

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO AMBIENTAL EN VIVIENDAS DEL GRAN LA PLATA

Jorge Czajkowski¹, Carlos Discoli¹, Cecilia Corredera² y Elías Rosenfeld³

IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat, UI N° 2, 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@ing.unlp.edu.ar

RESUMEN

El trabajo forma parte del Proyecto PICT98: UREAM2. Entre sus objetivos se encuentra establecer las bases para la formulación de políticas sobre conservación y uso en base a criterios de uso sostenible de los recursos aplicables a los sectores mencionados, proponer normativas y cursos de acción en función de escenarios y dimensionar los yacimientos de ahorro. Esto con el fin de conocer la situación energética actual del sector residencial, confrontarla con los datos y resultados de proyectos realizados en la década anterior y en consecuencia establecer pautas para políticas de ahorro y uso racional de la energía en los años venideros. Se exponen resultados de auditorías ambientales y trabajo de campo, se discute el estado del parque construido en relación a normas nacionales y se contrasta con proyectos de la década pasada.

Palabras Clave: ahorro y uso racional de la energía, vivienda, comportamiento térmico, conservación de energía.

INTRODUCCION

Nuestro grupo de investigación realizó un proyecto sobre el potencial de URE y sus políticas en el Área Metropolitana de Buenos Aires, AUDIBAIRES (E.Rosenfeld et al, 1986, 1988, 1989), hace algo más de una década. Se auditaron viviendas tipológicamente representativas, 392 en forma global y 135 en forma detallada. Decíamos que los valores de "G" para las tipologías estudiadas eran admisibles para la Norma IRAM 11604/86 pero que se encontraban lejos de cumplir con normas europeas (Czajkowski, 1990). Que algunos tipos edilicios de relativa homogeneidad térmica formal, caso *Cajón*, mostraba una clara degradación de su calidad térmica en el tiempo a pesar de existir una ampliación progresiva de la oferta de materiales aislantes y una reducción en los costos.

La situación energética de la década de los '80, previa a la transformación del Estado y los procesos de privatización, posibilitaba sustentar hipótesis de ahorro que podían ser compartidas por autoridades, empresas y consumidores. La calidad térmica del parque edilicio tendía en términos históricos a disminuir. El equipamiento mantenía cierta racionalidad si bien no estaba actualizado en términos tecnológicos. Finalmente, se percibía la intención a nivel institucional, de formular políticas explícitas e implícitas para el sector.

Pero la situación cambió notablemente en la actualidad. Los entes responsables de la gestión energética ambiental han perdido su rol a favor de las empresas privatizadas. Se perdió el acceso a información sobre el consumo energético de grandes y pequeños usuarios al no incluirse en los pliegos de concesión de servicios la posibilidad de acceder a información para académicos y planificadores. A pesar de las recomendaciones realizadas no se incluyeron la obligatoriedad de cumplimiento de normas nacionales en códigos municipales. Los costos de la energía, el sobre-equipamiento y consumo inducidos tuvieron marcada influencia (Rosenfeld et al, 2001). También las modificaciones emergentes de las transformaciones del comportamiento social. Algunas de mucho peso como la privatización profunda del sistema energético y el predominio de la lógica empresarial, motivada en el negocio de vender más energía en algunos casos y en otros a no hacerlo, también por razones empresarias.

En la misma época se plantearon proyectos semejantes en casi todos los países de la unión europea (Institute für Umwelt und Gesellschaft. Wissenschaftszentrum, 1983) y en nuestro país los centros de investigación LAHV-CRICYT (De Rosa, C. et al. 1988, 1990) (Fernandez et al, 1993), CIHE-FADU-UBA (Evans et al 1990), INENCO y otros (Filippin et al, 1995) discutidos en ASADES.

En este nuevo contexto se plantearon y llevaron adelante proyectos de investigación tendientes a conocer la situación actual, confrontarla con los datos anteriores y en consecuencia establecer pautas para políticas posibles en los años venideros.

