



Mapas Estratégicos de Ruido en Espacios Naturales: MER del Parque Natural de Peñalara

Autor: Carlos Iglesias Merchan

Institución: Asociación Técnica de Ecología del Paisaje y Seguimiento Ambiental (ECOPÁS)

Otros autores: Luis Diaz-Balteiro (Universidad Politécnica de Madrid)

Resumen

Los mapas estratégicos de ruido (MER) son la herramienta de diagnóstico concebida en el ámbito de la UE con el objeto de disponer de información rigurosa sobre la contaminación acústica de los distintos territorios y los niveles de exposición de la población. Dicho diagnóstico constituye la base de los posteriores planes de acción, en función de los objetivos de calidad acústica de las zonas evaluadas y su nivel de afección.

Cuando se cumplen 10 años de la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, a nivel normativo sigue aún pendiente la tarea de definir objetivos de calidad acústica en espacios naturales y la recomendación de metodologías adecuadas para su evaluación. La diversidad de valores ambientales que puede albergar un espacio protegido y las variables implicadas en su gestión, unido a la escasa disponibilidad de resultados concluyentes en el ámbito de la afección del ruido sobre los ecosistemas, la fauna silvestre, paisajes, etc. ahondan en la dificultad técnica de abordar la problemática del ruido ambiental a la que se añade su compatibilidad con las habituales herramientas técnicas de gestión y administración de estos espacios singulares.

Al margen de los MER, de primera o segunda fase, que puedan incluir en su ámbito de estudio parte o la totalidad de los límites de algún espacio natural protegido, en esta comunicación se avanzan los primeros resultados de los MER del Parque Natural de Peñalara, situado en la Comunidad de Madrid. Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación que se desarrolla en estrecha colaboración con la Dirección y el personal técnico del Parque Natural de Peñalara. Se trata del primer espacio protegido de Europa que puede disponer de mapas estratégicos de ruido, como base para conocer su situación y abordar la contaminación acústica desde la perspectiva de la gestión de los espacios naturales.

Palabras claves: Mapa estratégico de ruido, MER, contaminación acústica, parque natural, espacios protegidos, ruido, biodiversidad, ecosistemas, fauna

INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica es reconocida como una forma de degradación del medio ambiente que tiene efectos significativos para la salud de las personas y de los animales (WHO 2011), pero las consecuencias sobre la fauna silvestre, ecosistemas, los paisajes y visitantes de los parques naturales no están todavía bien determinadas.

Existen numerosas referencias bibliográficas en relación a los efectos ecológicos de las carreteras y en buena parte de ellas se incluyen reiteradas alusiones al ruido generado por el tráfico rodado como uno de los factores causales. Estudios recientes relatan de manera más explícita el posible cambio en los comportamientos de los animales y en su distribución espacial como consecuencia del ruido de las carreteras (Barber et al 2011).

El ruido ambiental es un fenómeno relativamente complejo cuya caracterización no puede simplificarse a reglas que relacionen la distancia a la fuente de ruido con el volumen de tráfico, por ejemplo en el caso de una carretera. El ruido ambiental es un fenómeno complejo, en particular, entre los factores de indudable influencia en las condiciones de propagación en el caso de una infraestructura de transporte pueden considerarse aspectos como la proporción entre vehículos ligeros y pesados, la velocidad de circulación, el tipo de pavimento, el trazado en desmonte o terraplén, etc.

Además de sus potenciales impactos sobre los sistemas naturales, igual que otras formas de contaminación, la contaminación acústica de los espacios naturales puede tener consecuencias desde el punto de vista social, pues los visitantes de estos lugares acostumbran a tener una serie de expectativas asociadas a la visita de un entorno natural que en ocasiones resultan frustradas por ruidos de origen antrópico (Fidell et al. 1996; Pilcher et al 2009).

La Directiva 2002/49/CE, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, establece que los Estados Miembros elaboren mapas estratégicos de ruido (MER) de las principales infraestructuras y de las grandes aglomeraciones, con el objeto de disponer de información rigurosa sobre la contaminación acústica de los distintos territorios y los niveles de exposición de la población. Dicho diagnóstico constituye la base de los posteriores planes de acción, en función de los objetivos de calidad acústica de las zonas evaluadas y su nivel de afección.

La citada norma define los mapas de ruido como la presentación de datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en la que se refleja el nivel de superación de cualquier valor límite pertinente vigente, el número de personas afectadas en una zona específica o el número de viviendas expuestas a determinados valores de un indicador de ruido en una zona específica. Y en concreto, define los mapas estratégicos de ruido como aquéllos mapas diseñados para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona.

