante una semana se instaló instrumental a fin de medir en verano e invierno el comportamiento del establecimiento, para esto el equipo de medición contó con tres personas.

Se contó con el siguiente instrumental de medición: doce micro adquirentes de datos “HOBO H8-2 y H8-4” (temperatura, humedad e iluminación), seis “HOBO H06-004-02” (encendido motor), dos micro adquirentes de datos de cuatro canales “HOBO H08-006-04” y ocho sensores CTV-C de AC de 0-100 Ampere.; una estación meteorológica portátil de dos parámetros “H08-032-08”; una estación meteorológica marca “Davis Weather Link II” (temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, lluvia y presión atmosférica), un termómetro infrarrojo con puntero laser “Lutron”, un anemómetro / termómetro de hilo caliente “Lutron”, dos luxímetros digitales “TES 1330” y dos decibelímetros “Lutron 4011”; un termómetro digital; pinza amperométrica; cámara digital y equipo de seguridad para trabajo con tensión. 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. Asimismo el programa “EnergCAD” (Czajkowski, 1995) para los balances estacionarios, el “AuditCAD” (Czajkowski, 1999) para los análisis energéticos. Esto llevó a la introducción de modificaciones, correcciones y actualizaciones, debido a que originalmente el primero, fue concebido para evaluar viviendas unifamiliares y ambos debieron adaptarse para evaluar hospitales, centros de atención primaria de salud y establecimientos comerciales.



Figura 0: Sensores AC en tablero eléctrico.

El protocolo de mediciones utilizado en otros subsectores edilicios (vivienda, educación y salud) solamente podía adaptarse en parte a las necesidades de un supermercado. Esto debido a la especialización y sectorización virtual sin divisiones físicas permanentes, que poseen estos establecimientos de mediana escala. Junto a condiciones ambientales particulares entre zonas distantes pocos metros entre sí, por ejemplo en nuestro caso la zona de lácteos y super-congelados aledaños a la panadería. Para esto previamente se planteó una inspección visual a fin de sectorizar el local, se relevaron las características de cada zona, la cantidad de trabajadores, el tipo de equipamiento y su potencia energética, tipo y cantidad de luminarias, entrevista con informante calificado sobre sistema energético (eléctrico y gas), dimensiones del local, entre otros.

En función del tipo y cantidad de instrumental se planificó su ubicación en relación a los resultados esperables. Se definieron así las siguientes zonas: cajas (H9), góndolas productos secos (H8), verduras (H17), lácteos (H7), panadería (H18), carnicería (H4), vigilancia y administración (H1), depósito planta baja (H5) y depósito en entre piso (H2). (La identificación numérica de micro adquirentes de datos Hobo de dos o tres parámetros: temperatura, humedad e iluminación. Ver Figura 4). En la mayoría de los casos se buscó ubicarlos a 1,50 m del nivel del suelo y en un sitio que mostrara las condiciones higrótérmicas de cada sector. Por cuestiones de seguridad y para evitar el hurto del instrumental en los sectores donde este quedaba muy expuesto, caso sector de lácteos y verduras, se ubicó el Hobo a 2 m de altura. En estos puntos y mediante un termómetro digital se tomaron lecturas instantáneas a nivel del suelo, a 1,50 y a 2,40m fin de detectar estratificaciones, que posteriormente permitiera homogeneizar los datos mediante interpolación.

