



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

MAPAS DE RUIDO DE LAS CARRETERAS DE BIZKAIA PARA DAR CUMPLIMIENTO AL DECRETO 213/2012 DEL PAÍS VASCO

PACS no. 43.50.Rq

García Morales, Rubén¹; Ausejo Prieto, Miguel¹; Zabala Martín, Lander¹; Simón Otegui, Laura¹; Soriano Vidal, Ignacio¹; Ruiz Larsson, Daniel²; Tijero Sanz, Félix².

¹ EUROCONTROL. Ingeniería Acústica.

C/ Cronos 20, 4ª planta.

28037, Madrid, España.

913271818

ing.acustica@eurocontrol.es

² Diputación Foral de Bizkaia. Sección de Sostenibilidad Ambiental.

C/ Ibáñez de Bilbao, 20.

48009, Bilbao, España.

944067115

daniel.ruiz@bizkaia.eus

Palabras Clave: mapa de ruido, Decreto 213/2012, carreteras, infraestructuras viarias.

ABSTRACT

The present paper addresses the execution of the Noise Maps of the major roads owned by *Diputación Foral de Bizkaia* related to the local legislation (*D 213/2012*), developed for every stretch of the roads with more than six thousand vehicle passages a day.

Throughout this work we gather a detailed description of the methodology applied, the data collected, processing and integration into the global model, calculation parameters and quality control of the whole process. Emphasis is placed on the validation procedure of data and results verification by means of which every stage of the analysis and map representation of results has been validated.

Every stretch of the roads open to become part of the Noise Maps has been studied, checking available traffic data and developing specific traffic models where necessary. Special attention has been paid to the digital terrain model due to the complexity of the orography of the area.

RESUMEN

El artículo trata sobre la realización de los mapas de ruido de las carreteras de titularidad de la Diputación Foral de Bizkaia, para dar cumplimiento al Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco, con más de 6.000 vehículos de IMD. Se han realizado los mapas de ruido de más 1.650 kilómetros.

Se detalla la metodología de trabajo empleada, la obtención de datos, procesado, integración en el modelo global, parámetros de cálculo y control de calidad del proceso completo. Se incide en el proceso de validación de datos y comprobación de resultados, mediante el que se ha dado validez al cálculo y representación de datos. Se ha realizado una especial comprobación del modelo digital del terreno, debido a la orografía tan compleja de la zona.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

INTRODUCCIÓN

La Directiva 2002/49/CE [1], transpuesta al derecho estatal a través de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido [2] y articulada por el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental [3], establece la obligación de estudiar el impacto acústico producido por los grandes ejes viarios, entendiéndose como tal las carreteras con un tráfico superior a los 3.000.000 de vehículos al año, lo que supone una Intensidad Media Diaria (IMD) de algo más de 8.219 vehículos. La legislación autonómica de referencia, el Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco [4], presenta un mayor nivel de exigencia, obligando a los órganos gestores de los focos de ruido a la modelización de aquellas infraestructuras con una IMD superior a 6.000 vehículos/día. La Diputación Foral de Bizkaia, como órgano gestor de los focos de ruido propios de la provincia ha desarrollado un estudio más exhaustivo, modelizando la totalidad de la red foral de carreteras con objeto de conocer el impacto acústico derivado de sus carreteras y elaborar un Plan de Acción global para todo el territorio. En total, se han modelizado 1.662 kilómetros de un total de 212 carreteras.

