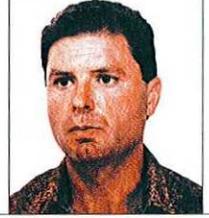


# UN CASO CONCRETO DE RUIDO AMBIENTAL. REPRESENTACIÓN GRÁFICA Y EVALUACIÓN



**Javier Pueyo Echevarría**  
Doctor Ingeniero industrial  
Profesor Titular de Escuela Universitaria  
Departamento de Expresión Gráfica  
y Proyectos de Ingeniería  
EUITI de Bilbao

**Adolfo Brazaola Rojo**  
Doctor Ingeniero industrial  
Profesor Titular de Universidad  
Departamento de Expresión Gráfica  
y Proyectos de Ingeniería  
ETSII e IT de Bilbao



## Abstract

*The present study addresses the problem of how to quantify, evaluate and represent noise pollution within a defined area. The necessity for doing so has provided a new method efficient, inexpensive and easily comprehensible to all people about environmental noise conditions and their evaluation. The geographical area evaluated is the city of Bilbao in the north of Spain. Several map compositions exemplify the situation about noise immission level for the "day"- "night" period and involves the identification of areas in which harmful environmental effects caused by noise are being produced or are likely to be produced and not only from exceeding a critical noise level according to land use but also from considering the resident population that is affected by a specific noise situation. The study will show how Integrated Geographic Information Technology (Idrisi) can provide convenient means for the advancement and optimization of the planning strategy.*

## 1. Introducción

En la mayor parte de las concentraciones urbanas actuales, el ruido ambiente está considerado como la molestia que produce mayor número de quejas por parte de los ciudadanos. Probablemente más de ocho millones de españoles residen en zonas cuyos niveles de ruido exterior procedentes del tráfico superan los límites considerados como aceptables actualmente.

La Ley 3/1998, de 27 de febrero, General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco, en el Art. 32 trata de las acciones en materia de ruido y vibraciones y en el punto 10 del Art. 47 dice "Las condiciones generales o específicas recogidas en la declaración de impacto ambiental deberán adaptarse a las innovaciones aportadas por el progreso científico o técnico que incidan sobre la actividad evaluada, siempre que sean económicamente viables, tomando en consideración los costes y beneficios y que el promotor del proyecto pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables".

Esta comunicación tiene por objeto representar gráficamente y evaluar el ruido ambiental en períodos diurnos, nocturnos, diferencia entre ambos y por encima de un determinado umbral. De esta manera se van a realizar unos mapas de ruido georreferenciados, sencillos de interpretar, mostrando cómo la utilización de un S.I.G hace posible el acceso a la información ambiental de una forma ágil y fácilmente comprensible.

La zona geográfica del trabajo es Bilbao dentro de la zona cartográfica 61-II y de la cual se ha generado un vídeo de vuelo en 3D, sobre el montaje de MDT (Modelo Digital del Terreno) más ortofoto para mejor visualización.

Tenemos, por tanto, ruido por un lado y lugares donde se produce ese ruido, por otro. La unión entre la temática ruido y lugar donde éste se produce la va a gestionar el Sistema de Información Geográfica IDRISI de la Universidad de Clark, líder en la industria del análisis funcional raster. Hemos elegido este programa en principio por su bajo coste economi-

co y accesibilidad y en segundo lugar por las prestaciones que aporta en cuanto a lograr una buena representación georreferenciada del ruido y su evaluación.

A partir de un banco de datos constituido por 450 puntos de medición, distribuidos en una división reticular, se ha dispuesto del valor del Nivel Continuo Equivalente sonoro (Leq) en cada uno de esos píxeles.

Se han creado en Idrisi unos ficheros raster de ruidos a partir del banco de datos y se han obtenido de la cartografía del Gobierno Vasco una serie de ficheros vectoriales.

A través de un proceso de georreferenciación y reasignación de un nuevo tamaño de píxel, la imagen de ruidos se ha superpuesto con los elementos vectoriales de la cartografía y se ha efectuado la visualización conjunta en Idrisi, obteniéndose los mapas de ruidos georreferenciados y clasificados según categorías.

Por otra parte, se ha realizado una representación gráfica del ruido diurno en 3D, mediante la superposición de la ortofoto digital como

textura por encima de un MDT. Al estar ambos productos georreferenciados, la superposición resulta inmediata, visualizándose las distintas zonas de la ciudad, más o menos elevadas en función de su ruido. Ello permite acceder a la información ambiental en materia de ruidos de una manera sencilla, ágil e intuitiva.

## 2. Objetivos

En el presente trabajo se han pretendido los objetivos siguientes:

- Presentar otras formas de representación gráfica en 3D de la cartografía oficial.
- Obtener la variable temática ruido representada en tres dimensiones.
- Elaborar unos mapas que describan de forma fácilmente comprensible la situación de ruido ambiental.
- Validar un Sistema de Información Geográfica en términos económica-prestaciones para la representación y evaluación de variables continuas como el ruido.
- Dar a conocer otras posibles aplicaciones del sistema informático Idrisi.

## 3. Zona de trabajo y modelo digital de terreno

Se han utilizado en la realización de este estudio, la hoja 61-II y la ortofoto digital de la misma zona geográfica, ambos en soporte magnético a escala 1:25.000 y pertenecientes al Catálogo de realizaciones cartográficas del Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente de la Dirección de Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco. Esta zona representa el área de Bilbao y los municipios de los alrededores.

