

POTENCIAL SOLAR DE ENTORNOS URBANOS DE TRAZA  
EN CUADRICULA DE LA CIUDAD DE MENDOZA.

Alfredo Esteves 1\*, Carlos de Rosa 1\*, Mirza Basso 2\*  
Miguel Atencio 3\* y José L. Cortegoso 2\*.

RESUMEN

En forma complementaria al reciclaje del parque edilicio urbano, mediante la implementación de mejores niveles de conservación; el beneficio del aporte solar pasivo puede ser significativo en los casos en que el clima de la localidad presenta valores elevados de radiación. Tal es el caso de las localidades urbanas en la provincia de Mendoza que presentan niveles de radiación entre 16 y 20 MJ/m<sup>2</sup>/día como promedio anual. Sin embargo, las características particulares de la morfología de las ciudades, pueden tener una incidencia determinante en el potencial de la utilización solar en edificios del sistema urbano.

Un conocimiento preciso del acceso al sol en dichos edificios es imprescindible para diseñar futuros planos urbanos y políticas de sustitución energética.

El presente trabajo expone resultados parciales de un proyecto de investigación (PID 3-021900-85 CONICET), cuyo objetivo global es cuantificar el potencial bioclimático de entornos urbanos en función de las variables fundamentales de su tejido volumétrico-espacial. En el mismo se presentan solamente los resultados correspondientes al potencial solar.

INTRODUCCION

La actual situación energética es de una gran distensión, sin embargo si se analizan las estadísticas energéticas, encontramos para nuestro país una situación comprometida en el mediano plazo ya que la extinción de las fuentes de combustibles fósiles es muy cercana (1) (15 años para el petróleo, 40 años para el gas). En este sentido, la necesidad de producir transferencia tecnológica que permita en el mediano plazo obtener importantes reducciones en la necesidad de energía del parque edilicio residencial y terciario en el país, en el cual se consume el 27,8% de la energía primaria (2), han sido señalados pero no han sido encarados con el énfasis que la situación exige. Normalmente contagiados de una situación mundial distendida debido al bajo precio internacional del petróleo y a los descubrimientos de grandes yacimientos de gas natural en la última década, especialmente en la cuenca neuquina, se ha frenado todo esfuerzo realizado en este sentido. El Decreto N° 2247/85 del Poder Ejecutivo Nacional, preveía un aporte de capital para difusión y transformación de tecnología

\* Lab. de Ambiente Humano y Vivienda - CRICYT - C.C.131 - 5500 Mendoza

1 Miembro de la Carrera del Investigador CONICET

2 Miembro de la Carrera del Personal de Apoyo CONICET

3 Becario de Iniciación CONICET

orientada en este sentido, sin embargo, muy pronto se ha dejado de sentir su efecto, se frenaron los fondos y esa tarea, si ha continuado ha sido por entusiasmo de los profesionales que están convencidos de ello.

Frente a esta situación el LAHV, ha cumplido tareas dentro de un proyecto trianual del CONICET (PID 3-021900/85), en el cual se estudia el ahorro de energía en la zona urbana del sector residencial y terciario. En el país con un alto grado de urbanización, se proyecta un valor poblacional cercano al 77% que vivirá en ciudades de más de 2500 habitantes y es en esta zona donde deberán encararse las transformaciones necesarias para lograr su máximo impacto.

## METODOLOGIA

Se confeccionó un modelo analítico-computacional para el cálculo de la radiación solar incidente sobre fachadas potencialmente colectoras. Ha sido descripto en forma detallada en un trabajo anterior (3). Las principales operaciones que realiza son las siguientes:

- Carga de datos de la volumetría a analizar por medio de un digitalizador, leídas desde los planos manzaneros.
- Determinación de la posición del sol en forma horaria.
- Generación del volumen de sombras arrojadas por los edificios y determinación de las intersecciones entre los sistemas volumétricos edilicios y de sombras.
- Cómputo de las áreas asoleadas de fachadas potencialmente colectoras.
- Cálculo de la radiación solar disponible por hora, día y estación de calefacción.