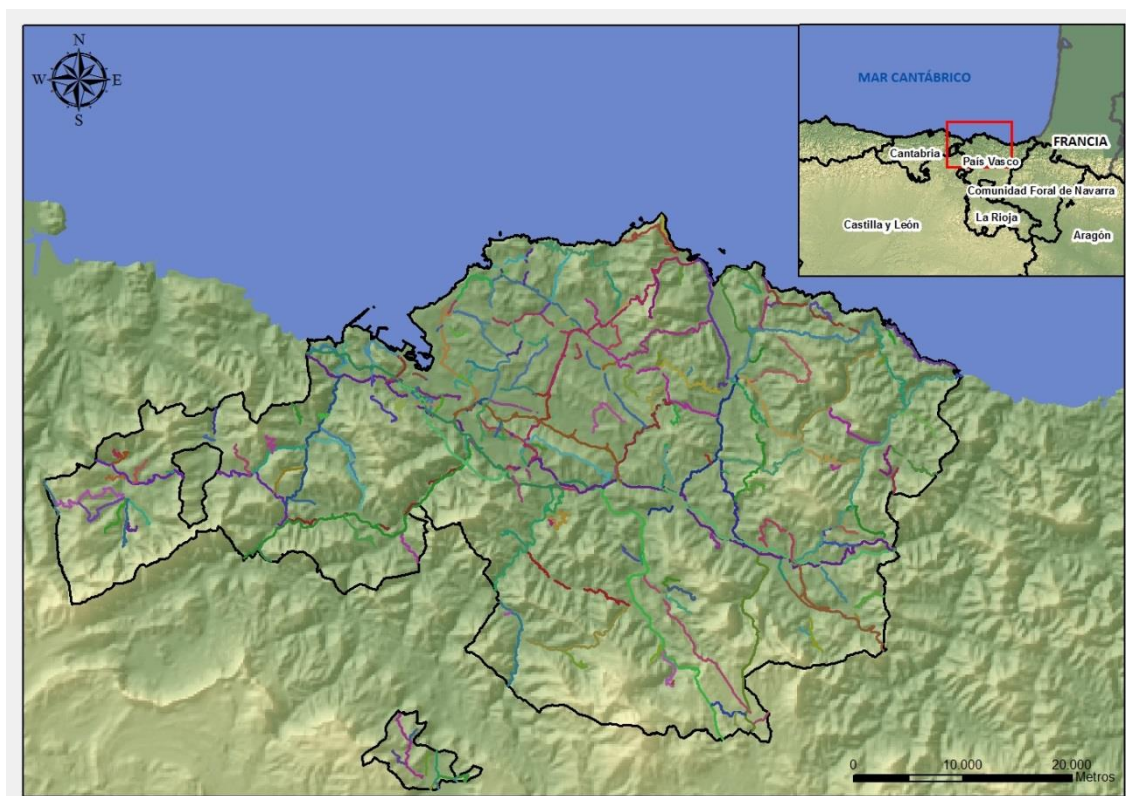


Ilustración 1. Carreteras y tramos considerados

OBJETIVO

Más allá de dar cumplimiento al Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco [4], los objetivos del desarrollo del Mapa de Ruido en continuo de las carreteras de competencia de la Diputación Foral de Bizkaia son:

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

- Proporcionar información detallada para un desarrollo más exhaustivo del Plan de Acción.
- Servir de base para calcular el IPES (Índice de Proporcionalidad Económica de la Solución Acústica).
- Alimentar la Herramienta para el Análisis Sonoro de Infraestructuras (HASI), de tal modo que permita visualizar, no solo el impacto acústico de las infraestructuras, sino también información detallada en cuanto a distribución y composición del tráfico, velocidades de paso, afecciones de la población a distintos niveles acústicos y proporción de población expuesta a niveles que superan los Objetivos de Calidad Acústica.

METODOLOGÍA

OBTENCIÓN DE DATOS

Para la obtención de datos se ha partido de la información utilizada para el desarrollo de los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de Bizkaia correspondientes a la tercera fase [5]. De este modo, las curvas de nivel se han generado a partir de los Modelos Digitales del Terreno (MDT) a 1 metro, del servicio de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de Euskadi, corregidas con la información cartográfica del Instituto Geográfico Nacional (IGN), obteniéndose curvas de nivel cada dos metros.

Los edificios, pantallas acústicas y la información relativa al tráfico rodado ha sido obtenida a partir de los datos de la Diputación Foral de Bizkaia (DFB). Esta información se ha actualizado añadiendo o eliminando nuevos tramos, edificios y pantallas en función de los nuevos desarrollos, demoliciones y los repartos de competencias entre los municipios y la DFB. Así mismo se ha llevado a cabo el cálculo de alturas de edificios a través de la interpolación del Modelo Digital de Elevaciones y el MDT y la asignación de población a los edificios a partir de los datos del Instituto Vasco de Estadística por sección censal y el volumen efectivo de cada edificio. En aquellas zonas donde se han detectado generalizaciones de edificios se ha procedido a la digitalización en detalle.



Ilustración 2. Ejemplo de digitalización en detalle

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

Dentro de los trabajos previos de obtención y preparación de datos se ha realizado la conexión de los tramos de carreteras que presentaban discontinuidades y la actualización de la Intensidad Media Diaria (IMD), Intensidad Media Horaria para cada índice (IMHd, IMHt e IMHn), porcentajes de vehículos pesados y velocidades de paso a partir de los datos oficiales recogidos por espiras de tráfico de la DFB.