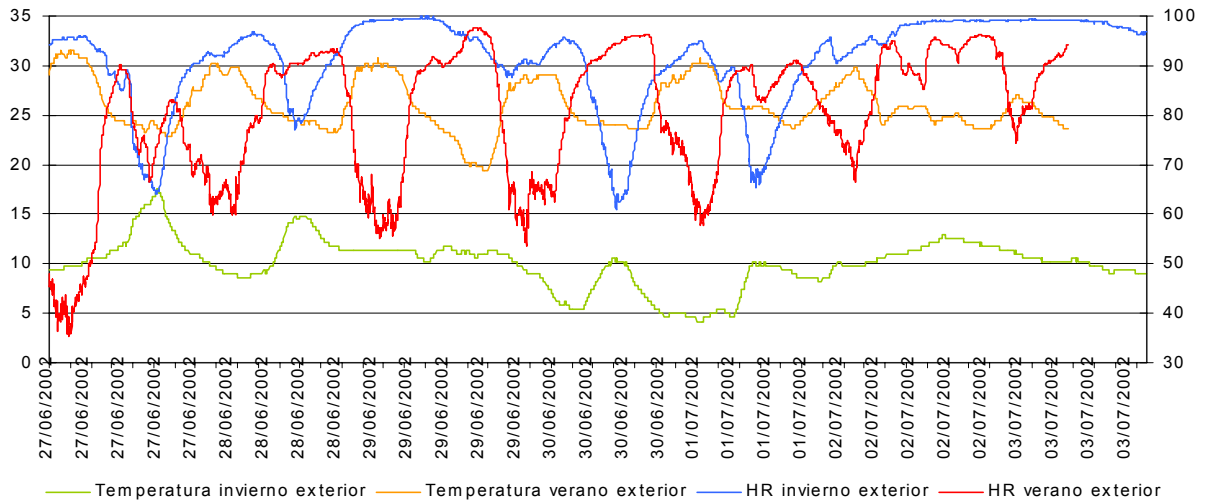
En cada zona se midieron los niveles de iluminación a 1,00 m de altura sobre plano horizontal y a 1,60m sobre plano vertical en coincidencia con los productos expuestos. Se tomaron los niveles de iluminancia del cielo a la sombra en el exterior del local, a fin de conocer el potencial de aprovechamiento de luz natural.

Estos establecimientos si son planificados cuentan con sala de máquinas, para concentrar motores, compresores, planta frío, caldera, bombas, etc. En nuestro caso no existió un espacio especializado sino que estos equipos se encontraban localizados en sitios dispersos dentro del establecimiento (Ver figura 4). En los motores eléctricos de mayor potencia se instalaron sensores de encendido/apagado y mediante una pinza amperométrica se midió el consumo de energía instantáneo. Estos sensores se ubicaron en cada uno de los tres motocompresores (HM 2/3/4), en la picadora de carne (HM 1) y la sierra de carnicería (HM 6).

En los tableros eléctricos seccionales se midió el consumo instantáneo de cada circuito y posteriormente se seleccionaron los adecuados para medir consumos a lo largo de la semana de medición. (Ver figura 2). Al inicio y fin de cada semana de medición se tomaron las lecturas de los medidores de energía eléctrica y gas natural.

## DISCUSIÓN

En la figura 3 se muestra la variación higrótérmica exterior durante las mediciones de invierno y verano. A fin de sintetizar datos se graficaron juntos los datos de invierno y verano con temperaturas y humedades relativas, el eje izquierdo muestra temperatura y el derecho humedad relativa. Durante la semana de invierno se registró una temperatura media de 10.5 °C donde el día más frío presentó una mínima de 4.2 °C y una máxima de 10.2 °C con humedad de 96% y 67% respectivamente (01/07/2002). Durante la semana de verano la temperatura y humedad media fue de 26.7 °C y 78% y el día más caluroso registró una temperatura máxima de 31.2°C con humedad de 38.8% (04/03/2003).

