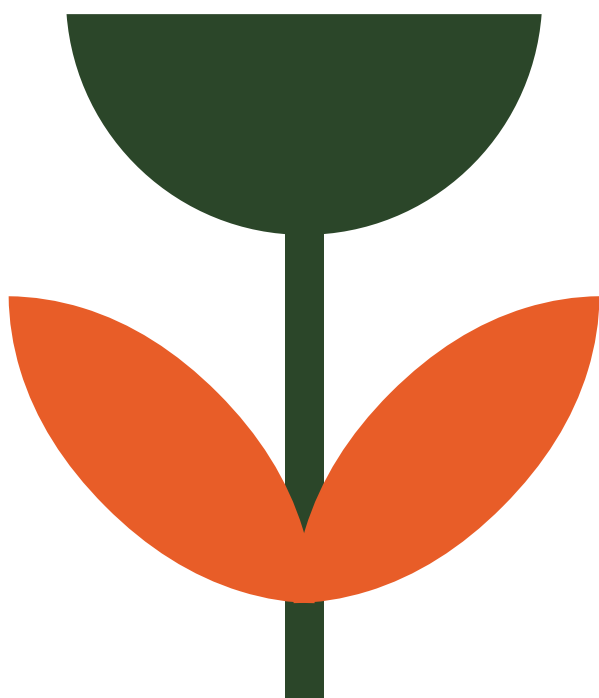


DOCUMENTO DE TRABAJO

Retos actuales en la acústica ambiental

COMITÉ TÉCNICO CT-30 CONTAMINACIÓN
ACÚSTICA





Edita: Fundación Conama

Año: 2024



Este documento está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Participantes del presente documento

Coordinadores CT-30

Miguel Ausejo. Vicepresidente. Sociedad Española de Acústica.

Laura García. Técnico. Fundación Conama.

Marta Seoane. Directora Área Técnica. Fundación Conama.

Relatores

Alberto Bañuelos Irusta. AAC Centro de Acústica Aplicada.

Ana García Sainz-Pardo. SENASA. Member of the Environmental Noise Expert Group & Zero Pollution Stakeholder Platform.

Antonio Hidalgo Otamendi. CECOR – Centro de Estudio y Control del Ruido.

Antonio Pedrero González. Presidente de la Sociedad Española de Acústica.

Carlos Iglesias Merchán. Universidad Politécnica de Madrid y ECOPÁS.

Carlos Soriano Pastor. Área de Contaminación Acústica en el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Francesc Daumal i Domènech. Catedrático Emérito UPC, Consultor Acústico.

Ignacio Soto Molina. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Javier Cachón de Mesa. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas / Ministerio de Fomento.

Jerónimo Vida Manzano. Departamento de Física Aplicada, Universidad de Granada.

Juaco Grijota Chousa. Consultor freelance – Socio de ECOPÁS.

Juan Luis Aguilera de Maya. Acusttel.

María Ángeles Antón García. AAC Centro de Acústica Aplicada.

Miguel Ángel González García. Área de Contaminación Acústica en el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Miguel Ausejo Prieto. Vicepresidente de la Sociedad Española de Acústica - Eurocontrol, Grupo Apave.

Miguel González Colino. CREAMNN (Madrid Nuevo Norte).

Mikel Amatriain Ormazabal. RWE Renewables Iberia.

Mónica Tomás Garrido. AAC Centro de Acústica Aplicada.

Núria Capdevila Montsech. Servei de Prevenció i Control de la Contaminació Acústica i Lumínica. Generalitat de Catalunya.



Rubén García Morales. Eurocontrol, Grupo Apave.

AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea). Servicio de Evaluación Ambiental y Ruido.

SENASA (Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica). Dirección de Medio Ambiente y Aeropuertos.

Comité técnico CT-30

Abel González. Diputado Delegado Área Infraestructuras, Movilidad y O. Territorio. Diputación de Badajoz.

Adrián Rodríguez. Consultor Acústico. AECOM.

Alberto Bañuelos. Director. AAC Centro de Acústica Aplicada, S.L.

Ana García. Especialista en ruido aeronáutico. SENASA.

Antonio Donoso. Inspector SEAR. SENASA.

Antonio Hidalgo. Administrador. Centro de Estudio y Control del Ruido S.L.

Aránzazu Sánchez. Adjunta Departamento Control Acústico. Ayuntamiento de Madrid.

Carlos Iglesias. Presidente. ECOPÁS - Asociación técnica de Ecología del Paisaje y Seguimiento Ambiental.

Carlos Soriano. Jefe de sección técnica. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Edson Jesús Plasencia. Profesor. Universitat de Barcelona.

Eduard Puig. Técnico del Servicio de Prevención y Control de la Contaminación Acústica y Lumínica. Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural. Generalitat de Catalunya.

Elisa Pozo. Observatorio 2030. CSCAE - Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España.

Eliseo Reinoso. Técnico superior control ambiental local. Diputación de Barcelona (DIBA).

Fernando López. Director. SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L.

Francesc Daumal. Catedrático Emérito. ETSAB (UPC).

Isabel López. Técnico Medio Ambiente Sede Central. Cruz Roja Española.

Itziar Aspuru. Responsable de Calidad y Confort Ambiental. Fundación Tecnalia.

Javier Cachón. Director CETA. CEDEX - Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

Jerónimo Vida. Docente e investigador. UGR – Universidad de Granada.

Jessica Leguia. Sección de Medio Ambiente. Colegio Oficial de Químicos de Madrid.

José Carlos Cobos. Director de Área Infraestructuras, Movilidad y O. del Territorio. Diputación Provincial de Badajoz.

Juaco Grijota. Asociado. ECOPÁS - Asociación técnica de Ecología del Paisaje y Seguimiento Ambiental.

Juan Luis Aguilera. Director Técnico. Acusttel.

Julio Gutiérrez. Mánager de medio ambiente. WSP Spain.

Laura Reboul. Técnica del Área de Acción Climática y Transición Ecológica Justa de UGT. UGT - Unión General de Trabajadores.





Marta Liesa. Jefe Servicio Medio Ambiente. Ayuntamiento de Huesca.

Miguel Ausejo Prieto. Vicepresidente de la Sociedad Española de Acústica - Eurocontrol, Grupo Apave.

Miguel Ángel Campos. Gerente RESTAURA. Diputación Provincial de Badajoz.