Un modelo digital de terreno "MDT" es en principio un fichero raster, que lo que tiene en cada píxel es un valor de altura. El proceso seguido en Idrisi para generar un MDT es el siguiente:

A partir de un "dxf" con curvas de nivel hay que volcar o traducir ese "dxf" a un fichero vectorial de Idrisi o sea un fichero "vec" haciendo que

cada vector mantenga su "z"; luego se vuelca ese vectorial sobre una imagen raster vacía. Hay que rasterizar el vectorial y para eso se utiliza el comando "Lineras" de Idrisi. La resolución de ese mapa raster tiene que ser la suficiente como para soportar la precisión del "dxf" original.

Una vez que el vectorial ya se tiene en formato raster, la forma de interpolar y dar valor a todos los píxeles por los que no pase ninguna curva de nivel, se realiza con el comando "Intercom" de Idrisi.

Disponiendo ya del MDT, se ha generado un vídeo de vuelo sobre la zona a ensayar para obtener una mejor visualización de la misma.

Los productos que necesitamos para generar un vuelo son dos: para empezar, un MDT que describa el relieve de la zona sobre la que estamos volando o sea, que describa en alturas esa superficie y, por otra parte, una textura que dé color para que cada píxel esté coloreado con determinado tono. Ambas imágenes están georreferenciadas, es decir, para cada píxel en una y en otra imagen sabemos sus coordenadas UTM absolutas de tal manera que la superposición es automática.

Por supuesto, para generar el vuelo necesitamos un programa que nos asista (en nuestro caso es ENVI) y que sea capaz de definirnos una ruta de vuelo. Luego se exporta en un formato de vídeo externo al propio ENVI para que pueda correr de forma autónoma como el MPEG.

En la Fig 1 vemos una imagen fija del vuelo sobre la zona cartográfica 61-II.

## 4. Base de datos de ruido

Los valores de los ruidos utilizados en este trabajo son los obtenidos por la campaña de toma de muestras realizada por encargo del Excmo. Ayuntamiento de Bilbao. Esta campaña de medidas de los niveles de ruidos se realizó entre los meses de noviembre de 1984 y marzo de 1985. En algunos puntos los anteriores datos han sido actualizados a 1998, con los datos suministrados por las estaciones de la red municipal. En consecuencia, la situación actual no tiene por qué ser la misma que la reflejada en el mapa editado.

Se ha utilizado como descriptor fundamental del ruido ambiental el "Leq" dB(A) Nivel Continuo Equivalente y usado los niveles percentiles

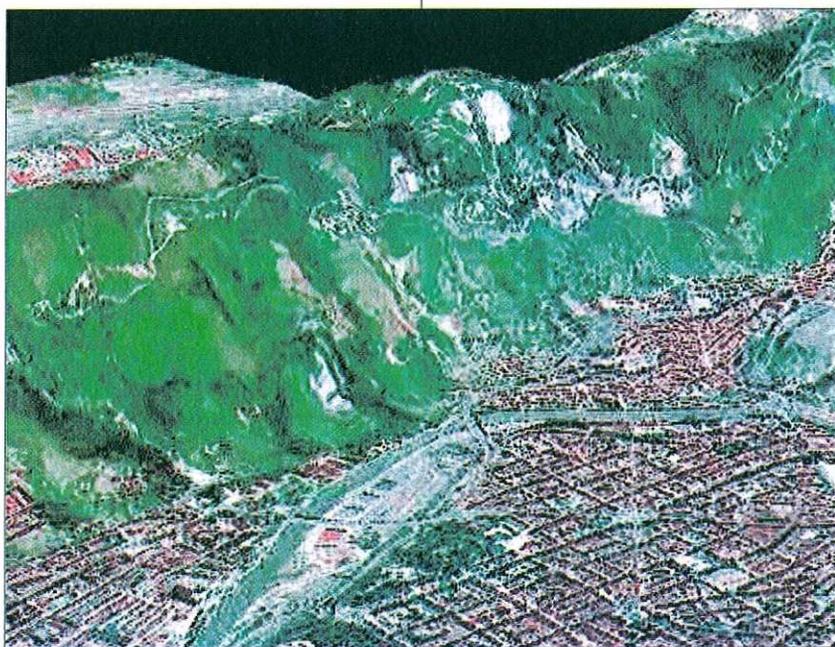


Fig 1. Base de datos de ruido

(LN) más representativos y comúnmente utilizados en el campo del ruido ambiental, esto es, L1, L10, L50, L90, y L99.

La retícula empleada tenía unas dimensiones de 200 x 200 m en la zona urbana mientras que en las zonas verdes y no urbanizables era de 500-1.000 m.

En cada punto de medición se obtuvieron 12 muestras de los niveles sonoros ambientales existentes a lo largo de los períodos diurno (7-22 h) y nocturno (22-7 h), con una duración cada una de ellas de entre 5 y 20 minutos y estos valores del "Leq" fueron promediados para obtener los valores medios. Como consecuencia de la división reticular efectuada en el término municipal, el número de puntos de medición se elevó a 450.

Los datos así obtenidos y presentados en un mapa de papel con cuadrícula superpuesta y píxeles con dato de ruido expresado numéricamente son los empleados en el S.I.G.

### 5. Idrisi, herramienta de trabajo

Idrisi es un programa de ordenador desarrollado por la *Graduate School of Geography* en la Universidad de Clark, cuyo cometido es ser un sistema de información geográfica y un procesador de imágenes. Está diseñado para poder proporcionar herramientas de un nivel profesional para la investigación geográfica a un bajo costo.

