

Los Mapas Estratégicos de Ruido: Una herramienta de gestión.

Jesús Rubio Alférez, Fernando Segué Echazarreta, . Rosa González Ramón.

18.06.2014

Resumen

Dando cumplimiento a la segunda fase de la Directiva Europea de Ruido 2002/49/CE, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (DGC), como gestor de los ejes de infraestructuras viarias estatales, ha elaborado los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de aquellos ejes de los que son titulares y por los que circulan más de 3 millones de vehículos al año. Se trata de 9850 km. de gestión directa, que se distribuyen por la práctica totalidad de la geografía peninsular española, a los que habría que añadir las autopistas en régimen de concesión.

Dichos MER incluyen una cuantificación del ruido generado por los grandes ejes viarios en distintos periodos del día, la tarde y la noche, concluyen con un diagnóstico de zonas con conflictos, evalúan los problemas detectados y avanzan posibles soluciones.

Además de cumplir lo exigido en la Directiva y la Ley del Ruido, son una herramienta de gestión del ruido ambiental en el entorno de las carreteras. Por eso, los resultados se presentan en formatos que, además de facilitar la consulta pública, pueden ser utilizados en las revisiones de los planeamientos urbanísticos.

Este artículo resume la metodología utilizada y plantea las posibilidades de uso en la gestión del ruido ambiental generado por el tráfico de las carreteras.

1 Metodología

Previamente al desarrollo de los MER, la DGC elaboró en julio de 2010, un documento con los “Criterios y condiciones técnicas para la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de la red del estado 2ª fase 2012” para que los resultados de los diferentes estudios fueran homogéneos y tuviesen un nivel de calidad aceptable y para que los formatos de los resultados fuesen adecuados a los diferentes usos posteriores previstos.

Este documento fue elaborado por el CEDEX, en colaboración con Tecnalia con base en la experiencia adquirida durante el desarrollo de la primera fase de la Directiva.

Por otro lado, la metodología propuesta fue contrastada con la experiencia de otras Administraciones de Carreteras Europeas, en un grupo de trabajo ad hoc de la Conferencia Europea de Directores Generales de Carreteras (CEDR), en cuyas recomendaciones de 2012 y 2013, la Dirección General del Ministerio de Fomento, tomó parte activa.

Se han realizado cuatro vídeos como resumen de los estudios realizados durante más de 12 meses, en su mayoría en 2013, que se encuentran en youtube. En ellos se apuntan las cuestiones metodológicas más relevantes de modelización, validación de los datos a utilizar,

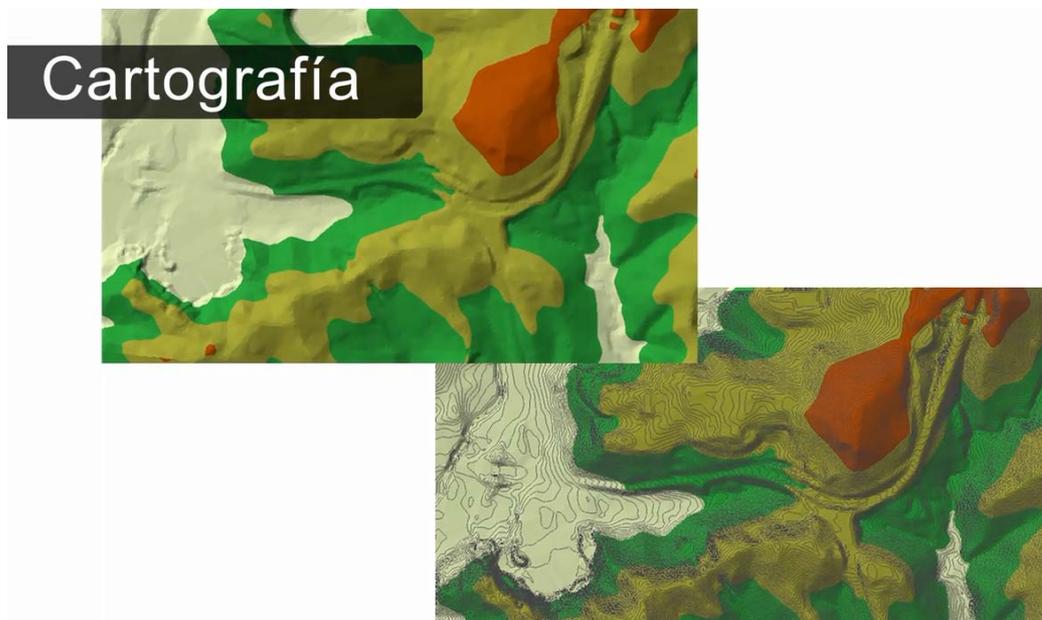
tratamiento de edificios y población, y la necesidad de un adecuado control de calidad del conjunto del proceso. La mayoría de las ilustraciones del artículo provienen de dichos vídeos, realizados por Tecnalía;Prointec e Intecsa-Inarsa; ApiaXXI y Torroja Ingeniería, y Ayesa.