Miguel Ángel González. Jefe de Área de Ruido. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Miguel Ángel Sánchez. Técnico de Medio Ambiente. Ayuntamiento de Las Rozas de Madrid.

Miguel González. Coordinador Ambiental. CREAMNN (Madrid Nuevo Norte).

Olga Hernando. Responsable Mutuas C y L. UGT - Unión General de Trabajadores.

Ramón Fernández. Adjunto a Dirección de Servicios Técnicos: innovación, sostenibilidad y energía. Ayuntamiento de Avilés.

Ricardo Gey. Responsable del Equipo de Acústica. Prointec S.A.

Ruth Ballesteros. GA Medio Ambiente y Territorio. INECO.

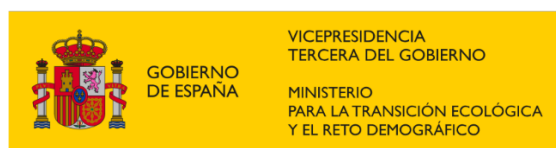
Sergio Muñoz. Asesor Ambiental. Ministerio de Defensa.

Silvia Bermejo. Ingeniera Servicios Medio Ambiente. Ayuntamiento de Fuenlabrada.

Este documento ha sido coordinado por la Sociedad Española de Acústica.



Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, pero no expresa la opinión del mismo.







Índice

1. Prólogo	1
2. Revisión del Real Decreto 1367/2007	2
2.1. Introducción	3
2.2. Estado del arte	3
2.3. Problemática	3
2.4. Propuestas de mejora y retos a futuro	4
2.5. Referencias específicas	5
3. CNOSSOS-EU como método comparable. Análisis con otros métodos de cálculo y resultados anteriores.	6
3.1. Introducción	7
3.2. Estado del arte	8
3.3. Avance de resultados	8
3.4. Referencias específicas	10
4. Altura de evaluación de la población expuesta en los mapas de ruido para la gestión efectiva del ruido: 4 m - todas las alturas.	11
4.1. Introducción	12
4.2. Estado del arte	12
4.3. Problemática	13
4.4. Propuestas de mejora y retos a futuro	13
4.5. Referencias específicas	14
5. Gestión y evaluación del ruido ambiental en la industria. Utilización de CNOSSOS vs ISO 9613	15
5.1. Introducción	16
5.2. Estado del arte	16
5.3. Problemática	17
5.4. Propuestas de mejora y retos a futuro	17
5.5. Propuestas de mejora y retos a futuro	18
6. Limitaciones del método CNOSSOS para estudios acústicos de Parques Eólicos	19
6.1. Introducción	20
6.2. Estado del arte	20
6.3. Problemática	21
6.4. Propuestas de mejora y retos a futuro	22
6.5. Referencias específicas	22
7. Evaluación del ruido de ocio	23



7.1.	Introducción	24
7.2.	Estado del arte	24
7.3.	Problemática	25
7.4.	Propuestas de mejora y retos a futuro	26
7.5.	Referencias específicas	27
8.	Evaluación del impacto acústico en obra: medidas y modelización	29
8.1.	Introducción	30
8.2.	Estado del arte	30
8.3.	Problemática	31
8.4.	Propuestas de mejora y retos a futuro	31
8.5.	Referencias específicas	32
9.	Rol del supervisor en el cumplimiento de la normativa de ruido ambiental en infraestructuras aeroportuarias	34
9.1.	Introducción	35
9.2.	Estado del arte	35
9.3.	Problemática	35
9.4.	Propuestas de mejora y retos a futuro	36
9.5.	Referencias específicas	36
10.	Contaminación acústica en zonas tranquilas, campo abierto y zonas naturales	38
10.1.	Introducción	39
10.2.	Estado del arte	39
10.3.	Problemática	40
10.4.	Propuestas de mejora y retos a futuro	40
10.5.	Referencias específicas	41
11.	Efectos del ruido en la salud. Tras la Directiva 2002/49 se cuantifican los efectos nocivos del ruido ambiental. Aplicación, límites, experiencias	43
11.1.	Introducción	44
11.2.	Las relaciones dosis - efecto	44
11.3.	El escenario de partida	44
11.4.	Dificultades en la aplicación	45
11.5.	Propuestas de mejora	46
11.6.	Retos a futuro	46
11.7.	Referencias específicas	46
12.	Impacto de las mejoras de los Planes de Acción en la reducción del ruido y su molestia asociada	48
12.1.	Introducción	49



12.2.	Análisis de la situación actual	49
12.3.	Acciones adoptadas por la Unión Europea	50
12.4.	Implementación en España y retos a futuro	51
12.5.	Referencias específicas	52
13.	Ecología acústica. Impacto acústico en el medio natural	53
13.1.	Introducción	54
13.2.	Estado del arte	54
13.3.	Problemática	55
13.4.	Propuestas de mejora y retos a futuro	55
13.5.	Referencias específicas	55
14.	Participación ciudadana en la evaluación del ambiente acústico urbano	58
14.1.	Introducción	59
14.2.	Estado del arte	59
14.3.	Problemática	60
14.4.	Propuestas de mejora y retos a futuro	60
14.5.	Referencias específicas	61
15.	Evaluación del sonido a la altura del oído en espacios abiertos y espacios naturales	63
15.1.	Introducción	64
15.2.	Estado del arte	64
15.3.	Problemática	64
15.4.	Propuestas de mejora y retos a futuro	65
15.5.	Referencias específicas	65
16.	Paseos sonoros con público infantil. Experiencia	66
16.1.	Introducción	67
16.2.	Estado del arte	67
16.3.	Problemática	67
16.4.	Propuestas de mejora y retos a futuro	68
16.5.	Referencias específicas	69
17.	Concienciación en acústica ambiental para edades tempranas	71
17.1.	Introducción	72
17.2.	Estado del arte internacional	72
17.3.	Iniciativas en España	73
17.4.	Propuestas de mejora y retos a futuro	74





1. PRÓLOGO

En el marco del Congreso Nacional de Medio Ambiente, es un honor presentar este documento técnico elaborado por el grupo de trabajo de Acústica Ambiental, cuyo contenido aborda una problemática creciente y crucial para la sostenibilidad y el bienestar de nuestras comunidades: la gestión y mitigación de la contaminación acústica. El ruido ambiental se ha consolidado en los últimos años como uno de los desafíos clave para las políticas de sostenibilidad en nuestro país, no solo por su impacto en la calidad de vida de la población, sino también por sus efectos comprobados en la salud y en el entorno natural.