Idrisi es el líder en la industria del análisis funcional *raster*, cubriendo el espectro completo de S.I.G y teledetección, desde la consulta a una base de datos, modelización del espacio, realce de imágenes y su posterior clasificación. Incluye recursos especiales para el control ambiental y la gestión de recursos ambientales, incluyendo análisis de cambio y series temporales. Soporta análisis multicriterio y decisiones multiobjetivo, incluyendo análisis multivariable y matriz de confusión y simulaciones de

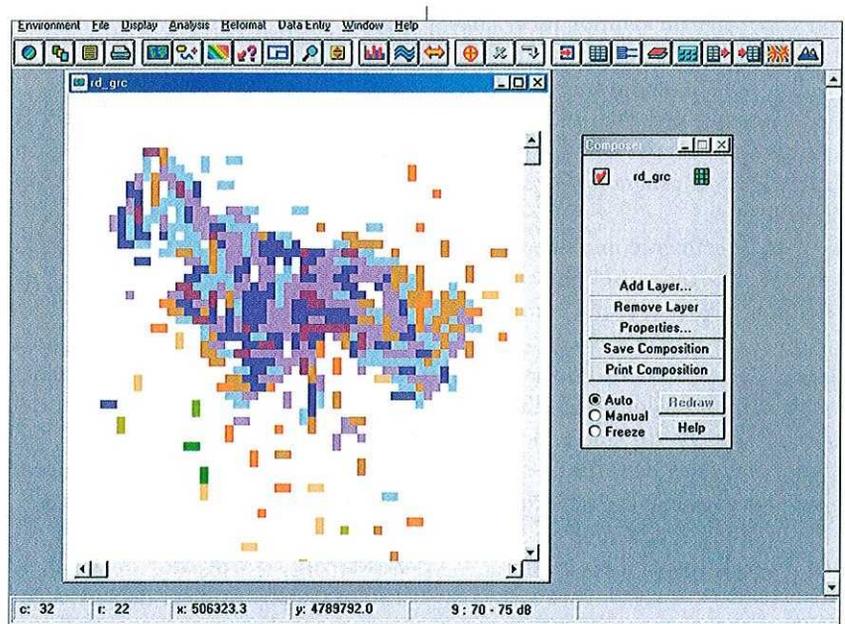


Fig 2.- Imagen de ruido diurno

modelos. No obstante, a pesar de la complejidad y sofisticación de la naturaleza de estos recursos, es un sistema fácil de usar.

Hoy Idrisi está disponible tanto para MS-DOS como para Windows y, aunque ambas versiones son muy parecidas en funcionalidad analítica, Idrisi para Windows ofrece mayores capacidades de visualización e interrogación a la base de datos. En este estudio se ha utilizado la versión para Windows 2.010.

### 6. Escalas de trabajo

Cuando se habla de algo en formato *raster*, no se habla de escala sino de resolución o tamaño de píxel y se puede hablar de escala en lo referido al formato de salida de esa información. Las salidas gráficas de la información se han preparado para el formato A3. El píxel tiene 150 m de lado y en estas salidas gráficas es claramente apreciable.

Por otra parte, toda la salida gráfica, además de la parte *raster*, va acompañada de una parte vectorial que es la que da información al lector que no está habituado con la zona. Esta parte vectorial son los mapas vectoriales obtenidos de la cartografía a escala 1:25.000.

Las composiciones de mapas de ruidos presentadas vienen acompañadas de su escala gráfica correspondiente.

### 7. Introducción de un fichero raster de ruidos en Idrisi y su visualización

Un fichero *raster* en Idrisi está formado por dos ficheros: uno, con los datos y otro de documentación asociado. Ambos son ASCII por lo que se pueden editar en un editor ASCII normal como el bloc de notas de Windows o cualquier otro.

Se van poniendo línea a línea en ese fichero ASCII que estamos creando todos los valores de ruido proporcionados por el Ayuntamiento de Bilbao en nuestra imagen en forma ordenada empezando desde la esquina superior izquierda hasta la inferior derecha, para cada una de las celdillas. Con esto tendríamos un fichero ASCII con tantas líneas como elementos tenga nuestra imagen, o sea píxeles. De esta manera, obtenemos el fichero con extensión "img", que es la que corresponde a un fichero *raster* de Idrisi.

El fichero de documentación que va asociado también es ASCII, debe tener extensión ".doc" y se construye

con una serie de campos fijos, añadiendo los valores correspondientes a nuestro fichero, como número de filas, columnas, etc. Para su visualización, Idrisi necesita que el formato sea binario y el programa lo convierte directamente.

Verdaderamente una imagen *raster* tiene para cada píxel un valor que responde a un atributo como, por ejemplo, cantidad de decibelios medidos, de tal manera que un píxel puede tener un valor de 65 dB, el píxel contiguo 70 dB pudiendo haber píxeles con valor de 0 dB por no haberse muestreado en esos píxeles.

En la Fig 2 podemos ver la imagen *raster* de ruidos diurnos.

## 8. Proceso de georreferencia

El primer paso es trasladar todos los puntos de la imagen de ruido a coordenadas U.T.M comparando la posición de una serie de puntos conocidos con esa misma posición en un "dxf".

