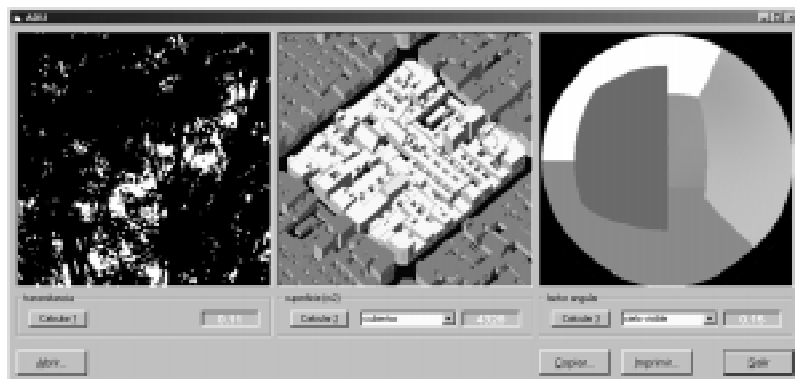


## EL INVALORABLE APORTE DEL PIXEL AL ANÁLISIS DINÁMICO URBANO



**Juan Carlos Rall**

Facultad de Arquitectura, Planeamiento  
y Diseño (Universidad Nacional de Ro-  
sario)

Argentina

[jrall@agatha.unr.edu.ar](mailto:jrall@agatha.unr.edu.ar)

### Abstract

Cities are growing out of control and with unforeseen complexity, with a lavish energy waste and an increasing life-quality loss. A possible approach to cope with these difficulties is the use of Urban Dynamic Analysis, a multidisciplinary body of knowledge allowing the holistic study of time-relationships between city structures and their related distinctive functions. A set of computer-aided tools is being developed following these guidelines. They are intended for the assessment of the behaviour of morphological layouts as regards to energy saving. Three such tools are described, using different pixel-counting approaches in order to simplify and facilitate their use.

Las ciudades están creciendo y ganando en complejidad como nunca antes. Cuando esa evolución se descontrola, devienen malformaciones estructurales, funcionamientos deficientes, derroches energéticos y deterioro de la calidad de vida de sus habitantes.

Para atenuar o revertir tales efectos, debería procurarse predecir el impacto de toda intervención urbana importante. Resulta crítico hacerlo ante apremios, pues tomar decisiones con rapidez exige contar con instrumental adecuado, y parte del que se utiliza en la actualidad ha demostrado no serlo. Quizá pueda servir para el seguimiento de transformaciones suficientemente lentas como para considerarlas en equilibrio, mas no para investigar procesos fluctuantes (como los desplazamientos diarios y estacionales de personas y suministros).

Una alternativa para lograr acciones más eficaces la brinda el *Análisis Dinámico Urbano* (ADU), cuerpo de conocimien-

tos multidisciplinario que permite estudiar, a través de un enfoque holístico, las relaciones temporales entre estructuras de la ciudad y funciones características asociadas [Rall, 1998].

El ADU admite la formulación de nuevas preguntas respecto al funcionamiento de las ciudades, involucrando asuntos vinculados con distintas esferas del conocimiento. Estos son algunos ejemplos relacionados con problemas energéticos y de *comfort ambiental* [Rall et al., 2000]:

¿Cuáles son los tipos de tejido urbano más convenientes y qué criterios deberán aplicarse para establecer los límites físicos de las construcciones asociadas a los mismos? ¿Qué pautas serán más beneficiosas para el arbolado de calles y espacios abiertos? ¿Qué ahorro energético es posible cambiando el color de los techos en sectores extensos? ¿Variará en este caso el ruido de fondo estival de modo sensible?

Para mejorar la sustentabilidad de las ciudades, es menester priorizar el aprovechamiento racional de los recursos renovables. La energía termolumínica es uno de ellos, y se caracteriza por un comportamiento pulsátil que debe contrapesarse para morigerar los excesos climáticos que provoca. El desafío es realizar esa compensación, en gran escala y con poco consumo adicional. De allí la importancia de estudiar ese fenómeno con profundidad.

La estimación de flujos radiantes obliga a conocer y comparar, tanto las superficies involucradas, como los ángulos sólidos que subtienden. Por tratarse aquí de configuraciones tridimensionales complejas que deben examinarse en forma reiterada, los recursos clásicos utilizados para estas tareas demandarían tiempos y esfuerzos desproporcionados. Por ende, se precisan herramientas especialmente concebidas. En este trabajo se describen tres desarrollos informáticos creados para

simplificar las siguientes operaciones básicas: 1) evaluar el grado de interferencia a la radiación directa del sol; 2) estimar la energía de onda corta recibida por volúmenes complejos; 3) calcular el intercambio radiante entre fuentes extensas. En todos los casos, a lo largo de períodos prolongados.