Entendemos que la formulación de políticas de Ahorro + URE en la región debiera considerar al sector residencial y terciario con el de transporte y el de servicios, en un marco de uso sostenible de los recursos. Proponer recomendaciones basadas en varios escenarios socioeconómicos y con la suficiente generalización para ser útiles en otro tipo de aglomeraciones urbanas. Para esto deberemos conocer y relacionar: i. el estado ambiental conectado a la energía; ii. las características edilicias y de comportamiento de tipos edilicios representativos; iii. el marco jurídico administrativo, las políticas económicas, energéticas y las modalidades del mercado; además de iv. Identificar, construir y comparar indicadores orientados a la forma y consumo de energía en relación

1 Investigador CONICET; 2. Pasante FAU-UNLP; 3. Investigador CONICET- Director Proyecto.

a los aspectos sociales, ambientales y económicos; v. Dimensionar y establecer un diagnóstico cuali-cuantitativo de los posibles potenciales de uso racional de energía y yacimiento potencial de ahorro.

Se definió como universo de análisis la aglomeración del Gran La Plata (GLP). Este territorio se segmentó en tres zonas: según alta, media y baja consolidación urbana. Se buscó incluir en la muestra todos los casos posibles auditados en AUDIBAIRES (proyecto de la década anterior). En el proceso se encontró que sucedieron innovaciones tecnológicas en el instrumental que sumadas a modificaciones en conceptos y metodologías sobre las condicionantes del confort ambiental incidieron en la actualización de las ideas (Czajkowski, et al. 2000).

Como consecuencia de esto se desarrollaron nuevas herramientas para mejorar el análisis y procesamiento de la información (Czajkowski, 1999) que permitió agilizar significativamente el trabajo minimizando la pérdida de valiosa información y reduciendo el error sistemático (Rosenfeld et al, 1999).

INSTRUMENTOS Y METODOS

Se decidió considerar casos representativos, utilizando técnicas estadísticas de expansión de muestras, abarcando así la totalidad del parque edilicio. Se buscó conformar la muestra con casos del segmento socioeconómico medio que mostró en la década pasada un yacimiento potencial de ahorro de energía y recursos posibles de ser utilizados en un mejoramiento de la envolvente edilicia. Esto es vital ya que en segmentos socioeconómicos medios bajos y bajos se detectó un infraconsumo energético que provocaba una climatización sectorizada con discomfort higrotérmico. El trabajo se apoya en una muestra integrada por 127 casos que fueron encuestados y relevados detalladamente. Posteriormente se conformó una muestra reducida que fue auditada durante una semana en los períodos frío y calido en sucesivas campañas durante los años 1998 a 2001.

La duración de estas campañas se basa en la intención de utilizar el mismo protocolo de mediciones (Czajkowski, 1999 y Rosenfeld, 1999) para obtener la mayor información posible de los diversos subsistemas energético ambientales de la muestra con el fin de facilitar su desagregación cuantitativa evitando estimaciones.

El análisis en una muestra representativa del citado segmento socioeconómico mostró que con poco más de un centenar de casos podía alcanzarse una representatividad similar ahorrando valiosos recursos en auditorías masivas con un uso más intenso de instrumental que permitió medir la mayoría de los subsistemas energéticos del sistema vivienda. En consecuencia se estudian casos “tipo” a los que se encuesta en forma detallada y más profundamente que en *Audibaires*. En la actualidad por cuestiones de inseguridad social resulta muy difícil acceder a los hogares y obtener información sobre la cultura del uso de las energías. A ello se agrega la casi imposibilidad de obtener la información detallada de la energía suministrada por los prestatarios, quienes no están obligados por la legislación regulatoria.

Por otra parte contamos en la actualidad con mejores medios instrumentales, lo que requiere modificar las técnicas de trabajo. Así en lo que se refiere al instrumental de auditoría nos hemos equipado para adquirir información más precisa y detallada ocasionando menos molestias a los miembros del hogar. Además el instrumental por sus reducidas dimensiones y alto nivel de automatización no requiere de intervención del usuario que al no verse invadido continúa con su vida habitual mejorando la medición.

