

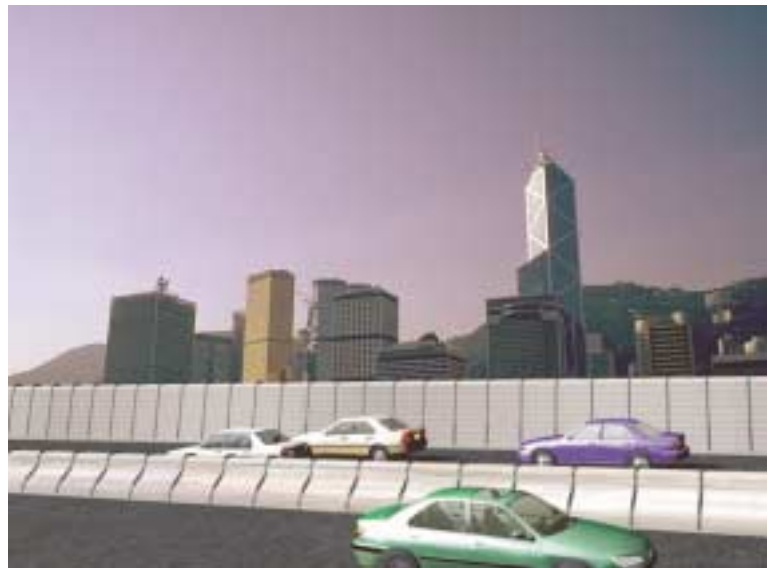
En las últimas décadas la sociedad ha experimentado una progresiva sensibilización en lo que a contaminación acústica se refiere. Esta preocupación ha provocado la aparición de normativas que aseguran el confort acústico en las edificaciones y la aparición de herramientas que permiten el análisis y la simulación del comportamiento del sonido en el entorno.

ANÁLISIS Y SIMULACIÓN CON 3D STUDIO DE LA ACÚSTICA DE UN ENTORNO

Nacho Aso Otín, *Responsable de la sección Infraestructuras de Telecomunicaciones.
Enginyeria i Arquitectura La Salle.*
nach@salleurl.edu

El siglo pasado ha supuesto, en la historia de la humanidad, un período especialmente prolífico en lo que a avances tecnológicos se refiere. Maquinaria y medios de transporte gozaron de un importante empuje en su evolución fruto de la aparición de nuevos y más potentes motores. Las prestaciones de todos estos dispositivos aumentaron sustancialmente en el tiempo a costa de unos mayores niveles sonoros. Desde ese momento, los fabricantes centraron también sus esfuerzos en el diseño de mejores y más silenciosos productos. Esto se vio acompañado por la aparición de normativas por parte de los organismos administrativos. Vemos así que, en el diseño de una nueva edificación, el confort acústico pasará a ser un factor más a tener en cuenta. La necesidad de conocer el efecto del sonido hará necesaria la existencia de herramientas que permitan realizar estos cálculos.

Por su abundancia en nuestro entorno, los efectos de los medios de transporte son los más estudiados y, al mismo tiempo, los más conocidos. El tráfico rodado ocuparía el primer lugar



en la generación de contaminación acústica, al ser el que sufrimos con más frecuencia. En un segundo lugar encontraríamos el tráfico aéreo, que se concentra en las áreas cercanas a aeropuertos, pero que provoca unos niveles de ruido muy elevados. En tercer lugar aparecería el tránsito ferroviario y finalmente aquellos sonidos generados por industrias y obras públicas.

Si echamos un vistazo a las aplicaciones que permiten realizar este tipo de análisis encontraremos, en la mayoría de los casos, sistemas que trabajan en 2D. El punto de partida del proceso lo componen imágenes raster (imágenes vía satélite, planos con curvas de nivel e incluso dibujos a mano). El proceso de introducción de datos será lento y engorroso, ya que al ser aplicativos no prepa-

rados para trabajar en un entorno 3D, tendremos que especificar cotas para cada punto 2D de la escena y reseguir mediante puntos las curvas de nivel. La dificultad para moverse en un espacio tridimensional supondrá cálculos lentos, dificultad para la obtención de diferentes puntos de vista y representaciones gráficas tan sólo en 2D.