1. El primero de los puntos tiene que ver con el comportamiento diurno y anual de parasoles naturales y artificiales. En particular, el follaje caduco de los árboles constituye el caso más interesante. Para estudiarlo, se ha elaborado un módulo (ADUtau) que permite estimar su transmitancia termolumínica, mediante el cálculo de la relación entre la energía solar que lo atraviesa, respecto de la que recibe. Utiliza imágenes de la bóveda celeste, vista a través de la protección (Fig. 1), estrategia que hasta hace poco se implementaba mediante fotografías en papel, luego escaneadas [Cantón et al., 1996]. Actualmente, las cámaras digitales nos han permitido reducir el método a sólo dos pasos: a) fotografiar la protección a contraluz; b) calcular su transmitancia mediante cómputo del archivo obtenido.

Como es sabido, la estructura del estándar BMP (formato que analizan todos los módulos aquí descriptos) consiste en un encabezamiento y la información gráfica propiamente dicha. Del primero se extraen tipo y tamaño, datos esenciales que permiten contabilizar los bytes en el segundo tramo.

La cámara empleada en las experiencias (Sony, MVC-FD71) admite captación directa en gris, si bien para el fin buscado son suficientes las imágenes en blanco y negro. Por razones económicas de almacenamiento y cálculo, éste fue el tipo que se adoptó.

Durante las primeras pruebas, las fotografías se registraron en archivos BMP, aunque con la limitación de guardar sólo una imagen por disquete, que es el medio de grabado y transporte. La cámara también usa el estándar JPEG, y como

los ensayos realizados demostraron que las pérdidas de información que produce son despreciables en tanto que la capacidad de guardado temporal se incrementa unas veinte veces, se eligió esta compresión para la captura y el traslado de imágenes, convirtiendo a mapa de bits recién en la etapa de procesado en ordenador.

El módulo ADUtau calcula la transmitancia por simple cómputo de los píxeles blancos respecto a la totalidad de los contenidos en la imagen. Realizado con Visual Basic (VB), ofrece al usuario las facilidades de búsqueda del archivo, su visualización y las opciones de: cálculo, cambio de imagen y salida.

2. En cuanto al problema de estimar la energía incidente sobre volúmenes complejos en cualquier latitud y fecha, nos hemos inclinado por la simulación del recorrido solar en ambiente CAD. El método consiste en dibujar los cuerpos a estudiar, rotándolos de modo tal que para distintos instantes se muestre en pantalla la perspectiva "vista" por el sol (Fig. 2). En la figura así obtenida, las áreas parciales son proporcionales a la energía que en ese momento estén recibiendo. El problema consiste en calcularlas.

Por una cuestión de simplificación operativa, se descartó desde un principio el método vectorial de medición, reemplazándolo por un procedimiento basado en el examen de imágenes monocromas, similar al explicado en el caso de parasoles. Pero como con poliedros es necesario diferenciar los planos de distintas orientaciones, cada una de éstas hubiera requerido confeccionar una imagen exclusiva, demandando prolongados períodos de edición gráfica. Para superar la dificultad ideamos un procedimiento. Consiste en descomponer los volúmenes en regiones que, agrupadas según el acimut de su normal, se distribuyen en diferentes capas a las que se asignan colores que permiten caracterizarlas. Para el caso de conjuntos de edificios, se otorgan distintos

matices a techos, pisos, vegetación, y a los paramentos de cada cuadrante.

Dispuestos así los elementos, con todas las capas activadas y aplicando coloración a las caras, se adopta el punto de vista heliocéntrico correspondiente al instante en estudio y se fotografía el escorzo resultante. Luego, con un editor gráfico se selecciona la porción que será analizada, salvándola con formato BMP.

Finalmente, el módulo ADUsol calcula por separado las superficies correspondientes a cada orientación, utilizando también el conteo de píxeles. A diferencia del programa antes comentado, debe reconocer los distintos matices y valores en el archivo, contabilizando las sumatorias parciales. También está elaborado con VB y ofrece al usuario facilidades similares a las de ADUtau. Entrega las áreas parciales correspondientes a cada orientación.

Una vez conocidas las superficies, su cuantía energética se obtiene con otro módulo desarrollado tiempo atrás [Rall, 1996].