El audit-diagnóstico consta de diferentes etapas consecutivas, ineludibles y complementarias, conformando un proceso que involucra: la adquisición y relevamientos de datos (encuesta detallada); medición in situ de los parámetros físico-constructivos y de habitabilidad según el caso (colocación de instrumental; sistematización y carga de datos (base de datos estructurada); procesamiento de la información (formulación de cruces de variables, construcción de índices, balances higrotérmicos, etc.); verificación de la información objetiva y subjetiva (contrastación de las declaraciones vs. las mediciones in situ). La contrastación y ajuste de ambos aspectos (objetivos y subjetivos), permite la validación de los resultados, ampliando los mismos al universo total de encuestas, obteniendo así tipos, patrones y perfiles de los usuarios. Los dos primeros puntos se detallan en los párrafos siguientes, como resultados metodológicos ya probados, encontrándose los siguientes en etapa de análisis y procesamiento (Rosenfeld, et al, 1999).

En esta última etapa se lograron mejoras significativas al actualizarse herramientas como el EnergoCAD y AuditCAD que permiten procesar y analizar de manera rápida y eficiente mediante una interfaz gráfica apoyada en bases de datos de sistemas constructivos y datos climáticos multitud de casos por una persona que antes requería cinco veces más recursos humanos y tiempo (Czajkowski, 1999).

DISCUSIÓN

En Audibaires se realizaron más de 2000 encuestas y relevamientos globales de los cuales se seleccionaron 397 casos que tenían suficiente información sobre los cuales trabajaron alrededor de 30 personas. Esto dificultaba el control de gestión en la calidad de la información durante el procesamiento de la información. Al momento del análisis el dato contenía un error sistemático que se incrementaba progresivamente. Esto comenzaba en el trabajo de campo donde el encuestador que habiendo sido capacitado no siempre observaba al objeto adecuadamente y la información devengaba difusa. En las mediciones que quedaban en manos del usuario, se utilizaban mayoritariamente termómetros de máxima y mínima, el error sistemático en la lectura era del orden de un grado en el mejor de los casos. Con los instrumentos actuales la resolución es de una décima de grado y el error por calibración despreciable. Esto llevaba a que al momento de realizar correlaciones la dispersión sea elevada y que en la actualidad interpretamos como deficiencias en el protocolo de mediciones y en la calidad del dato.

Así se tomaban centenares de muestras que al momento de correlacionar variables nos veíamos en la necesidad de ir descartando casos hasta trabajar con unas pocas decenas de muestras. En estos años la preocupación del equipo se centró en mejorar

protocolos, instrumentos y métodos para minimizar la pérdida de un recurso costoso como es la obtención de información fidedigna.

En la Figura 1 puede verse una correlación entre la carga térmica anual obtenida con un balance estacionario AuditCAD para la totalidad de la muestra y el área envolvente de las viviendas, donde la dispersión es reducida $R^2= 0.87$. Esto nos está mostrando un sensible mejoramiento en la calidad del proceso. Por otra parte muestra que para la región del gran La Plata hay una cierta homogeneidad en las características constructivas y formales de las viviendas de la muestra. Así podemos calcular la carga térmica anual a partir de la envolvente como: $CTA = 66.5 \times AEnv - 100.47$ [KWh/año]

En la figura 2 que muestra la correlación entre la carga térmica anual en KWh/año y el volumen calefaccionado la situación es similar con un $R^2= 0.86$. La expresión: $CTA= 53.787 \times V + 2035.7$ nos permite conocer la carga térmica anual a partir del volumen de una vivienda en el rango 70 a 580 m³. Podemos notar una menor dispersión en el segmento que va de 70 a 230 m³ y que responde a una mayor compacidad en las viviendas de los sectores socioeconómicos medios bajo a medio medio. Para casos de viviendas mayores a 250 m³ aumenta la dispersión debido a una combinación entre reducción de la compacidad volumétrica y aumento de la relación vidriado / opaco.