Se procesaron 37 manzanas urbanas de la Ciudad de Mendoza, representativas de diferentes densidades de edificación. Una serie de variables han sido seleccionadas para calificar adecuadamente el potencial solar de los conjuntos urbanos analizados. Algunas de ellas están determinadas solamente por los aspectos morfológicos de la volumetría urbana o representan distintas posibilidades de interacción entre la volumetría y el acceso a la radiación solar.

Las variables utilizadas para el manejo de los resultados son las siguientes:

- 1- Superficie expuesta al Norte/Volumen: considerada como superficie potencialmente colectoras de radiación solar (superficies de fachadas verticales orientadas al Norte con al  $\pm 45^\circ$  de desviación).
- 2- Superficies asoleadas al Norte / Volumen: es la diferencia entre la superficie expuesta al Norte total y la superficie que aparece sombreada por efecto de los edificios vecinos. Este valor se obtiene como promedio ponderado con la intensidad de radiación solar recibida.
- 3- Factor de Asoleamiento: relación entre el superficie asoleada al Norte / superficie expuesta al Norte total.

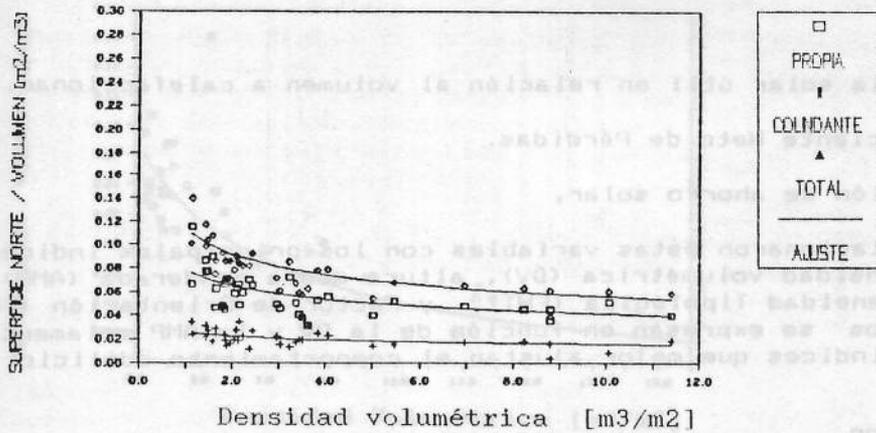


Figura N° 1: Correlaciones entre la superficie expuesta al norte (colindante, propia y total) y la densidad volumétrica.

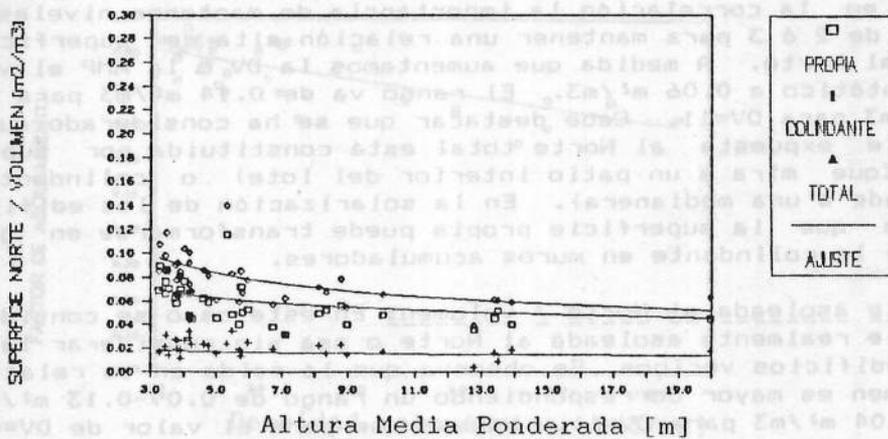


Figura N° 2: correlaciones entre la superficie expuesta al norte y la altura media ponderada.