El trabajo que aquí presentamos es un esfuerzo de coordinación y análisis que subraya la necesidad de una actualización de nuestro marco normativo. A través de una revisión exhaustiva del Real Decreto 1367/2007, se han identificado tanto logros como áreas de mejora en la legislación existente, con especial énfasis en los retos derivados de la zonificación acústica, los niveles de calidad en entornos urbanos y rurales, y la adopción de nuevas metodologías de evaluación del ruido, como CNOSSOS-EU, que supone un método común para la evaluación en toda Europa. Esta labor no solo representa un avance técnico significativo, sino también una invitación a la acción para ajustar nuestras normativas a los avances científicos y a las demandas de una ciudadanía cada vez más consciente de su entorno acústico.

La participación de la Sociedad Española de Acústica en CONAMA es una muestra más de nuestro compromiso con la mejora continua en la gestión del medio ambiente sonoro.

Confiamos en que las reflexiones y recomendaciones aquí plasmadas serán herramientas de valor incalculable para la toma de decisiones a nivel local, autonómico y nacional. Que este documento inspire y promueva cambios efectivos en favor de un ambiente más silencioso, sano y equitativo para todos.

Agradecemos a todas las Instituciones, profesionales, investigadores y técnicos que han contribuido a este documento, por su rigor y dedicación en la exploración de alternativas y soluciones prácticas para reducir la contaminación acústica y promover entornos acústicamente saludables. No nos cabe ninguna duda de que este trabajo aportará una base sólida para la futura revisión de nuestra normativa y servirá como referente para los esfuerzos que aún quedan por delante.

Relatores

Antonio Pedrero González. Presidente de la Sociedad Española de Acústica.

Miguel Ausejo Prieto. Vicepresidente de la Sociedad Española de Acústica.



2. REVISIÓN DEL REAL DECRETO 1367/2007

Miguel Ángel González García. Área de Contaminación Acústica en el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Carlos Soriano Pastor. Área de Contaminación Acústica en el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.



2.1. Introducción

El Real Decreto 1367/2007

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, desarrolla la Ley del Ruido en España, estableciendo una normativa para proteger a la población de la contaminación acústica. Desde su adopción, ha sido un marco fundamental para la gestión del ruido ambiental, una norma muy importante y con la función de proteger a la sociedad de los efectos dañinos de la contaminación acústica. Sin embargo, la aplicación práctica de la norma ha revelado ciertos desafíos, indeterminaciones e ineficiencias, lo que ha llevado a que en los últimos años se plantee la necesidad de una revisión técnica para, entre otras cosas, actualizar su contenido y mejorar su aplicabilidad.

2.2. Estado del arte

Situación actual de la normativa acústica

La normativa del ruido en España se estructura en torno a la **Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido**, que establece los principios fundamentales para la prevención, vigilancia y reducción de la contaminación acústica. Esta ley se desarrolla a través de dos reglamentos principales:

Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre: Regula la zonificación acústica, los objetivos de calidad y los límites de emisión e inmisión de ruido, definiendo los niveles aceptables en distintos ámbitos (residencial, industrial, educativo, etc.) y estableciendo procedimientos para la protección frente a la contaminación acústica.

Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre: Establece los criterios para la evaluación y gestión del ruido ambiental, incluyendo la elaboración de mapas estratégicos de ruido y planes de acción en áreas urbanas y alrededor de infraestructuras de transporte, en cumplimiento con la Directiva 2002/49/CE.

A parte nos encontramos una implementación desigual en las Comunidades Autónomas en cuanto a legislación del Ruido, con algunas integrando la normativa en leyes específicas de gestión ambiental, mientras que otras la aplican mediante reglamentos o leyes propias.

2.3. Problemática

Retos para la renovación del Real Decreto 1367/2007

Con el paso de los años y gracias al avance científico y a la experiencia se ha visto que es necesaria una renovación del Real Decreto 1367/2007 debido principalmente a:

Ambigüedad en la normativa: Algunos aspectos no están suficientemente claros, lo que dificulta su interpretación y aplicación.

Desarrollo normativo desigual: Las diferencias en la legislación de las comunidades autónomas han dado lugar a enfoques diversos, afectando la coherencia en la gestión del ruido.



Limitaciones técnicas debido a falta de actualización: La normativa necesita incorporar los avances científicos y tecnológicos en el campo de la acústica que se han producido en los últimos años para mejorar la precisión en la evaluación del ruido y la efectividad de las medidas de mitigación.

Revisión de los niveles de protección que se adecuen a la nueva evidencia científica y a la experiencia obtenida durante estos últimos años.

Desarrollar aspectos de la Ley 37/2003 que no están lo suficientemente desarrollados en ninguno de los dos Reales Decretos: Áreas acústicas, temas relativos a la prevención y corrección de la contaminación acústica o la planificación territorial en las zonas de servidumbre.

2.4. Propuestas de mejora y retos a futuro

Dificultades encontradas durante el proceso de revisión técnico anterior, fortalezas y enfoque para relanzar el proceso.

El proceso que se inició previamente constaba de dos etapas: Una etapa técnica y una etapa de propuesta de borrador normativo. Durante el proceso nos encontramos con una serie de dificultades:

- Trabajo excesivamente prospectivo debido a que las cuestiones planteadas a los expertos eran posiblemente demasiado abiertas.
- Solapes entre trabajos e ineficiencias.
- Exceso de carga de reuniones.

Pero gracias a ello se puede ahora plantear un mejor enfoque para relanzar el proceso y cuyo esquema básico que se plantea es el siguiente

1. Preparación por el MITERD: Desde el Ministerio de transición ecológica y reto demográfico se “empujará” para la renovación de este Real Decreto, asumiendo la mayor parte de la carga de trabajo y apoyándose en los expertos en aquellos temas dónde no pueda llegar. Se redefinirán las áreas de trabajo para que no tengan solapes y se establecerán unas metas claras y concretas evitando el trabajo prospectivo.