En la figura 3 donde analizamos la relación CTA respecto de la porción de envolvente expuesta notamos un sensible aumento de la dispersión debido a las características de implantación urbana de los casos auditados ya que la muestra comprende departamentos en edificios en altura, departamentos en agrupamientos en planta baja, viviendas unifamiliares aisladas y otras con diverso grado de agrupamiento. Esto responde a que la muestra representa células de un tejido urbano con densidad alta a baja y con diverso grado de consolidación.

La expresión: $CTA = 106.48 \times AExp + 4045.2$ nos permite conocer la carga térmica anual a partir de la parte expuesta de la envolvente con una menor confianza $R^2=0.59$.

Del análisis del gráfico podemos inferir indirectamente otras características de la muestra como ser la distribución en el espacio urbano en relación a la densidad. Para los puntos que se encuentran en el rango AExp 15 a 110 m² y CTA 4900 a 14000 KWh/año son por una parte viviendas de menor demanda energética en un tejido urbano relativamente denso. Integran $\frac{3}{4}$ partes de la muestra mientras el $\frac{1}{4}$ restante muestra una mayor exposición y CTA mayores entre 14000 y 3500 KWh/año.

La figura 4 muestra la calidad térmica

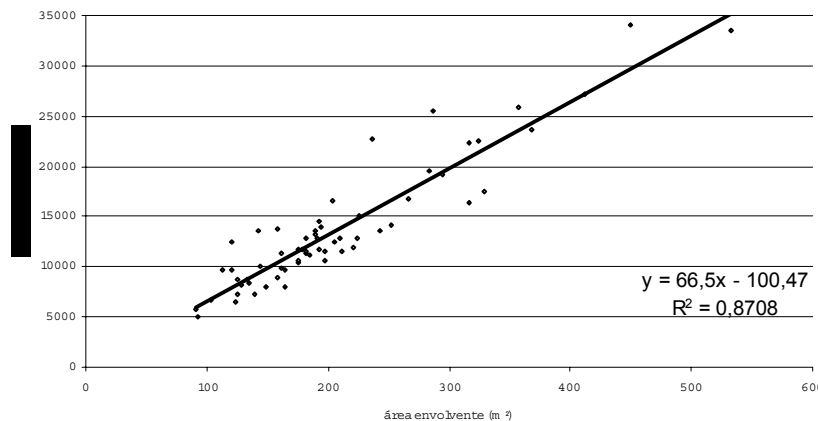


Figura 1: Correlación entre la carga térmica anual según balance y el área envolvente.

