

## RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS GEOMÉTRICOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS 3D

REFERENCIA PACS: 43.50.Lj

López Santos, Fernando; Carretero de la Rocha, David; Giménez Anaya, Isabel; Lorente Pinar, María Dolores

SINCOSUR Ingeniería Sostenible, S.L.

Dirección: Avda. San Francisco Javier, nº 9, Edif. Sevilla 2, Plta. 5ª, Mód. 27-28; CP 41018

Población: SEVILLA, País: ESPAÑA

Tel: 954510031, Fax: 954250684, E-Mail: flopez@sincosur.es, dcarretero@sincosur.es, isabel@sincosur.es, lola@sincosur.es

### ABSTRACT:

Geometric deficiencies prior to the generation of acoustic treatment model determined in this, irregularities and misconduct to be resolved for good quality maps resulting noise. 3D models built acoustic modeling program must undergo a process of review and adjustment to get a true picture of reality based on that issuers can enter and perform calculations with the least uncertainty, appearing in this some communication techniques developed by the technical team of SINCOSUR for noise mapping of more than 2000 kilometers of roads.

### RESUMEN:

Las deficiencias geométricas en el tratamiento previo a la generación del modelo acústico determinan, en éste, irregularidades e incorrecciones que deben ser resueltas para una buena calidad de los mapas de ruidos resultantes. Los modelos 3D incorporados al programa de modelado acústico deben ser sometidos a un proceso de revisión y ajuste para conseguir una base imagen fiel de la realidad sobre la que se incorporen los emisores y se puedan realizar los cálculos con la menor incertidumbre posible, presentándose en esta comunicación algunas técnicas desarrolladas por el equipo técnico de SINCOSUR para la elaboración de mapas de ruidos de más de 2000 kilómetros de carreteras.

### 1.- INTRODUCCIÓN

Que un Mapa Estratégico de Ruido (MER) recree lo más fielmente posible la situación acústica de una carretera o una aglomeración es crucial para después adoptar las medidas correctoras adecuadas en los correspondientes Planes de Acción. Para conseguirlo son numerosos los trabajos desarrollados por distintos organismos públicos y privados. Entre todos ellos, destaca European Commissions Working Group - Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) cuya

Guía de Buenas Prácticas para la elaboración de Mapas Estratégicos de Ruido o las diferentes publicaciones del proyecto IMAGINE proporcionan diferentes directrices para alcanzar un nivel de calidad determinado.

En la práctica, el principal escollo que se encuentra a la hora de elaborar un MER son los datos de entrada, los cuales no siempre están disponibles, no siempre son fiables y con frecuencia no tienen la calidad que se espera de ellos.

Por ello, el objetivo principal de esta comunicación es dar a conocer las pautas seguidas por el equipo técnico de SINCOSUR para corregir los errores básicos que se han ido encontrando a lo largo de los trabajos realizados, con el fin de agilizar los procesos de implementación del modelo acústico.

## **2.- METODOLOGÍA Y RESULTADOS**

La información de partida de la que se dispone para la realización de un MER proviene normalmente de la Administración que tiene la competencia en la realización del mismo. Normalmente esta información es escasa y en muchos casos obsoleta con la situación actual del municipio o de la infraestructura objeto de estudio.

Por todo ello hay que solventar los errores encontrados en la base cartográfica con el fin de obtener un sistema de información geográfica y posterior modelo acústico consistentes.

A continuación se exponen gráficamente los errores más comunes y las soluciones adoptadas.

### **2.1.- Errores en el sistema de referencia**

Antes de iniciar el trabajo, es necesario verificar que toda la cartografía disponible cuenta con el Sistema de Coordenadas y la Proyección correspondiente con European Terrestrial Reference System 1989, Zona 30 N (ETRS\_UTM\_30N) definido por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM) para la entrega de los datos geoespaciales a la Comisión Europea en cumplimiento de la Directiva Europea 2002/49/CE. Si los elementos cartográficos con los que se trabaja no tienen la misma referencia espacial puede que no se visualicen o aparezcan desplazados.