Esto se realiza con el programa ENVI mediante una serie de puntos de control de los cuales podemos identificar sin error alguno su posición en la imagen y en el mapa cartográfico. Este proceso requiere un mínimo de tres puntos. Si se hace con más puntos de control, hay redundancia de soluciones y el programa se quedará con la óptima. Hasta ahora, lo realizado ha consistido en definir el modelo geométrico para la transformación, es decir, cuánto se tiene que estirar la imagen, de qué lados, cuánto se tiene que rotar, trasladar, para que esa imagen coincida con las coordenadas mapa.

El segundo paso consiste en llevar el valor del píxel (es decir, el color) dentro de la imagen a su verdadera posición según la transformación definida en el paso anterior. Esto obliga a un desplazamiento del píxel y en consecuencia sucede que, antes de la transformación, un píxel ocupaba un cuadro completo y después de la transformación (al estar rotado y trasladado) pueda ocupar

medio píxel, un píxel y medio, 2 ó 3 píxeles en la nueva situación geométrica.

Hay tres métodos para realizar la asignación de color de la posición primitiva en la imagen a la posición final en el mapa y solucionar el problema anterior. El que se ha utilizado es el del "vecino más próximo". Este método indica que el nuevo píxel será aquél que encaje en mayor medida en la posición anterior; de esta manera, no se deforman los valores del muestreo y dos píxeles contiguos (en la antigua posición y en la nueva) muestran valores iguales.

La imagen de salida se ha remuestreado a un valor de píxel de 150 m de lado en lugar de 200 m como tenía la imagen de partida con el objeto de no perder ningún valor y asegurarnos de que de esta forma los píxeles originales se mantuvieran siempre dentro de alguno de los nuevos.

Idrisi utiliza otro proceso para realizar la georreferenciación basado en la comparación de la imagen que queremos georreferenciar con otra que ya lo esté previamente.

Cada imagen debe de llevar asociada una paleta de color con los valores de ruido clasificados y agrupados en categorías con un color asociado para cada una de ellas.

## 9. Obtención de ficheros vectoriales de Idrisi

Vamos a ver cómo se pasa de "dxf" a formato propio de Idrisi "vec". A partir de la cartografía "dxf" proporcionada por el Gobierno Vasco, se carga toda la información de ese "dxf" en un único fichero en Autocad donde se separan por capas obteniéndose diferentes "dxf" según los temas que vayamos a considerar: embalses, casas, caminos, carreteras, ferrocarriles, etc. Entonces ya tenemos "dxf" individuales para cada uno de los temas en formato "dxf" versión 12 que es la que lee Idrisi.

Éste dispone de un conversor de diferentes formatos al formato propio

siendo capaz de convertir un formato "dxf" en un formato "vec". El comando es "dxf-idrisi". Lo primero que hace es preguntarnos el fichero "dxf" a convertir, por ejemplo, el de ferrocarril y nos hace la conversión por separado, tanto para líneas como para polilíneas. Les damos un nombre a los ficheros de salida; un nombre para líneas y otro para polilíneas.

Una vez que tengamos hecha la conversión para casas, caminos, etc, cada una de ellas llevará un identificador diferente 1,2,3, consiguiéndose así obtener los ficheros vectoriales de Idrisi para cada uno de los temas que nos interesen.

Entonces, si consultamos los ficheros que se nos han creado, vemos que los "vec" también son ficheros ASCII y deben tener un fichero de cabecera asociado "dvc". Naturalmente, podemos trabajar en Autocad 14 teniendo la precaución de exportar el "dxf" en versión 12 que es con la que trabaja Idrisi.

## 10. Composición de mapa y visualización cartográfica

En este trabajo se presentan los resultados gráficamente mediante la composición de mapas.

Una composición de mapa tiene su origen siempre a partir de un mapa imagen que es *raster* y que luego se *decora*, es decir, se añaden elementos que permitan identificar distintas zonas. Esos elementos vienen proporcionados por toda una serie de capas vectoriales que se pueden ir superponiendo, cada una con una paleta de colores que haya sido preparada adecuadamente para ello, ríos en azul, edificios en negro, etc. Además, existen otros elementos cartográficos como son: leyenda, flecha de norte, se le puede añadir un logotipo, cuadrícula, etc. Al final se ordenan todos estos elementos con la herramienta de Idrisi "composer" que permite hacer esta distribución.

Estas composiciones deberán guardarse una vez confeccionadas para su visualización posterior o bien su

impresión o exportación a una gran variedad de formatos. Como los datos geográficos pueden ser de diferentes tipos, Idrisi para Windows incorpora dos formas básicas de capa temática: *raster* (imagen) y vectorial.

### 11. Mapa de nivel sonoro equivalente medio diurno

El mapa referenciado como Fig 3 representa la zona centro de la ciudad; se trata de una composición de mapa realizada en Idrisi y refleja la situación de ruido diurno (de 7 a 22 h) en cualquier lugar de la ciudad donde se haya muestreado.

La paleta de color elegida distribuye los valores de ruido en 10 categorías con un ancho de banda en cada categoría de 5 dB. El histograma numérico da los valores máximo y mínimo representados, valores máximo y mínimo en la imagen, la media con un valor de 64,1788 dB, la desviación estándar y el número total de píxeles para los cuales se hace la estadística.

En el histograma se representa la distribución de las frecuencias para todos los píxeles o elementos de la imagen.