2. Trabajo técnico en los subgrupos de trabajo: Relanzamiento de los subgrupos explicitando metas concretas para cada área de trabajo y evitando que se convierta en un trabajo de investigación. La norma se ha de renovar con el conocimiento existente en el sector de la acústica. Además, se evitará la sobrecarga de trabajo y el exceso de reuniones para lo cual desde el MITERD se realizará una correcta y exhaustiva planificación del proceso. Los principales aspectos para tratar en la renovación de la normativa serán:

- Bases de la evaluación y gestión del ruido: Zonificación, Ocas, ...
- Preservación de la calidad acústica y prevención: Zonas tranquilas, paisajes sonoros protegidos, zonas de servidumbre, ...
- Evaluación de la contaminación acústica.
- Gestión de la contaminación acústica.
- Regulación de emisores.
- Índices acústicos y procedimientos de evaluación del cumplimiento.
- Inspección y sanción.



3.Trabajo en grupo principal: Una vez cerrado el trabajo técnico se discutiría en el grupo de trabajo principal, compuesta por las administraciones públicas.

4.Elaboración y tramitación.

2.5. Referencias específicas

- [1] 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.
- [2] 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] Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

Relatores

Miguel Ángel González García. Área de Contaminación Acústica en el Ministerios para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Carlos Soriano Pastor. Área de Contaminación Acústica en el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.



3.CNOSSOS-EU COMO MÉTODO COMPARABLE. ANÁLISIS CON OTROS MÉTODOS DE CÁLCULO Y RESULTADOS ANTERIORES.

Miguel Ausejo Prieto. Eurocontrol, Grupo Apave

Rubén García Morales. Eurocontrol, Grupo Apave

Ignacio Soto Molina. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Javier Cachón de Mesa. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas / Ministerio de Fomento



3.1. Introducción

Mediante la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002 se recomendó el uso de métodos comunes de evaluación en todos los estados miembros de la Unión Europea. Esta norma fue traspuesta a nuestra legislación mediante 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 zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Los métodos comunes de evaluación indicados en esta normativa, conocidos como **métodos de cálculo interinos**, comprenden los siguientes métodos en función del foco de ruido:

- Método nacional de cálculo francés, NMPB – Routes – 96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB), establecido como método de referencia para tráfico viario.
- Método nacional de cálculo de los Países Bajos SRM II (Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï'96), establecido como método de referencia para tráfico ferroviario.
- Método ISO 9613 – 2 establecido como método de referencia para ruido industrial.
- Método ECAC.CEAC Doc. 29 establecido como método de referencia para ruido de aeronaves.

En 2008, la Comisión Europea comenzó a desarrollar un marco metodológico para la evaluación común del ruido a través del proyecto «Métodos comunes de evaluación del ruido en Europa» (**CNOSSOS-EU**) dirigido por Centro Común de Investigación (JRC, Joint Research Centre), Dirección General de la Comisión Europea.

Como resultado de dicho proyecto, se aprobó definitivamente la Directiva 2015/996, de la Comisión por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE. Mediante esta normativa se sustituye el anexo II de la Directiva 2002/49/CE por el texto de la Directiva aprobada en 2015, la cual tenía que ser traspuesta al ordenamiento jurídico de cada uno de los Estados miembros, a más tardar, el 31 de diciembre de 2018.

España traspone la Directiva 2015/996 mediante la Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del 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 evaluación del ruido ambiental.

De acuerdo a dicha Orden, se sustituyen los métodos de cálculo de los índices de ruido por una metodología común de cálculo desarrollada por la Comisión Europea a través del proyecto «Métodos comunes de evaluación del ruido en Europa (CNOSSOS-EU)». La utilización de esta metodología es vinculante para los Estados miembros desde el 31 de diciembre de 2018.

Posteriormente la Comisión Europea llevó a cabo una revisión de esta metodología de cálculo común, que afecta a diferentes aspectos entre los que se encuentran formulaciones para la consideración de las difracciones en la propagación del sonido, o la forma de evaluar la exposición de la población al ruido en las fachadas. Estos aspectos se introdujeron en el Anexo II de la Directiva de Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental mediante la aprobación de la Directiva Delegada (UE) 2021/1226 de la Comisión, de 21 de diciembre de 2020, por la que se modifica, para adaptarlo al progreso científico y técnico, el anexo II de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en cuanto a los métodos comunes para la evaluación del ruido. Esta norma fue traspuesta a nuestra legislación mediante la Orden PCM/80/2022, de 7 de febrero, por la que se modifica el anexo II del 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.

Este establecimiento del método de cálculo común europeo CNOSSOS-EU para la elaboración de trabajos de cartografiado del ruido supone la sustitución de las metodologías de cálculo que venían empleándose en este tipo de trabajos (métodos interinos) por esta nueva metodología.



3.2. Estado del arte

Situación actual de la normativa acústica

La realización de los MER en primera, segunda y tercera ronda utilizando métodos diferentes (interinos) a los empleados en cuarta ronda (CNOSSOS-EU), hace que los resultados no sean fácilmente comparables. Es importante destacar que la diferencia entre métodos radica en el cálculo de la emisión y de la propagación.

Existen diversos artículos científicos que tratan sobre la comparación entre métodos, pero actualmente no existe un documento que analice la diferencia entre métodos para diferentes fuentes de ruido, en diferentes escenarios y para diferentes tipologías de datos, específicamente y para el caso español.

La comparación entre resultados de diferentes rondas es clave, no sólo para conocer el histórico de la contaminación acústica sino para poder evaluar la efectividad de las medidas implementadas por los Planes de Acción contra el Ruido sobre el foco de ruido concreto y evaluar la mejora continua de dichos planes. Esto se establece claramente en el Artículo 13 del Real Decreto 1513/2005, por el que se desarrolla la Ley 37/2003:

Con el fin de que los resultados obtenidos en los procesos de evaluación del ruido ambiental sean homogéneos y comparables, las administraciones competentes velarán por la implantación de sistemas de control que aseguren la correcta aplicación de los métodos y procedimientos de evaluación establecidos en este real decreto.

Actualmente, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, junto con el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas y la asistencia técnica de Eurocontrol, ha desarrollado un documento que analiza exhaustivamente las diferencias entre los métodos interinos y el método CNOSSOS-EU para su aplicación en España. Dicho documento se pondrá a disposición pública en breve.