En la siguiente figura se puede observar el efecto de una proyección errónea sobre la capa del viario de la ciudad presentada. A la izquierda, los viarios se encuentran desplazados, mientras que a la derecha, se sitúan en el lugar correcto:



Fig. 1 - Proyección ED 50 (líneas) y ETRS 89 (polígonos)



Fig. 2 - Proyección ETRS 89 (líneas) y ETRS 89 (polígonos)

## 2.2.- Errores en Edificaciones

A partir de los datos catastrales, o de otras fuentes cartográficas, es necesario disponer de información vectorial de la edificación con información de la altura correspondiente a cada elemento, para posteriormente restituir el modelo acústico tridimensional a partir del cual se obtendrán los niveles sonoros. A la hora de tratar esta cartografía, es habitual encontrar deficiencias que nos obligan a tener que rectificarla para asegurar un cierto grado de veracidad con respecto a la situación real.

Es frecuente encontrarse con edificaciones no inventariadas. En las siguientes figuras se muestra algunos ejemplos:



Fig. 3 – Edificios no considerados en la cartografía

En estos casos es preciso digitalizar las unidades que faltan. Un problema añadido a la hora de incorporar estas edificaciones es que debe plantearse un procedimiento para determinar la altura de cada uno. Para ello, puede recurrirse al número de plantas del propio edificio, asumiendo, por ejemplo, que la primera planta cuenta con 4,5 metros de altura y el resto 3 metros. Este parámetro puede obtenerse fácilmente a través de observación directa mediante visita *in-situ*, imágenes aéreas (45 grados) o herramientas informáticas que nos permitan visualizar a pie de calle una zona deseada (Street View de Google).

También puede darse el caso contrario, en el que se incluyen edificios que no existen en la realidad. En este caso la solución es sencilla: eliminar estos elementos.



Fig. 4 – Ejemplos de edificios inexistentes que se consideran en la cartografía

También es común hallar recintos que no son edificios sino zonas de cultivo, piscinas, o similares, pero que, de forma errónea, cuentan datos de altura en la cartografía original. Será necesario eliminar estos recintos para que no se tengan en cuenta en el modelo 3D.





Fig. 5 – Recintos con altura que no se corresponden con edificios

Con respecto a la morfología de los edificios, algunos pueden contar con una delimitación incorrecta del contorno del mismo, en cuyo caso, será necesario dibujarlos:



Fig. 6 – Edificaciones mal delimitadas

También será habitual encontrarse edificios que, aun teniendo la referencia espacial correcta, se encuentran girados o desplazados con respecto a la imagen satélite.



Fig. 7 – Edificios desplazado (izquierda) y edificios girados (derecha)

### **2.3.- Errores en la delimitación de los ejes viarios / ferroviarios y en la tramificación de la misma**

Se debe tramificar el eje de una carretera o una vía de tren atendiendo a los parámetros que lo caracterizan: flujo de vehículos, velocidad, anchura de la plataforma... con el fin de distinguir tramos acústicamente homogéneos.

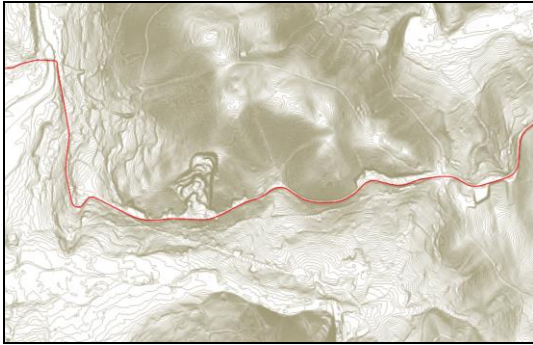


Fig. 8 - Eje sin tramificar

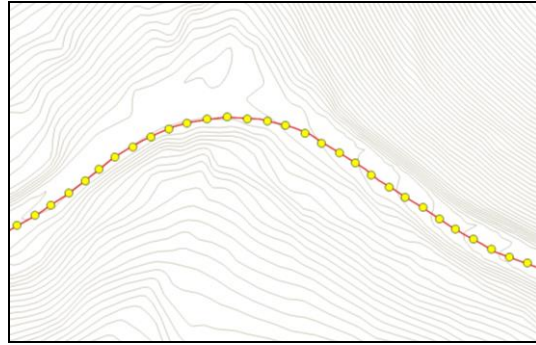


Fig. 9 - Eje tramificado cada 10 metros

Es conveniente que los tramos definidos sean lo mayor posible, con el fin de evitar una segmentación excesiva, asegurando que dicha segmentación no afecte al trazado de la vía a lo largo del terreno, es decir, que los puntos, con cota, que conforman la vía sean los suficientes para definirla de forma correcta.