La Directiva 2002/49/CE proporciona indicadores de ruido como L_{den} y L_{night} , comúnmente seleccionados para evaluar molestias (L_{den}) y alteraciones de sueño (L_{night}), si bien los Estados miembros pueden emplear indicadores suplementarios, y recomienda métodos de evaluación de acuerdo con cada tipo de fuente de ruido. Si bien, en la zona de estudio, que se describe más adelante, existen actividades industriales,

circula una línea de ferrocarril de alta montaña junto a sus límites y es atravesada por varios corredores aéreos, en este trabajo tan sólo se adelantan los primeros resultados del MER correspondiente a las principales carreteras que atraviesan el ámbito de estudio. Para lo que está recomendado el método nacional de cálculo francés "NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)", mencionado en el "*Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6*" y en la norma francesa "XPS 31-133".

Un MER representa los datos relativos a alguno de los siguientes aspectos:

- Situación acústica existente, anterior o prevista expresada en función de un indicador de ruido,
- Superación de un valor límite de los objetivos de calidad,
- Número estimado de viviendas, colegios y hospitales en una zona dada que están expuestos a valores específicos de un indicador de ruido,
- Número estimado de personas situadas en una zona expuesta al ruido.

Por lo que en el caso de enfocar la elaboración de un MER desde el punto de vista de su posible utilización en la gestión de un espacio natural protegido, será necesario adaptar, entre otros, los anteriores aspectos. El MER de un espacio natural debe concebirse como una herramienta complementaria de la visión macroscópica que se tenga en las estrategias que se definen en los documentos de gestión de estos lugares singulares, de manera que contribuya a la toma de decisiones de sus gestores en la ordenación de los recursos y, por ejemplo, el uso público.

Los plazos previstos de elaboración de los MER de carreteras está relacionado con el volumen de tráfico de las mismas, estableciéndose el año 2007 para grandes ejes viarios con más de 6.000.000 vehículos/año (IMD 16.400 aprox.) y el año 2012 para las de tráfico superior a 3.000.000 vehículos/año (IMD 8.200 aprox.). La zona de estudio está constituida por el Parque Natural de Peñalara, en la Comunidad de Madrid, y su área de influencia socioeconómica (AIS), que se encuentra atravesada por dos carreteras; la carretera M-604 y la carretera M-611. La primera con una IMD de 850 vehículos aproximadamente y, la segunda, de unos 415 vehículos. Por tanto, la zona de estudio no estaría, de ninguna manera, incluida en el ámbito de los MER de carreteras de primera ni de segunda fase. Como tampoco lo está en los de aglomeraciones, aeropuertos o líneas ferroviarias, independientemente de que las características de este tipo de infraestructuras en la zona de estudio, o su entorno inmediato, no queden aquí reflejadas.

Al margen de los MER, de primera o segunda fase, que puedan incluir en su ámbito de estudio parte o la totalidad de la superficie de algún espacio natural protegido, los primeros resultados del MER del P.N. de Peñalara hacen que, posiblemente, este parque natural sea el primer espacio natural protegido de Europa que disponga de mapas estratégicos de ruido, como base para conocer su situación y abordar la contaminación acústica desde la perspectiva de la gestión de un espacio natural.

NORMATIVA

Ruido Ambiental

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- 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.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Sentencia de 20 de julio de 2010, de la Sala Tercera del Tribunal Supremo, por la que se anula la expresión "Sin determinar" que figura en relación con el Tipo de Área Acústica, f), dedicado a los "Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen", dentro de la Tabla A, que establece los "Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes", del Anexo II del Reglamento, dedicado a los denominados "Objetivos de calidad acústica", del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre.
- Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Parque Natural

Declaración

- Ley 6/1990, de 10 de mayo, de Declaración del Parque Natural de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara.
- Ley 1/2003, de 26 de Marzo, de modificación de la Ley del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares y de la Junta Rectora del Parque Natural de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara
- Instrumentos de planificación y gestión
- Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (P.O.R.N.) aprobado por Decreto 178/2002, de 14 de noviembre.
- Plan Rector de Uso y Gestión (P.R.U.G.).

Figura de protección

- Parque Natural

Otras figuras de protección

- ZEPA - ES0000057 "Alto Lozoya"
- LIC ES 3110002 "Cuenca del río Lozoya y Sierra Norte"
- Humedal protegido de la Comunidad de Madrid
- Humedal RAMSAR.
- Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Sierra de Guadarrama.

Además, el Parque Natural de Peñalara, forma parte del futuro Parque Nacional de las Cumbres de la Sierra de Guadarrama, cuya remisión a las Cortes Generales del Proyecto de Ley para su declaración fue aprobada por el Consejo de Ministros del 7 de septiembre de 2012. Cuyo Plan de Ordenación de los Recursos Naturales fue aprobado por mediante el Decreto 96/2009, de 18 de noviembre, del Consejo de Gobierno (BOCM 2010).