PROCESADO E INTEGRACIÓN EN EL MODELO GLOBAL

Una vez obtenidos todos los datos de partida se han generado procedimientos específicos para el procesado de los distintos tipos de información y su integración en el modelo de cálculo global. En relación a los datos de tráfico, incluyendo IMD, IMH y porcentaje de vehículos pesados, se ha partido de los modelos obtenidos durante el desarrollo de los Mapas Estratégicos de Ruido de las Carreteras de competencia de la Diputación Foral de Bizkaia [6] y de los datos de IMD proporcionados por la DFB, integrando los datos de ambas fuentes. Para ello, se han extrapolado las distribuciones día, tarde, noche de tráfico, procedentes de las carreteras que forman parte de los MER, para las carreteras aledañas que no cuentan con distribución horaria de tráfico, así como los porcentajes de vehículos pesados.

En todas las intersecciones de las carreteras y en los tramos que no cuentan con información oficial de tráfico se han generado micromodelos y modelos de tráfico [7] en función del flujo de los tramos conocidos y la evolución temporal de los mismos. Así mismo, el estudio de la población en los alrededores de las carreteras más alejadas de la red principal también ha contribuido al desarrollo de modelos de tráfico.

Una vez establecidos los flujos de tráfico para todos los tramos de las carreteras que conforman el Mapa de Ruido en continuo de las carreteras de la Diputación Foral de Bizkaia se ha prestado especial atención a la selección del área de proyecto y área de cálculo. Inicialmente, para definir las áreas de cálculo, se han generado diferentes *buffer* en base a la IMD de cada vía (en aquellas vías con uno o varios ejes para cada sentido se han sumado las IMD de cada eje generando un valor único por cada tramo de vía, independientemente de los ejes que lo formen). Para el cálculo de los *buffer* que conforman el área de cálculo se han realizado estudios de distancia máxima que alcanza la isófona de 50 dB en L_{den} en llano sobre terrenos con absorción similar a los terrenos de estudio. A partir de los resultados de estos estudios se han establecido los siguientes tramos.

Tabla 1. Radio del área de cálculo en función de los tramos de IMD

IMD	RADIO DEL ÁREA DE CÁLCULO ALREDEDOR DE LA VÍA (METROS)
< 5.000	500
5.000-10.000	850
10.000-20.000	1.190
20.000-40.000	1.350
40.000-80.000	1.480
80.000-136.000	1.550

Habiéndose definido el área de cálculo, se ha generado un área de proyecto mediante un *buffer* de 100 metros alrededor de la misma.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

Para la integración del modelo en un modelo global, reproducible y aplicable a múltiples necesidades, se ha procedido a extraer las zonas más representativas del modelo utilizado para el desarrollo de los MER de tercera ronda. De este modo se ha definido un *buffer* de 100 metros desde todos los tramos que forman todas las Unidades de Mapa Estratégico a partir del cual se han extraído curvas de nivel, pantallas acústicas y demás características del terreno de los modelos generados para el desarrollo de los MER de las carreteras de Bizkaia. En las zonas de intersección de varias UMEs se ha modificado el mencionado *buffer* para que incluya exclusivamente las características del modelo que presenta una mayor continuidad en función de las características del terreno (túneles, puentes y accidentes geográficos), y así evitar duplicidad de información.