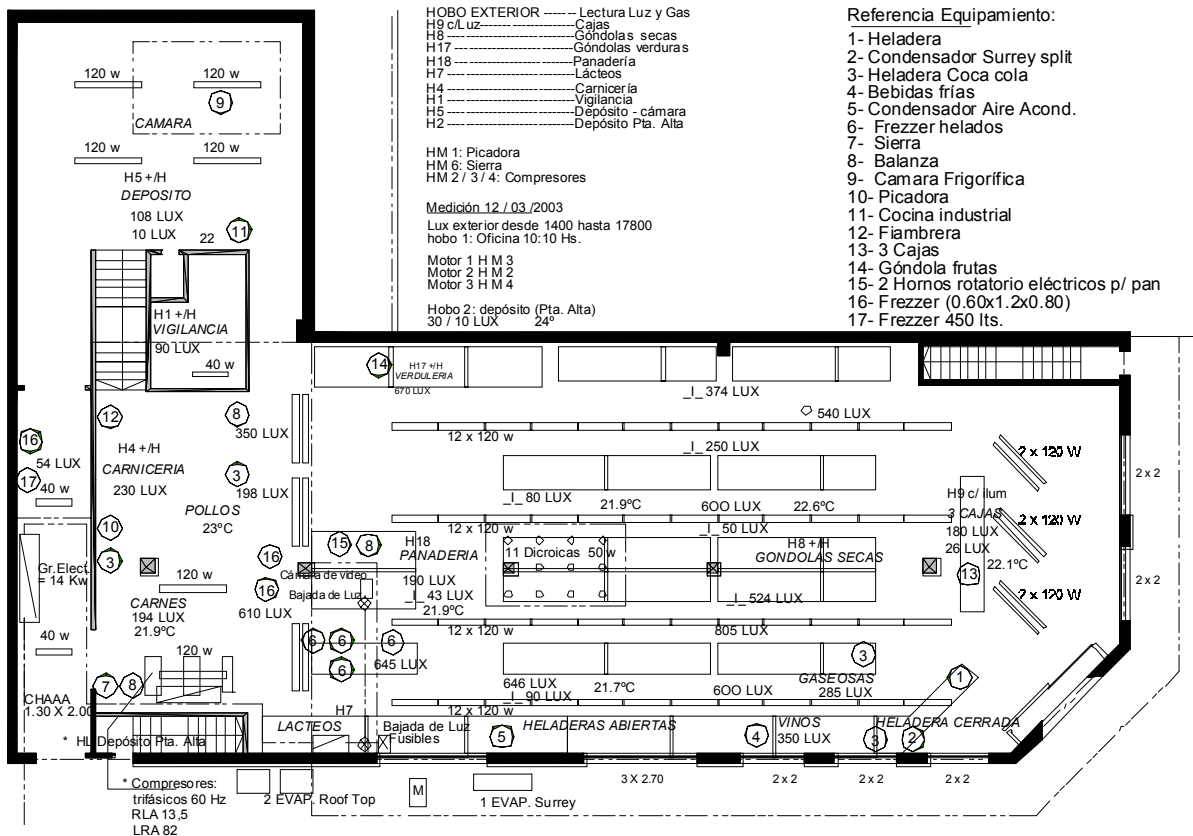


**Figura 0:** Condiciones higrótérmicas exteriores en las mediciones de invierno y verano.

Debe tenerse en cuenta que se auditó un establecimiento comercial tipo supermercado, ubicado sobre una avenida troncal de la ciudad de La Plata durante el invierno del 2002 y el verano del 2003. Fue la primer experiencia de medir simultáneamente varias dimensiones del confort interior respecto del exterior y sus consumos de energía. Del relevamiento del local surgió que a pesar de ser de dimensiones medias poseía la complejidad de un gran establecimiento. Entre otros cabe mencionar: planta de frío compuesta por tres compresores trifásicos de 34.42 A que alimenta a una cámara frigorífica de 45 m<sup>3</sup>, una góndola frutas y dos góndolas lácteos. Sistema de aire acondicionado compuesto por varios equipos divididos, una potencia instalada en iluminación fluorescente del local de 16.4 Kw, 12 freezers tipo pozo para helados, pollo, pan, etc. y seis enfriadores de bebidas, entre otros.

Un resumen de la auditoria se volcó en un plano síntesis del local comercial y cada subsistema energético se registró en croquis esquemáticos. (Ver figura 4).

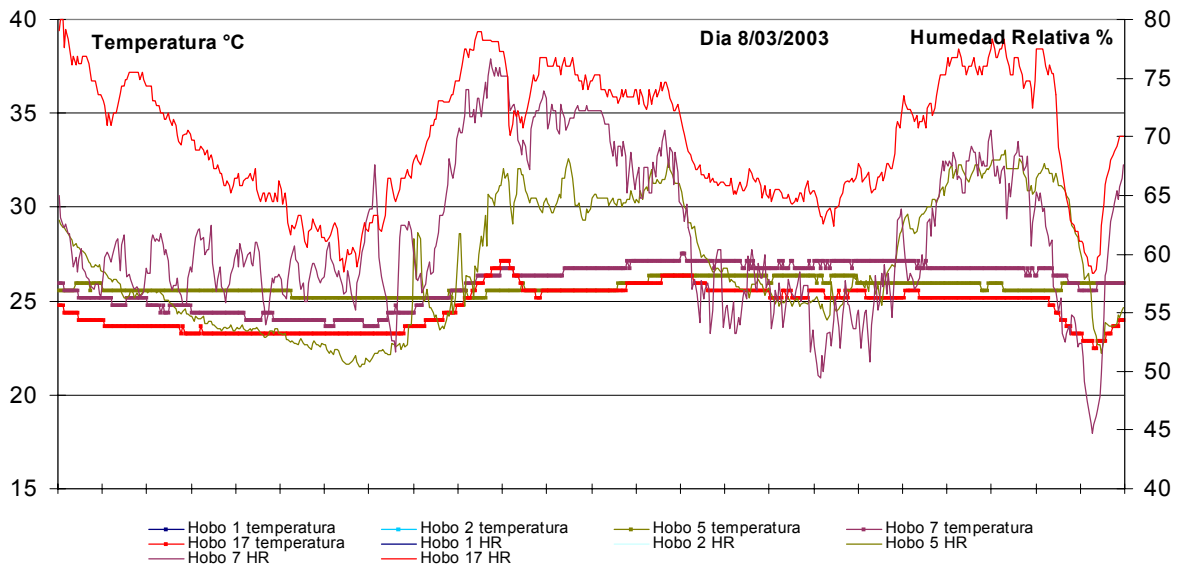
El primer inconveniente surgió al no existir un tablero eléctrico que concentre los diversos consumos y este se dividió en tres tableros seccionales que partían directamente del medidor. Al contarse con solamente dos adquisidores de datos se optó por medir dos tableros y los equipos dependientes del tercero se calcularían por diferencia al total.