Escenario de modelización

La generación del escenario de modelización tiene por finalidad crear un modelo tridimensional que simule la carretera en estudio y su entorno. En dicho modelo están incorporados los distintos elementos que intervienen en los procesos de emisión y propagación del ruido, y los receptores del mismo, tanto desde el punto de vista geométrico, como de sus características acústicas.

Los elementos principales que componen el modelo son: el terreno (que es el soporte topográfico en el que se distribuyen el resto de elementos y que determina las condiciones generales de propagación), las edificaciones (como obstáculos y elementos receptores del ruido), la propia carretera (como foco emisor), y el conjunto de barreras y elementos singulares que condicionan los fenómenos de reflexión y difracción.

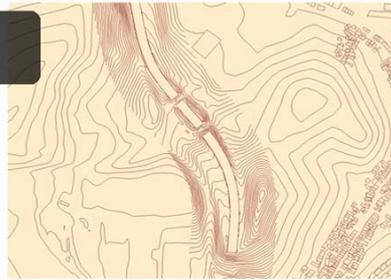
Para generar el modelo digital que constituye el terreno es necesario contar con una cartografía adecuada. Los requisitos básicos, en relación con las fuentes de información a utilizar, son: que cuente con información planimétrica y altimétrica fiable, actualizada, y con un nivel suficiente de precisión, especialmente en el entorno más cercano a las carreteras. Para los mapas de la Red Estatal de Carreteras se ha optado por emplear el modelo digital con paso malla de 5x5 m (MDT05) procedente del Plan Nacional de Ortoimagen Aérea, facilitado por el Centro Nacional de Información Geográfica.



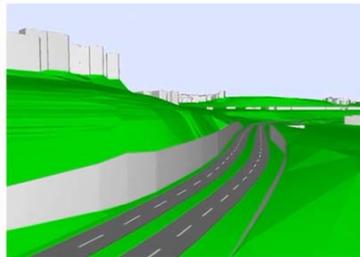
A partir de este modelo digital del terreno - es decir, datos X, Y, Z - es posible obtener una cartografía base de trabajo, mediante alguna aplicación de generación de curvas de nivel con la equidistancia deseada. Estos mapas de curvas de nivel son importados en el programa de

modelización como "líneas de elevación" y constituyen el terreno base. En general se ha trabajado con equidistancia de 1 m en una banda de 100 m a cada lado de los ejes, y de 5 ó 10 m en el resto del ámbito, en función de la orografía general del entorno. Las principales carencias detectadas son debidas a falta de actualización y a la presencia de condiciones topográficas singulares, como son tramos en trinchera, muros de contención, estribos y otros puntos de fuerte desnivel. El tratamiento de estas singularidades, y su ajuste a la geometría real, suele hacerse en el propio programa de modelización acústica, a partir de información de detalle obtenida durante los trabajos de campo.

Cartografía



Modelo sin tratar



Modelo tratado

Las edificaciones pueden obtenerse de bases cartográficas existentes, aunque suelen presentar problemas de actualización y, especialmente de falta de información sobre su altura. Por su relevancia, su tratamiento se desarrolla en el siguiente epígrafe.