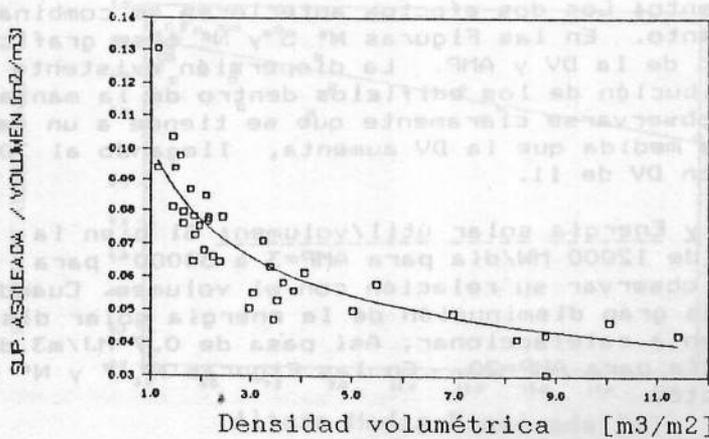


Figura N° 3: correlación entre la superficie asoleada al norte/volumen y la densidad volumétrica.

4- Energía solar útil en relación al volumen a calefaccionar.

6- Coeficiente Neto de Pérdidas.

7- Fracción de ahorro solar.

Se correlacionaron estas variables con los principales índices urbanos: densidad volumétrica (DV), altura media ponderada (AMP), Factor de Homogeneidad Tipológica (FHT), y Factor de Orientación (FO). Los resultados se expresan en función de la DV y la AMP solamente ya que son los índices que mejor ajustan el comportamiento edilicio.

## RESULTADOS

Superficie expuesta al Norte / Volumen: En las Figuras N° 1 y N° 2, se indica su correlación con la DV y la AMP respectivamente. Se observa en la correlación la importancia de mantener niveles de DV menores de 2 ó 3 para mantener una relación alta de superficie expuesta al Norte. A medida que aumentamos la DV o la AMP el valor se hace asintótico a  $0.06 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . El rango va de  $0.14 \text{ m}^2/\text{m}^3$  para DV=1 a  $0.06 \text{ m}^2/\text{m}^3$  para DV=11. Cabe destacar que se ha considerado que de la superficie expuesta al Norte total está constituida por superficie propia (que mira a un patio interior del lote) o colindante (que corresponde a una medianera). En la solarización de los edificios se considera que la superficie propia puede transformarse en ganancia directa y la colindante en muros acumuladores.

Superficie asoleada al Norte / volumen: En este caso se considera la superficie realmente asoleada al Norte o sea sin considerar la oculta por los edificios vecinos. Se observa que la caída en su relación con el volumen es mayor correspondiendo un rango de  $0.09-0.13 \text{ m}^2/\text{m}^3$  para DV=1 y  $0.04 \text{ m}^2/\text{m}^3$  para DV=11. Nótese que para el valor de DV=4 ya se alcanza la relación de  $0.06 \text{ m}^2/\text{m}^3$  que aparece como límite en el caso de considerar la superficie expuesta al Norte. Ver las Figuras N° 3 y N° 4.

Factor de asoleamiento: Los dos efectos anteriores se combinan en el Factor de Asoleamiento. En las Figuras N° 5 y N° 6 se grafica este parámetro en función de la DV y AMP. La dispersión existente se debe a la distinta distribución de los edificios dentro de la manzana, de todos modos, puede observarse claramente que se tiende a un factor de asoleamiento menor a medida que la DV aumenta, llegando al 70 % para ambientes urbanos con DV de 11.

Energía solar útil y Energía solar útil/volumen: Si bien la energía solar útil aumenta de 12000 MW/día para AMP=3 a 34000 para AMP=20, resulta interesante observar su relación con el volumen. Cuando vemos esto, se observa una gran disminución de la energía solar disponible por unidad de volumen a calefaccionar. Así pasa de  $0.7 \text{ MJ}/\text{m}^3.\text{día}$  para AMP=3 a  $0.27 \text{ MJ}/\text{m}^3.\text{día}$  para AMP=20. En las Figuras N° 7 y N° 8 puede observarse este efecto.