### 12. Mapa de nivel sonoro equivalente medio nocturno

El mapa referenciado como Fig 4 representa la zona centro de la ciudad; se trata de una composición que refleja la situación de ruido nocturno (de 22 a 7 h) en cualquier lugar de la ciudad donde se haya muestreado.

La paleta de color elegida distribuye los valores de ruido en 10 categorías, con un ancho de banda en cada categoría de 5 dB. El histograma numérico da los valores máximo y mínimo representados, valores

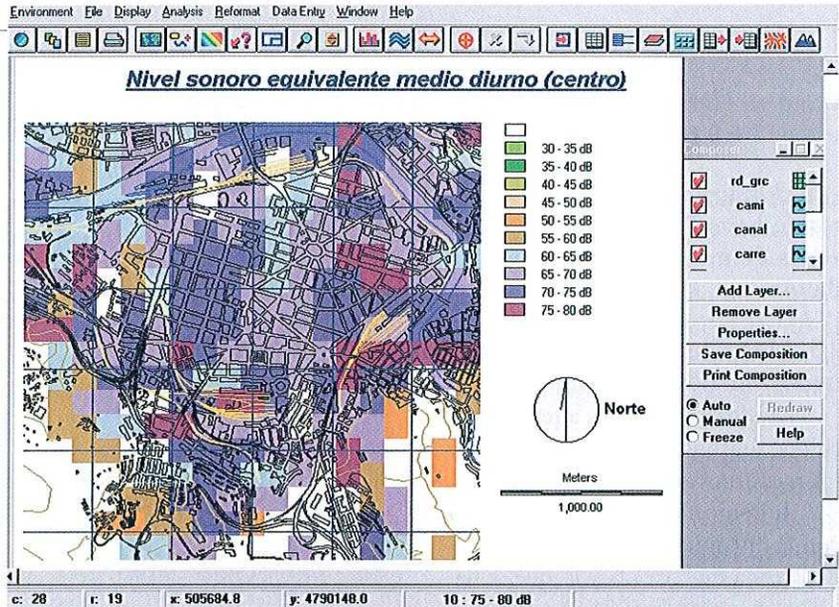


Fig 3.- Mapa de ruidos diurno georreferenciado y clasificado

máximo y mínimo en la imagen, la media con un valor de 54,566 dB, la desviación estándar y el número total de píxeles para los cuales se hace la estadística.

El valor de la media viene a ser unos 10 dB inferior a la media de ruido diurno lo cual tiende a ser considerado normal como diferencia entre día y noche. En la Fig. 4 vemos este mapa.

### 13. Mapa diferencia entre ruido diurno y nocturno

El mapa referenciado como Fig 5 refleja la situación de ruido diferencia diurno-nocturno. La paleta de color elegida distribuye los valores de ruido en ocho categorías, con un ancho de banda en cada categoría de 5 dB. Se pueden observar algunas zonas en que el ruido durante la noche supera al ruido diurno.

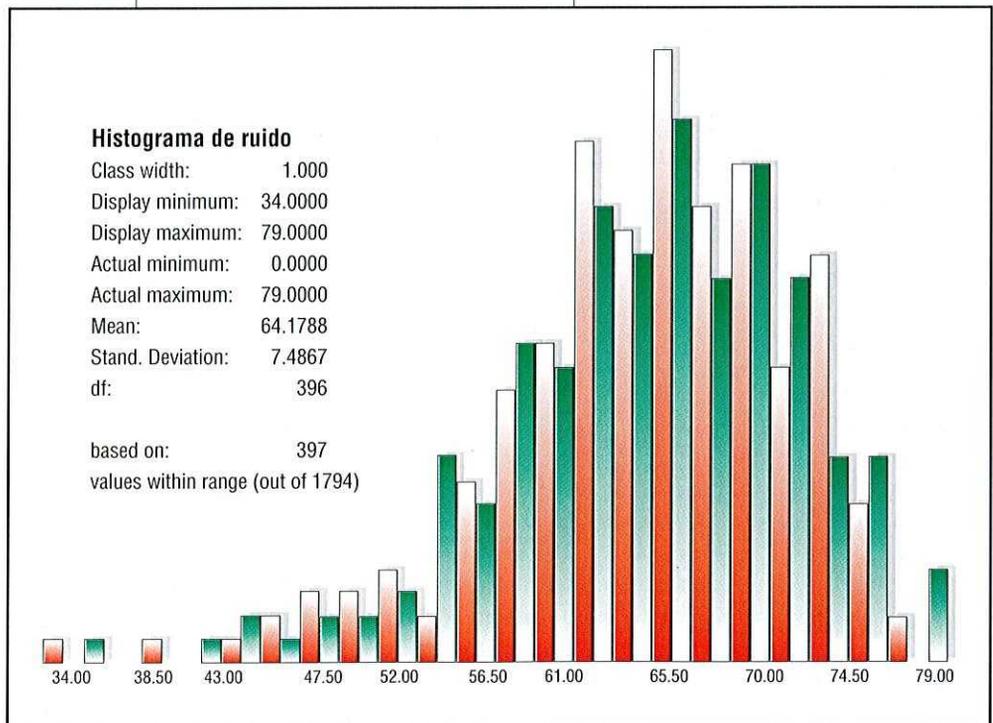


Fig 4. Mapa de ruidos nocturnos georreferenciado y clasificado

El histograma numérico da valores de hasta 7 dB negativos en las zonas de más ruido nocturno que diurno.