Desde la sección de Infografía del CeCAD, en Ingeniería y Arquitectura La Salle, se ha desarrollado como trabajo final de carrera una aplicación que pretende dar respuesta a un conjunto de necesidades, que todo aquel acostumbrado a realizar proyectos de análisis de este tipo se habrá planteado. Esta nueva herramienta pretende automatizar y mejorar el proceso de análisis aprovechando aplicaciones ya existentes y ampliamente extendidas en el mercado, como son 3D Studio y Microsoft Excel.

3D Studio es una de las más potentes herramientas de diseño, muy utilizada en producciones audiovisuales e infográficas, y que nos permite un fácil tratamiento de toda la información de un espacio 3D. La aplicación, en sí misma, no permite la realización de ningún proceso relacionado con la propagación del sonido, pues es un programa claramente enfocado a temas visuales, pero sí puede ser la base sobre la cual ejecutar un plug-in script que lo permita. Esta facilidad para tratar con el mundo tridimensional y funciones internas para trazado de rayos (Raytracing para el proceso de renderizado) sumado a la presencia de MAXScript, lenguaje interno del programa, hizo de 3D Studio la herramienta ideal.

Mediante el uso de MAXScript podemos acceder a casi la totalidad de los parámetros internos de 3D Studio y por tanto del escenario. Número de objetos de la escena, las propiedades de éstos (longitud, anchura y altura en el caso de una simple caja o radio en el de una esfera), los materiales asignados, características de la luz, efectos de render, son algunas de las múltiples temáticas a las que podremos acceder desde este lenguaje.

Por otra parte, se cuenta con la ayuda de Microsoft Excel, que permitirá suplir las carencias de MAXScript en algunos aspectos. La acústica medioambiental se caracteriza por trabajar con métodos de análisis eminentemente empíricos, con

toda una formulación que requiere muchos y repetitivos cálculos. La limitada potencia de cálculo de MAXScript (no está pensado para la utilización de fórmulas) requiere la presencia de un motor matemático que se ejecute paralelamente y que descargue a 3D Studio de una tarea que no le es propia. Al mismo tiempo la hoja de Excel permitirá almacenar una información en relación a las fuentes sonoras, que el programa de diseño sería incapaz de asociar a una geometría de la escena.

3D Studio y Microsoft Excel son dos aplicaciones que soportan la tecnología OLE, y mediante MAXScript nos será posible establecer un vínculo de este tipo entre ambos programas. La hoja de cálculo actuará como cliente, mientras que el programa de diseño lo hará como administrador de la conexión. En la realización de este proyecto se han utilizado también, además de instrucciones de MAXScript, sentencias de Visual Basic para Aplicaciones (VBA), lenguaje utilizado para la creación de Macros de Excel y que aumenta las posibilidades y potencia de la conexión entre ambos programas. El objetivo final de este vínculo será el de rellenar una hoja de Excel previamente preparada para hacer los cálculos de los métodos de análisis de Acústica Medioambiental.

Un estudio exhaustivo del impacto acústico supondría la contemplación de una infinidad de parámetros, como pueden ser el tipo de vehículo (turismo o camión), el tipo de motor (gasolina o diésel), tipos de asfalto, condiciones meteorológicas, etc. Con el fin de simplificar este proceso

se utilizan en el estudio unos métodos empíricos que permiten obtener resultados válidos a partir de muy pocos parámetros que caractericen la fuente. Los métodos de análisis utilizados para el desarrollo de esta aplicación son modelos de estudio de impacto acústico ampliamente extendidos. Podemos afirmar que la mayoría de programas de análisis comparten los mismos métodos. En esta aplicación se estudiarán los siguientes casos con sus correspondientes modelos:

- **Tráfico rodado:** Para el estudio del ruido generado por la circulación de vehículos se utiliza el modelo alemán o RLS. Este es el modelo en el que se basa la legislación española, variando sólo en lo relativo a franjas horarias. Simplificaremos para hablar sólo de vehículos ligeros o pesados y necesitaremos pocos parámetros como son el volumen de vehículos diarios, la velocidad a la que circulan y el porcentaje de vehículos pesados.

