

# SIMULACION VIRTUAL DEL MOVIMIENTO SOLAR POR COMPUTADORA VISUALIZACION TRIDIMENSIONAL DE LA TRAYECTORIA SOLAR EN PROYECTOS

Claudio A. Delbene y John M. Evans

Centro de Investigación Hábitat y Energía

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires

CC 1765, Correo Central, (1000) Capital Federal, Argentina

Fax: 782-8871 E-mail: cladel@fadu.uba.ar - evans@fadu.uba.ar

## RESUMEN

Este trabajo presenta una metodología para la realización de una simulación virtual del movimiento solar y verificar su efecto sobre un proyecto arquitectónico, mediante una animación computada. Esta animación permite visualizar las proyecciones de sombras o la penetración solar para distintas latitudes desde puntos de observación exteriores o interiores del proyecto o generar imágenes estáticas para determinadas horas a estudiar. En este trabajo se analizan las ventajas y desventajas de la metodología, comparando su uso con el Simulador del Movimiento Aparente del Sol (Heliodón) del Laboratorio de Estudio Bioambientales del Centro de Investigación Hábitat y Energía, FADU-UBA.

## PALABRAS CLAVES

Helidón, trayectoria solar, animación computada, protección solar, arquitectura solar,

## INTRODUCCION

La importancia del sol como fuente de energía e iluminación y la necesidad de lograr su aprovechamiento o protección, generó la inquietud de implementar su estudio y visualización e impulsó en el Laboratorio de Estudios Bioambientales del Centro de Investigación Hábitat y Energía de la Secretaría de Investigación en Ciencia y Técnica de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires a realizar diferentes elementos o técnicas que permitan medir y verificar su influencia en proyectos arquitectónicos, en etapa de proyecto o obras realizadas.

En primera instancia surgió la necesidad de tener elementos que permitan la medición y graficación de la trayectoria solar y la visualización tridimensional de estos efectos. Se construyeron así el IMAP, Instrumento de Medición de Asoleamiento Potencial [1] figura 1, el Heliodón [2] figura 2, y se realizó el programa de computación ISOL para calcular y graficar radiación solar, ángulos y trayectorias [3, 4 y 5].

Con los datos y gráficos resultantes de los programas de computación se realizaron trayectorias solares en tres dimensiones para generar luego animaciones, estudiar el asoleamiento en maquetas computarizadas de proyectos y verificar proyecciones de sombras y penetración solar para distintas latitudes, épocas del año y horas del día, Permitiendo además de esta visualización animada, realizar verificaciones con imágenes estáticas o bajar la animación con la trayectoria solar a video.

Este elemento graficador-registrador del efecto del sol en los proyectos de estudio puede emplearse complementando el uso del heliodón (simulador del movimiento aparente del sol) ya que permite visualizar y optimizar el aprovechamiento o protección solar.

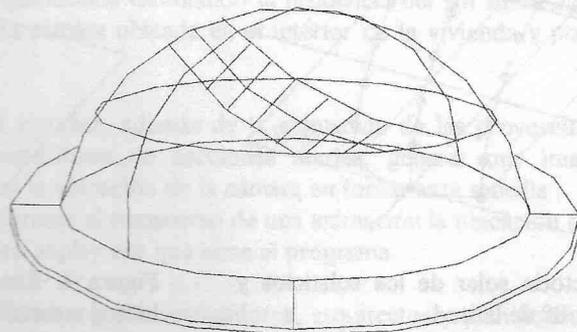
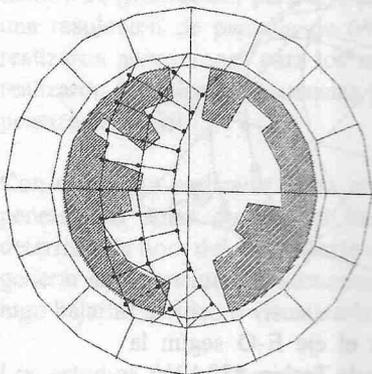