El método ha sido ya probado en la simulación del comportamiento energético de grandes sectores de Rosario, con maquetas electrónicas confeccionadas a partir de restituciones aerofotográficas.

3. En cuanto al intercambio radiante entre fuentes extensas, es un tema ligado a varios problemas que involucran aspectos termolumínicos y psicológicos del confort ambiental, aparentemente inconexos entre sí: a) verificación del intercambio térmico de onda larga; b) predicción de niveles de iluminación natural; c) comprobación de la accesibilidad a la visión directa de la bóveda celeste.

Es una temática cuyas dificultades intentan superarse desde hace décadas, sin lograr difundirla adecuadamente por fuera del círculo de especialistas. Los actuales programas basados en radiancia y trazado de rayos constitu-

yen un buen ejemplo de excelencia conceptual y técnica, pero todavía su potencialidad no puede ser aprovechada por el ADU, pues demandan prolongado procesamiento [Ward, 1992].

Para agilizar la obtención de resultados, un interesante atajo es suponer que superficies y cielo se comportan como difusores perfectos, hipótesis que permite aplicar el tradicional *principio del ángulo sólido proyectado* [Hopkinson et al., 1966]. La técnica consiste en proyectar las imágenes de las fuentes radiantes sobre un hemisferio especular (real o virtual) centrado en el punto que se esté analizando. Se fotografía ese espejo y se procesa la imagen resultante. El problema se reduce a calcular los factores angulares definidos por las superficies más destacadas dentro del entorno cuyo centro es el punto en estudio. Usando imágenes digitales, esos valores se obtienen por la relación entre la cantidad de píxeles de cada zona y la totalidad incluida en el círculo contenedor (Fig. 3).

El módulo ADUlum realiza ese cálculo por un método similar a los ya descritos. Los valores adimensionales obtenidos deberán ser multiplicados en los primeros dos casos por las reflectancias, y a su vez esos resultados por el flujo energético (a) o el lumínico (b), según corresponda.

Resta aclarar cómo se implementan las escenas fotográficas según que las configuraciones sean reales o virtuales. En el primer caso se emplea un hemisferio convexo especular y una cámara digital ubicada en el eje de rotación del anterior. En el segundo, se recurre a un programa de modelado, en el que además de los volúmenes a investigar se simulan cielo y piso mediante hemisferios, y el espejo con una malla cubierta por un material que admita trazado de rayos.

Hasta aquí la descripción de tres herramientas que ayudan a resolver problemas complejos mediante un simple re-

curso: contar píxeles.

Los instrumentos comentados son algunos de los que estamos elaborando, dentro de un programa mayor que creemos de largo y prometedor alcance. Se irán ajustando en el tiempo y completando con otros, en función del aumento de información disponible y la inclusión de nuevos temas. Estamos en el comienzo.

## Bibliografía

Cantón M.A., Cortegoso J.L., de Rosa C.; "Método de determinación de la permeabilidad del arbolado a la radiación solar", Actas de la IXX Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar (ASADES), Mar del Plata, 1996.

Hopkinson R.G., Petherbridge P., Longmore J.; "Daylighting"; Ed. Heinemann, London, 1966.

Rall J.C.; "Módulo computacional para el cálculo de irradiaciones", Actas de la IXX Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar (ASADES), Mar del Plata, 1996.

Rall J.C.; "El arbolado público en el Análisis Dinámico Urbano", Actas del III Congreso Nacional sobre Arbolado Público, Concepción del Uruguay, 1998.

Rall J.C., Miyara F.; "Análisis Dinámico Urbano: nuevos enfoques para actuar contra el ruido", Actas del II Congreso Iberoamericano de Acústica, Madrid, 2000.

Ward G.; "Measuring and Modeling Anisotropic Reflection"; Computer Graphics, Vol. 26, N° 2, 1992.

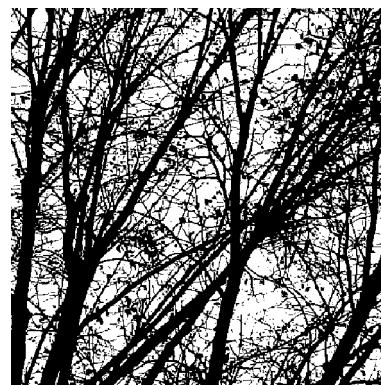


Fig 1. Ejemplo de imagen empleada por ADUtau



Fig 2. Ejemplo de imagen utilizada por ADUsof



Fig 3. Ejemplo de imagen que analiza ADUlum