**Figura 0:** Planta del supermercado indicando localización del instrumental

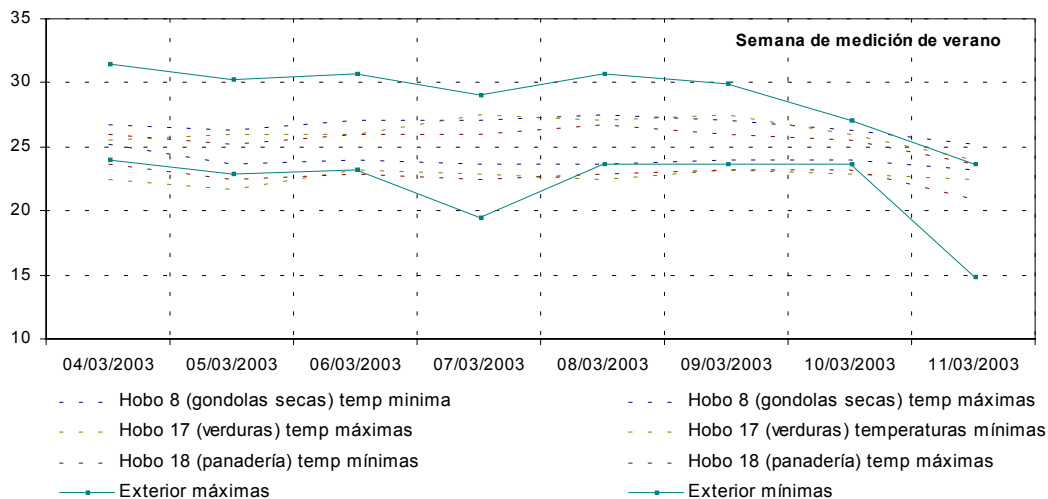
El segundo inconveniente se presentó al desconocer la permanente mutación a la que están sometidos este tipo de establecimientos que buscando mantener la atención y atractivo comercial de su clientela generan permanentes cambios en la incorporación o desactivación de ciertos servicios. Esto lleva a afectar no solamente cambios en el espacio físico, sino cambios en la zonificación higrotérmica interior, importantes modificaciones en el consumo de gas natural y energía eléctrica y por ende cambios en los tableros seccionales de energía eléctrica. Tal el caso de un servicio de panificados aldeaño a carnicería presente en la auditoria de invierno que ya no estaba en la de verano.

Esta normal flexibilidad y adecuación a cada época del año y a la búsqueda comercial del propietario, dificulta sensiblemente la comparación de los datos en verano e invierno. Las “zonas virtuales” de servicios en el salón de ventas al no tener límites físicos permite que un sector de baja temperatura como *lácteos* interactúe con un sector de alta temperatura como *panadería* o *vinos* generando además movimientos convectivos interzonas. Esto muestra que no es simple recabar información comparativa en este tipo de edificios por su permanente cambio, dificultando sensiblemente definir un perfil de comportamiento energético ambiental.



