

## MODELO GRÁFICO COMPUTACIONAL PARA LA DETERMINACIÓN DEL AREA DE FACHADAS POTENCIALMENTE COLECTORAS, EN MEDIOS URBANOS.

Néstor Alejandro Mesa<sup>\*</sup>, Carlos de Rosa<sup>\*\*</sup>, José Luis Cortegoso<sup>\*\*\*</sup>

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV),  
Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (INCIHUSA)  
Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT)  
C.C. 131. C.P. 5500, Mendoza, Argentina  
Tel. (0261) 4288797 Int. 24, Fax: (0261) 4287370  
E-Mail: amesa@lab.cricyt.edu.ar

### RESUMEN

Se describe un método gráfico computacional que, a partir de la carga de una volumetría y de los valores de azimut y altitud solares, permite obtener perspectivas axonométricas vistas desde el sol, dando como resultado las superficies de secciones normales a la dirección de los rayos solares incidentes sobre cada fachada asoleada.

### INTRODUCCIÓN

Del total de los recursos energéticos consumidos en la provincia un alto porcentaje corresponde al de uso doméstico, y de ese total, a escala residencial el más utilizado para la calefacción es el gas natural, combustible que según estudios al año 1997, tiene un volumen de reserva en relación con el consumo actual de unos 32 años. Esto hace imprescindible conocer, el comportamiento del parque edilicio con precisión, en lo referente a la conservación de energía y al posible acceso a los recursos energéticos renovables, para poder planificar el crecimiento urbano dentro de un marco de desarrollo sustentable.

El conurbano de Mendoza, con una población aproximada de un millón de habitantes se sitúa a  $-32.88^{\circ}$  de Latitud, y a  $68.85^{\circ}$  de Longitud, a 825 m.s.n.m. La zona se caracteriza por presentar inviernos templado - fríos, con valores entre 1300 y 1500  $^{\circ}\text{C}$  grados día anuales de calefacción (base  $18^{\circ}\text{C}$ ), con un generoso recurso de radiación solar (16.5 a 20 MJ/m<sup>2</sup> día).

Cuando hablamos de analizar la viabilidad de un diseño solar pasivo en un edificio nuevo o en el reciclado de uno existente es necesario conocer el potencial solar disponible, sobre todo en ámbitos urbanos donde se comparten espacios territoriales relativamente pequeños.

Dentro de la estructura urbana, la disponibilidad de áreas potenciales colectoras, depende esencialmente de las variables de densidad volumétrica y altura media (Basso, M. et al) (1). Teniendo como antecedentes para el cálculo de dichas áreas de fachadas asoleadas el modelo analítico (Esteves, A. et al.) (2), y un modelo gráfico - computacional (Atencio, M. et al.) (3), desarrollados en la unidad, ahora se trata de avanzar en la búsqueda de un método gráfico computacional de mayor precisión y fácil manejo.

### DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

#### Ingreso de datos

La rutina del método se desarrolla dentro del ambiente de programación de AutoCAD<sup>R</sup>, por considerar que dicho entorno, es uno de los más utilizados en el medio del diseño asistido por computadora, lo que permite obtener un resultado fácilmente transferible.

El primer paso es la carga de los datos necesarios para crear la volumetría, sobre la cual nos interesa calcular las áreas asoleadas de fachadas potencialmente colectoras y la cantidad de radiación solar incidente sobre las mismas.

#### Determinación de la posición solar o punto de vista

Partiendo del dibujo de una volumetría tridimensional a analizar, mediante el comando de AutoCAD<sup>R</sup>, **3D Viewpoint** (Punto de Vista en 3D) se localiza el punto de vista de la imagen en la posición en la cual se halla el sol en el momento en el cual queremos analizar su incidencia en el edificio, mediante la inserción de dos coordenadas angulares, las correspondientes a la altitud y azimut solar. (figura 1)

---

\* Becario de formación de Postgrado (CONICET), \*\* Investigador Independiente (CONICET), \*\*\* Profesional Principal (CONICET)



Figura 1 Imagen del menú descolgable de AutoCAD<sup>R</sup> de ingreso de coordenadas angulares de la posición solar

Es importante mediante los comandos de configuración del dibujo base hacer coincidir la posición 0 (cero) de medición de ángulos, **Angle Measure**, Norte de nuestro dibujo, con la ubicación del eje Y positivo, así quedará configurado respectivamente, el Este como X positivo, y el Oeste como X negativo. Así veremos el objeto desde la posición solar del día y hora escogidos, como si viésemos al objeto desde el sol.