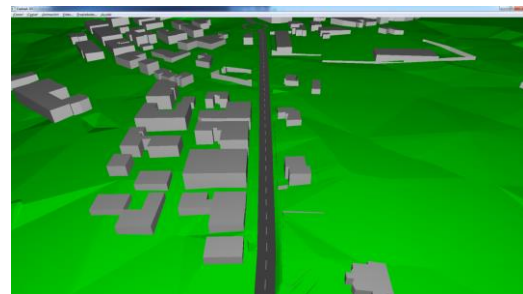
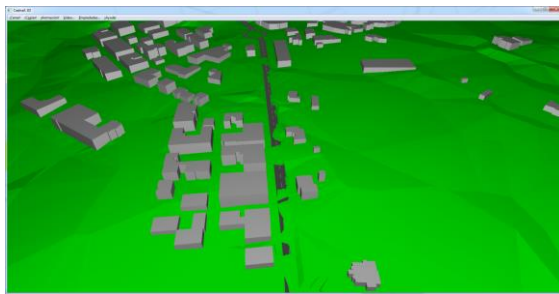


Fig. 10 –Eje de carretera con cota errónea (izquierda) y con cota corregida (derecha)

Será necesario prestar especial atención donde existan cruces de vías a distinto nivel o puentes. En las imágenes posteriores se pone de manifiesto el ejemplo del puente de una carretera, en el que inicialmente esta “descansa” sobre el terreno y finalmente, tras la modificación, la carretera discurre por el trazado adecuado.

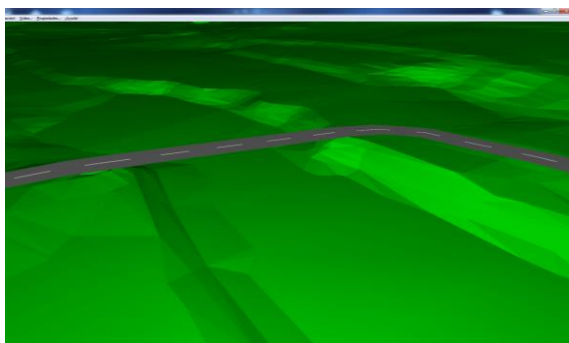
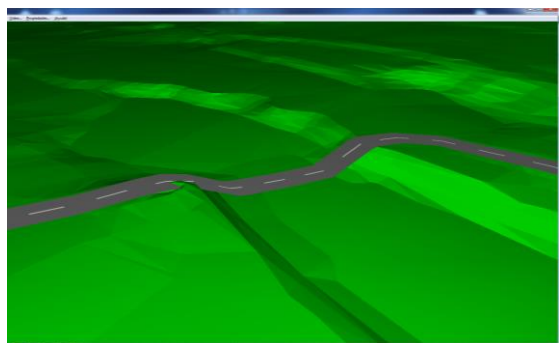


Fig. 11 – Puente antes (izquierda) y después (derecha) de la corrección

Con respecto a los elementos singulares como túneles, viaductos, pantallas acústicas, muros, etc. será necesario modelarlas en el software atendiendo a las recomendaciones del mismo y la normativa.