Fracción de Ahorro Solar: Es el indicador más relevante del potencial de utilización solar de un determinado entorno urbano. Expresa porcentualmente la relación entre la cantidad de energía provista por la radiación solar con respecto al total necesario en un ciclo de calefacción. Para los conjuntos existentes la FAS fluctúa entre el 0% y

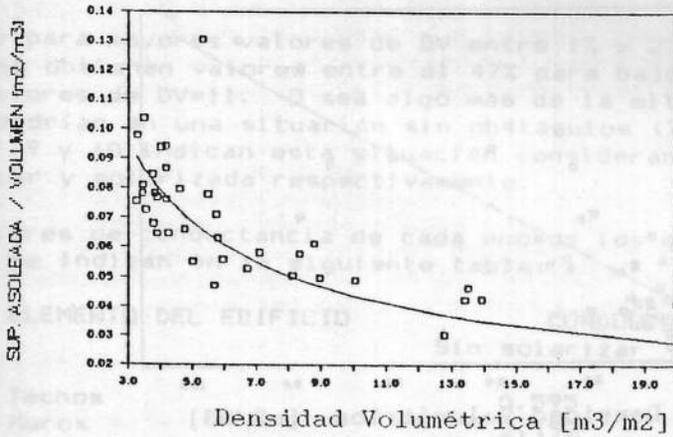


Figura N° 4: correlación entre la superficie asoleada al norte/volumen y la altura media ponderada.

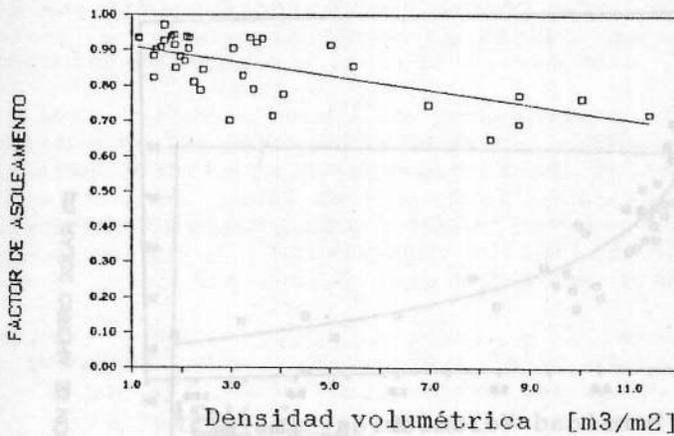


Figura N° 5: correlación entre el factor de asoleamiento (superficie asoleada y la expuesta total al Norte) y la densidad volumétrica.

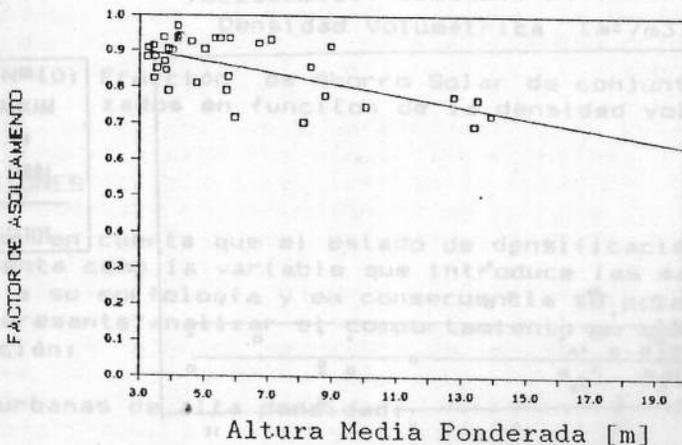


Figura N° 6: correlación entre el factor de asoleamiento y la altura media ponderada.

