

## USO RACIONAL Y EFICIENCIA ENERGETICA EN AREAS METROPOLITANAS (URE-AM): EL SECTOR RESIDENCIAL DEL GRAN BUENOS AIRES Y GRAN LA PLATA, ARGENTINA

ROSENFELD, Elías (1), DISCOLI, Carlos (2), DUBROVSKY, Hilda (3), CZAJKOWSKI, Jorge (4), SAN JUAN, Gustavo (5), FERREYRO, Carlos (6), ROSENFELD, Yael (7), GÓMEZ, Analía (8), GENTILE, Carlos (9), MARTINI, Irene (10), HOSES, Santiago (11), PINEDO, Agustín (12)

- (1) Arquitecto, Investigador CONICET, Profesor FAU-UNLP; (2) Ingeniero Mecánico, Investigador CONICET; (3) Ingeniera Eléctricista, Investigadora IDEE Fundación Bariloche; (4) Arquitecto, Investigador CONICET; (5) Arquitecto, Investigador CONICET, Profesor FAU-UNLP; (6) Arquitecto, Docente-Investigador FAU-UNLP; (7) Arquitecta, Becaria CONICET; (8) Arquitecta, Investigadora CONICET; (9) Arquitecto, Docente Investigador FAU-UNLP; (10) Arquitecta, Becaria CONICET; (11) Arquitecto, Becario CONICET; (12) Arquitecto, Becario UNLP.

IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat, UI n°2, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata. [http://idehab\\_fau\\_unlp.tripod.com/ui2/](http://idehab_fau_unlp.tripod.com/ui2/)  
Calle 47 NE162. CC 478 (1900) La Plata. Tel-fax: + 54 (221) 421-4705 / 427-1141  
e-mail: [erosenfeld@arqa.com](mailto:erosenfeld@arqa.com)

### RESUMEN

El trabajo presenta los avances realizados en dos proyectos coordinados que pretenden 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 futuras de URE. Se exponen los aspectos metodológicos e instrumentales y los primeros resultados. Se consideran las viviendas en su contexto de redes y tramas urbano-regionales. Se describen el instrumental de audit-diagnóstico energético y de habitabilidad, que permite un registro discriminado y minimiza las molestias a los usuarios, la encuesta y la espacialización en el territorio. Se sintetiza el resultado de un primer diagnóstico sobre los consumos energéticos residenciales, comerciales y de servicios.

### ABSTRACT

The work presents the advances carried out in two co-ordinated projects which intend to know the residential sector current energy situation, to confront it with the data and results of projects carried out in the previous decade and in consequence to establish guidelines for future energy rational use politics. The methodological and instrumental aspects and the first results are exposed. The houses are considered in their nets and urban-regional scheme context. The utilised instrumental in the audit-diagnosis (energy and habitability oriented) is described, They allow a discriminated registration and minimises the nuisances to the users, the detailed survey and the spatialization in the territory. The result of a first diagnosis is synthesised on the residential, commercial and services energy consumption.

## 1. INTRODUCCION

El grupo de trabajo realizo, hace algo más de una década, 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). Auditamos viviendas tipológicamente representativas, 392 en forma global y 135 en forma detallada. Consideramos la situación energética de la región y los aspectos de comportamiento de los usuarios según estratos sociales. Los resultados nos permitieron trazar un cuadro de situación, dimensionando yacimientos de ahorro derivados de los casos de inadecuación edilicia y/o comportamientos no concientes. También detectamos que amplios sectores medios y de bajos recursos se hallaban en infraconsumo energético. Ocupaban sus viviendas en forma sectorial y concentrada, en muchos casos hasta el límite del hacinamiento en búsqueda de confort en invierno. En el período estival buscaban el confort en los espacios exteriores. En esos casos no solo no había margen de ahorro, sino que se requería aumentar drásticamente el consumo o implementar medidas de URE para lograr una habitabilidad apropiada.

La situación energética macro 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.