3.3. Avance de resultados

El análisis comparativo de los métodos de cálculo interinos y el método de cálculo CNOSSOS-EU llevado a cabo presenta las principales diferencias y similitudes entre los métodos de cálculo.

Ruido de tráfico viario

- Porcentaje de vehículos pesados: El porcentaje de vehículos pesados tiene mayor influencia en la potencia acústica en el método interino (NMPB – Routes – 96) que en el método CNOSSOS-EU.
- Velocidad: La variación en la velocidad tiene mayor influencia en la potencia acústica en el método CNOSSOS-EU.
- Distancia y altura de receptores: Las mayores diferencias en los niveles de presión sonora se observan a baja altura y a partir de 25 metros de distancia, donde los resultados obtenidos con el método interino son, en general, superiores en más de 5 dB(A) respecto al método CNOSSOS-EU.
- Obstáculos: La presencia de edificios o pantallas acústicas reduce las diferencias de niveles de presión sonora entre métodos en los receptores a baja altura y en los receptores apantallados; sin embargo, los niveles de presión sonora obtenidos según el método interino siguen siendo superiores.



- Conclusión general: En términos generales y considerando las variables y condiciones estudiadas, el método interino arroja resultados superiores al método CNOSSOS-EU para el ruido de tráfico viario.

Ruido de tráfico ferroviario

- Trenes de alta velocidad: Se observan niveles de presión sonora más altos según el método interino (SRM II), con diferencias que oscilan entre 4 dB(A) y más de 6 dB(A) en comparación con el método CNOSSOS-EU.
- Trenes de media distancia, cercanías y mercancías: Las diferencias son menores que las obtenidas con los trenes de alta velocidad, siendo los niveles de presión sonora previstos según el método CNOSSOS-EU entre 0,1 dB(A) y 3,5 dB(A) superiores.
- Propagación vertical: Existen diferencias considerables en la propagación vertical, atribuibles en parte a la directividad definida por el método CNOSSOS-EU.
- Obstáculos: La presencia de edificios altos o pantallas acústicas reduce las diferencias entre métodos en los receptores apantallados.
- Conclusión general: En términos generales y considerando las variables y condiciones estudiadas, el método interino arroja resultados superiores al método CNOSSOS-EU para el ruido de tráfico ferroviario. Sin embargo, es importante destacar que la comparación entre métodos no es obvia ni inmediata, ya que tanto los datos de entrada como la formulación cambian sustancialmente.

Ruido industrial

- Focos puntuales, lineales y superficies verticales: Los niveles de presión sonora previstos según el método interino (ISO 9613 – 2) son superiores a los previstos según el método CNOSSOS-EU, con diferencias relativamente constantes en distancia y altura de alrededor de 1 dB(A).
- Focos superficiales: También se obtienen niveles superiores según el método interino, con diferencias que aumentan a baja altura y con la distancia, llegando a más de 3,5 dB(A).
- Pantallas acústicas: En los casos analizados con pantallas acústicas, las diferencias entre métodos son mayores que sin apantallamiento. Los niveles de presión sonora son superiores según el método interino, con diferencias relativamente constantes de entre 4 dB(A) y 5 dB(A).
- Edificios y difracción:
 - Sin difracción lateral: Cuando los receptores están apantallados y no existe difracción lateral, los niveles de presión sonora previstos según el método CNOSSOS-EU son superiores, alcanzando diferencias de en torno a 6 dB(A).
 - Con difracción lateral: En los casos en que existe difracción lateral, se observan niveles mayores de presión sonora según el método interino, con diferencias de en torno a 5 dB(A).
- Focos superficiales verticales continuos: Donde coexisten la difracción vertical y la horizontal, el método interino presenta niveles mayores de presión sonora, con diferencias de alrededor de 7,5 dB(A).
- Propagación vertical: En la propagación existen ciertas diferencias en la vertical del foco acústico, donde el método CNOSSOS-EU muestra un componente vertical especialmente en focos puntuales, que no aparece en el método interino.
- Conclusión general: Con respecto al ruido industrial, la variabilidad de resultados en la comparación entre el método interino y el método CNOSSOS-EU hace que no se pueda generalizar. Sin embargo, se observan diferencias elevadas, especialmente cuando se comparan escenarios con muchos obstáculos y con difracción vertical y horizontal.



Efectos de la absorción del terreno

- Absorción del terreno: En general, el cambio en la absorción del terreno tiene un mayor efecto en los niveles de presión sonora previstos según el método CNOSSOS-EU. Con terreno reflectante, existe menor diferencia en la propagación entre ambos métodos.

3.4. Referencias específicas

- [1] Guía básica de recomendaciones para la aplicación de los métodos comunes de evaluación del ruido en Europa (CNOSSOS-EU). Recomendaciones para su aplicación a la evaluación del ruido de fuentes industriales, carreteras, ferrocarriles y aglomeraciones. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 2022.
- [2] ADIF, 2022. Guía para la aplicación del método CNOSSOS-EU en la modelización del ruido producido por las circulaciones ferroviarias en las infraestructuras de ADIF y ADIF AV.
- [3] EPA Research. Report No. 382. Transitioning to Strategic Noise Mapping under CNOSSOS-EU (Noise-Adapt).

Relatores

Miguel Ausejo Prieto. Eurocontrol, Grupo Apave.

Rubén García Morales. Eurocontrol, Grupo Apave.

Ignacio Soto Molina. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Javier Cachón de Mesa. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas / Ministerio de Fomento



4. ALTURA DE EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN EXPUESTA EN LOS MAPAS DE RUIDO PARA LA GESTIÓN EFECTIVA DEL RUIDO: 4 M - TODAS LAS ALTURAS.

Alberto Bañuelos Irusta. AAC Centro de Acústica Aplicada

Mónica Tomás Garrido. AAC Centro de Acústica Aplicada



4.1. Introducción

La evaluación de la exposición de la población al ruido consiste en obtener los niveles de ruido en fachada y asociarlos a la población de cada edificio. La forma en la que se realiza este proceso tiene una fuerte incidencia en los resultados de un mapa de ruido.