**Determinación y cálculo del área aseleada de la fachada potencialmente colectora.**

Una vez localizado el punto de vista de la imagen desde el cual se desea hacer el cálculo del área potencialmente colectora, se debe transformar la vista tridimensional en una imagen en dos dimensiones. Esto se logra creando un archivo de ploteo, con extensión DXB, que nos permite controlar la escala de la imagen resultante, y de esta manera evitar cualquier distorsión de la misma. En la configuración de la orden de ploteo es necesario pedirle al programa que suprima las líneas ocultas, mediante el sub-comando **Hide**. Considerando que estamos viendo al objeto desde la posición solar en la imagen resultante, todas aquellas caras o porciones de caras ocultas estarían sombreadas, por lo tanto deben de quedar fuera de nuestro cálculo de superficies.

El archivo extensión DXB, resultante de la orden de ploteo, se inserta, mediante el comando **DXBIN**. Para facilitar el cálculo de superficies de fachadas norte, creamos bordes de referencia que alberguen las áreas seleccionadas mediante la orden **Boundary Creation**.

El siguiente paso, consiste en ocultar las caras del edificio que no consideraremos para el cálculo (fachadas visibles este, oeste, y superior) y por último mediante el comando **Area**, obtenemos el listado de la superficie normal al rayo solar de cada fachada norte visible, en el momento del cálculo.

Dicho listado el programa lo guarda en el historial del dibujo, y podemos acceder a él a través de la pantalla de texto (F2).Figura 2

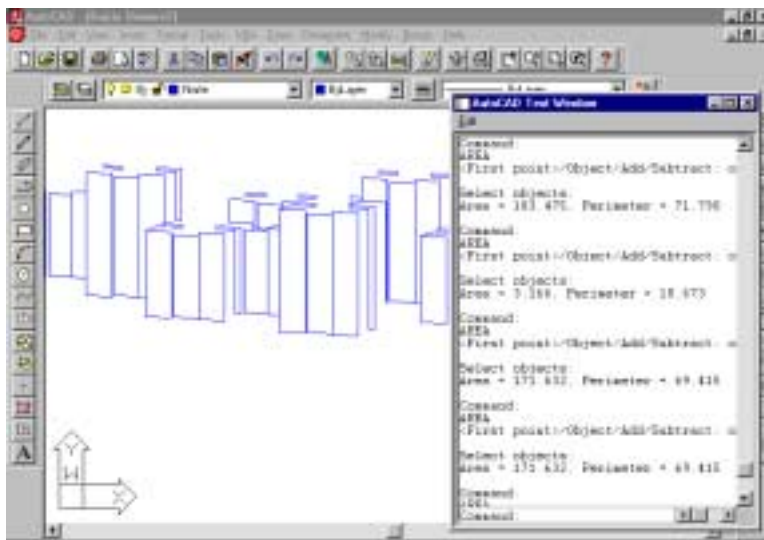


Figura 2 Imagen de la pantalla de texto de AutoCAD<sup>R</sup> con la base de datos de las superficies potencialmente colectoras normales al rayo.

### Ejemplos de cálculo

Se presentan dos ejemplos de cálculo, el primero (figura 3) de ellos corresponde a un área de edificios de propiedad horizontal del municipio de Guaymallén, el segundo corresponde a una manzana de alta densidad del área centro del municipio de Mendoza Capital.

En el siguiente caso se calculó, la variación de las superficies de las secciones normales a la dirección a los rayos solares incidentes sobre las fachadas norte para distintas horas de un mismo día, considerando que los edificios del conjunto tienen un giro en su orientación con respecto al norte de 16°.