En la actualidad apreciamos que la situación ha cambiado notablemente. No se conoce claramente la penetración de las estrategias de URE que han tenido una cierta difusión informal, tanto a nivel edilicio como del equipamiento. Los costos de la energía, el sobre-equipamiento y consumo inducidos, pueden haber tenido influencias que deberá ser ponderada. 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 empresaria, motivada en el negocio de vender más energía en algunos casos y en otros a no hacerlo, también por razones empresarias. Durante este período se ha verificado además una ausencia casi total, -en todos los niveles institucionales- de políticas y estrategias de URE. No es un dato menor que la privatización implique restricciones de acceso a la información sobre estos temas.

Entendemos que para la formulación de políticas de URE -en esta región y en el marco descripto- se debieran considerar los sectores residencial, transporte y servicios en forma articulada, en el contexto del uso sostenible de los recursos (UREAC). Y asimismo, que en la actualidad, para proponer cursos de acción alternativos se deben plantear diferentes escenarios socioeconómicos posibles de ser aplicados en otras aglomeraciones urbanas.

Dado este nuevo contexto se encaró un proyecto, "URE-AM" (E.Rosenfeld et al, 1997) tendiente a conocer la situación actual, confrontarla con los datos anteriores y en consecuencia establecer pautas para políticas posibles en los años venideros.

Los objetivos de este proyecto refieren a conocer y relacionar: i. el estado ambiental conectado a la energía; ii. las características climáticas, edilicias y de comportamiento de tipologías representativas; 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 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.

Por razones presupuestarias y logísticas hemos definido como el universo macro la aglomeración Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), y el universo micro en la Aglomeración del Gran La Plata (GLP), considerando tres zonas, según alta, media y baja

consolidación urbana. E incluyendo todos los casos posibles auditados en AUDIBAIRES (proyecto de la década anterior).

En forma coordinada estamos desarrollando otro proyecto “Redes” (P.Pirez, 1997) dedicado a estudiar las relaciones entre el complejo de mallas de redes de infraestructura y servicios urbanos y regionales (RUR), el sistema político institucional, el desarrollo urbano y la innovación tecnológica, para entender los cambios de eficiencia que se proponen. Asimismo profundizar en el conocimiento y construcción de indicadores, que posibiliten el diagnóstico y la evaluación integrada de las redes y sistemas, así como la formulación de lineamientos de políticas.

Ambos proyectos abordan dentro de un mismo marco, por una parte los edificios como nodos de redes y tramas edilicias y por la otra a las redes como elementos estructurales de escenario urbano-regional.

## **2. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Se implementó una metodología que considera los casos representativos del sector del parque edilicio que comprende a la clase media, principalmente aquella con relativo poder de consumo. Se estudian casos “tipo” en los que se realiza una encuesta detallada orientada a la vivienda y su entorno inmediato. Para determinar el tamaño de la muestra se realizó un análisis muestral que determinó, con un error estimado del 5%, la misma debe ser de entre 144 y 400 casos, de los cuales se han completado 116, previniéndose llegar al nivel mínimo determinado en el estudio.

El audit-diagnóstico consta de diferentes etapas que conforman un proceso que involucra: la adquisición y relevamientos de datos (encuesta detallada de más de 1500 campos); la medición in situ de los parámetros físico-constructivos y de habitabilidad de casos significativos (relevamiento edilicio y colocación de instrumental de audit-diagnóstico energético); la sistematización y carga de datos (formulación de una base de datos estructurada que relaciona datos alfanuméricos y gráficos, con enlace a SIG); el procesamiento de la información (formulación de cruces de las variables intervinientes, construcción de índices de caracterización, realización de balances energéticos, etc.); la verificación de la información objetiva y subjetiva (contrastación de las declaraciones en la encuesta con los resultados de las mediciones in situ), a efectos de validar los resultados y ampliarlos al universo total de encuestas, obteniendo así tipos, patrones y perfiles de usuarios.

## **3. ENCUESTA DETALLADA**

La encuesta recoge un amplio espectro de información organizada en los siguientes capítulos: i. Datos generales de identificación y localización de la vivienda; ii. Datos socio-económicos de los componentes del hogar; iii. Factor de ocupación; iv. Equipamiento energético; v. Consumo anual de energía; vi. Hábitos de uso de la energía; vii. Opinión del usuario sobre su vivienda en los aspectos relacionados con la habitabilidad; viii. Movilidad del grupo familiar; ix. Percepción de la situación ambiental del entorno urbano; x. redes de infraestructura y servicios en la vivienda y su entorno; xi. características constructivas de la vivienda. Incluye planillas para el registro de la documentación gráfica y de las mediciones de consumo de energía, temperatura y humedad, iluminación natural, artificial y amortiguamiento acústico interior-exterior (E.Rosenfeld et al, 1999).