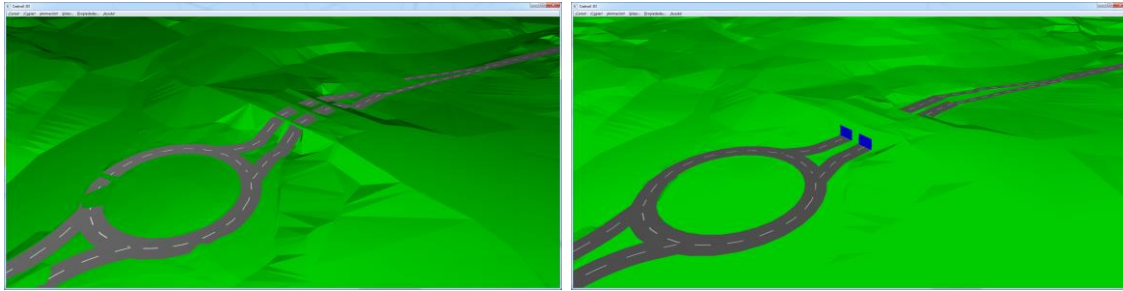


Fig. 12 – Túnel antes (izquierda) y después (derecha) de ser definido

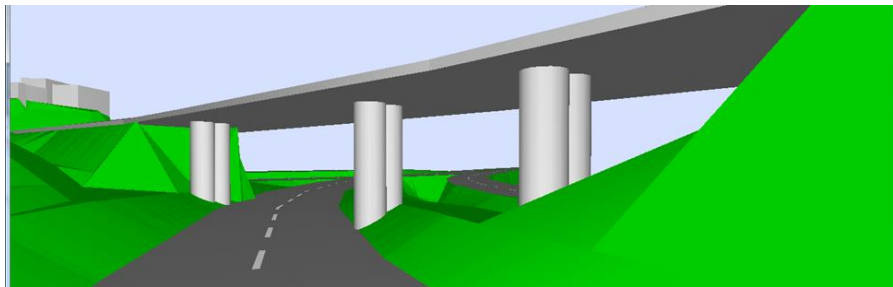


Fig. 13 – Ejemplo de puente

#### 2.4.- Errores en la topografía

La topografía del ámbito de estudio se puede obtener a partir de diversas fuentes: curvas de nivel, puntos de cota, Modelo Digital de Terreno (MDT), Modelo Digital de Elevaciones (MDE), etc. Es necesario que la resolución proporcionada por estas fuentes sea tal que nos permita representar adecuadamente en el modelo tridimensional, todos los obstáculos del terreno (taludes, pendientes, irregularidades, etc.)

A la hora de confeccionar el modelo tridimensional, nos podemos encontrar con algunos de los siguientes errores:

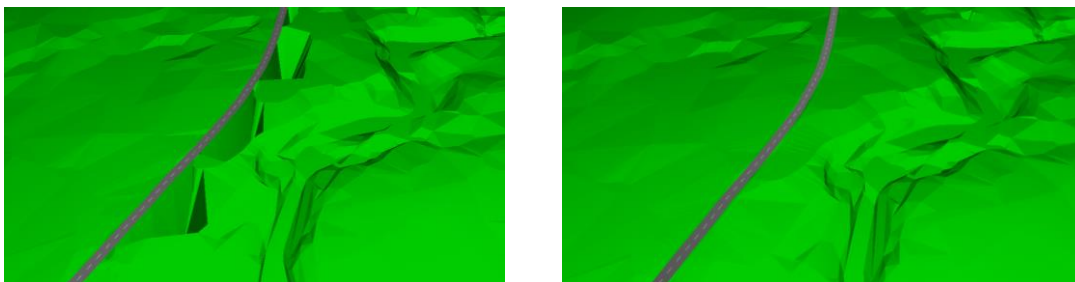


Fig. 14 –Topografía con cota cero (izquierda) y topografía corregida (derecha)