MÉTODO Y MATERIALES

De manera simplificada, en este apartado se resumen las principales características de las fuentes de ruido estudiadas y del método empleado. De acuerdo con las recomendaciones de la legislación vigente, en el caso de la evaluación del ruido ambiental causado por las carreteras del P.N. de Peñalara, se ha empleado el método nacional de cálculo francés "NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)", mencionado en la "Resolución de 5 de mayo de 1995, relativa al ruido de las infraestructuras viarias, Diario Oficial de 10 de mayo de 1995, artículo 6" y en la norma francesa "XPS 31-133".

Por lo que se refiere a los datos de entrada más relevantes sobre la emisión, en general se han considerado las condiciones estándar del método XPS 31-133, y se han tenido en cuenta los datos de tráfico facilitados por la Consejería de Transportes, Infraestructuras y Vivienda de la Comunidad de Madrid. En resumen, de los datos de tráfico cabe destacar que la IMD aproximada es de 850 vehículos en la carretera M-604 (con un 5,5% de vehículos pesados) y unos 425 vehículos en la carretera M-611 (con un 5,7 % de vehículos pesados). La velocidad media de los vehículos ligeros en la carretera M-604 se ha estimado en 60 km/h (en el caso de los vehículos pesados 50 km/h), y en la carretera M-611 se ha establecido en 55 km/h (45 km/h para los vehículos pesados).

Por último, se ha empleado el programa Predictor TM Type 7810, versión 8.1 (Bruel & Kjaer) para el cálculo del modelo de ruido. Este software permite modelar y predecir el efecto de los cambios en la configuración de los parámetros de cálculo y caracterizar escenarios pasados, presentes o futuros para diferentes fuentes de ruido.

ZONA DE ESTUDIO

El ámbito de estudio está delimitado por el área de influencia socioeconómica (AIS) del Parque Natural de Peñalara, que se encuentra en el término municipal de Rascafría, al norte de la Comunidad de Madrid. También incluye la zona de protección perimetral del parque, definida por el plan rector de uso y gestión (PRUG) de este espacio protegido, aprobado en el año 2003 (BOCM 2003).

El P.N. de Peñalara es uno de los espacios naturales más importantes de la Comunidad de Madrid, dado que es el valle mejor definido e individualizado de la sierra de Guadarrama y el que tiene los ecosistemas de montaña más representativos. Destaca por sus valores geológicos, geomorfológicos, por la singularidad y diversidad de especies y hábitats, por la espectacularidad de su paisaje y por la riqueza de su patrimonio histórico-artístico (Vielva 2011).



Figura 1: Localización del Parque Natural de Peñalara y su AIS (Fuente: Granados et al. 2006)

EL PARQUE NATURAL DE PEÑALARA

El P.N. de Peñalara (714 hectáreas) fue creado mediante la Ley 6/1990 de la Comunidad de Madrid (BOCM 1990). Si bien la primera figura de protección de este paraje se promulgó por la Real Orden de 30 de septiembre de 1930, por la cual se declaró como Sitio Natural de Interés Nacional, con el objetivo de preservar la singular geomorfología de origen glaciar y sus paisajes, por lo que en realidad es una de las zonas naturales protegidas más antiguas de España (Vielva 2011).

Peñalara posee diez especies de anfibios, es una de las zonas europeas de montaña más importantes en lo que se refiere a este grupo faunístico y también se encuentran destacadas poblaciones de aves, contabilizándose 97 especies, 79 de ellas protegidas.

ZONIFICACIÓN ACÚSTICA

De acuerdo con la legislación vigente, la zona de estudio se correspondería con una zona acústica de tipo “g” (espacios naturales que requieran protección especial), conforme al artículo 7 de la Ley 37/2003, del Ruido, y el anexo V del RD 1367/2007 que, a priori, contempla la inclusión de los espacios naturales que requieran protección especial contra la contaminación acústica. Como sucedería en el caso del P.N de Peñalara debido a su fauna, paisajes, etc. Además de las zonas protegidas, en esta categoría se pueden incluir las zonas tranquilas en campo abierto que se pretendan mantener silenciosas por motivos turísticos o de preservación del medio. No obstante, debido a que no existen criterios de calidad definidos para dicha categoría, se considera oportuno atender a otros criterios de zonificación del parque, como los contemplados en su PRUG, que tiene en cuenta la distribución y características generales de los factores del medio a los que se hacía referencia en el anexo V del Real Decreto. Al menos se obtendría una descripción de la situación acústica general de las distintas zonas que delimita este documento:

- Zonas de Máxima Reserva: Son enclaves singulares con el grado de protección más alto. Si están atravesadas por senderos autorizados por el Parque, pueden transitarse sin abandonar en ningún momento la senda.
- Zonas de Especial Protección: Son áreas de gran interés ecológico con especial protección en las que se permiten las actividades y aprovechamientos tradicionales, además del tránsito peatonal por los senderos establecidos.
- Zonas de Interés Educativo: Zonas de gran interés natural, potencial didáctico-interpretativo y mayor capacidad de acogida.