La encuesta apunta a cubrir con cierto grado de detalle, los aspectos propios de la vivienda y sus ocupantes, así como los ambientales referidos al entorno, los tecnológicos y las variables derivadas del concepto de confort integral, como son la iluminación natural y la habitabilidad acústica en relación al medio urbano. Dada la extensa cantidad de aspectos y variables a relevar, la encuesta muestra algunas dificultades de realización, ligadas fundamentalmente a su extensión y tiempo de ejecución.

Destacamos tres aspectos importantes: i. Se busca adquirir información sobre las características del trabajo de los miembros del hogar en cuanto a ocupación, sub-ocupación, características y estabilidad, buscando correlacionar estos aspectos con la relación consumo de energía/habitabilidad/equidad; ii. Los aspectos ambientales y del entorno barrial apuntan a correlacionar la vivienda con la calidad del territorio y sus redes y servicios; iii. La percepción de la innovación tecnológica indaga sobre la eficiencia energética en la escala macro, respecto a tres instancias de los servicios: la actual, la previa a la privatización y las expectativas de los usuarios. Se debe tener en cuenta que la encuesta forma parte de un sistema integrado de adquisición y procesamiento de datos.

#### 4. AUDIT-DIAGNOSTICO ENERGETICO

El audit-diagnóstico energético consiste en medir el comportamiento higrotérmico de la vivienda durante un período de siete días, mediante instrumental de auditoría compuesto por una combinación de termohigrógrafos, termómetros de máxima y mínima y micro adquirentes de datos (*Hobo's*). En los casos que resulta pertinente se realizan mediciones relacionadas al confort lumínico y acústico. Asimismo se registran los consumos inicial y final de electricidad y gas natural. En caso de utilizarse otros combustibles (gas envasado, kerosene, leña, etc.), se estima con el usuario el consumo semanal.

Las características constructivas edilicias y la información gráfica (plantas, cortes y vistas)

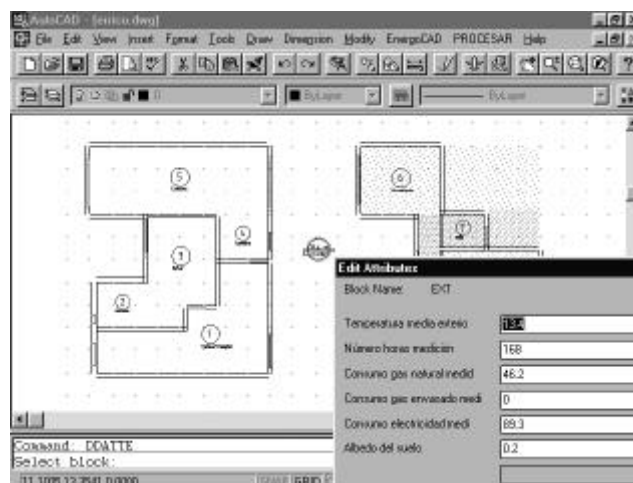
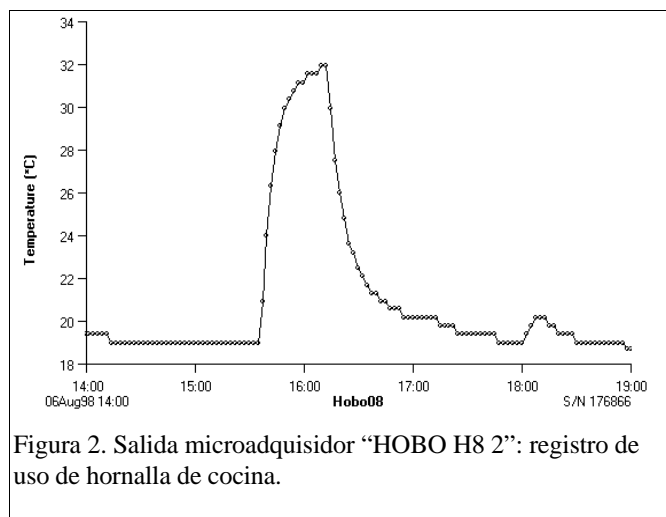


Figura 1. Registro gráfico de la vivienda.

se digitalizan en formato CAD, para ser utilizados como insumo básico para el análisis de auditorías, la colocación del instrumental y la realización de simulaciones estacionarias y dinámicas (balances térmicos). Las Figura 1 muestran la carga en ambiente CAD.