- **Tráfico ferroviario:** Se utiliza el modelo francés. Necesitaremos conocer el número de trenes que circulan por la vía al día de cada tipo, sus longitudes y velocidades.

- **Fuentes puntuales:** En nuestro entorno podremos encontrar otras fuentes de ruido muy diversas como máquinas, industrias, obras, etc. Para parametrizar estas fuentes utilizaremos la potencia radiada en diferentes bandas frecuenciales, lo que nos permite conocer como es la fuente independientemente de la distancia a la que nos encontremos de ella.

El análisis seguirá el proceso que se ve en la figura 1.

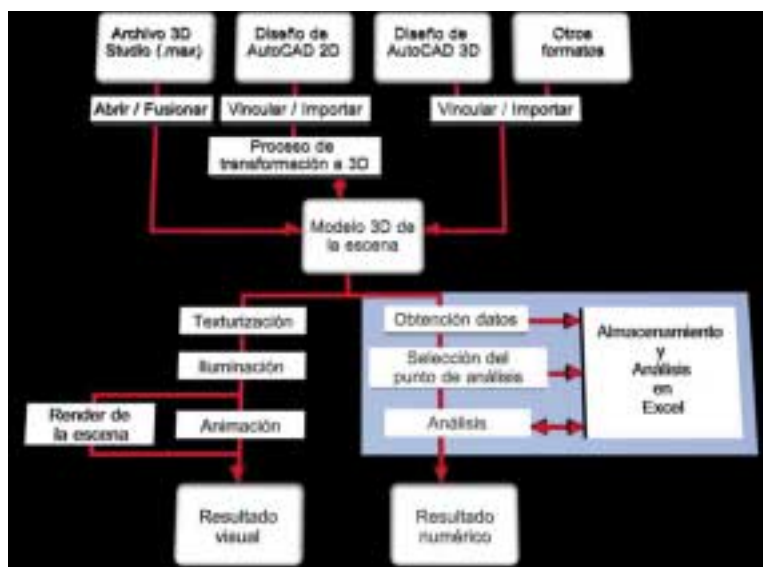


Figura 1

Para llegar al punto de partida del proceso, es decir una escena 3D, los puntos de origen pueden ser varios; el caso ideal será aquel en que ya partamos de un archivo de 3D Studio. Otros posibles caminos serían los que proceden de AutoCAD. Esta posibilidad resulta particularmente interesante gracias a la posibilidad de vinculación de archivos que ofrecen las dos aplicaciones. Esto permitirá que cualquier modificación en el archivo de AutoCAD se actualice de manera automática en 3D Studio. Sea cual sea el punto de partida algo de vital importancia serán las unidades en que se haya diseñado el escenario. Esto será así ya que toda la formulación posterior para el cálculo de niveles sonoros se basará en distancias y trayectorias obtenidas de la escena, y que por defecto se consideran en metros. El primer paso que deberá dar el usuario de la aplicación será escoger las medidas del diseño (véase figura 2).