Por otro lado, las zonas de distinto uso que se establecen en la zona periférica de protección son:

- Zonas de Amortiguación y Preservación
- Zonas Forestales y Pecuarias
- Zonas de Uso Recreativo
- Zona de Uso Especial

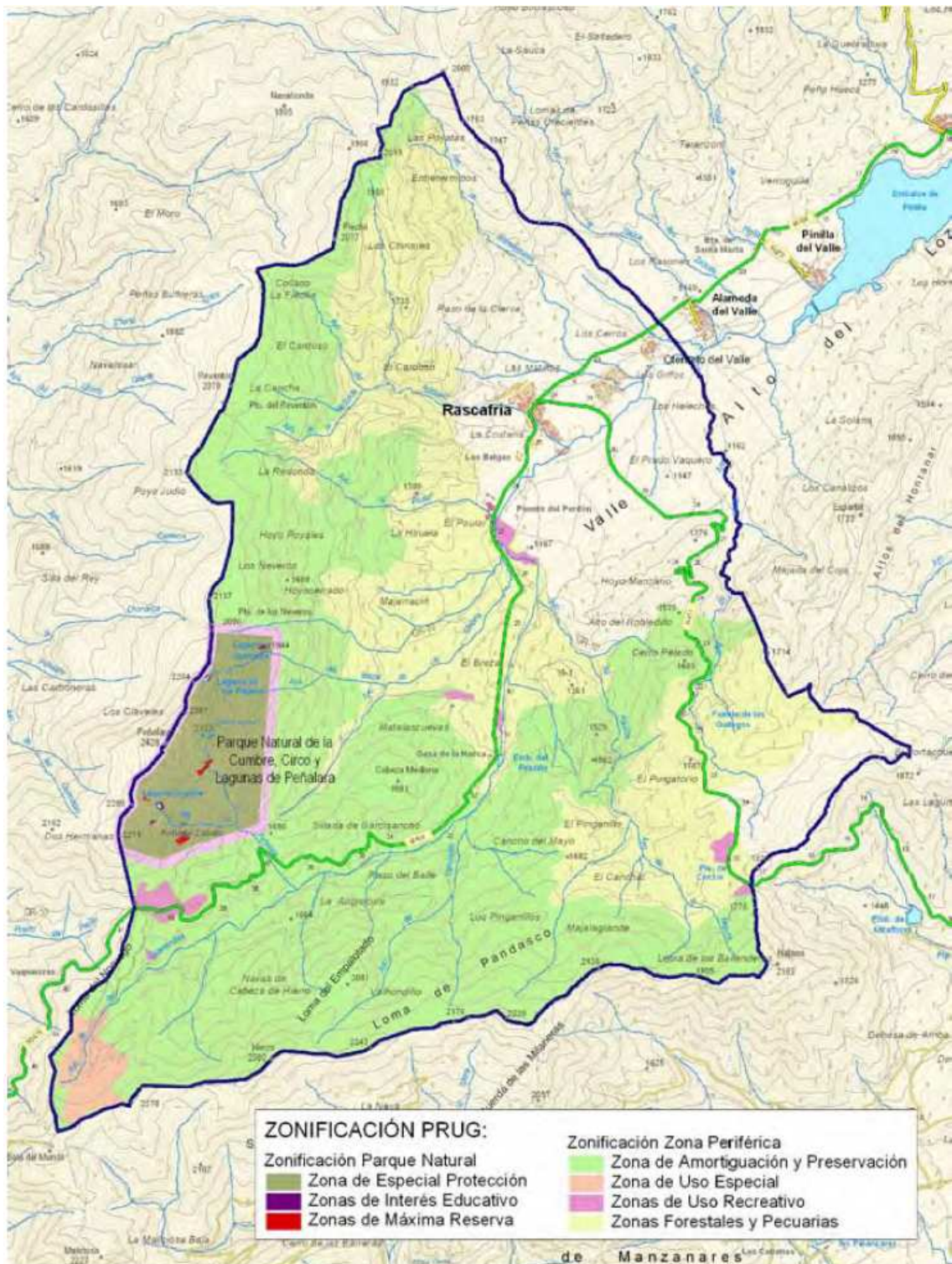


Figura 2: Zonificación del Parque Natural de Peñalara (Fuente: Peñalara 2012).

Pero el anterior esquema general se complica notablemente si, además, se tiene en cuenta la variedad de factores físicos y geomorfológicos que pueden encontrarse en el valle y las actividades humanas que se desarrollan en la zona, lo que enriquece notablemente la variedad de ambientes y da forma a una diversidad de ecosistemas dentro del AIS del parque natural. Teniendo en cuenta dichas circunstancias, se considera oportuno establecer la siguiente clasificación de grandes unidades de vegetación y usos del suelo: zonas de prados y pastizales, bosque de ribera, fresnedas, melojar, arbolado mixto de melojar y pinar, pinares de montaña, zonas de matorral, roquedos y, por supuesto, masas de agua, zonas urbanizadas y de infraestructuras.