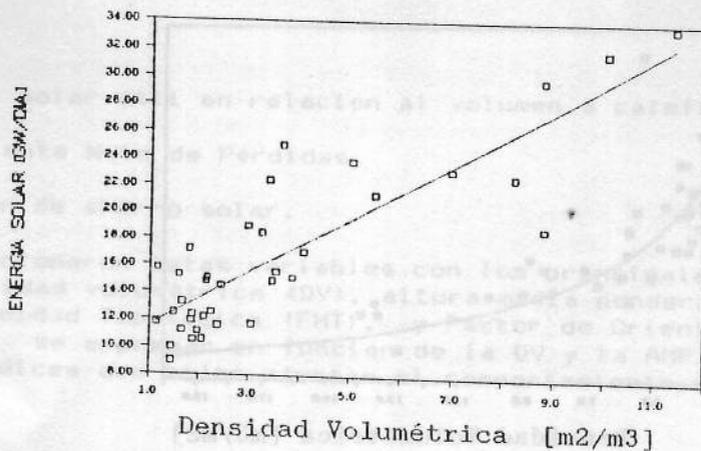


Figura N° 7: Radiación Solar Incidente sobre fachadas potencialmente colectoras por día en función de la Densidad Volumétrica

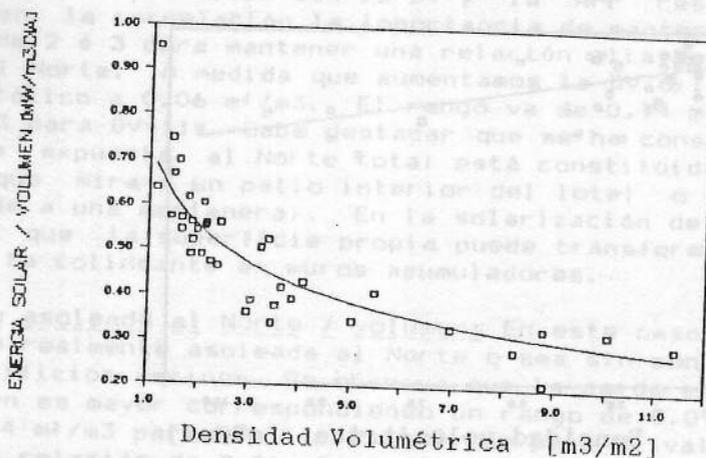


Figura N° 8: Radiación Solar Incidente sobre la fachada potencialmente colectoras en relación al volumen a calefaccionar en función de la densidad volumétrica.

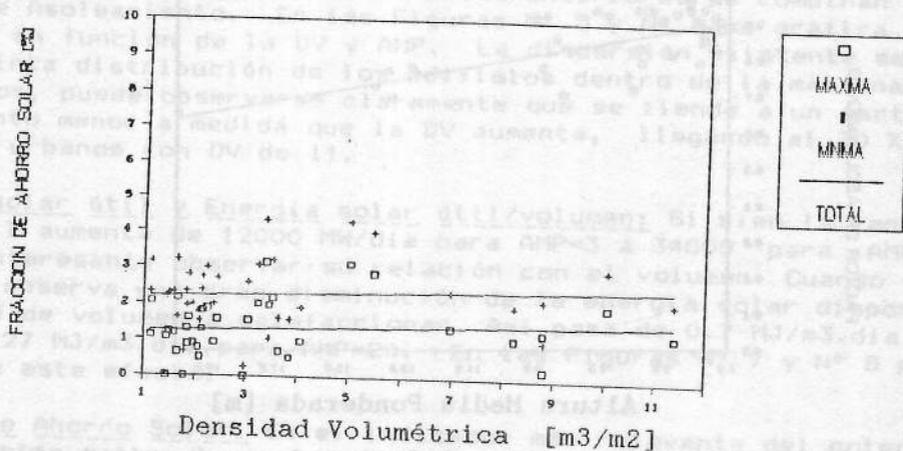


Figura N° 9: Fracción de Ahorro Solar de conjuntos edilicios sin solarizar en función de la densidad volumétrica.

el 4% y para mayores valores de DV entre 1% y 2%. Cuando se solarizan, se obtienen valores entre el 47% para bajos valores de DV y 32% para valores de DV=11. O sea algo más de la mitad de los valores que se obtendrían en una situación sin obstáculos (75% y 80%). Las Figuras N° 9 y 10 indican esta situación considerando la situación sin solarizar y solarizada respectivamente.