**Figura 0:** Niveles de confort higrotérmico interior en zonas del establecimiento (Verano).

La figura 5 muestra el comportamiento higrotérmico en el interior del establecimiento donde las temperaturas en todas las zonas se encuentran entre los 22 y 27 °C que corresponden a la zona de confort. Pero los niveles de humedad interior son muy variables siguiendo la tendencia exterior, esto debido a un deficiente sistema de aire acondicionado.



**Figura 0:** Comparación sintética niveles de temperatura entre el interior y exterior del establecimiento (Verano), en varias zonas características (zona confort: grisado).

La figura 6 es una síntesis semanal donde solamente se grafican las máximas y mínimas sean interiores o exterior. La zona grisada muestra la zona de confort (B. Givoni, 1969). Puede observarse que a pesar del sistema de AC las temperaturas máximas diarias superan el confort pero se encuentran dentro del confort ampliado (27°C).

La tabla 1 muestra los niveles de estratificación en las temperaturas interiores. Esta no es significativa en la panadería y verdulería (entre 0 y 1°C) pero como era esperable, en la primer visita de relevamiento, se hace importante en la zona de lácteos donde alcanza los 5,7°C. En la zona central y la carnicería la estratificación varía entre 2,1 °C y 1,6°C respectivamente.

	26/6/2002 17:15 Hs.		
	Piso	+ 1.50	+ 2.40
Verdulería	15.7	15.7	16.8
Lácteos	11.3	15.8	17.0
Central	15.6	17.2	17.2
Panadería	17.1	17.6	17.5
Carnicería	15.5	17.5	17.6

**Tabla 0:** Nivel de estratificación de temperaturas en °C (invierno)

<b>Medidor de Luz verano</b> N°: 97566 <b>Inicial (5/3/2003)</b> 001---- 990272 Kw/h 002---- 37,94 (Max. Kw) 003----2251,63 Kw 004---- 68 Reset 005---- 651,296 K var h <b>Final (12/3/2003)</b> 001---- 995102 Kw/h 002---- 39,64 (Max. Kw) 003----2252,63 Kw 004---- 68 Reset 005---- 652,875 K var h <b>Consumo = 4830 Kw/h/semana</b>	<b>Medidor de Luz invierno</b> N°: 97566 <b>Inicial (26/06/2002)</b> 001---- 686081 Kw/h 002---- 30,78 (Max. Kw) 003----1997,58 Kw 004---- 61 Reset 005---- 617,906 K var h <b>Final (03/07/2002)</b> 001---- 689729 Kw/h 002---- 30,63 (Max. Kw) 003----2059,37 Kw 004---- 61 Reset 005---- 617,895 K var h <b>Consumo = 3648 Kw/h/semana</b>
---	--

**Tabla 0:** Consumo de energía eléctrica semanal.

El funcionamiento de este establecimiento se logra mediante un gran consumo de energía que alcanza los 521 Kw/día en invierno y los 690 Kw/día en verano. Esto corresponde a 1.31 Kw/día/m<sup>2</sup> en invierno y 1.76 Kw/día/m<sup>2</sup> en verano. Dado que no se han auditado aún otros establecimientos similares y no existen todavía estándares para Argentina no es posible realizar comparaciones ni conocer niveles que definan comportamientos.

## CONCLUSIÓN

El trabajo ha permitido aportar información básica en cuanto a la estrategia de detección y optimización de variables críticas a escala detallada a los efectos de ajustar la construcción de índices y perfiles de la red de comercios.

Además nos permitió detectar inconvenientes en los procedimientos de audit.-diagnóstico debido a múltiples factores como: cambios en la conformación interior de las zonas características, modificaciones en el sistema eléctrico, dificultades de accesibilidad al caso en el período estival crítico, problemas en la operación y programación del instrumental, entre otros. A pesar de lo expuesto queda claro que es posible implementar un plan de reciclado en base a criterios de URE.

Percibimos que un supermercado puede dividirse en sectores virtuales de uso especializado y que estos pueden analizarse separadamente como módulos. La situación ideal sería que el nivel higrotérmico en todos los sectores sea homogéneo y eso implica o un cuidadoso diseño de dichos sectores o un rediseño del equipamiento (heladeras, góndolas, exhibidores, etc). Por otra parte cada sector debe contar con una cantidad y calidad de luz acorde al producto expuesto a la venta pero sin que esto genere un discomfort a nivel del consumidor. Es posible pensar en recomendaciones de diseño específicas para cada *sector virtual*.