La utilización de micro adquirentes de datos permite discriminar con mayor precisión los consumos según usos. Por ejemplo, en el caso de gas natural se realizan registros indirectos en las campanas de cocina y chimeneas de calefones y termotanques para detectar el ciclo

temporal y la variación de temperatura. Con la potencia nominal del equipo y el tiempo registrado en los microadquisidores, se puede inferir con precisión su consumo desagregado. Para el caso de la energía eléctrica se prevé desarrollar un adaptador resistivo (enchufe-enchufe) al que se le incorporará el microadquisidor de datos, con el cual se podrían registrar los ciclos térmicos y en consecuencia, determinar los ciclos de arranque y parada del equipamiento electromecánico relevante. La Figura 2 muestra la salida detallada



de un ciclo de mediciones y un día en particular, donde se registra en forma indirecta (a través de los cambios térmicos) el tiempo de encendido y parada del equipamiento de cocción.

El registro detallado de consumos del equipamiento energético nos permite identificar los porcentajes relativos de energía en función de sus usos característicos, para cada uno de los vectores involucrados.

A la fecha se han realizado 36 auditorías detalladas de casos-tipo correspondientes a dos campañas de invierno y una de verano.

## 5. RESULTADOS PRELIMINARES

Si bien la tarea de carga de datos y sistematización de información provenientes de la encuesta y audit-diagnósticos no ha finalizado, contamos con algunos resultados parciales que caracterizan en forma preliminar al universo en estudio.

*Caracterización de la muestra:* comprende básicamente a la clase media, principalmente aquella con relativo poder de consumo. La muestra analizada está conformada por 76% de casas y 24% de departamentos, con un promedio de tres habitantes por vivienda. La distribución porcentual de las viviendas en función de el número de ocupantes puede verse en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de viviendas s/ cant. de ocupantes

| Cant. Ocupantes | % s/ muestra |
|-----------------|--------------|
| 1               | 11 %         |
| 2               | 22 %         |
| 3               | 45 %         |
| Más de 3        | 22 %         |

Con respecto a la situación laboral, el 55% de los hogares cuenta con un solo ingreso, mientras que el 45% poseen más de uno. El 11% de los hogares tienen ingresos pasivos. En cuanto a la cantidad de trabajos dentro del núcleo familiar, en el 25% de los hogares se contabilizan dos trabajos por persona activa; y en el 75% de los hogares se registra uno solo.

En relación al *transporte automotor*, la muestra registra que el 78% de los hogares cuenta con vehículos propios y dentro de este grupo el 28% posee dos. La distribución de combustibles utilizados por este parque automotor muestra que el 65% es naftero; el 29% gasolero; y el 6% tiene equipos de GNC.

El *consumo promedio de Energía Eléctrica (EE)* es de 2.161 Kwh por año y por hogar, mientras que en los años '80 era de 1.322 Kwh / año. Esto significa un aumento del 63% en el consumo. Si se discrimina por tipo de vivienda, las *casas* consumen un promedio de 2.262 Kwh/año mientras que los *departamentos* 1.810 Kwh/año. La distribución discriminada según el tipo de usos muestra que el 83% corresponde a electrodomésticos e iluminación (1.794 KWh/año por hogar) y el 17% está destinado a calefacción ocasiona (367 Kwh/año).

El *consumo promedio de Gas Natural* distribuido por red (GN) es de 1.172 m<sup>3</sup> por año y por hogar (10.899.600 Kcal/año o 12.655 KWh). Este mismo en los años '80 era de 984 m<sup>3</sup>, registrando un aumento del 19% en la década. En función del tipo de vivienda tenemos que las *casas* consumen un promedio de 1.234 m<sup>3</sup> por año (13.325 Kwh/año); y los *departamentos* 833 m<sup>3</sup> por año, (8995 Kwh/año). La discriminación por tipos de uso muestra que el 53% de este consumo está destinado a calefacción (535 m<sup>3</sup> por año); y el 47% a cocción y agua caliente (637 m<sup>3</sup> por año).