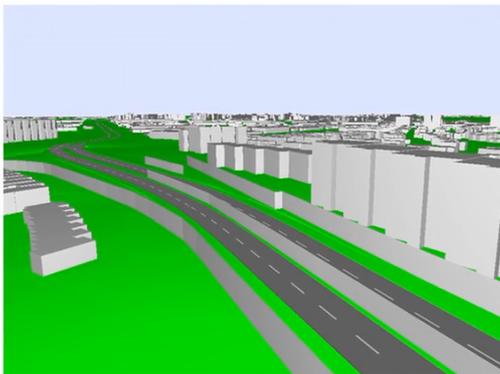
Edificaciones



Edificaciones: Situación a modelizar

Las carreteras están constituidas por los ejes de emisión, las plataformas y taludes adyacentes, los elementos singulares (como viaductos, túneles, glorietas, muros de contención o tableros de pasos superiores), así como los caballones, pantallas y muros que tienen un efecto fonoreductor. Se ha modelizado un eje de emisión por cada sentido de circulación, independientemente de la sección tipo, centrado en la plataforma correspondiente. Su modelización en planta puede realizarse a partir de digitalización directa sobre ortofotografía aérea o con GPS de precisión. Es necesaria una tramificación de los ejes, definiendo tramos homogéneos en función de las características geométricas y de emisión. La rasante longitudinal de los ejes se obtiene directamente de la cartografía generada, con las precauciones necesarias en el caso de viaductos y secciones tipo concretas. Las plataformas y taludes, así como los elementos singulares y las correcciones geométricas puntuales, suelen generarse directamente en el programa de modelización sobre el MDT.

Carreteras y elementos singulares



Ejes de emisión y pantallas acústicas en tramo urbano

En cuanto a los datos de emisión, como son las intensidades de circulación, porcentaje de vehículos pesados, velocidades o tipo de pavimento, se han introducido previamente, mediante SIG y se han importado junto con los ejes.

Cada modelo constituye un fichero independiente que debe estar configurado en aspectos como: absorción del terreno, distancia máxima de cálculo, condiciones de reflexión, altura de cálculo y paso de malla (en el caso de mapas de niveles sonoros) y receptores en edificaciones (para la exposición en fachadas). Esto, junto con las condiciones meteorológicas de propagación, completan los parámetros y condiciones de cálculo necesarios para disponer de un escenario de modelización adecuado.

Edificios y Población

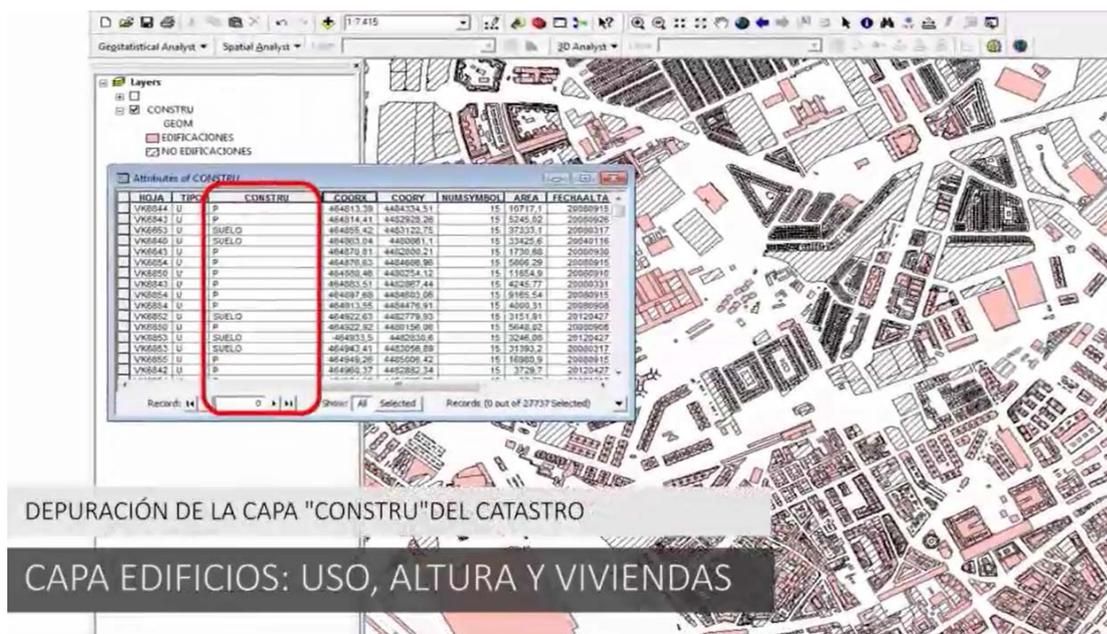
La información referida a estos dos elementos es determinante para la calidad final de las estimaciones realizadas de población expuesta.