La legislación europea [1] y la española [2,3,4] establecen la altura de referencia en 4 m de altura, por lo que, por ejemplo, los MER se requieren sólo para la evaluación a 4 m de altura sobre el terreno que, lógicamente, no tiene por qué ser representativa de los niveles en el resto de las alturas de un edificio o de los niveles que llegan a los usuarios de un espacio público en el exterior. Además, la referenciación de los OCA a 4 m de altura no permite comprobar la eficacia de actuaciones que se adoptan para reducir el ruido como son las pantallas acústicas, ya que su eficacia está muy condicionada por la altura de evaluación de los receptores. Una pantalla acústica que sea eficaz a 4 m de altura puede no serlo a partir del segundo piso del edificio al que pretende proteger.

Por este motivo, son muchos los municipios que, para evitar los errores que implica la evaluación sólo a 4 m de altura de los MER, llevan años efectuando evaluaciones complementarias a todas las alturas, situación que genera discusión sobre el método para evaluar la población expuesta al ruido como resultado del mapa de ruido.

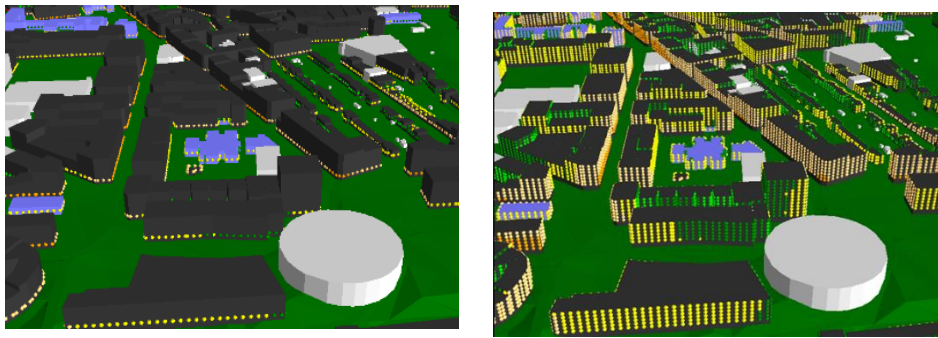
La evaluación de la exposición al ruido de la población que propone la última versión del método común europeo, CNOSSOS-EU [5,6], reparte la población del edificio sólo en la mitad de los receptores del mismo con mayor nivel sonoro, buscando con ello tratar de asociar la población a la fachada más expuesta para representar mejor el efecto en la salud de los residentes. Método que no parece adecuado en el caso de la evaluación en todas las alturas, por lo que otros métodos como el VBEB [7], que reparte proporcionalmente la población en todos los receptores de todas las fachadas, es más razonable para la gestión, aunque puede tener el efecto no deseado de minimizar los resultados de los indicadores de evaluación de los efectos en la salud [8].

4.2. Estado del arte

La evaluación a todas las alturas no representa ningún problema técnico, ya que los modelos de ruido ambiental contemplan esta posibilidad. Incluso la información que se solicita de los datos de entrada y de los resultados de los mapas de ruido no justifica una simplificación en el cálculo para limitarlo a 4 m de altura, teniendo en cuenta que la evaluación a todas las alturas se realiza habitualmente en estudios acústicos y es solicitada por otras legislaciones.

El interés del método CNOSSOS-EU para el reparto de la población afectada en los edificios es el de concentrar la población en las fachadas más expuestas tratando de asociar el mayor nivel de la vivienda a todos los residentes en la misma, para evitar que se minimice el cálculo al repartir los residentes en varias fachadas, riesgo que, por ejemplo, existe con el método VBEB.

Pero, por otro lado, limitar la evaluación a 4 m presenta el inconveniente de asociar todos los residentes de un edificio a la exposición de los del primer piso, lo que puede producir errores muy importantes en muchos casos, especialmente en zonas con orografía compleja y/o con edificios de gran altura. Además, si el método CNOSSOS-EU se aplica conjuntamente a todas las alturas de un edificio, también puede considerar sólo los receptores de las alturas más desfavorables, distorsionando la realidad al asociar la población de todo el edificio sólo a las fachadas y alturas más afectadas. Cómo compaginar los dos objetivos es el reto para encontrar el método de evaluación más apropiado.



Ejemplos de receptores en evaluación a 4 m (izda.) y a todas las alturas (dcha.)

4.3. Problemática

Una legislación práctica y efectiva debe establecer con claridad la protección de los receptores sensibles al ruido al establecer los objetivos de calidad acústica (OCA) y su aplicación en la evaluación del ruido debiera valorar la situación real de los receptores, incluido el MER como evaluación del ruido en aglomeraciones con más de 100.000 habitantes y en las infraestructuras con mayor tráfico. La referencia a una altura de 4m sobre el terreno distorsiona este principio y genera mapas de ruido y resultados asociados que pueden no ser representativos de las situaciones evaluadas, a pesar de que pueden implicar un considerable trabajo para su obtención.

Actualmente tanto la legislación europea como la española requieren que los MER se evalúen a 4 m. de altura sobre el terreno, lo que produce resultados “oficiales” que no resultan representativos, obligando a quien quiere disponer de resultados realistas a efectuar adicionalmente evaluaciones en altura; generándose resultados diferentes para una misma situación analizada, lo que puede crear confusión y dudas sobre la validez de los mapas de ruido.

La evaluación en altura plantea la problemática adicional de cómo obtener la exposición al ruido de la población, ya que el método CNOSSOS-EU no es apropiado para aplicarlo a edificios con receptores a todas las alturas. Para la gestión del ruido, la evaluación en altura con el método VBEB puede ser adecuada, pero presenta el inconveniente de generar una minusvaloración de los indicadores de efectos sobre la salud, que sería conveniente evitar, para lo que se debería adaptar la obtención de esos indicadores.

4.4. Propuestas de mejora y retos a futuro

Considerando que la finalidad de los mapas de ruido es realizar un diagnóstico cada vez más representativo de los niveles y las causas del ruido en un determinado ámbito, así como medir la evolución en el tiempo, es necesario que los resultados se aproximen en la mayor medida posible a la realidad local. Para ello es necesaria la mejora progresiva de los datos de entrada y de la calidad de la modelización, siendo imprescindible que la evaluación se realice en las situaciones reales de los receptores, lo que implica el cálculo a todas las alturas de los edificios y que ésta sea la información “oficial” que se someta a aprobación, aunque tenga que ser complementaria a la solicitada por Europa.