Con respecto a la habitabilidad de las viviendas, el 53% de los usuarios consideran que su vivienda es “cálida” *en invierno*; el 37% que es “fresca”; y el 10% que es “muy fresca”. Para la situación de *verano*, el 37% declara que es “muy fresca”; el 42% “más fresca que que calurosa”; el 16% “más calurosa que fresca”; y el 5% “muy calurosa”. Esto significa que alrededor del 50% de los usuarios considera que su vivienda está en confort todo el año.

*Tipo de equipamiento energético y penetración en el hogar:* La penetración del los distintos equipos para calefacción se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Penetración de los equipamientos de calefacción

| <b>Equipo</b>         | <b>Penetración</b> |
|-----------------------|--------------------|
| Tiro balanceado       | 49 %               |
| Estufa infrarroja     | 24 %               |
| Tiro Natural          | 18 %               |
| Estufa catalítica     | 6 %                |
| Calefacción eléctrica | 3 %                |

Se registra un mayor equipamiento en los equipos de GN, acusando un promedio de 1,8 equipos por hogar, superior al obtenido en la década del '80, de 1,42 equipos/hogar. Los equipos de EE corresponden al 25% del total de equipos destinados a calefacción, y tienen una penetración del 60% de hogares, que es la misma proporción que la registrada en la década anterior. Este tipo de equipamiento no presenta cambios debido a que se utiliza como sistema de apoyo a la calefacción en locales de uso restringido.

En cuanto al equipamiento para *agua caliente*, la distribución de equipos es en partes iguales para termotanques y calefones, lo que significa un aumento considerable en la penetración del termotanque, que en la década del '80 era de sólo el 17% de los hogares.

El equipamiento para el *lavado de ropa* está presente en el 89% de los hogares (mientras que en la década anterior se registraba en la totalidad del los hogares encuestados). Esto se debe a que se ha incorporado el lavadero automático como alternativa en esta década. La muestra acusa una penetración del 81% de lavarropas automáticos, mientras que el lavarropas común desapareció en esta franja de hogares encuestados. En la década del '80 la distribución era de 21% para el lavarropas automático; el 38% para el semiautomático y el 40% al lavarropas común.

En el equipamiento para la *conservación de alimentos* se ha registrado una penetración del 50% en heladeras con freezer; y del 50% en heladeras comunes. A su vez, el 50% de los que poseen heladera común tiene un freezer independiente. Esto significa una penetración del freezer en el 75% de los hogares, que contrasta significativamente con el 6% de penetración registrado en la década anterior.

En la Tabla 3 se muestra la *penetración del equipamiento electrodoméstico* en los '90 y se compara con los resultados obtenidos en la encuesta de los '80. Se observa un importante reequipamiento relacionado al avance tecnológico, las condiciones de estabilidad económica y el acceso a mercados y financiamiento. Este reequipamiento se ve reflejado en el aumento de consumo energético promedio.

Tabla 3. Penetración de electrodomésticos en los '90 y comparación con los '80.

| <b>Equipo</b>       | <b>Penetración década '90</b> | <b>Penetración década '80</b> | <b>Diferencia % '80 / '90</b> |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Extractor           | 55 %                          | 27 %                          | + 103%                        |
| Ventilador          | 83 %                          | 71 %                          | + 17%                         |
| Ventilador de techo | 78 %                          | No había existencia           | ---                           |
| TV color            | 189 %                         | 63 %                          | + 200%                        |
| Video casettera     | 83 %                          | No había existencia           | ---                           |
| Batidora            | 61 %                          | 40 % (*)                      | +52%                          |
| Secador de cabello  | 83 %                          | 42 %                          | +97%                          |
| Plancha             | 83 %                          | 91 %                          | -9%                           |
| Radio grabador      | 55 %                          | 65 %                          | -18%                          |
| Equipo de audio     | 72 %                          | 29 %                          | +148%                         |
| Computadora         | 44 %                          | 3 %                           | +1366%                        |
| Aspiradora          | 50 %                          | 24 %                          | +108%                         |
| Multiprocesadora    | 44 %                          | 40 % (*)                      | +10%                          |
| Lustraaspiradora    | 44 %                          | 34 %                          | +29%                          |

(\*) En la encuesta realizada en la década anterior estos dos rubros se registraron en forma conjunta.