Para los mapas de la Red Estatal de Carreteras se ha optado por emplear la cartografía vectorial de la Dirección General del Catastro, que además de la planimetría y altura de las edificaciones permite obtener el uso y número de viviendas.

Los datos de población se obtienen del Instituto Nacional de Estadística.

Para completar la información de estas dos fuentes principales se hace uso de visores con información territorial disponibles en las distintas Comunidades Autónomas y de lo observado en el trabajo de campo.

Como base para obtener la capa edificios se utiliza el shape poligonal "CONSTRU" de la Dirección General del Catastro. A estas capas es necesario realizarle una serie de tratamientos previos, ya que incluye elementos que no son edificaciones. Patios interiores, zonas deportivas, piscinas... deben ser eliminados. Estos elementos vienen identificados por medio de un campo de texto en la propia capa. El resultado se coteja mediante superposición con ortofotos y se digitalizan todas aquellas construcciones que no se encuentran recogidas en catastro, especialmente en las zonas cercanas a la carretera.



DEPURACIÓN DE LA CAPA "CONSTRU" DEL CATASTRO

CAPA EDIFICIOS: USO, ALTURA Y VIVIENDAS

Una vez que se ha obtenido la capa previa se decide si se utiliza como unidad mínima de agrupación las manzanas o las parcelas catastrales. La unidad mínima utilizada en los mapas de la red del estado nunca ha sido superior a la manzana.

COTEJO DE RESULTADOS

Capa original "CONSTRU"



Capa original "CONSTRU" depurada



CAPA EDIFICIOS: USO, ALTURA Y VIVIENDAS

La capa "CONSTRU" contiene un campo con el número de alturas, que permite asignar a cada parcela o manzana el número de plantas, realizando una media ponderada en la mayoría de los casos.

Para la asignación del uso y el número de viviendas se utiliza la información alfanumérica vinculada a la capa CONSTRU. Esta información permite obtener mediante agrupaciones los usos dominantes para cada manzana o parcela catastral y el número de viviendas en el caso de las edificaciones de uso residencial.

Tras esta asignación automática, mediante ortofotos, visores o el propio servicio WMS de la Oficina Virtual del Catastro se revisa que las alturas y usos asignados son coherentes con la realidad, y con las edificaciones identificadas con uso sensible como hospitales y colegios.



Ortofotos



Street View



REVISIÓN DE LA ASIGNACIÓN AUTOMÁTICA

CAPA EDIFICIOS: USO, ALTURA Y VIVIENDAS

WMS Oficina virtual del Catastro.

La asignación de población a cada edificio es otra de las tareas importantes y laboriosas a realizar. Los datos de población utilizados son los últimos datos disponibles en el INE que en el caso de los mapas de la Red de Carreteras del Estado se corresponden con los del padrón de 2011, obtenidos a nivel de sección censal.

El número de habitantes de una sección se reparte entre todas las edificaciones de la sección. La asignación de población se ha realizado atendiendo al número de viviendas fijadas a cada edificio.



Para cada sección se calcula el número medio de habitantes por vivienda, dividiendo la población de cada sección por el número total de viviendas de la sección. El dato final de población para cada edificio se obtiene de multiplicar el número de viviendas de este por el número medio de habitantes por vivienda de la sección a la que pertenezca el edificio.

Una vez obtenida la ratio de personas por vivienda, se revisan todas aquellas secciones que presenten una ratio inferior o cercana a 1.

En el caso de zonas de nueva construcción, se determina si estas zonas son consideradas “zonas desocupadas” o no. Del mismo modo, cuando se identifican edificios completos destinados de manera general a segunda residencia tampoco se tienen en cuenta para el reparto de población.

En casos en los que la baja densidad se deba a otros motivos, se asume que la desocupación se reparte proporcionalmente entre todos los edificios de la sección.

Una vez obtenida la población para cada edificio, ésta se reparte de forma proporcional entre las fachadas del mismo, pudiendo asociar la población a los niveles de ruido en cada fachada.