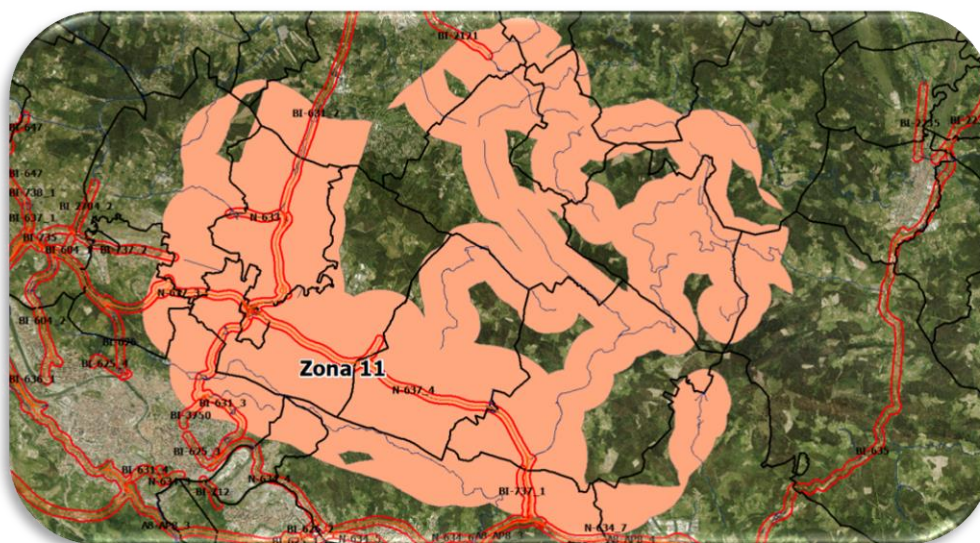


Ilustración 3. Ejemplo de área a extraer de los modelos de los MER (en rojo) para una zona de cálculo (naranja)

PARÁMETROS DE CÁLCULO

Bizkaia cuenta con más de 2.217 km² de superficie por lo que, de cara a la preparación del modelo, el volumen de datos es tan vasto que resulta inabarcable en un solo modelo. Por este motivo se ha optado por dividir el área total de cálculo en unidades más manejables. La provincia de Bizkaia está compuesta por 112 municipios por lo que realizar esta división de unidades de cálculo supone multiplicar exponencialmente el trabajo de preparación y validación de los modelos en tanto que, para mantener la continuidad del modelo global, es necesario que los modelos cuenten con zonas de solape. Teniendo en cuenta estas limitaciones, se ha decidido primar la optimización del cálculo dividiendo la provincia de Bizkaia en 20 zonas. Estas zonas se han generado en función de su extensión, continuidad de las carreteras y características físicas del terreno, integrando varios municipios por cada zona. De este modo cada una de las zonas comprende entre 1 y 10 municipios, siendo lo más habitual las zonas compuestas por 6 municipios.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

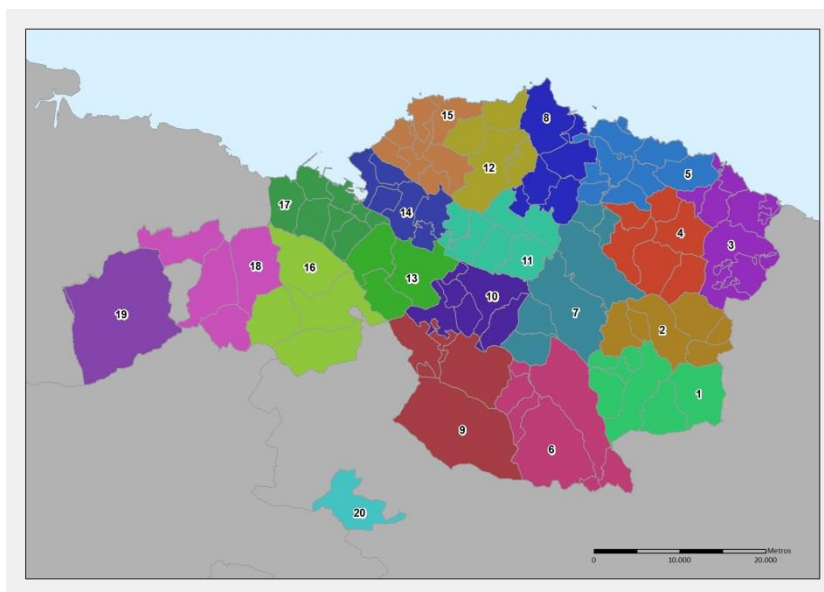


Ilustración 4. Zonas en que se ha dividido la provincia a efectos de cálculo

A su vez se ha definido un *buffer* de 1.200 metros de modelo extra alrededor de cada zona para dar continuidad al modelo y asegurar que se consideran todos los focos acústicos viarios que puedan influir en los niveles de inmisión de la zona, incluyendo los que están fuera de la misma. Igualmente, para la obtención de unos resultados continuos se ha generado un área de cálculo de cada zona que comprende los municipios contenidos en la zona más un *buffer* extra de 20 metros, lo que elimina cualquier posibilidad de error por resolución espacial del cálculo que en el caso de este proyecto ha sido de 10x10 metros.