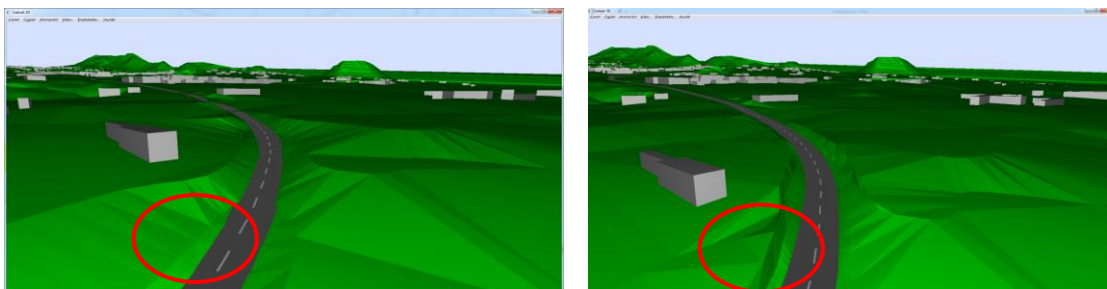


Fig. 15 –Definición incorrecta (izquierda) y correcta (derecha) de taludes

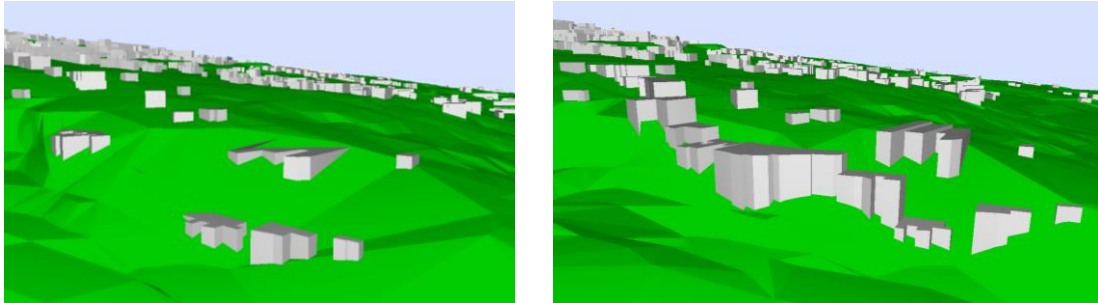


Fig. 16 –Edificios en pendientes, antes de la corrección (izquierda) y después (derecha)

### 3.- CONCLUSIONES

La calidad de los modelos acústicos (y por tanto, de los resultados del Mapa Estratégico de Ruido) viene condicionados por la calidad de los datos de entrada. Si bien estos cuentan desde el principio con importantes deficiencias, es nuestro trabajo solventarlas, al menos, hasta conseguir un grado mínimo de calidad.

Para ello, es fundamental la utilización de alguna herramienta que permita tratar adecuadamente la cartografía base y los datos asociados (tal como hacen los Sistemas de Información Geográficos).

Todo el tratamiento que se dedique en estos programas a la cartografía inicial irá en beneficio del modelo tridimensional. Lo ideal es garantizar que al incorporar los datos ya corregidos, no sea necesaria otra corrección adicional en el modelo de predicción acústica.

Como idea final, tras la aplicación de todos los procedimientos mencionados en el apartado anterior, se debe realizar una revisión del modelo de forma minuciosa, comparando los datos obtenidos en las visitas de campo (fotografías, alturas edificios, obstáculos existentes) con el modelo tridimensional, para modificar o incorporar aquellos elementos que no se tengan en cuenta en los datos fuente.

Este proceso de revisión asegura que el modelo recreado se ajuste complemente a la situación real, minimizando la diferencia entre los niveles acústicos calculados en el modelo de simulación y los existentes en la situación real.

En las siguientes imágenes se puede observar la fotografía de una zona escogida como ejemplo, y después del proceso de revisión, el modelo tridimensional generado.



Fig. 17 –Representación del modelo 3D después de la revisión exhaustiva

#### 4.- BIBLIOGRAFÍA

[1] European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure Version 2 13th January 2006.

[2] IMAGINE. Review of data needs for road noise source modelling. Internal report WP2: Demand and traffic flow management Document identity: IMA2TR-040615-M+P10. <http://www.imagine-project.org/>. June 2004

[3] Simon Shilton, John Hinton, Hans Van Leeuwen. Accuracy Implications of using the WG-AEN Good Practice Guide Toolkits. Managing Uncertainties in Noise Measurements and Prediction. INCE-EUROPE. Symposium Le Mans. June 2005

[4] DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEL MINISTERIO DE FOMENTO, *criterios y condiciones técnicas para la elaboración de los mapas estratégicos de ruido de las carreteras de la red del estado 2ª fase* 2012, Julio 2010

[5] DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS DEL MINISTERIO DE FOMENTO Definición geométrica de los ejes de la carretera y el área de modelización (modelo digital del terreno), Febrero 2011

[6] SERVICIO PARA LA ELABORACIÓN DE LOS MAPAS DE RUIDO DE CARRETERAS DE 2012, COFINANCIADO POR EL FONDO EUROPEO DE DESARROLLO REGIONAL (FEDER), MEDIANTE PROCEDIMIENTO NEGOCIADO SIN PUBLICIDAD (EXPTE. 8/2013). SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L., Año 2013

[7] Elaboración del Mapa Estratégico del Ruido del Municipio de Algeciras. SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L., Año 2013

[8] CONTRATO DE SERVICIO PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO ZONA CORUÑA ESTE-FERROL, TREITOS DAS ESTRADAS AUTONÓMICAS AG-64, AC-115, AC-133, AC-162, AC-164, AC-174, AC-183, AC-215, AC-840, AC-862." CLAVE: AC/13/037.09 (AT/006/2013). SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L., Año 2014

[9] Elaboración del Mapa de Ruido y el Plan Municipal de Acción Contra el Ruido en Logroño y su Término Municipal. SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L., Año 2014