Se pudo acumular experiencia junto a valiosa información que esperamos siga creciendo en el tiempo. Vale destacar que no ha sido posible tener acceso a los grandes hipermercados de la zona que se han negado a ser auditados, justificando que sus empresas cuentan con equipos propios o empresas de mantenimiento que realizan tareas similares.

Notamos que son necesarias regulaciones que no solamente establezcan límites en los consumos por unidad de referencia (superficie, volumen, cantidad empleados, etc) sino que habiliten a organismos competentes a realizar estas inspecciones.

Sabemos de la existencia de leyes vigentes que podrían utilizarse como instrumentos de referencia o que serían necesarias nuevas leyes que permitan regular la eficiencia energética edilicia. En este tema, nos encontramos realizando gestiones desde el 2003, que permitió tener una ley provincial (Ley 13059/03), con su reglamentación redactada y pendiente de ser firmada por el poder ejecutivo.

La reglamentación de esta ley permitirá establecer niveles de eficiencia energética y ambiental en los edificios de la provincia de Buenos Aires y afectará de manera directa o indirecta a poco más de 17 millones de habitantes.

## REFERENCIAS

Corredera Cecilia y Czajkowski Jorge (2000). Innovaciones en el diseño de torres de oficinas en el período 1930-2000 en la región metropolitana de Buenos Aires. Un enfoque desde el diseño ambientalmente consciente. En *Avances en energías renovables y medio ambiente*. ISSN 0329-5184. Pág. 02-15. Vol 4. Nro 1.

Czajkowski, Jorge y Rosenfeld, Elías (1992) "EnergCAD": Sistema informatizado para el diseño bioclimático de alternativas edilicias. Actas XV Reunión de trabajo de ASADES, Catamarca.

Czajkowski J. y Rosenfeld E. (1995). Sistema informatizado en ambiente CAD EnergoCAD para el diseño bioclimático y diagnóstico energético de edificios en múltiples escenarios. *Actas III Encontro Nacional y I Encontro Latino-Americano de Conforto No Ambiente Construido*. Gramado, Brasil.

Czajkowski, Jorge. (1999) Desarrollo del programa AuditCAD para el análisis de edificios a partir de auditorías ambientales. En *Avances en energías renovables y medio ambiente*. ISSN 0329-5184. Pág. 08-5 a 8. Vol 3. Nro 2.

Czajkowski Jorge, et Al. (2002). Comportamiento energético ambiental en viviendas del gran La Plata. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol 6, N°2, pág S01-01.

Givoni, Baruch. (1969) *Man, Climate and Architecture*. Elsevier Publishing Company Limited. England.

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. (1999). Eficiencia energética y URE en los sectores residencial-terciarios metropolitanos. Las aglomeraciones del gran Bs As y el Gran La Plata. *AVERMA*, Vol 3, N°2, Año 1999. Pág.8.17-820.

Rosenfeld, E. et al. (2000). Consumo energético y ure en los sectores residencial y terciarios metropolitanos. La aglomeración del Gran La Plata. *AVERMA*, Vol 4 , N°2, Año 2000 Pag . 07-35-40.

Rosenfeld, E. et al. (2000). Uso racional y eficiencia energética en áreas metropolitanas (URE-AM): El sector residencial del gran Buenos Aires y Gran La Plata, Argentina. VIII Encontro Nacional de Tecnología do Ambiente Construído. Identificador del trabajo 223, publicado en soporte digital (CD) ENTAC'00, Salvador, Bahía. Brasil

Thumann, P.E. (1998). *Handbook of energy audits*. Edit. The Fairmont Press, Inc. Lilburn, EEUU. ISBN 0-88173-294-X

### **ENVIRONMENTAL CONDITION EVALUATION IN A SUPERMARKET.**

**ABSTRACT:** The UREAM2 project included among its objectives the environmental evaluation of the commercial sector buildings in the surroundings of La Plata, Buenos Aires, Argentina. During three periods of the year, detailed audits were carried out in order to offer important information and methodological experience on an unexplored building sector. Supermarkets, present a great complexity because of the systems quantity and involved services. The previous methodologies developed for housings, education, health and culture although they offer experience, they didn't contemplate discriminations from the electric system. The utilized methodology and the developed modifications for their adaptation are presented. The difficulties encountered and the mensurations results are exposed.

**KEYWORDS:** Environmental evaluation, Hygrotermic comfort, Building energy efficiency.