Una vez definidas las 20 zonas de modelización y las áreas de proyecto y de cálculo en función de las carreteras y su IMD se ha procedido al recorte de las áreas de proyecto y de cálculo en estas 20 zonas de modelización, generando 20 archivos separados para el cálculo de isófonas.

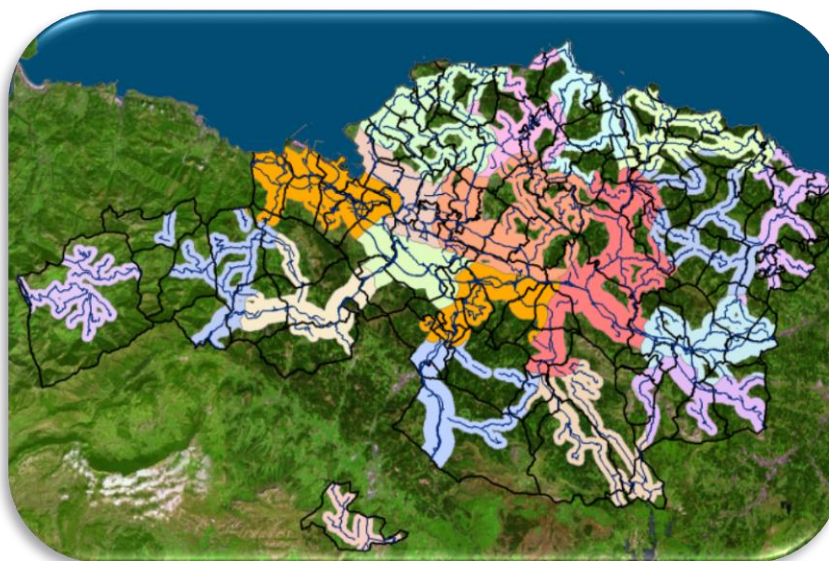


Ilustración 5. Áreas de proyecto de las 20 zonas de modelización

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

CONTROL DE CALIDAD

A medida que se han preparado los modelos, lanzado los cálculos y obtenido los resultados se ha ido llevando a cabo, de manera paralela, un control de calidad exhaustivo. Este proceso de control de calidad, basado en estudios de control de calidad de grandes mapas de ruido [8], ha sido transversal a todas las fases del proyecto. De este modo, una vez preparado el modelo, se han pasado procesos topológicos a la capa de viales en busca de tramos inconexos, duplicados o solapados. Este proceso también ha sido utilizado para la búsqueda de errores en la capa de edificios y pantallas acústicas, así como para las curvas de nivel. Los modelos y micro-modelos de tráfico, siguiendo la metodología utilizada en el desarrollo de los MER de las carreteras de competencia de la DFB [6], han sido analizados en sucesivos procesos por 3 técnicos especializados en modelización acústica y por el supervisor del proyecto. Una vez obtenidos los resultados, se ha llevado a cabo un control de calidad de las isófonas y población expuesta obtenida. Se ha prestado especial atención a las zonas con singularidades del terreno como puentes, túneles y zonas con fuertes desniveles, y se ha realizado un barrido de todas las secciones de las carreteras en busca de desviaciones por limitaciones de la resolución espacial, pudiendo provocar inconsistencias en zonas con cambios abruptos en el terreno. En los casos en que se han detectado desviaciones, éstas han sido corregidas, recalculado el modelo y pasado un nuevo control de calidad para validar los resultados. Todos los controles de calidad se han llevado a cabo siguiendo un procedimiento de triple revisión en la que el equipo de preparado y modelización llevaban a cabo una revisión exhaustiva tras cada fase, posteriormente se llevaba a cabo un control de calidad junto con otro técnico y por último se validaba la fase del proyecto en una tercera revisión con el director del proyecto.

La gestión del proyecto y del control de calidad se ha realizado mediante una plantilla espacial basada en un sistema de información geográfica (GIS). Esta plantilla ha permitido el control del estado del proyecto, lo que resulta fundamental en proyectos de esta envergadura que requieren tiempos de cálculo muy extensos y donde se solapan las distintas fases del proyecto para cada zona de estudio.