Validación de los datos

Una vez definido el escenario de modelización, resulta necesario verificar el resto de elementos que van a participar en los cálculos del estudio.

Algunos de los elementos que exigen una comprobación son: los ejes; el comienzo y final de las UMEs; las pantallas acústicas y los caballones y por último, los usos de las edificaciones.

Los ejes de las carreteras son digitalizados a partir de los datos del PNOA. En primer lugar, se define su geometría en planta empleando las ortofotos, que en la mayoría de los casos cuentan con suficiente calidad y fecha de actualización, tras esto, los ejes se posan sobre el Modelo Digital del Terreno, asignando así las cotas correspondientes a cada punto.



Sin embargo, en algunas carreteras se ejecutan obras con posterioridad a la fecha de las ortofotos disponibles. Estas modificaciones son detectadas gracias al trabajo de campo, bien por observación directa, bien al contrastar el eje digitalizado en gabinete con los track logs grabados por los equipos en terreno. Así, nuevas glorietas o pequeñas modificaciones de trazado, como rectificaciones de curvas, son incorporadas a los ejes digitales.

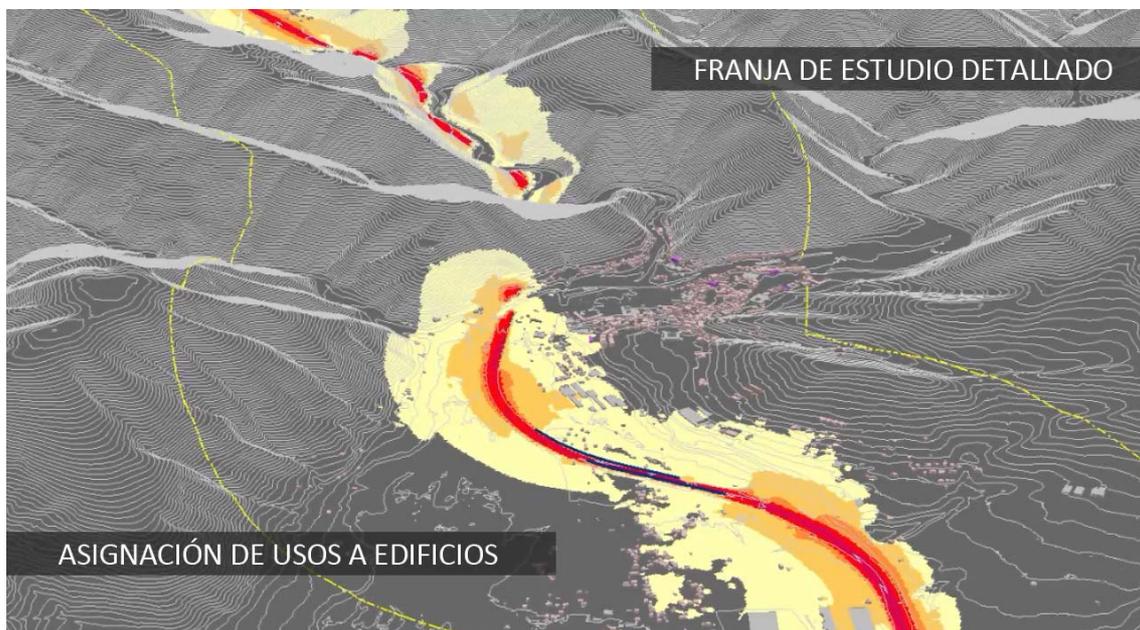
Es importante la verificación de los puntos de inicio y fin de cada Unidad de Mapa Estratégico (UME).



Independientemente de que tanto las pantallas acústicas como los caballones de tierra pueden ser detectados en gabinete con las herramientas disponibles en la red, todos estos elementos son inventariados de forma individual sobre el terreno.



El uso de los edificios analizados en el estudio es uno de los aspectos más relevantes, pues se encuentra directamente relacionado con la cantidad de población expuesta. La franja de edificios más cercana a la carretera se comprueba exhaustivamente primero en gabinete, de nuevo con ortofotos, fotografía oblicua y street view, y después en terreno, mediante inspección visual de los técnicos.