Figura 2

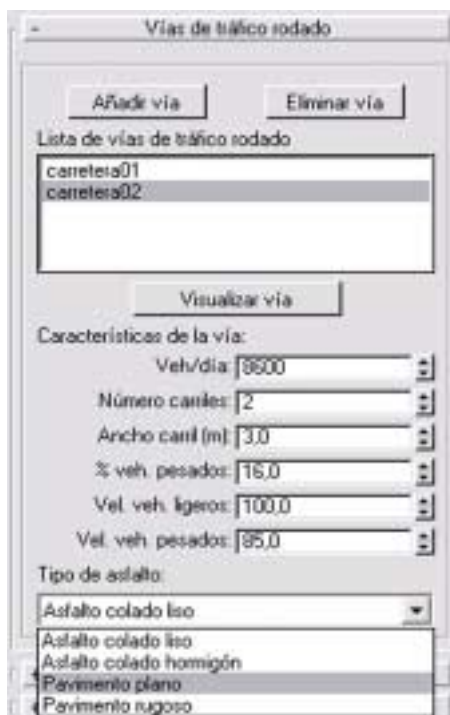


Figura 3



Figura 4

En lo referente a la obtención de resultados visuales, este plug-in script no añade nada nuevo a las posibilidades que ofrece 3D Studio, pero sí debemos verlo como una mejora respecto a las aplicaciones de análisis de niveles acústicos que hay en el mercado. Como ya se ha comentado anteriormente, las posibilidades que ofrecen estos programas resultarán muy pobres frente a toda la potencia que ofrece 3D Studio. Con esta herramienta de análisis no sólo podremos obtener resultados numéricos sino que también podremos observar el impacto visual de unas barreras acústicas, su diseño, etc.

Figura 6

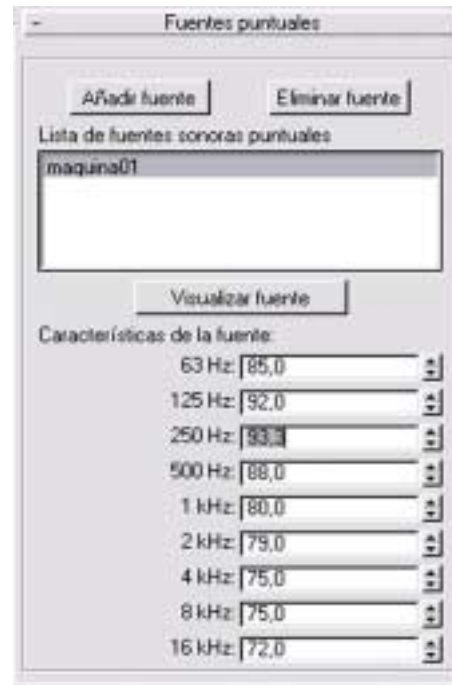
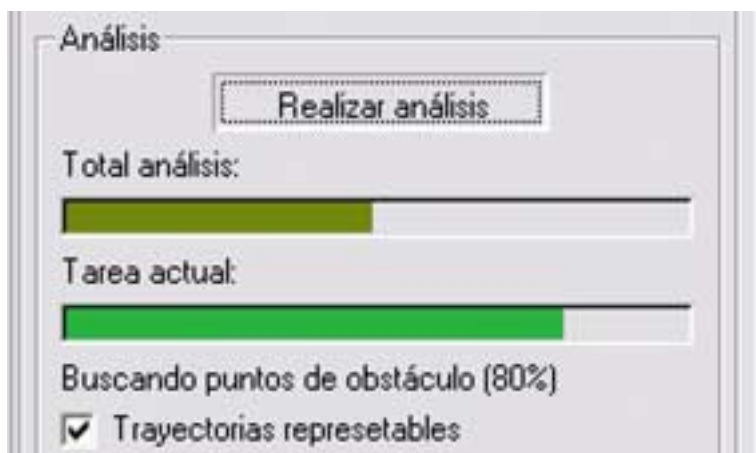


Figura 5

El plug-in script se encargará de la obtención de resultados numéricos. Para la realización de estos cálculos será necesario conocer qué objetos de la geometría son fuentes sonoras (carreteras, vías de ferrocarril o fuentes puntuales) y qué parámetros tiene cada una de ellas. El usuario podrá introducir estos datos y consultarlos de forma cómoda e intuitiva posteriormente a través de una serie de flotantes (véase figs 3-5).