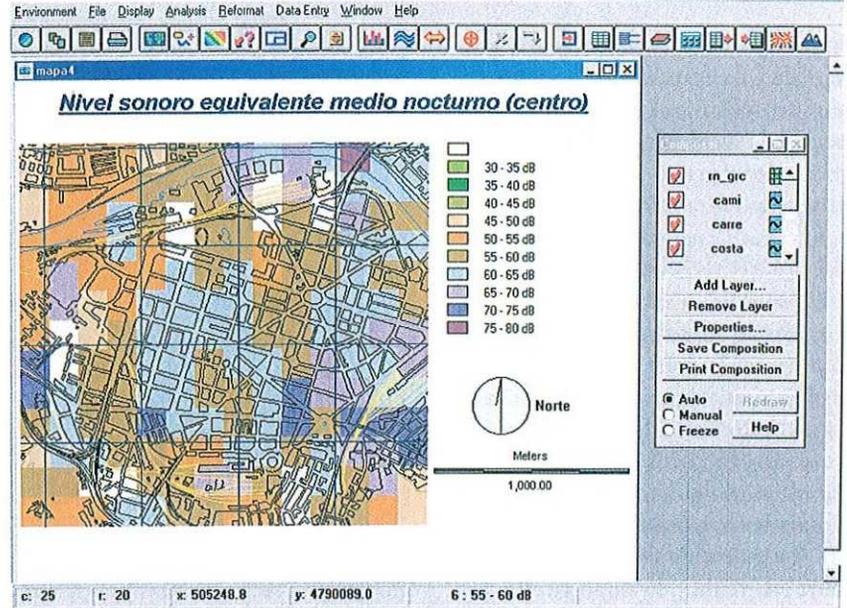
### 13. Mapa de zonas que superan determinados ruidos umbrales

Las dos condiciones a reflejar son ruidos diurnos superiores a 65 dB y los nocturnos superiores a 55 dB.

Tenemos los mapas originales con la distribución de ruidos para toda la zona muestreada y lo que se hace ahora es aplicar el condicionamiento de zonas por encima de 65 dB e Idrisi nos devuelve el mapa de zonas que lo cumplen y zonas que no lo cumplen.

Se hace lo mismo con el mapa de ruidos nocturnos bajo la pregunta de, selección de ruidos por encima de 55 dB y se obtiene un segundo mapa con esta segunda condición.

Para obtener el mapa final se intersecan ambos mapas y tendremos zonas que cumplen la primera condición, la segunda condición y zonas que cumplen ambas condiciones. Con el mapa anterior se realiza una composición de mapa añadiendo ele-



mentos cartográficos como: rejilla, elementos vectoriales de definición geométrica del propio mapa, etc.

El mapa referenciado como Fig 6 representa la zona centro de la ciudad y refleja mediante códigos de colores la situación de las zonas que superan los 65 dB de ruido diurno, las zonas que en período nocturno superan los 55 dB y las zonas que superan ambas situaciones.

La paleta de color elegida distribuye los valores de ruido en tres categorías.

### 14. Áreas y población afectada

Para la imagen que tiene las zonas con ruidos umbrales superiores a ciertos valores, se calcula en Idrisi con el comando "área" la superficie que ocupan dichas zonas.

En la leyenda 1 teníamos la zona con ruido diurno mayor de 65 dB, en la leyenda 2 las de ruido nocturno superior a los 55 dB y en la leyenda 3 las zonas que cumplían ambos requisitos.

Si, a partir de la estadística que nos genera Idrisi para esa leyenda, queremos conocer datos reales de superficies de zonas con ruidos diurnos superiores a 65 dB, tendremos que sumar tanto los elementos de la categoría 1 como los de la 3, que eran las que cumplían ambos requisitos ya que, por ejemplo, si sólo se considerara la leyenda 1, cumpliría el requisito de tener ruido mayor de 65 dB en diurno pero no en nocturno.

Lo mismo sucede para las zonas con ruidos nocturnos superiores a 55 dB en las cuales hay que sumar las leyendas 2 y 3.

Por otra parte, la leyenda 0 recoge todos los elementos (píxeles) con valor cero porque, a la hora de muestrear el ruido, no se tomó dato y los que tienen ruidos (tanto diurnos como nocturnos) inferiores a los um-

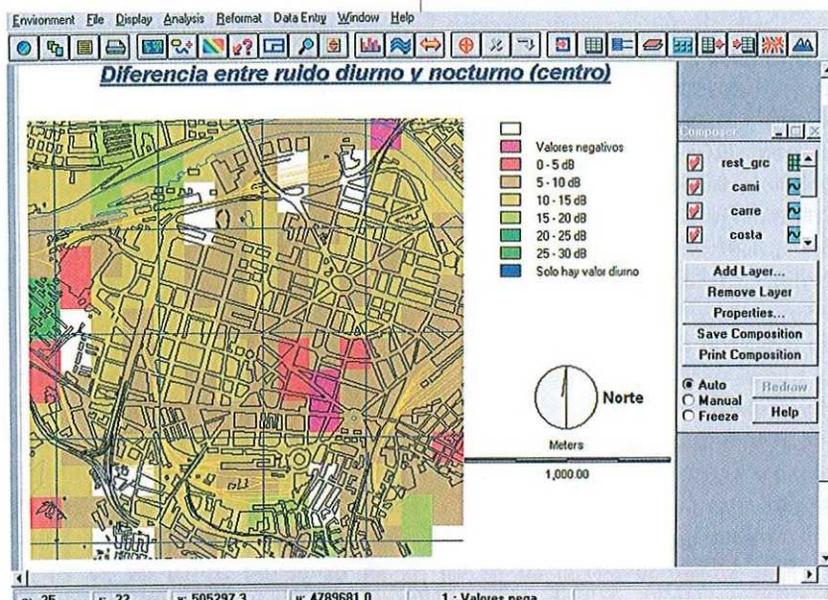


Fig 5.- Mapa de la diferencia entre los ruidos diurnos y nocturnos

brales marcados, para hacer esta separación, recuperamos de un mapa que tenga todos los valores de ruido, los píxeles que no tienen valor y restamos esa superficie sin valor a la que nos ha salido en la estadística del mapa de umbral obtenemos por una parte los que tienen ruidos inferiores y por otra los que tienen píxeles sin valor.