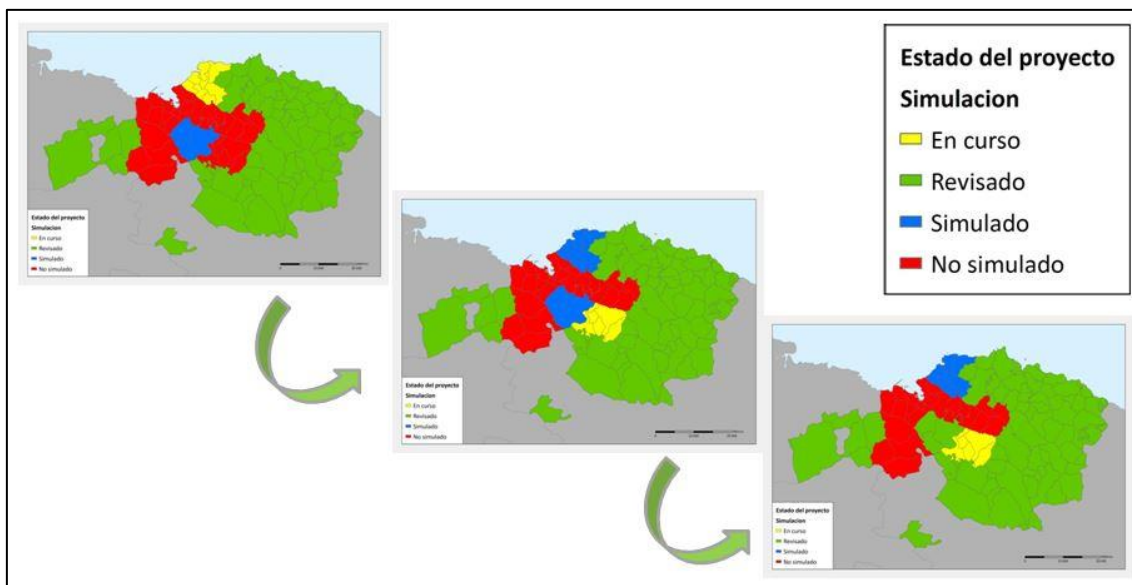


Ilustración 6. Proceso de gestión del proyecto y control de calidad



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18- 24 al 26 de octubre

RESULTADOS

Los resultados del Mapa de Ruido en continuo de las carreteras de competencia de la DFB se han referenciado a 2 metros tal y como establece el Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco [4] para los mapas de ruido que tengan por objetivo diseñar medidas correctoras, preventivas o de preservación en materia de contaminación acústica. Los cálculos de población expuesta se han realizado a todas las alturas utilizando el indicador VBEB para una mayor precisión de los resultados de cara al cálculo del IPES y el desarrollo del Plan de Acción.

CONCLUSIONES

En el desarrollo de Mapas de Ruido de grandes extensiones resulta un factor decisivo la planificación y la integración de los datos de entrada procedentes de distintas fuentes, especialmente cuando se parte de modelos validados que ocupan una parte del territorio, junto con datos no procesados del resto del territorio. Así mismo, la precisión en la elección de áreas de proyecto y de cálculo limita el tiempo de cálculo, lo que redundará en más tiempo para la preparación de un modelo sólido y el control de calidad de los resultados. Por último, la gestión del proyecto de manera visual y fácilmente comprensible tanto para el equipo de trabajo como para todos los actores implicados en el proyecto facilita la comunicación entre ellos.

REFERENCIAS

- [1] Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- [2] Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- [3] Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- [4] Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- [5] Memoria Resumen de los Mapas Estratégicos de Ruido de la Red de Carreteras de la Diputación Foral de Bizkaia, 2017.
http://sicaweb.cedex.es/docs/mapas/fase3/carretera/Bizkaia/Memoria_MER_C_EUS_Bizkaia.pdf
- [6] García Morales, Rubén; Ausejo Prieto, Miguel; Zabala Martín, Lander; Simón Otegui, Laura; Pereira Nieto, Javier; Ruiz Larsson, Daniel; Tijero Sanz, Félix. Realización de los Mapas Estratégicos de Ruido de las Carreteras de Bizkaia Correspondientes a la 3ª Fase, Tecniacústica 2017, A Coruña, España.
- [7] Ausejo, M.; Recuero, M.; Asensio, C.; Pavón, I. Reduction in calculated uncertainty of a noise map by improving the traffic model data through two phases. Acta Acustica United with Acustica, Vol. 97 (2011), 761-768.
- [8] Shilton, Simon; Jones, Nigel; Hepworth, Peter; Stimac, Alan; Ausejo, Miguel. Gestión y Control de Grandes Mapas de Ruido. Tecniacústica 2013, Valladolid, España.