Una vez la aplicación conozca todas las fuentes de la escena y sus características y el usuario escoja el punto en el que se desea realizar el estudio de los niveles acústicos, se podrá proceder al análisis. La primera tarea será el establecimiento de la conexión OLE con Excel. La ejecución de la aplicación de cálculo se realizará en un segundo plano, sin que la herramienta de Office llegue a hacerse visible, con lo cual



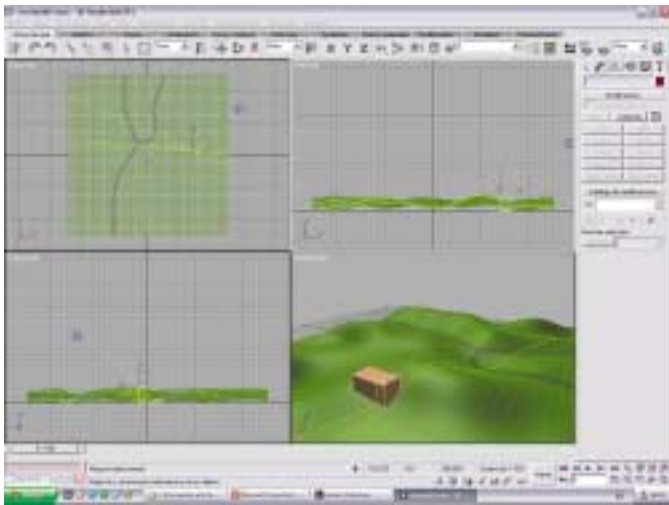


Figura 7

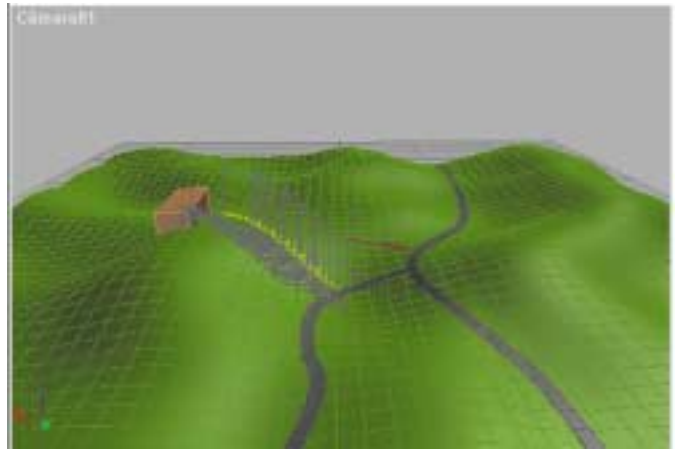


Figura 8

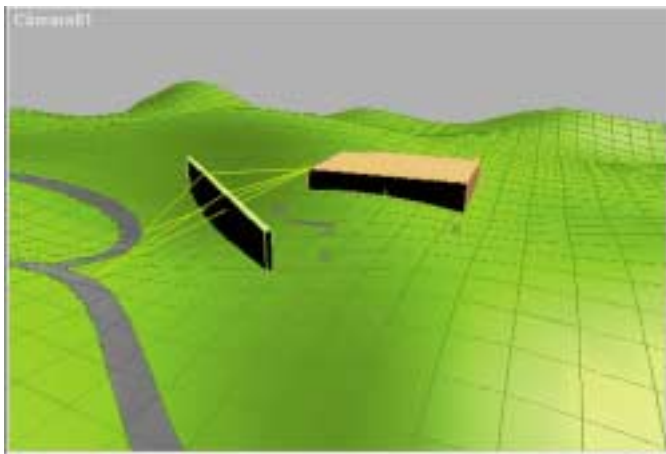


Figura 9

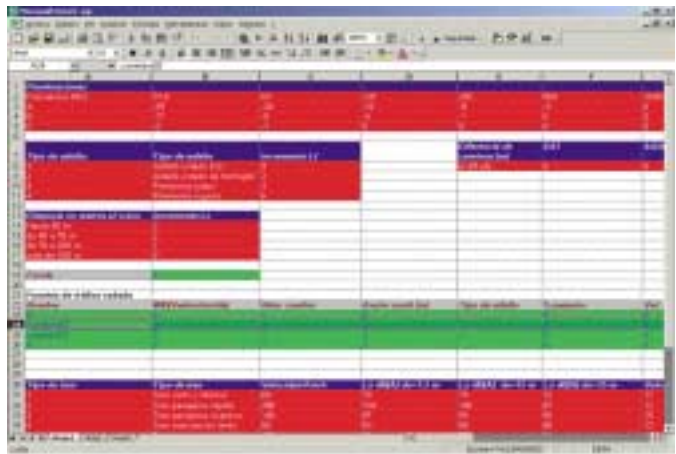


Figura 10

el usuario no advertirá su presencia. Todos los datos que parametrizan las fuentes se volcarán en las celdas correspondientes y Excel se encargará del proceso matemático. Desde el flotante de análisis podremos conocer el estado del proceso mediante las barras de progreso.

Una vez llegados a este punto se inicia el proceso para obtener todos los datos necesarios de la geometría. El usuario habrá escogido cualquier punto del espacio 3D donde desee conocer el impacto acústico de las fuentes y siempre habrá que contemplar el peor caso. Es por eso que siempre buscaremos el punto más cercano de la fuente sonora al punto de análisis. Conocido el punto más próximo ya podremos conocer la distancia entre esos dos puntos, dato de vital importancia para la obtención de los resultados numéricos.

Dificultar la propagación del sonido será la principal solución tomada para reducir niveles sonoros (habrá otras, como alejarnos de la fuente, aplicar asfaltos so-