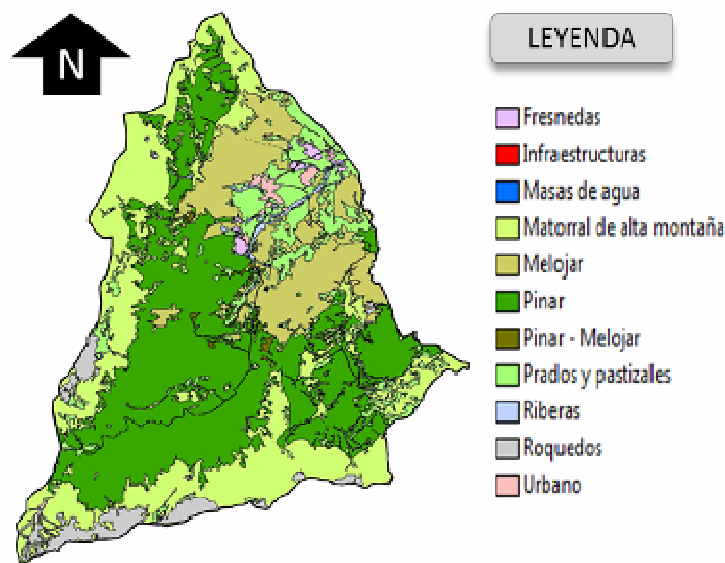


Figura 3: Principales unidades de vegetación y usos del suelo del AIS del P.N. de Peñalara (e. 1:250.000)

RESULTADOS

Los primeros resultados del MER de las carreteras del P. N. de Peñalara, atendiendo a su zonificación administrativa ofrecen una situación general caracterizada por los reducidos niveles de contaminación acústica. En las siguientes figuras se ilustran los niveles de presión sonora, referentes a los indicadores Lden y Lnight, en intervalos de 5 decibelios hasta el rango inferior de 25 decibelios.

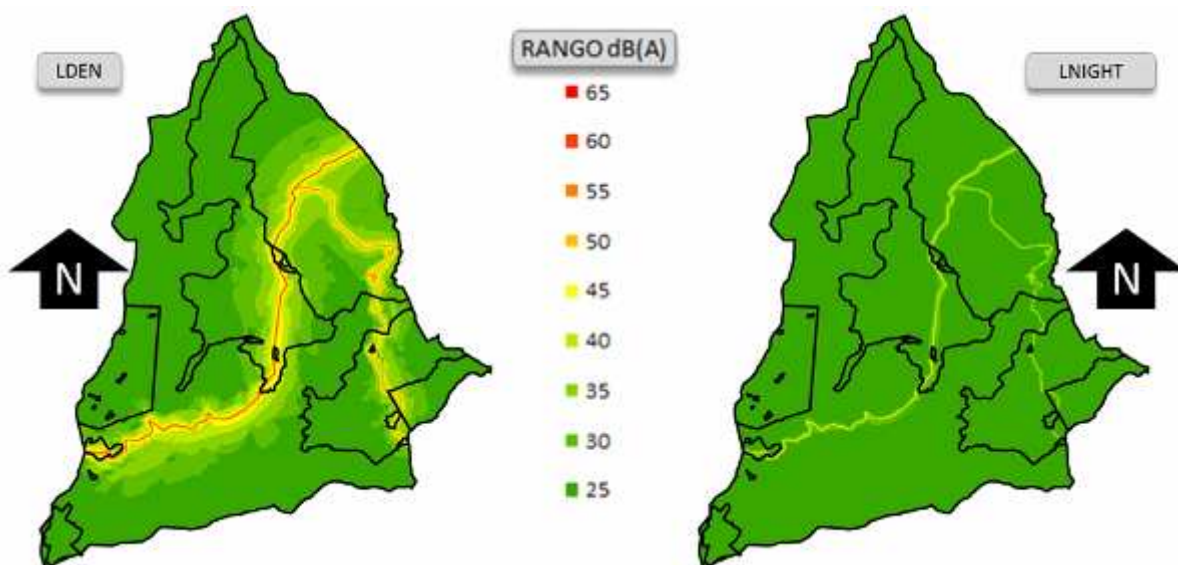


Figura 4: Mapas de niveles sonoros Lden y Lnight y zonificación del P.N. de Peñalara (e. 1:250.000)

Los MER incluyen información gráfica y numérica sobre las denominadas zonas de afección, que se obtienen a partir del mapa de niveles sonoros del indicador Lden. Las zonas de afección incluyen las superficies expuestas a valores de Lden superiores a 55, 65, y 75 dB, respectivamente. En el caso obvio de las afecciones a personas, se indica el número total estimado de viviendas y personas que viven en cada una de esas zonas.