Es muy importante validar, corregir y completar los datos existentes, ya que dependiendo de su fecha y escala de definición requieren un grado de actualización diferente, pero sin lugar a dudas imprescindible.

2 Productos finales

El contenido del estudio incluye lógicamente todas las cuestiones de obligado cumplimiento por la Ley del Ruido, (estimación de la población expuesta a ruido en las márgenes de nuestros grandes ejes viarios), pero tiene también otras cuestiones.

Por ello, los productos finales no son sólo mapas y datos de población expuesta, sino que incluyen una geodatabase, un modelo acústico, un diagnóstico con la evaluación de la gravedad de los problemas; un avance de propuestas de actuación con prioridades en función de su viabilidad, eficacia y rentabilidad en términos de mejora y una colección de mapas de condicionantes acústicos para el urbanismo. Esta colección permite incorporar estos mapas a las revisiones urbanísticas y en un futuro podría ser la base para definir las Zonas de Servidumbre Acústica.

Dados los diferentes usos que pueden hacerse de estos mapas estratégicos, se ha realizado un control de calidad a lo largo de toda su elaboración, centrado en 3 cuestiones fundamentales: plan de trabajo, datos de partida y tratamiento para su incorporación en el modelo de cálculo; modelo acústico para el cálculo, revisándose los proyectos elaborados y resultados obtenidos analizando la coherencia del conjunto.

3 Revisiones de los Mapas y Planes de Acción

La Fase 2 ha sido muy diferente de la Fase1. Tanto los Mapas Estratégicos como el Plan de Acción, son documentos que tienen que realizarse cada cinco años para ver la evolución de las personas afectadas por el ruido, y las medidas que se han adoptado en ese periodo de tiempo. La fase 1 (mapas en 2007 Y Plan de acción 2008-2012), fue la primera vez que se hizo esto en toda Europa. La fase2, con un cierto retraso, ha sido en nuestro caso un estudio completamente diferente. Se ha podido contar con información cartográfica y catastral nueva y homogénea y por eso se ha planteado esta fase 2 de manera diferente permitiendo que la siguiente fase pueda hacerse únicamente actualizando los resultados de esta fase 2 (los mapas de la fase 3 deberán estar terminados en junio de 2017).

Los estudios realizados contienen la información necesaria para poder formular un futuro Plan de Acción ya que el diagnóstico de los problemas detectados incluye una primera propuesta de actuaciones.

El caso de las autopistas de peaje exige una puntualización. Las empresas concesionarias han realizado los Mapas correspondientes a la fase2 de su concesión. La metodología para la elaboración de los Mapas, y los productos finales de diagnóstico y propuestas de actuación, pueden en algunos casos no haber sido realizados de la misma manera que los estudios descritos.

Los tipos de propuestas que se tendrán en consideración, no sólo se refieren a pantallas y a pavimentos fonoabsorbentes, sino que pueden considerarse medidas de gestión del tráfico, como por ejemplo reducir la velocidad máxima nocturna en algunas circunvalaciones, o actuaciones conjuntas con los Ayuntamientos. Para facilitar esto último se han incluido en los estudios unas colecciones específicas de mapas que se denominan "Condicionantes acústicos para el urbanismo", que permitan acometer también medidas en lo referente a usos del suelo.

4 El ruido y el ciudadano

El ruido es un problema cada vez más presente en los medios de comunicación, en forma de quejas, y en forma de denuncias. El Defensor del Pueblo ha expuesto en diversas ocasiones el Deber Legal de la Administración General del Estado de tener aprobado los mapas de ruido conforme a los plazos previstos en la Disposición Adicional Primera de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre. Asimismo, sugiere que se examine si resulta procedente acometer medidas para la corrección de la contaminación acústica producida en determinados tramos objetos de queja por parte de ciudadanos.

La Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento trabaja en la dirección solicitada por el Defensor del Pueblo, en el sentido de mejorar las condiciones de los colindantes de las carreteras estatales sometidos a ruido debido al tráfico.

Evidentemente el Defensor del Pueblo ha de centrarse en las quejas que le han sido presentadas, los juzgados en las denuncias presentadas, y los medios de comunicación en los casos que consideren más atractivos para sus audiencias, pero el planteamiento de la Administración responsable debe ser más amplio, para evitar situaciones injustas que podrían producirse si el único criterio de actuación fuese el establecimiento de una queja.