Figura 1. IMAP, Instrumento de Medición de Asoleamiento Potencia

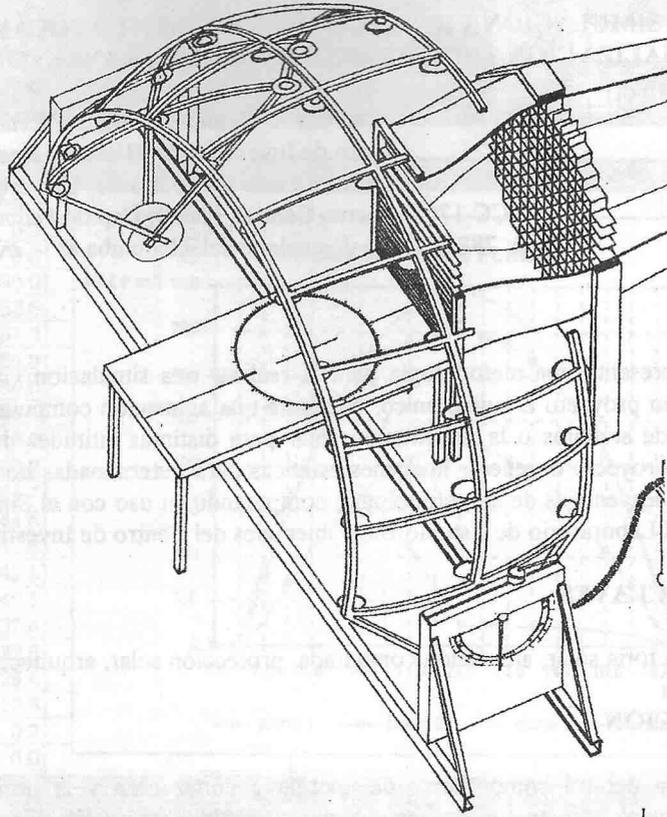


Figura 2. Heliodón , Simulador del movimiento aparente del sol

### METODOLOGIA UTILIZADA

El paso previo a la realización de la simulación fue el construir tridimensionalmente la trayectoria solar en un software que permita una modelización tridimensional medible y tenga compatibilidad con un software de animación. Se elige trabajar en AutoCAD (Versión 12) para realizar la modelización tridimensional y 3DStudio para ejecutar la animación.

Se construyó la trayectoria solar de los solsticios y equinoccios para  $0^\circ$  de latitud con los datos obtenidos en gráficos solares computarizados, figura 3. Las dimensiones de los arcos de trayectorias deben permitir incorporar en su centro el proyecto en estudio y obtener rayos del sol relativamente paralelos sin reducir la intensidad de las luces (sol) durante la animación.

Utilizando estas trayectorias como base se rotan sobre el eje E-O para buscar la latitud que se desea estudiar, figura 4, y se obtienen archivos gráfico DXF para cada trayectoria solar en forma independiente, según la época del año y la latitud.

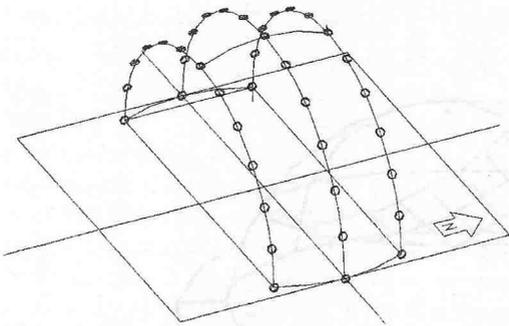


Figura 3. Trayectoria solar de los solsticios y equinoccios para  $0^\circ$  de latitud

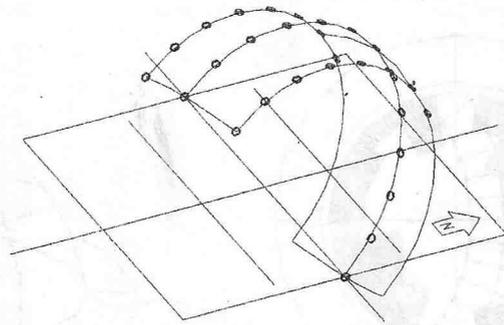


Figura 4. Rotación sobre el eje E-O según la latitud a estudiar, en el ej. de Trelew  $43^\circ 13'$

Se puede realizar una animación a nivel volumétrico o realista del proyecto, en este último caso debe haber una correspondencia mayor de la maqueta realizada en AutoCAD con su futura materialización en 3DStudio. Esta opción insume un tiempo mayor de generación de los cuadros que forman parte de la animación. El grado de resolución de la imagen también influye directamente en el tiempo de generación de las imágenes y extensión de los archivos.