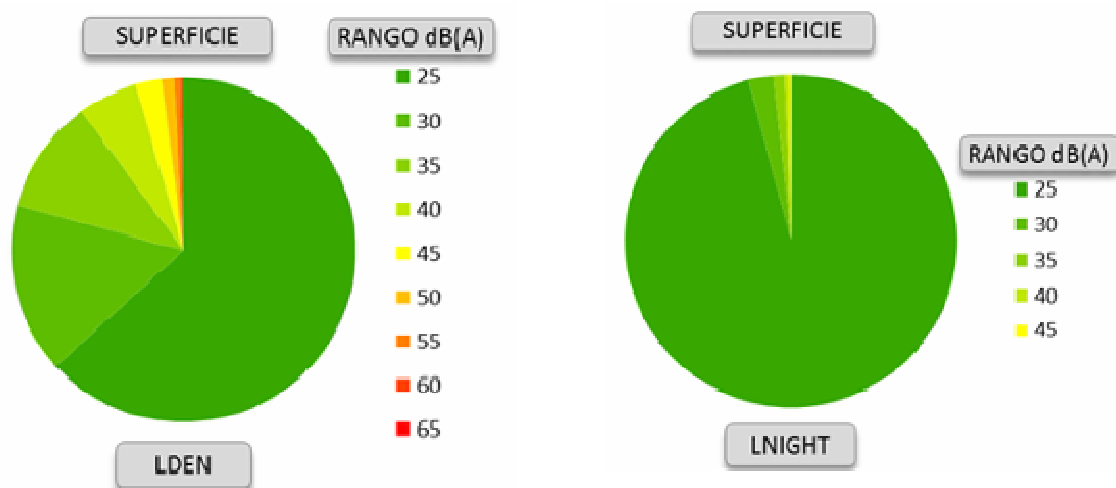


Figura 5: Proporción de superficie ocupada por cada intervalo de nivel de presión sonora procedente del tráfico de las carreteras M-604 y M-611 en el ámbito del AIS del P.N. de Peñalara

En este caso, dado que la isófona de 55 dB prácticamente coincide con el ancho de la calzada, y apenas resulta visible a la escala de representación de las figuras incluidas en este documento, se considera oportuno, de acuerdo con el argumento anterior, incluir las siguientes tablas de información sobre los niveles de afección a cada tipo de ecosistema por el tráfico rodado.