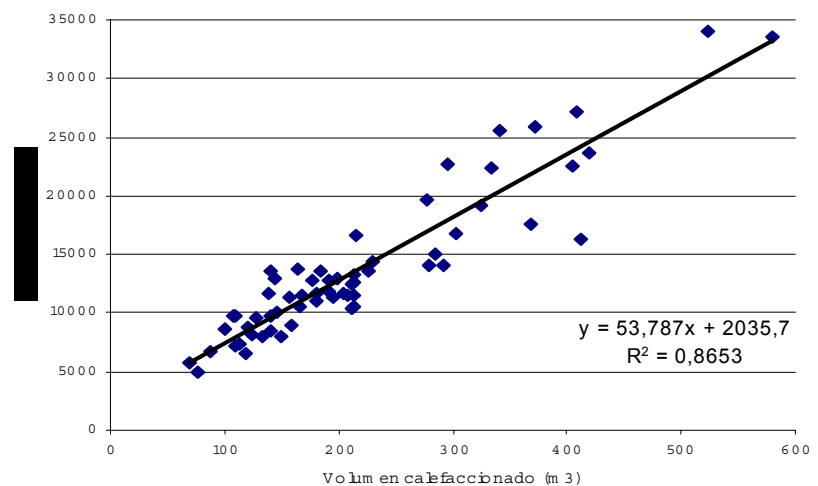


Figura 2: Correlación entre la carga térmica anual y el volumen calefaccionado

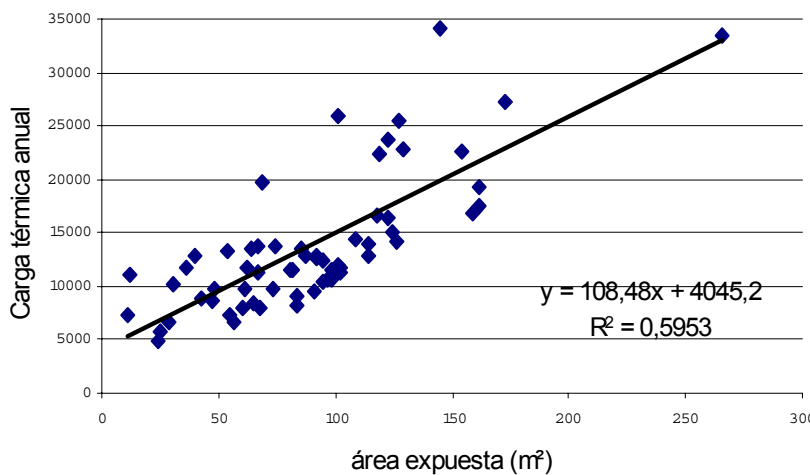


Figura 3: correlación entre la carga térmica anual y el área expuesta.

del parque a partir de correlacionar el coeficiente global de pérdidas volumétricas “G” [W/m³°C] y el volumen calefaccionado. La elevada dispersión, $R^2= 0.29$, es producto de las características formales, constructivas y térmicas de la muestra por una parte y del parque habitacional por otro. En trabajos de la década pasada se realizó un significativo esfuerzo por reducir esta dispersión mediante un profundo análisis multivariado que incluyó al análisis tipológico (cluster), discriminante, factorial entre otros que hoy discutimos (Czajkowski, 1990) (Filippin, 1995) (Czajkowski y Rosenfeld, 1996). El G es un indicador preciso de la calidad térmica de un edificio y la figura nos muestra la heterogeneidad de nuestros sectores urbanos que son reflejo de nuestra cultura. Esto dificulta la definición de políticas de ahorro y uso racional de la energía al reducirse la posibilidad de tipificar pautas de mejoramiento.

Por otra parte en la década pasada se creó una gran polémica al mostrar que los niveles del G en la versión de 1986 permitía que casi la totalidad de lo construido cumpliera con dicha norma, ver curva superior. Esta curva corresponde a la ciudad de La Plata con un valor medio de grados día 1085 entre área urbana y suburbana para una temperatura de confort de 18°C.

Llevó una década la actualización de las normas para que representaran en valores lo que decían sus títulos como confort higrotérmico, ahorro de energía, etc. Esto se logró en un marco de fuertes debates entre los representantes de los diversos actores sociales de la construcción (Evans, 1996)(Czajkowski, 2000).

Contamos en la actualidad con tres niveles de calidad térmica en la envolvente y un nivel en el G que se sustenta en la calidad media de la Norma IRAM 11605. Existen fuertes presiones del sectores de la construcción para eliminar los límites establecidos por la curva inferior que muestra un parque habitacional que dilapida energía, contribuye al calentamiento global, contamina y malgasta valiosos recursos económicos en un medio social cada vez más empobrecido, con una economía quebrada (Esteves y De Rosa, 1996) (Rosenfeld et al, 1996). La figura 4 es una radiografía de nuestra realidad y de ella pueden obtenerse muchas interpretaciones que exceden el discurso académico y deberían servir de sustento a la definición de políticas que redunden en el bien común.