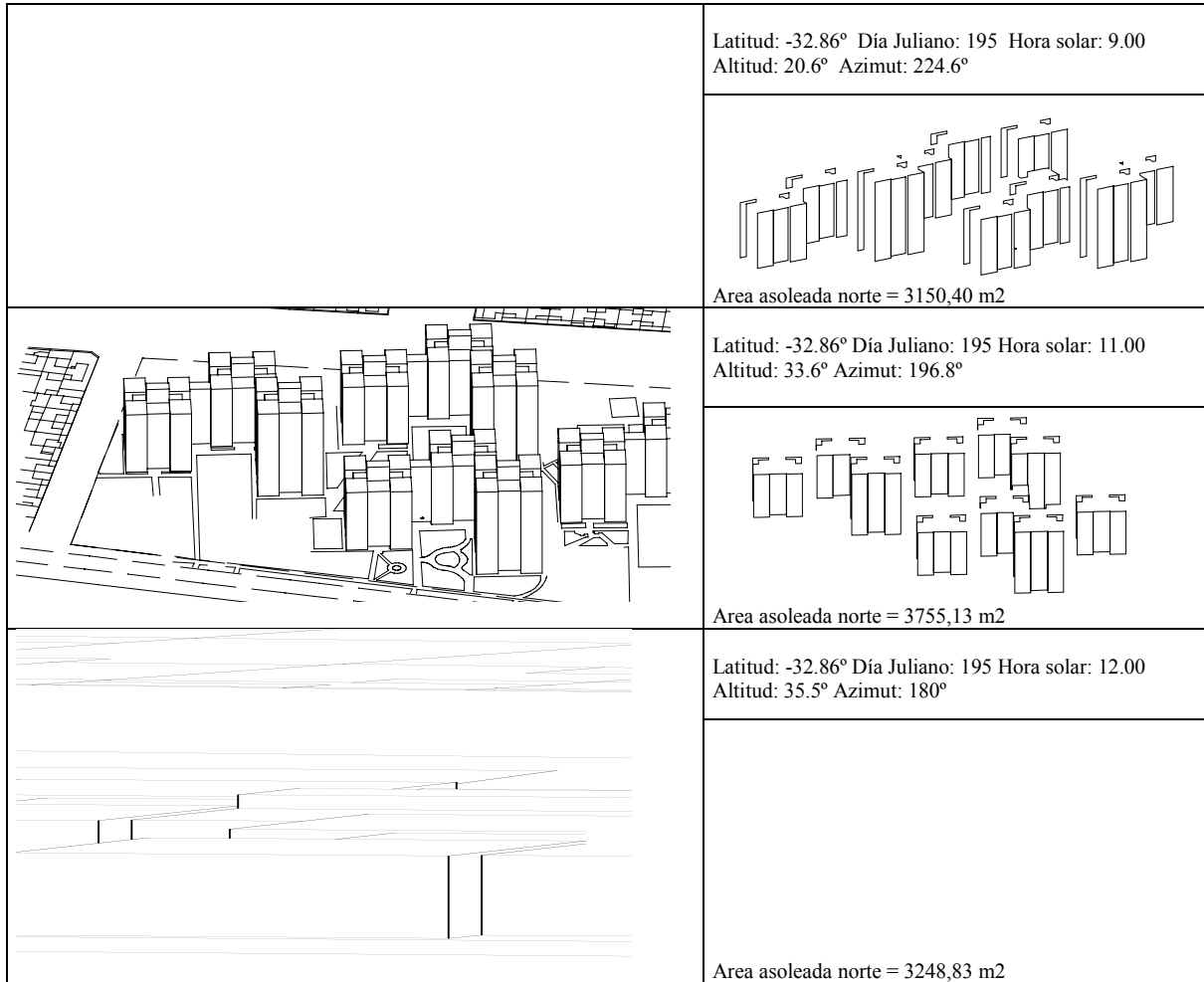


Figura 3 Cálculo del área potencialmente colectora de un área urbana, correspondientes al día Juliano 195, entre las 8.00 y 12.00 horas.

En este caso se analizó la volumetría de una manzana de alta densidad de la ciudad de Mendoza (figura 4), sobre la cual se realizó el cálculo de las superficies potencialmente colectoras solares sobre las fachadas norte.

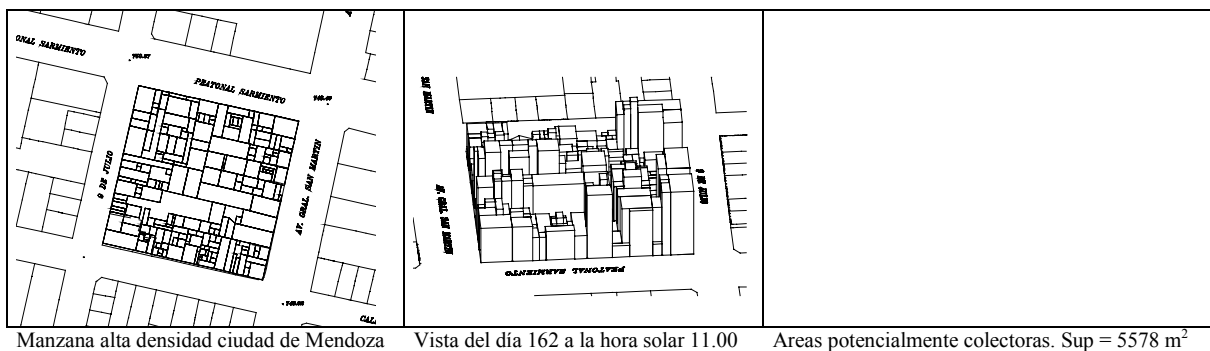


Figura 4: Cálculo de la sección normal a la dirección de los rayos solares incidentes sobre cada fachada norte en un área urbana de alta densidad.

## Verificación de los datos obtenidos a través del modelo gráfico

Los datos de superficies obtenidos a través del modelo gráfico, son los correspondientes a las secciones normales a la dirección de los rayos solares incidentes sobre cada fachada asoleada. Para obtener la superficie asoleada en verdadera magnitud, se hizo el cálculo del prisma de radiación, a través del método analítico, lo que sirvió además para verificar la exactitud de los datos obtenidos, por el método gráfico.