Se importó el archivo DXF con la trayectoria solar, al programa 3DStudio, se definió el recorrido (path) que el spot (sol virtual) realizará durante la animación y se insertó la maqueta computarizada del proyecto a estudiar en la posición central de la trayectoria. Para realizar un ejemplo de esta metodología se utilizó una vivienda proyectada para un conjunto en la ciudad de Trelew diseñada por los alumnos Andrea Gomez y Alejandro Perez para la materia electiva Introducción al Diseño Bioambiental, figura 5.

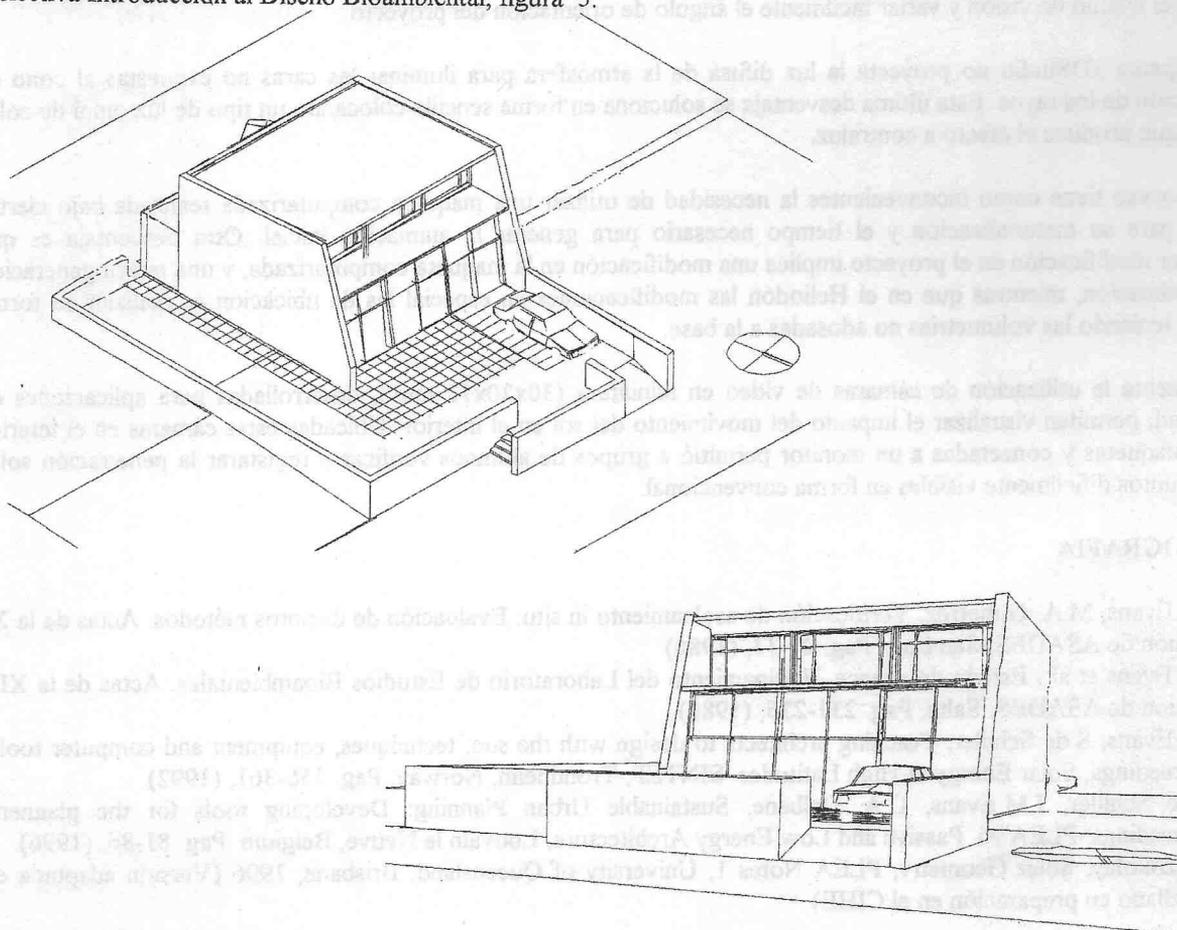


Figura 5. Vivienda proyectada para un conjunto en la ciudad de Trelew por alumnos de la materia electiva utilizada por ejemplificar la metodología

La materialización del proyecto se realizó utilizando los archivos de materiales del programa 3DStudio definiendo texturas y colores con un grado de realismo que no genere animaciones con archivos muy grandes y de mucho tiempo de generación, pero que permita verificar con claridad la incidencia solar y por el mismo motivo se optó por una resolución de pantalla de 640 x 480. Se ubicó luego una cámara en un punto exterior a la vivienda y se realizaron animaciones para los solsticios y equinoccios estudiando la incidencia del sol sobre el edificio. Luego se realizaron las mismas secuencias pero con una cámara ubicada en el interior de la vivienda y poder así verificar la penetración solar.