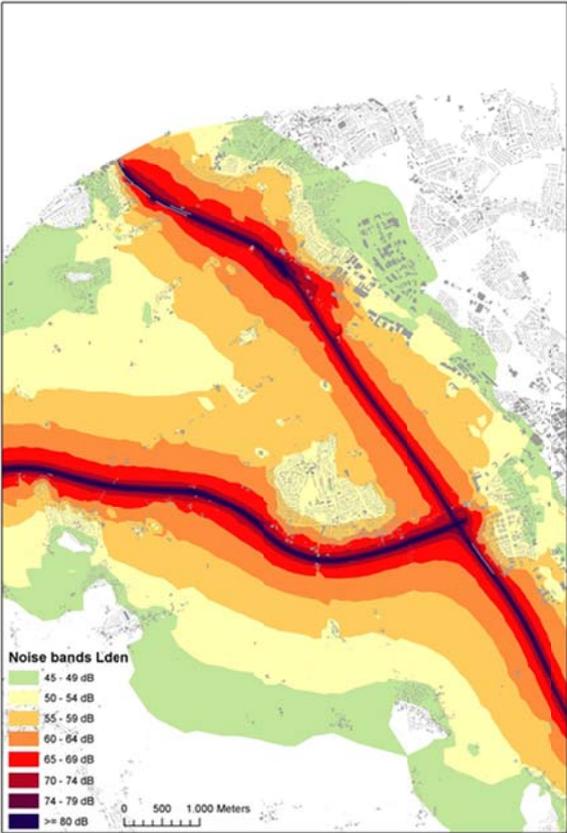
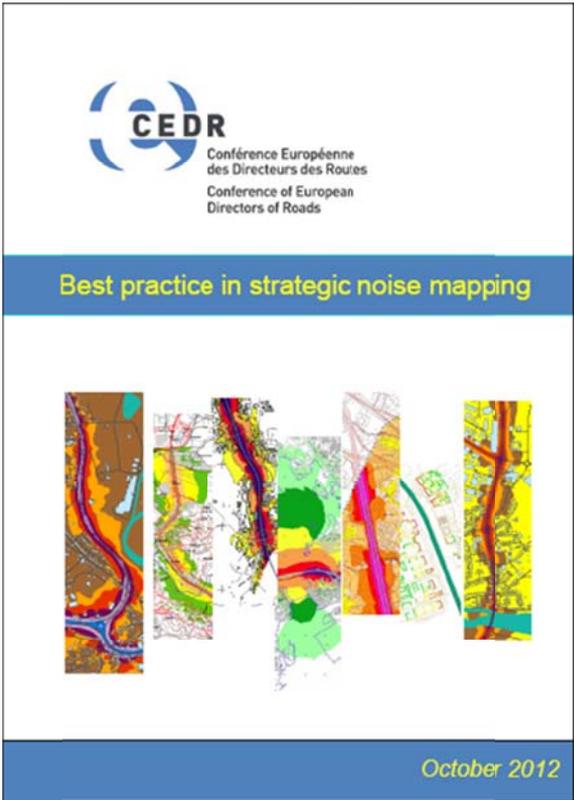
Para conseguir un tratamiento equitativo ha de establecerse, tal como exige el marco legal, un análisis de todos los grandes ejes viarios, y un plan de acción, cada cinco años, tal como se ha expuesto.

La fase 2 establece el ruido generado, la población residente y los niveles de ruido a los que se ven expuestos los colindantes, así como edificios con usos especiales (colegios y hospitales), que se encuentran en el área de afección.

El diagnóstico realizado permite hacer una valoración del conflicto, y establecer prioridades en las actuaciones que se planteen. Esto se ha realizado en 9.849 Km de la red gestionada directamente por la Dirección General de Carreteras y en 18 tramos de autopistas de concesión estatal.

Estos estudios deben ser sometidos a información pública, y la información de miles de planos se dispondrá en la web, no sólo durante el periodo de información pública, sino de manera indefinida, para su conocimiento por parte de instituciones y público en general. Esta voluntad de transparencia es algo que la Dirección General ha asumido como parte integrante y fundamental del proceso, y no sólo por imperativo legal.