Categoría	m <sup>2</sup>	Leyenda
0	58387500.0000000	
1	1687500.0000000	Diurno > 65 dB
2	1057500.0000000	Nocturno > 55 dB
3	6907500.0000000	Ambos

A partir de las áreas calculadas anteriormente y con ayuda del catálogo de datos estadísticos municipales para 1998 (en el que se contemplan varios parámetros, entre ellos el de población y densidades de habitantes por distritos y barrios) se puede estimar, con bastante precisión en algunas zonas, el número de personas afectadas por niveles de ruido superiores a los contemplados de 65 dB en período diurno y 55 dB en nocturno.

### 15. Vista en tres dimensiones del ruido diurno

Esta vista en tres dimensiones de la Fig 7 tiene como base no el MDT, sino evidentemente el mapa con los valores de ruido diurno. La representación se ha hecho sólo con los píxeles que tenían valor de ruido, se han excluido aquéllos cuyo valor de ruido era cero y que debían aparecer más bajos. Por ello, la imagen parece no tener continuidad, pero se observa con más claridad, cuáles son las zonas más elevadas y más bajas, es decir, con más o menos ruido.

### 17. Conclusiones

Este trabajo ha ensayado un Sistema de Información Geográfica mediante el cual se ha representado una variable temática (ruido).

Los datos utilizados, si bien son absolutamente rigurosos en cuanto a

procedencia y fiabilidad, no se han obtenido en las mismas fechas ni en el momento presente por lo cual los valores expuestos en esta trabajo no tienen por qué ser los actuales.

Sirvan al lector como guía los siguientes valores límite considerados actualmente y que son:

Para situaciones existentes en el período diurno de: 60, 65 y 70 dB(A) respectivamente para zonas especialmente sensibles al ruido (hospitales, colegios...), zonas de viviendas y zonas industriales. Los valores de

minada zona, permitiendo de forma sencilla la localización del impacto sobre el territorio.

3.- La representación realizada del ruido es intuitiva y de rápida comprensión.

4.- Se ha conseguido una mejora en la representación del ruido al componerlo con la ortofoto por lo que se ha logrado una mejor identificación de las zonas.

5.- Se pueden determinar las áreas y número de personas afectadas por un determinado nivel sonoro.

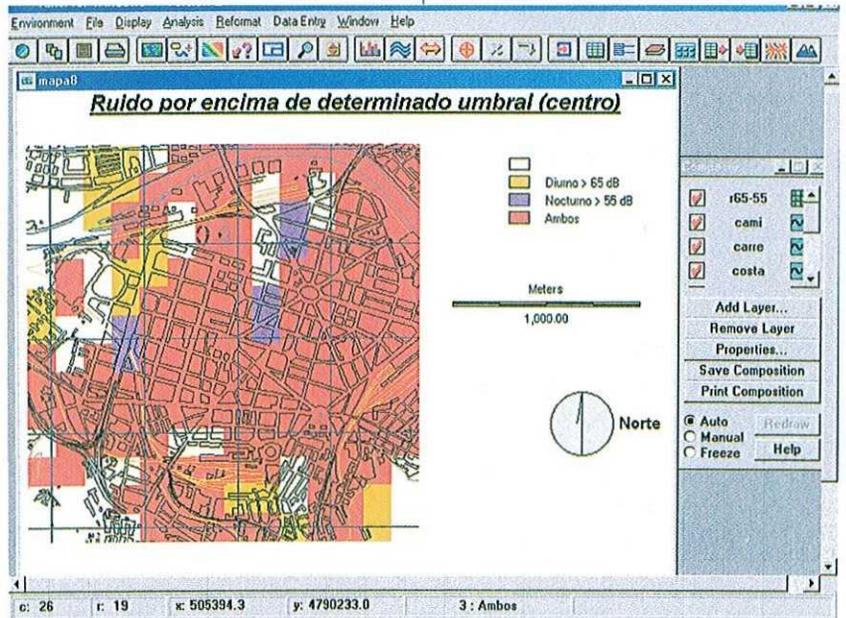


Fig 6. Zona centro de la ciudad

planificación son 5 dB inferiores y los de alarma, 5 dB mayores. Cuando el foco de ruido es el ferrocarril, los valores tanto de planificación, como valores límite y valores de alarma prefijados son 5 dB superiores. En periodos nocturnos todos los valores disminuyen en 10 dB.

### Se pueden sacar otras conclusiones entre las cuales destacan:

1.- La generación de un vuelo mejora la descripción gráfica de la zona de ensayo.

2.- Se ha hecho posible (mediante el Sistema de Información Geográfica de Idrisi) la visualización gráfica de la situación sonora de una deter-

6.- Se ha utilizado un sistema informático de bajo costo y alto rendimiento.