Con el trabajo realizado hasta aquí podemos estudiar, además de la animación de las proyecciones de sombras o penetración solar durante el día, hacer animaciones de secciones diarias, generar una imagen estática para determinada hora del día, o parte de él, o variar la ubicación de la cámara en forma muy sencilla. Además se pueden generar simultaneidad de secuencias o variar durante el transcurso de una animación la ubicación de las cámaras para luego bajarlas a video o visualizarlas con la rutina aaplay.exe que tiene el programa.

Los estudios de asoleamiento pueden ser solicitados por investigadores, arquitectos y planificadores o particulares, realizando un trabajo de asesoramiento y seguimiento en los proyectos en estudio o verificando proyectos ejecutados; los alumnos de grado y posgrado pueden verificar los trabajos realizados en los cursos.

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Este método o técnica permite verificar los efectos del sol en los proyectos de forma directa y sumamente didáctica, aún cuando el receptor de la información no tiene conocimientos previos sobre el tema. Su utilización complementa el uso del heliodón (simulador del movimiento aparente del sol) y permite verificar u optimizar el aprovechamiento o protección solar en los proyectos en estudio obteniendo una herramienta de fácil interpretación que puede ser incorporada a videos didácticos sobre el tema.

Esta metodología permite variar su definición de acuerdo a la cantidad de cuadros por hora (virtual) logrando mayor realismo en el paso del tiempo, ubicar el observador en lugares de difícil acceso en maquetas de tamaño reducido, regular el ángulo de visión y variar fácilmente el ángulo de orientación del proyecto.

El programa 3DStudio no proyecta la luz difusa de la atmósfera para iluminar las caras no expuestas al cono de proyección de los rayos. Esta última desventaja se soluciona en forma sencilla colocando un tipo de luz omni de color neutro que produce el efecto a contraluz.

Este proceso tiene como inconvenientes la necesidad de utilizar una maqueta computarizada realizada bajo ciertas pautas para su materialización y el tiempo necesario para generar la animación inicial. Otra desventaja es que cualquier modificación en el proyecto implica una modificación en la maqueta computarizada, y una nueva generación de la animación, mientras que en el Heliodón las modificaciones en especial las de ubicación se realizan en forma sencilla teniendo las volumetrías no adosadas a la base.

Actualmente la utilización de cámaras de video en miniatura (30x30x12 mm.), desarrolladas para aplicaciones en seguridad, permiten visualizar el impacto del movimiento del sol en el interior. Ubicadas estas cámaras en el interior de las maquetas y conectadas a un monitor permitió a grupos de alumnos verificar y registrar la penetración solar desde puntos difícilmente visibles en forma convencional.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] J.M.Evans, M.A. Gutierrez. Verificación de asoleamiento in situ. Evaluación de distintos métodos. Actas de la XI reunión de ASADES, San Luis, Pag. 27-33, (1986)
- [2] J.M.Evans et al , Estado de avance. Equipamiento del Laboratorio de Estudios Bioambientales. Actas de la XIII reunión de ASADES, Salta. Pag. 231-235, (1988)
- [3] J.M.Evans, S.de Schiller, Teaching architects to design with the sun, techniques, equipment and computer tools, Proceedings, Solar Energy at High Latitudes. SINTEF, Trondheim, Norway. Pag. 356-361, (1992)
- [4] S.de Schiller, J.M.Evans, C.A. Delbene, Sustainable Urban Planning: Developing tools for the planners. Proceedings, PLEA'96. Passive and Low Energy Architecture, Louvain la Neuve, Belgium. Pag. 81-86, (1996)
- [5] S. Szokolay, Solar Geometry, PLEA Notes 1, University of Queensland, Brisbane, 1996 (Versión adaptada en castellano en preparación en el CIHE)