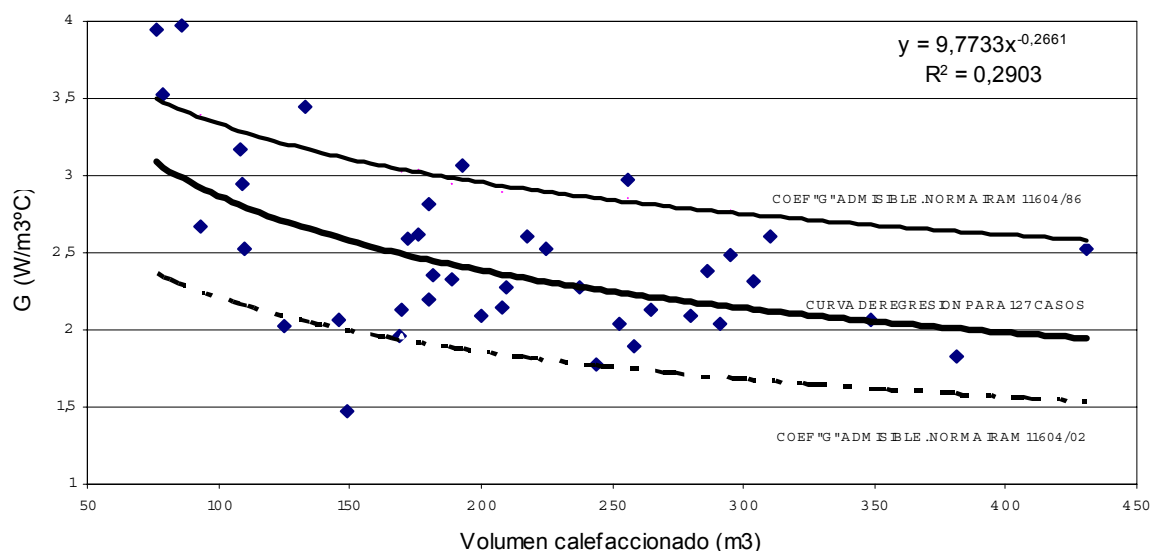


Figura 4: Comparación entre las características térmicas de la muestra y versiones de la norma IRAM 11604.

CONCLUSIÓN

Hace una década se realizaban las primeras campañas de auditorías en diversas regiones de nuestro país que permitió generar experiencia y conocimientos sobre el parque construido. Se desarrollaron metodologías e instrumentos de análisis adecuados a nuestra realidad junto a la formación de valiosos recursos humanos. Esto sirvió para la creación de cursos y posgrados específicos en las áreas de arquitectura, ingeniería y ciencias exactas.

Con la evolución político social se introdujeron conceptos ambientales en nuestra Constitución Nacional que progresivamente fueron modificando leyes nacionales y provinciales. En la actualidad existe conciencia en parte de los actores a nivel municipal del área metropolitana de Buenos Aires que permitirá en el corto plazo incidir de manera directa sobre los Códigos de Edificación. Las Normas IRAM se han actualizado y es un deber común del sector académico resistir las presiones para evitar que se pierda casi una década de trabajo.

Hace algunos años mostramos que una mejora en la calidad térmica edilicia no solo resulta en una mejora de las condiciones ambientales urbanas sino que implican generación de trabajo, capitalización social, contribución a la reactivación económica, entre otros. Todo parece indicar que disponemos de una ventana de oportunidad para incidir positivamente en la colaboración para la definición de políticas activas sobre ahorro, uso racional de la energía y ambiente.