La futura revisión el RD1367/2007 [6] será una oportunidad para abordar también este apartado y definir dónde aplican los OCA, lo que llevaría a modificar el RD 1513/2005 [5] en relación con la altura de evaluación de los mapas de ruido, estratégicos y no estratégicos para que estos proporcionen resultados coherentes, de forma que los resultados de, al menos, los índices de ruido



de la legislación española (Ld, Le y Ln) sean realmente la base para una gestión eficaz del ruido, que necesariamente requiere evaluarlos a todas las alturas.

Asumiendo que la metodología VBEB para calcular la población afectada puede minusvalorar considerablemente el resultado de los indicadores de efectos sobre la salud, habría que buscar un factor corrector en su cálculo. Por ejemplo, si el criterio de CNOSSOS-EU es considerar la mitad de los receptores más expuestos, si se consideran todos los receptores (método VBEB) se podría asumir que la población afectada sería el doble de la así obtenida, que es una aproximación similar a la que emplea CNOSSOS-EU. Pero esta modificación debiera ser analizada para establecer el criterio a aplicar, al menos para el ámbito de España.

Adicionalmente, se están generando dudas entre elaborar los MER sólo para la aglomeración, delimitada de acuerdo con criterios de densidad de población [5] o para la totalidad del municipio. Para que un mapa de ruido sea práctico debe incluir la totalidad del término municipal, porque será la forma de disponer de información completa para la gestión, incluyendo los nuevos desarrollos urbanísticos la evaluación de las zonas tranquilas en campo abierto o de los núcleos urbanos que no quedan incluidos en la aglomeración.

4.5. Referencias específicas

- [1] Directiva Europea 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental
- [2] Ley 37/2003 del ruido
- [3] RD 1513/2005 referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental
- [4] RD 1367/2007 referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- [5] Orden PCI/1319/2018, referente a la evaluación del ruido ambiental. (Directiva (UE) 2015/996)
- [6] Orden PCM/80/2022, referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. (Directiva Delegada (UE) 2021/1226)
- [7] Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (VBEB)
- [8] Orden PCM/542/2021, referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental (Directiva (UE) 2020/367)

Relatores

Alberto Bañuelos Irusta. AAC Centro de Acústica Aplicada

Mónica Tomás Garrido. AAC Centro de Acústica Aplicada



5.GESTIÓN Y EVALUACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA. UTILIZACIÓN DE CNOSSOS VS ISO 9613

Alberto Bañuelos Irusta. AAC Centro de Acústica Aplicada

María Ángeles Antón García. AAC Centro de Acústica Aplicada

Juan Luis Aguilera de Maya. Acusttel



5.1. Introducción

La gestión del ruido ambiental de la industria, extensible a otros focos de ruido fijos, requiere precisión en la evaluación y conocimiento de las causas para poder plantear acciones de mejora. Para ello es imprescindible el trabajo con modelos de ruido ambiental que permitan efectuar los análisis necesarios y simular modificaciones en los focos o el efecto de la incorporación de soluciones.

Con la Orden PCI/1319/2018 (Directiva (UE) 2015/996), revisada por la Orden PCM/80/2022, (Directiva Delegada (UE) 2021/1226) por las que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005 que se desarrolla la Ley 37/2003 del ruido en lo referente a la evaluación del ruido ambiental, se establece el método común europeo CNOSSOS-EU como método de cálculo en España.

Los valores de L_{den} y L_n se determinarán mediante un cálculo en el punto de evaluación, según el método estipulado en el capítulo 2 (Métodos comunes para la evaluación del ruido) y los datos descritos en el capítulo 3 (Datos de entrada). Las mediciones podrán realizarse conforme a lo estipulado en el capítulo 4 (Métodos de medición).

Estas modificaciones cambian la referencia de cálculo de la propagación para las fuentes de ruido industrial, ya que el método recomendado por el RD1513/2005 era la norma ISO 9613-2:1996 “Atenuación del sonido en la propagación en exteriores. Parte 2: Método general de cálculo”, método de cálculo avalado por años de experiencia en su empleo a nivel internacional, especialmente para el ruido de instalaciones industriales.

El cambio de método ha producido diferencias en los resultados de evaluaciones de las mismas instalaciones realizadas con los dos métodos, que en algunos casos son significativas, provocadas por las diferencias de tratamiento de las reflexiones y difracciones del sonido y de las condiciones favorables de propagación, generando dudas sobre la aplicación de CNOSSOS-EU, especialmente cuando se dan determinadas situaciones.

5.2. Estado del arte

Los métodos de cálculo establecen el efecto que tienen las diferentes variables que intervienen en la propagación del sonido, como distancia, tipo de suelo, altura de foco y receptor, orografía, presencia de obstáculos que hacen efecto de barrera o de reflexión, etc. Por lo tanto, el cálculo en un receptor está afectado por el efecto de todas estas variables en los diferentes caminos de propagación del ruido desde cada foco de la industria hasta el receptor.

La norma ISO 9613 – 2 se ha actualizado con una nueva versión publicada en 2024 y, aunque modifica algunos apartados, en líneas generales mantiene los principios de cálculo de la versión anterior para los diferentes efectos que influyen en la propagación, considerando sólo condiciones favorables de propagación, aunque incluye una corrección para poder estimar otras condiciones. CNOSSOS-EU modifica el cálculo incorporando el cálculo para dos tipos de condiciones de propagación: neutras y favorables, que se combinan para representar el valor real en función del periodo del día o de las condiciones específicas de una determinada situación.

Por lo tanto, es lógico que los métodos puedan dar lugar a resultados diferentes, que las experiencias de aplicación muestran que en algunos casos pueden dar lugar a diferencias sensibles en los resultados, que generan dudas en la evaluación del ruido industrial.



El análisis se centra en ISO 9613 y CNOSSOS-EU porque son los dos métodos convencionales para la evaluación del ruido industrial, sin embargo, para focos y situaciones especiales existen otros métodos de cálculo, como el método Nord2000, con procesos de cálculo más complejos y que permiten considerar condiciones meteorológicas específicas, por lo que serán de interés cuando los métodos convencionales no respondan a las necesidades de la evaluación.