Asimismo, el reequipamiento se verifica en el aumento en la cantidad de equipos y en la duplicidad de algunos de ellos. El equipamiento electrodoméstico básico de los hogares registrado en la década pasada consistía en: ventilador o turbo, plancha, radiograbador, y televisor color. En la actualidad, se observa un equipamiento básico significativamente ampliado, con reemplazos y modificaciones en los ítems de los años '80. Por ejemplo, se constata una duplicación en TV color y ventiladores, la aparición de la computadora y la video casetera y el importante aumento en la penetración de los equipos de audio, los

extractores y las aspiradoras. Por otra parte, dos de los equipos que en la década pasada formaban parte del equipamiento básico, registran actualmente una significativa reducción en su penetración, que tiene que ver con cambios sociales y tecnológicos, y con la sustitución de equipos (por ejemplo de radiograbadores a equipos de minicomponentes de audio).

En cuanto a las preguntas relacionadas con la *percepción de la calidad del entorno* por parte de los usuarios, la encuesta registra que sólo un tercio de los usuarios perciben algún tipo de alteración. El 22% de los encuestados perciben “zonas inundables”, el 5% existencia de aguas servidas; el 33% algún grado de contaminación del aire y el 28% problemas de ruido. El resto de las preguntas incluidas en la encuesta, relacionadas a existencia de basurales, instalaciones edilicias inactivas y otras actividades incompatibles con la actividades residencial no son percibidas por la mayoría de los usuarios. Sin embargo, si se contrasta la opinión del encuestados con la del encuestador, se observa que la mayoría de los usuarios no percibe la realidad ambiental de su entorno.

En relación a las redes de servicios de infraestructura, los usuarios perciben una mejoría en la atención comercial y en algunos casos en la respuesta a las reparaciones a partir de la privatización de los servicios. Con respecto a la calidad de los servicios, los usuarios en general declaran que se mantuvo estable sin mejoras significativas. Con respecto a los impuestos incorporados en las facturas no hay una conciencia colectiva de lo que se está pagando, si bien una gran proporción de usuarios declara que estos son excesivos en relación al costo real del servicio.

## 6. REFERENCIAS

- Codyba, versión 5. Programa de simulación térmica de edificios, en régimen dinámico. INSA de Lyon. Institut National des Sciences Appliquées, Laboratoire Equipement de L' habitat.
- Pirez, P. et al (1997): *Formulación teórico-metodológica para el análisis de sistemas de redes de servicios e infraestructura urbano-regionales*, PIP CONICET 4733.
- Rosenfeld, E. et al (1986): Plan Piloto de Evaluaciones Energéticas en viviendas del Área Metropolitana, *Actas de la 110 Reunión de ASADES*, San Luis, pp. 9-12.
- Rosenfeld, E. et al (1988): El consumo de energía del área metropolitana argentina. Potencial de URE, *Actas de la 130 Reunión de ASADES*, Salta, pp. 281-288.
- Rosenfeld, E. et al (1989): Potencial de conservación de energía en el parque de viviendas en la región del área metropolitana de Buenos Aires, *Actas del VI Latinoamericano y III Iberoamericano de Energía Solar*, Cartagena, Colombia, pp. E87-92.
- 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): El sistema de redes de servicios e infraestructura Urbano-Regional y su relación con la eficiencia y calidad ambiental, *Revista Avances en Energía Renovables y Medio Ambiente* Vol. 2 n1 2, pp. 06-57/60.
- Rosenfeld, E. et al (1999) Metodología de recolección y procesamiento de datos socio-energético-ambientales aplicado al estudio de redes edilicias y de infraestructura urbana. Aceptado en ANTAC'99, V Encuentro Nacional de Conforto no Ambiente Construido, Fortaleza, Brasil.