REFERENCIAS

- Czajkowski, Jorge y Rosenfeld Elias. (1990): *Resultados del análisis energético y de habitabilidad higrotérmica de las tipologías del sector residencial urbano del área metropolitana de Buenos Aires*. Actas 14ª Reunión de trabajo de ASADES. Mendoza. Pág 131.
- Czajkowski, Jorge y Rosenfeld Elias. (1990): *Metodología para el análisis de las clasificaciones complejas y construcción de tipologías mediante la reducción del espacio de atributos. Un enfoque energético*. Actas 14ª Reunión de trabajo de ASADES. Mendoza. Pág 27-34.
- Czajkowski, Jorge y Rosenfeld Elias. (1996): *Procedimiento de calificación tipológico-energética mediante el uso del método REAT. Aplicación a unidades de internación hospitalaria*. Actas 14ª Reunión de trabajo de ASADES. Mar del Plata. Pág 09.9 – 09.12.
- Czajkowski, Jorge (1999): *Desarrollo del programa "AuditCAD" para el análisis de edificios a partir de auditorías ambientales*. Avances en Energías Renovables y Ambiente N° 3. pp. 08-5 a 08-8.
- Czajkowski, Jorge et al. (1999): *Hacia un modelo de confort integral. Auditorías ambientales en viviendas*. Avances en Energías Renovables y Ambiente N° 3. pp. 08-13 a 08-16.
- Czajkowski, Jorge (2000). *Desarrollo de un modelo de ahorro de energía en edificios de vivienda y determinación de valores límite de calidad térmica para la república Argentina*. Avances en Energías Renovables y Ambiente N° 4. CD.
- Esteves A y De Rosa C. (1996). *Duración de las reservas de combustibles fósiles y su relación con la vida útil de los edificios*. Actas 18ª Reunión de Trabajo de ASADES. San Luis. Pp. 09.9 – 09.14.
- Evans, Martin (1996). *Transmitancia térmica de paredes y techos. Actualización de la norma IRAM 11605*. Actas 18ª Reunión de Trabajo de ASADES. San Luis. Pp. 02.29 – 02.32.
- Filippin, Celina et al (1995) *Evaluación tipológica, tecnológica y energética de viviendas de interés social en base a técnicas estadísticas multivariadas*. Actas 18ª Reunión de Trabajo de ASADES. San Luis. Pp. 02.45 – 02.52.
- IRAM. (1986) *Norma 11604: Acondicionamiento Térmico de Edificios. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor*.
- López C et al (1996). *Estudio de la incidencia en los consumos energéticos del cambio morfológico urbano*. Actas 18ª Reunión de Trabajo de ASADES. San Luis. Pp. 09.39 – 09.46.
- Rosenfeld, Elias et al. (1986) *Plan piloto de evaluaciones energéticas en viviendas del área metropolitana*. Actas 11ª Reunión de Trabajo de ASADES. San Luis. Pp. 9-12.
- Rosenfeld, Elias et al. (1987) *Evaluaciones energéticas en viviendas urbanas en el área metropolitana: AUDIBAIRES. Resultados y conclusiones*. 12ª Reunión de Trabajo de ASADES. Buenos Aires.
- Rosenfeld, Elias et al. (1988) *El consumo de energía del área metropolitana argentina. Potencial de URE*. Actas 13ª Reunión de Trabajo de ASADES. Salta. Pp. 281-288.
- Rosenfeld, Elias et al. (1996) *Reducción de la contaminación urbana por ahorro energético en el sector residencial. El caso del área metropolitana de Buenos Aires*. Actas 19ª Reunión de Trabajo de ASADES. Mar del Plata. Pp. 08.5 – 08.8.
- Rosenfeld, Elias et al. (1999) *Eficiencia energética y ure en los sectores residencial-terciarios metropolitanos. Las aglomeraciones del gran Buenos Aires y gran La Plata*. Avances en Energías Renovables y Ambiente N° 3. pp. 08-17 a 08-20.
- Rosenfeld, Elias et al. (2001) *Consumo energético y URE en los sectores residencial y terciarios metropolitanos. La aglomeración del gran La Plata*. Avances en Energías Renovables y Ambiente N° 5.

ENVIRONMENTAL ENERGY BEHAVIOR IN HOUSINGS OF THE LA PLATA REGION

ABSTRACT: The work is part of the Project PICT98: UREAM2. Among their objectives is to establish the bases for the formulation of policies on conservation and ure based on approaches of sustainable use of the applicable resources to the mentioned sectors, to propose normative and action courses in function of scenarios and calculate the energy saving. This with the purpose of knowing the current energy situation of the residential sector, to confront it with the data and results of projects carried out in the previous decade and in consequence to establish rules for policy of saving and rational use of the energy in the coming years. Results of environmental audits and field work are exposed, you discusses the state of the building sector in relation to national norms and it is contrasted with projects of last decade.

Keywords: energy saving, energy conservation, housing, thermal behavior.