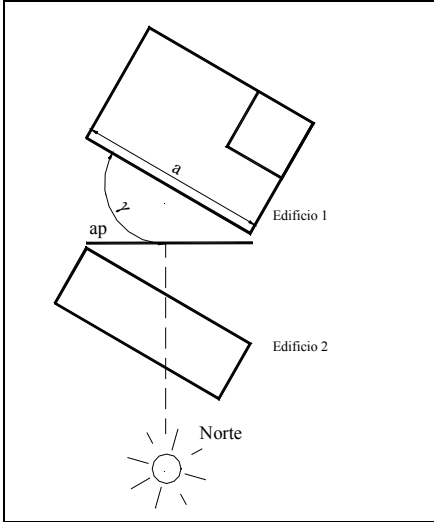


Fig. 5 Cálculo de la proyección de la superficie asoleada en el plano horizontal.

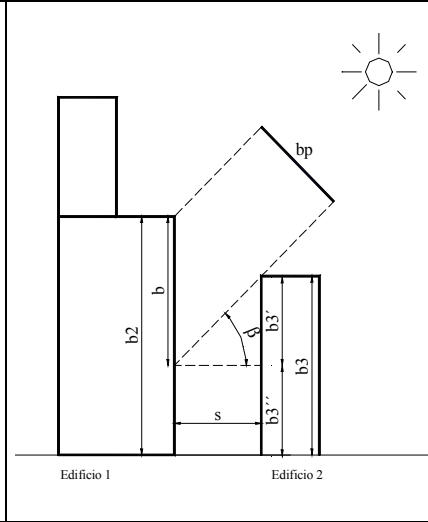


Fig. 6 Cálculo de la proyección de la superficie asoleada en el plano vertical.

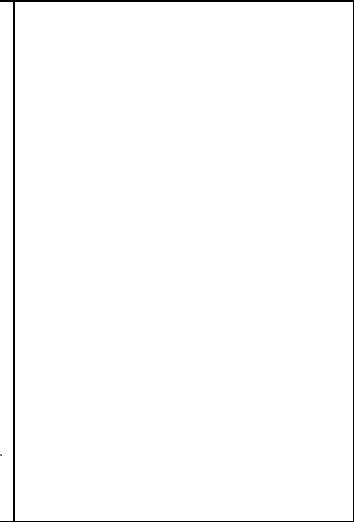


Fig. 7 Gráfica resultante

La verificación se realizó sobre un ejemplo de dos volúmenes, con una desviación en planta con respecto a la orientación norte de 30°, para una altitud solar de 45° a la hora solar 12.00. Para el cálculo analítico se utilizaron los siguientes algoritmos:

$$A = AP / \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

$$Ap = ap \cdot bp$$

$$ap = a \cdot ((90 - (\gamma - \alpha)) \cdot \cos \alpha$$

$$bp = b2 - (b3 - \text{tg } \beta \cdot s) \cdot \cos \beta$$

A: Área asoleada en verdadera magnitud

Ap: Superficie de la sección normal

ap: Proyección sobre el plano horizontal (fig.5)

bp: Proyección sobre el plano vertical (fig.6)

α: Azimut -180° β: Altitud solar

γ: Desviación de la fachada respecto al norte

	Resultados	
	Método analítico	Modelo gráfico
Ap	869,3194 m2	869,1609 m2
A	1.229,6979 m2	1.229,3682 m2
Variación en los resultados: 0.0002 %		

Tabla 1 Resultados obtenidos del Ap y A

Los resultados obtenidos por ambos métodos fueron similares, no superando la variación el 0.1%, en los ejemplos calculados. (figura 7 y tabla 1)

## CONCLUSIONES

Concluida la etapa de verificación, se puede afirmar que se cuenta con una herramienta de alta precisión y fácil manejo, lo que favorece su transferencia directa a un amplio sector profesional.

Actualmente se está trabajando en la programación del método gráfico, lo que permitiría simplificar aún más su utilización.

## REFERENCIAS

1. Basso, M., de Rosa, C., Esteves, A., Atencio, M. (1989) Diversas correlaciones entre el área asoleada de edificios y los principales índices urbanos en medios altamente densificados. Proceedings IV Congreso Latinoamericano de Energía Solar. Cartagena de Indias, Colombia.
2. Esteves, A., de Rosa, C., Cortegoso, J. (1988) Modelo analítico computacional para determinación del enmascaramiento solar en zonas urbanas. Proceedings II Encontro Nacional de Ciências Térmicas. Aguas de Lindóia, Brasil.
3. Atencio, M., de Rosa, C., Cortegoso, J. (1995) Bioclimatic urban desing: solar potencial for energy in cities of central – western Argentina. Proceedings III International Congress Energy, Environment and Technological Innovation. Caracas, Venezuela.