Los valores de conductancia de cada uno de los elementos de la edificación se indican en la siguiente tabla:

ELEMENTO DEL EDIFICIO	CONDUCTANCIA (W/m <sup>2</sup> .°C)	
	Sin solarizar	Solarizado
Techos	0,595	0,242
Muros	2,192	0,522
Ventanas	5,800	3,713
Fundaciones	0,702	0,393
Infiltraciones (RAH)	3,000	0,750

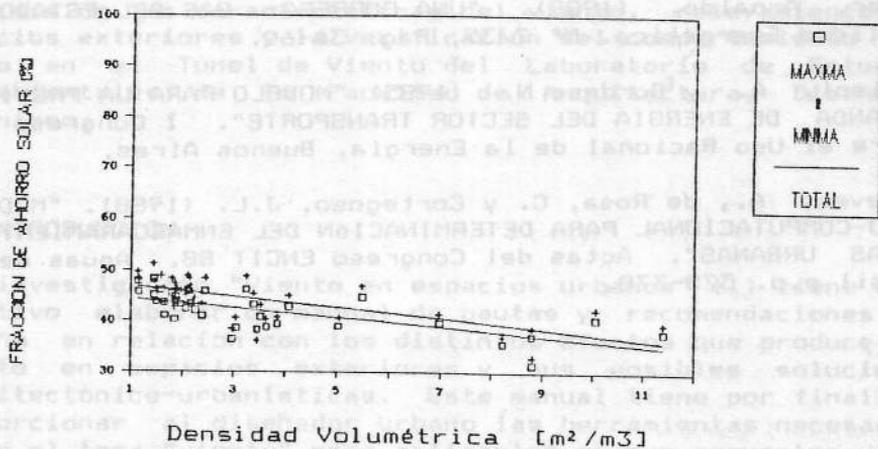


Figura N° 10: Fracción de Ahorro Solar de conjuntos edilicios solarizados en función de la densidad volumétrica.

### CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que el estado de densificación de la construcción se presenta como la variable que introduce las mayores diferencias en cuanto a su morfología y en consecuencia su potencial bioclimático, es interesante analizar el comportamiento en base a la densidad de edificación:

#### Tramas urbanas de alta densidad:

Se trata de agrupamiento de edificios en altura superiores a las tres plantas altas y que utilizan ascensores como circulación vertical principal. En estos, el acceso al sol está bloqueado para buena parte de las unidades de viviendas, excepto en plantas superiores o situa-

ciones de borde, o sea, frente a plazas o parques, por lo tanto la única estrategia favorable la constituye la conservación de energía. La DV correspondiente es mayor de 4 y la AMP entre 6 y 18.

Tramas urbanas de mediana densidad:

Las tramas urbanas de mediana densidad, con DV de entre 1,5 y 4 y la AMP entre 4 y 7 presentan un grado mayor de recuperabilidad, sin embargo, no existiendo garantías legales que aseguren el acceso a recursos climáticos utilizables, no es recomendable plantear en ellos una arquitectura que haga uso intensivo de los mismos.

Tramas urbanas de baja densidad:

Las tramas urbanas de baja densidad, DV menor de 1,5 y AMP entre 3 y 4 resultan particularmente convenientes para efectuar un reciclaje (retrofitting) de los edificios, dado que el acceso al sol resulta apropiado. Es muy importante que los códigos locales, garanticen una continuidad en el acceso a los recursos climáticos utilizados y además que se cuente con una política de incentivos en este aspecto.

REFERENCIAS

1. Soler, Arnaldo. (1989). "UNA EMPRESA: GAS DEL ESTADO". Revista Realidad Energética. N° 7/35, Pag. 36-60.
2. Abriani, A. y Bordese N. (1985) "MODELO PARA LA PREVISION DE LA DEMANDA DE ENERGIA DEL SECTOR TRANSPORTE". I Congreso Argentino sobre el Uso Racional de la Energía, Buenos Aires.
3. Esteves, A., de Rosa, C. y Cortegoso, J.L. (1988). "MODELO ANALITICO-COMPUTACIONAL PARA DETERMINACIÓN DEL ENMASCARAMIENTO SOLAR EN ZONAS URBANAS". Actas del Congreso ENCIT 88. Aguas de Lindoia, Brasil p.p. 375-378.