### 18. Bibliografía

- (1) Ayuntamiento de Bilbao. "Datos de valores de ruidos". Sección de Circulación y transportes, Sección de Medio Ambiente.
- (2) CEOTMA. *Ruido de tráfico urbano e interurbano*. Centro de Estudios de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, 1982.
- (3) Bosque Sendra, J. *Sistemas de Información Geográfica*. Ed. Rialp, Madrid, 1993.
- (4) Bosque Sendra, J.; Escobar, S.J., García, E., Salado, M.J., *Sistemas de*

Fig 7. Mapa de ruidos diurnos

*Información Geográfica. Prácticas con Pc Arcinfo e Idrisi.* Ed. RA-MA, Madrid, 1994.

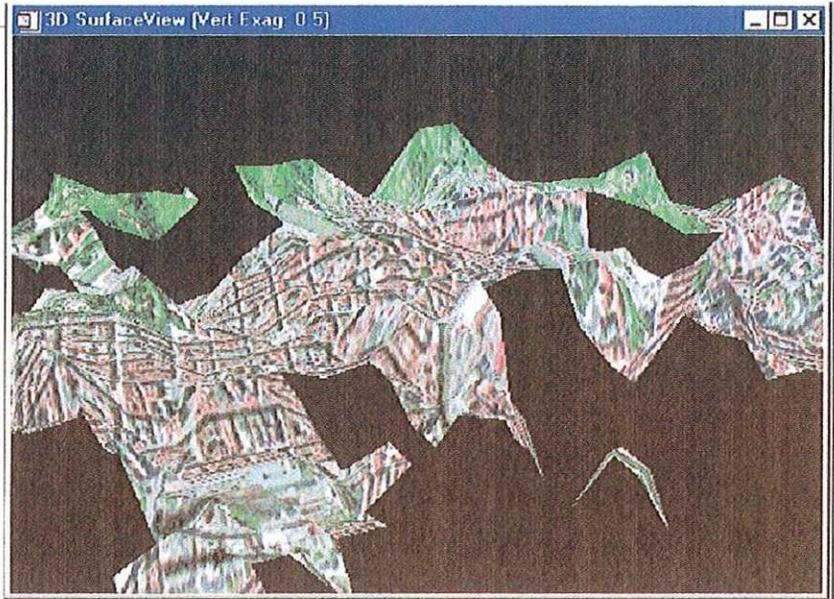
(5) Brunet Starellas, P., Ruiz-Pérez, N. *Aplicación de los Sistemas de Información Geográficos Raster al análisis de componentes urbanos.* Actas del IV Coloquio de Geografía Cuantitativa. pp. 111-128. Palma de Mallorca, 1990.

(6) ESRI ARC/INFO. *User's manual.* vol.1, DEC/VAX versión 4.0. Redlands, California, 1986.

(7) Gutiérrez, J., Gould, M. *SIG: Sistemas de Información Geográfica.* Ed.Síntesis. Madrid, 1994.

(8) Ronald Eastman, J. *Referencia de comandos del programa Idrisi.* Clark University, Graduate School of Geography. Worcester, Massachussets 1990.

(9) Aguado González, C., Alemani García, L. "Mapa sonoro de Gijón y herramienta dinámica de cálculo de ruido de tráfico". Servicio de protección del medio ambiente Ayuntamiento de Gijón. XXVIII Jornadas



nacionales de Acústica y encuentro ibérico de Acústica. Oviedo. noviembre, 1997.

(10) Lasa Salamero, J. "Mapas acústicos". Subárea de Medio Ambiente Ayuntamiento de Zaragoza. Jornadas nacionales de Acústica, Tecniacústica 89. Zaragoza, abril, 1989.

"Estudio sobre la posible implantación de barreras acústicas en Bilbao", Subá-

rea de Medio Ambiente. Ayuntamiento de Bilbao. Conferencia Internacional, 1991.

(11) Universidad de Bonn, "Desarrollo de un GIS - prototipo para la cuantificación de la contaminación por ruido según niveles de inmisión". Departamento de Geografía de la Universidad de Bonn. Autor: Jens Fitzke. I

## NUEVA ACREDITACIÓN DE ENAC

**I**ngeniería Magnética Aplicada, S.L. ha obtenido la Certificación ISO-9002 otorgada por LGAI (*Laboratori General d'Assaigs i Investigacions*) bajo acreditación ENAC para su centro de Montcada i Reixac, dedicado a las actividades de fabricación de productos magnéticos, aplicaciones y sistemas relacionados con el mundo del magnetismo.

Desde su constitución, esta empresa ha prestado sus servicios en el mercado de fabricación y comercialización de productos magnéticos ofreciendo siempre alto nivel de servicio y calidad en sus productos así como una atención técnica especializada.

Este certificado, es el reconocimiento de la madurez y eficacia del sistema de calidad de la firma, confirma su voluntad de crecer en una línea de progreso continuo para ofrecer un mejor servicio.

La certificación LGAI refuerza la imagen de IMA, S. L., tanto a nivel nacional como internacional sumándose en una empresa líder en el sector magnético.

IMA, S.L. dispone en su centro de producción de maquinaria especializada para cada fase de fabricación y cuenta con un equipo técnico que, conjuntamente con el Departamento de I+D, ofrecen a los clientes un alto nivel de calidad y servicio en todos sus productos. I