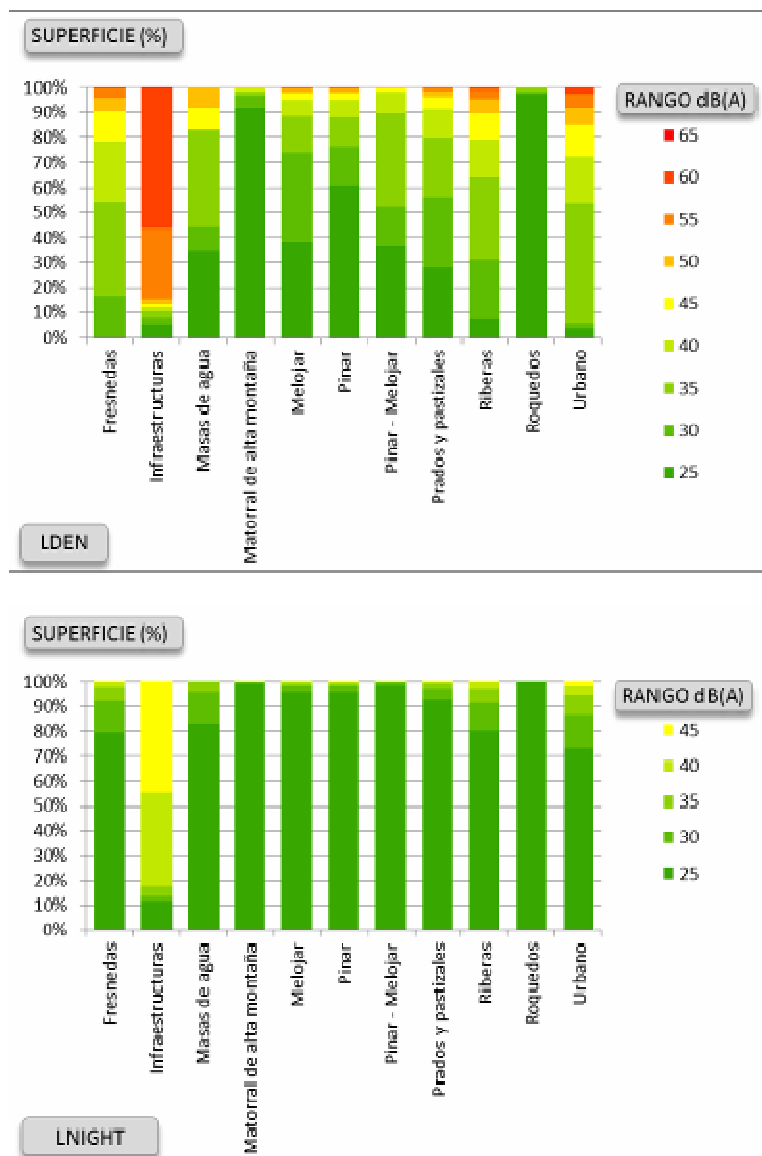


Figura 6: Proporción de superficie de cada ecosistema ocupado por cada intervalo de nivel de presión sonora procedente del tráfico de las carreteras M-604 y M-611 en el ámbito del AIS del P.N. de Peñalara

Otro tipo de mapa habitual de los MER es el de las zonas de conflicto, que se obtiene comparando los niveles sonoros resultantes para los indicadores Ld, Le y Ln con los objetivos de calidad acústica incluidos en el anexo II del RD 1367/2007 asignados a cada zona del territorio. Se señala el caso del indicador más desfavorable y el número de decibelios en que se supera el objetivo de calidad correspondiente. La inexistencia de objetivos de calidad definidos para las áreas acústicas de tipo "g" (espacios naturales que requieran protección especial), de acuerdo con el anexo V del mismo Real Decreto, hace imposible, a priori, establecer zonas de conflicto de acuerdo con la legislación vigente.

CONCLUSIONES

Si bien la legislación vigente en materia de gestión y evaluación del ruido ambiental se enfoca en los niveles de exposición de los seres humanos (en particular en zonas urbanizadas, parques públicos u otras zonas tranquilas de una aglomeración, en campo abierto, en las proximidades de centros escolares, hospitales y en otros edificios y lugares vulnerables al ruido), no se debe desatender la expansión de esta forma de contaminación sobre los ecosistemas naturales. No sólo por la necesidad de evaluar el nivel de presión al que se están sometiendo estos sistemas naturales y las poblaciones de fauna asociadas a cada uno de ellos, si no también desde el punto de vista de zonas tranquilas en campo abierto. Aunque los criterios cuantitativos a la hora de determinar la necesidad de elaborar los MER, así como la ausencia de recomendaciones u objetivos de calidad cuantificables en zonas tipo “g” (espacios naturales que requieran protección especial), constituyen un inconveniente a la hora de generalizar la elaboración de este tipo de mapas en el ámbito de los espacios naturales protegidos.

En todo caso, la elaboración de los MER de un espacio natural constituye una fuente de información imprescindible sobre la calidad ambiental de los distintos ecosistemas, por cuanto supone de indicativo de los niveles de presión antrópica en función de la gestión de los mismos. Además, es una información fácilmente actualizable que se puede replicar en el espacio y en el tiempo y permite la predicción de niveles en función de diferentes escenarios hipotéticos, lo cual resulta de gran utilidad a la hora de orientar la toma de decisiones.

La única dificultad actual consiste en la definición de métodos y criterios de elaboración adaptados a la singularidad de estos lugares, pudiéndose sustituir, por ejemplo, el número de personas y edificaciones expuestas a determinados niveles de ruido por superficie de hábitats, especies animales ligadas a los mismos, lugares de interés paisajístico, etc. En lo referente a otro aspecto crítico, como la altura del punto de evaluación de los índices de ruido, debe tenerse en cuenta la función y utilidad de un mapa estratégico, así como la escala de elaboración y la fase a la que corresponde en la toma de decisiones del gestor. En este sentido, a priori, no parece un inconveniente que los cálculos de los MER se realicen a una altura de $4,0 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ (3,8 m-4,2 m) sobre el nivel del suelo, como se establece en la legislación actualmente vigente. Debe tenerse en cuenta que la cartografía resultante sirve para caracterizar la situación general de un factor ambiental, que describe un ámbito amplio de diferentes ambientes. En todo caso, el experto puede extraer mayor información de la interpretación de los resultados del mapa, apoyándose en otros datos complementarios como la información topográfica, características de las fuentes de ruido, etc. Con independencia de que se puedan emplear en el ámbito de la gestión de especies de fauna que, por ejemplo, puedan reptar por el suelo, criar a más de 15 metros de altura o en el ámbito del uso público y la conservación de los paisajes sonoros.