La forma de proceder ha sido contrastada en Europa, ya que el proceso es obligatorio para todas las Administraciones Europeas, y de hecho, la participación activa de la Dirección General de Carreteras en este sentido, ha llevado a presidir el grupo de trabajo que ha formulado las recomendaciones para la elaboración de mapas de ruido, asumidas por la Conferencia Europea de Directores Generales de Carreteras (CEDR), en 2013.



Es evidente que el esfuerzo realizado se debe a que el Ministerio de Fomento ha querido que su Dirección General de Carreteras se dote de una herramienta que va a permitir la gestión del ruido ambiental como parte de sus tareas habituales.

5 Bibliografía relevante

1.Noise mapping: the art of -

European Commission Working Group Assessment of the Exposure to Noise (WG-AEN). Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure. Version 2. August 2007.

Environmental Protection Agency (EPA). Guidance Note for strategic noise mapping for the Environmental Noise Regulations 2006. Ireland. July 2009.

2. Noise mapping: examples major roads

Rubio, J. and Segués, F. Results of the first round of the strategic noise maps in Spain and actions derived. EURONOISE; Edinburgh, October 2009.

3. Noise mapping: second round

De Vos, P. Environmental noise directive: do's and don'ts for the second round. EURONOISE, Edinburgh, October 2009.

4. Noise mapping: results first round

Van den Berg, M. and Licitra, G. EU-Noise Maps: analysis of submitted data and comments. EURONOISE, Edinburgh, October 2009.

Nugent, C. Reportnet for noise: Feedback from member countries. EIONET National References Centres of Noise meeting, Copenhagen, October 2009.

5. Noise mapping: information to the public

Working Group Assessment of the Exposure to Noise (WG-AEN). Presenting Noise Mapping Information to the Public. A Position Paper from the European Environment Agency Working 6.

6. Review END implementation

Justice & Environment (European Association of Environmental Law Organizations). Make some noise: shadow report on implementation of the Environmental Noise Directive in Austria, Czech Republic, Estonia, Hungary, Slovakia and Slovenia. 2009.

Milieu, RPA, TNO for DG Environment. Final Report on Task 1. Review of the Implementation of Directive 2002/49/EC on Environmental Noise. May 2010

Murphy, E. and King, E. A. Strategic environmental noise mapping: methodological issues concerning the implementation of the EU Environmental Noise Directive and their policy implications. *Environment International* 36 (3):290-8 2010.

European Commission (2011) Report from the Commission to the European Parliament and The Council. On the implementation of the Environmental Noise Directive in accordance with Article 11 of Directive 2002/49/EC. COM(2011) 321 final. Brussels.

7. CNOSSOS- EU

JRC. Final report on assessment of the equivalence of national noise mapping methods against the interim methods. December 2008.

Kephalopoulos, S. et al. "Towards common noise assessment methods in EU" Meeting of the EIONET National Reference Centres for Noise. October 2009, Copenhagen.

JRC. Common Noise Assessment Methods in EU (CNOSSOS-EU). Analysis of the EU Member States (EU-MS) feedback on JRC Reference Report on CNOSSOS-EU (Draft version of 28 May 2010). November 2010.

JRC. Draft JRC Reference Report on Common Noise Assessment Methods in EU (CNOSSOS-EU) to be used by EU Member States for strategic noise mapping after adoption as specified in the Directive 2002/49/EC. Version 3, November 2010.

JRC. JRC Reference Report on Common Noise Assessment Methods in Europe

(CNOSSOS-EU) to be used by the EU Member States for strategic noise mapping following adoption as specified in the Environmental Noise Directive 2002/49/EC. September 2012.

8 Websites. European information on environmental noise.

<http://ec.europa.eu/environment/noise/mapping.htm>

http://projects.jrc.ec.europa.eu/jpb_public/act/publicsimplesearch.html

<http://noise.eionet.europa.eu/>

<http://www.eea.europa.eu/themes/noise/publications>

<http://www.circa.europa.eu/Public/irc/env/noisedir/library>

<http://www.trl.co.uk/silvia/>

<http://www.webauxcedex.es/egra/>

<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environmental-health/noise>

<http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>