norreductores, reducir la velocidad en ese tramo, etc). Es por eso que la aplicación contemplará la existencia de obstáculos entre el origen y el destino del ruido. Mediante el uso de la herramienta Spline Sección, que incluye 3D Studio, podremos obtener un corte con el relieve que debe superar la onda sonora para alcanzar el punto de medida. Y sobre ese relieve colocar puntos de interés para nuestro análisis.

3D Studio incorpora funciones de trazado de rayos enfocadas para un uso visual. En este trabajo final de carrera se ha implementado una rutina que se basa en estas funciones para conseguir detectar colisiones y encontrar la trayectoria que debe trazar el sonido para superar los obstáculos.

A partir de todos estos datos, la hoja de Excel ya tendrá preparados los cálculos y 3D Studio tan sólo tendrá que leerlos para ofrecérselos al usuario como resultado numérico. Siguiendo la legislación vigente se considerarán válidos los

niveles sonoros inferiores a 65 dB (A) durante el día y 55 dB (A) durante la noche. Debemos ver la hoja de cálculo como un formato de salida de datos, ya que estos resultados los podremos guardar para su posterior análisis en una máquina en que ya no será necesaria la presencia de 3D Studio. La lectura de estos datos se verá facilitada por un código de colores.

Esta aplicación debe verse como una herramienta de análisis de acústica medioambiental que se puede ejecutar sobre programas que muchos diseñadores ya poseen, y que permite obtener resultados numéricos comparables a otras aplicaciones específicas de esta temática y resultados finales de una calidad visual espectacular. ●

Creamos Tecnología

en Telecomunic@ciones

Televés



Llevamos más de 40 años
desarrollando producto

para la captación y distribución
de señales de televisión

adaptándonos a las nuevas tecnologías
y participando en proyectos europeos

**para el desarrollo de las
Telecomunicaciones del Futuro**

Televés