En lo que se refiere a los primeros resultados del MER de las carreteras del P. N. de Peñalara, los mapas y resultados obtenidos ofrecen una situación general caracterizada por un reducido nivel de contaminación acústica por el tráfico de las dos principales carreteras. Los reducidos niveles de ruido se pueden deber, entre otros motivos, a la configuración de la red viaria, que ofrece tres puntos de acceso muy distantes entre sí, que prácticamente canalizan por separado el flujo de visitantes a los principales lugares de concentración de público y, además, se sitúan en la periferia del mismo AIS: el Puerto

de La Morcuera (en la carretera M-611), el Puerto de Cotos y la propia localidad de Rascafría (en la carretera M-604).

Cada uno de estos accesos se alcanza por tres de las principales autovías del norte de la Comunidad de Madrid (la autovía A-1, la autovía A-6 y la autovía autonómica M-607), lo que permite una distribución diferenciada del tráfico, prácticamente desde los tres vértices del AIS (figura 1). A pesar de que la cifra de visitantes del parque se sitúen en casi 150.000 visitantes anuales, este nivel de afluencia no da lugar a un número elevado de circulaciones a través de las carreteras del parque, posiblemente debido a las circunstancias anteriormente mencionadas del diseño de la red viaria, puesto que la IMD que caracteriza los tramos estudiados es aparentemente menor a la que correspondería a los accesos de una aglomeración equivalente.

Posteriormente a los MER se suelen elaborar los planes de acción, que recogen estimaciones sobre el tipo de afecciones y su cuantificación, algunas medidas que pueden prever las autoridades dentro de sus competencias. En el caso de un parque natural, estas acciones se podrían contemplar en sus planes de gestión que, en fases posteriores, permitirían estudiar aspectos como por ejemplo: la regulación del tráfico, cuestiones relacionadas con la ordenación de los usos, la aplicación de medidas técnicas en las fuentes emisoras, restricciones a las fuentes más ruidosas, medidas o incentivos reglamentarios o económicos, etc.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial por permisos, ayuda y colaboración de las siguientes instituciones y personas:



Comunidad de Madrid

**Consejería de Medio Ambiente y
Ordenación del Territorio**

D.G. de Medio Ambiente

S. G. de Gestión y Ordenación de Espacios Protegidos

**Consejería de Transportes,
Infraestructuras y Vivienda**

D.G. de Carreteras

S. G. de Planificación



Dirección y personal del P. N. de Peñalara

Juan Vielva (Dtor.), Luis Navalón, Fernando Horcajada,
José Luis izquierdo, Ana Díaz-Guerra, Alejandro Ciudad,
Gema Cacho, Montserrat Viñuelas, M^a Ángeles Miguel,
Belén Carrillo, Vanesa Moreno, Cristina Soria, Juan A. García,
Genoveva Tenthorey, Carmen Chaves y Desirée Rodríguez
Isaac Sanz, Ángel Sanz, Javier Díaz, Natalia Ruiz

Agradecimiento por soporte técnico a:

Brüel & Kjær 

www.bksv.es



www.escon.es

REFERENCIAS

Barber J.R.; Crooks C.; Fristrup K. 2011. Anthropogenic noise exposure in protected natural areas: estimating the scale of ecological consequences. *Landscape Ecol.* 26: 1281–1295.

BOCM. 1990. Ley 6/1990, de 10 de Mayo. Parques y Reservas Naturales. Declaración del Parque Natural de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, número 141, de 15 de junio de 1990.

BOCM. 2003. ACUERDO de 22 de mayo de 2003, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba definitivamente el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, número 135, de 9 de junio de 2003.

BOCM. 2010. Decreto 96/2009, de 18 de noviembre, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la Ordenación de los Recursos Naturales de la Sierra de Guadarrama en el ámbito territorial de la Comunidad de Madrid. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, número 11, de 14 de enero de 2010.

Brüel & Kjær, Technical documentation Predictor type 7810. Version 8.1. User manual. Naerum, DK: Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S; 2010

ESRI. ArcGIS 9.3. 2009. ESRI (Environmental Systems Research Institute), Redlands, CA

Fidell S.; Silvati L.; Howe R.; Pearsons K.S.; Tabachnick B.; Knopf R.C. 1996. Effects of Aircraft Overflights on Wilderness Recreationists. *Journal of the Acoustical Society of America*, 100 (5); 2909-2918.

Granados, I.; Toro, M.; Rubio-Romero, A. 2006. Laguna Grande de Peñalara. 10 Años de Seguimiento Limnológico. Dirección General del Medio Natural. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Comunidad de Madrid.

Peñalara. 2012. Memoria de actividades (2011-2012). Dirección General del Medio Natural. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Comunidad de Madrid.

Pilcher E.J.; Newman P.; Manning R.E. 2009. Understanding and Managing Experiential Aspects of Soundscapes at Muir Woods National Monument. *Environmental Management*, 43 (3); 425-435.

Vielva Juez J. 2011. El Parque Natural de Peñalara: valores únicos en el corazón de la sierra de Guadarrama. *Foresta*, 52; 264-266