5.3. Problemática

Al trasponer CNOSSOS-EU a la legislación española, se le convierte en método oficial para el cálculo del ruido ambiental, aunque la Directiva Europea 2002/49/CE lo centra en la elaboración de los MER, por lo que esa oficialidad no se da en otros países. En esta situación, considerando que en ocasiones se dan diferencias importantes entre el empleo de uno u otro método que afectan seriamente a la evaluación y a la gestión del ruido ambiental de la industria, se plantea la posibilidad de mantener la norma ISO 9613-2, en su última versión, como el método de referencia para el cálculo de la propagación en la industria, ya que se han detectado desviaciones importantes en CNOSSOS-EU en el caso de focos en cubiertas o situaciones de barrera.

La experiencia de más de 25 años de comparación de medidas, efectuadas de acuerdo con ISO 1996-2 en condiciones favorables para tener una incertidumbre aceptable, y de cálculos con ISO 9613-2:1996 han proporcionado resultados altamente satisfactorios, por lo que las desviaciones que se observan con CNOSSOS-EU generan dudas.

No obstante, hay que resaltar que verificar cuál de los métodos se aproxima más a valores reales es complejo, porque son muchas las variables que intervienen. Por un lado, las mediciones de niveles sonoros a distancias en las que afectan las condiciones meteorológicas limitan en qué condiciones se pueden efectuar mediciones para lograr incertidumbres aceptables, por debajo de ± 5 dB(A), a las que hay que añadir la influencia de la variabilidad de la fuente de ruido y de focos ajenos. Por otro lado, hay diferencias en como cada método contempla los diferentes efectos (terreno, meteorología, orografía, etc.) que va a generar resultados variables en cada caso evaluado. La consecuencia es que es complicado disponer de referencias suficientes de comparación para extraer conclusiones sólidas.

5.4. Propuestas de mejora y retos a futuro

Partiendo de la premisa de que lo importante es ofrecer seguridad en la evaluación a la industria con respecto al cumplimiento de los objetivos que le apliquen, una alternativa es mantener evaluaciones con ambos métodos y contrastarlos con medidas controladas según ISO 1996-2 para extraer conclusiones que permitan validar el método de cálculo más aplicable a cada situación y recoger experiencias para valorar la posibilidad del cambio de método.

Se tendría que ser capaz de generar situaciones simulables en condiciones controlables, en las que se pueda establecer la relación entre estas divergencias y las condiciones del entorno de modo que se puedan cuantificar y valorar para dar herramientas de decisión suficientes a la hora de justificar la elección de un modelo u otro.

El inconveniente, es que puede generar confusión durante un proceso que va a ser largo y puede generar discusión en el cumplimiento, porque se puede prestar a que cada parte afectada se incline por dar credibilidad al resultado que le favorezca. Por lo tanto, esa propuesta tiene más un sentido técnico que normativo.



La alternativa puede ser que, considerado que CNOSSOS-EU es un método elaborado para los mapas estratégicos de ruido y para obtener índices de larga duración (L_{den} y L_n , como se indica en el método) y que el propio método (orden PCI/1319/2018) indica que *“Las infraestructuras industriales que emiten ruidos tonales fuertes o impulsivos, según se describe en la norma ISO 1996-2:2007, no recaen dentro del ámbito de aplicación de este método”*. se opte por establecer la norma ISO 9613-2, en su última versión, como método de referencia en España para el ruido industrial y otros focos fijos, justificado por la mayor experiencia en su aplicación y el respaldo de años de aplicación a nivel internacional para el ruido ambiental de la industria, teniendo en cuenta además, que frecuentemente es preciso valorar índices de corta duración como $L_{Aeq,T}$ o L_{Amax} o aplicar correcciones por tipos de ruido, que el propio método CNOSSOS.EU excluye de su ámbito aplicación.

5.5. Propuestas de mejora y retos a futuro

- [1] ISO 9613-2:2024. Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors. Part 2: Engineering method for the prediction of sound pressure levels outdoors
- [2] “Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU)” Stylianos Kephelopoulou, Marco Paviotti, Fabienne Anfosso-Lédée (2012)
- [3] “Guía básica de recomendaciones para la aplicación del Método CNOSSOS-EU (23/09/2022)”. MITERD-CEDEX (2022)
- [4] Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, que modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 del ruido.
- [5] “Comparison of ISO 9613-2 and CNOSSOS-EU Methods in Noise Modelling of a Large Industrial Plant”. Wszolek, Tadeusz; Stępień, Bartłomiej; Mleczko, Dominik (2019)
- [6] “Repercusión del cambio al Método CNOSSOS-EU en la evaluación del Ruido de la Industria”. Antón García María Ángeles; Bañuelos Irusta, Alberto; Giraldo Valencia, José Omar, Isasi Errasti, Jon. (2022).
- [7] Nordic Environmental Noise Prediction Methods, N2000 Summary Report, Kragh, J.; Plovsing, B.DELTA Acoustics & Vibration, Report AV 1719/01, 2001.

Relatores

Alberto Bañuelos Irusta. AAC Centro de Acústica Aplicada

María Ángeles Antón García. AAC Centro de Acústica Aplicada

Juan Luis Aguilera de Maya. Acusttel



6.LIMITACIONES DEL MÉTODO CNOSSOS PARA ESTUDIOS ACÚSTICOS DE PARQUES EÓLICOS

Juaco Grijota Chousa. Socio de ECOPÁS

Mikel Amatriain Ormazabal. RWE Renewables Iberia



6.1. Introducción

La energía eólica en España

En los últimos 25 años la instalación de parques eólicos ha crecido sustancialmente en el territorio español, siendo la primera fuente del *mix* de generación eléctrica peninsular en 2023. España es una de las cinco mayores potencias mundiales en este tipo de tecnología de producción energética, tanto en desarrollo como en implantación en tierra firme [1].

Los parques eólicos como fuente de ruido

El ruido aerodinámico es la componente más ruidosa de un aerogenerador, para un aerogenerador moderno a potencia nominal esta componente puede ser hasta 10 dB superior que el ruido mecánico, compuesto principalmente por el ruido del generador y la multiplicadora. El ruido mecánico se caracteriza por contener componentes de tipo tonal mientras que la fuente aerodinámica se caracteriza por su carácter fluctuante debido a la rotación de las palas. El ruido de los aerogeneradores varía en función de la velocidad de viento desde una velocidad de arranque mínima hasta la velocidad de viento en la que el aerogenerador alcanza su potencia nominal, de forma que la velocidad de giro del rotor aumenta hasta alcanzar una velocidad máxima. Para vientos bajos la diferencia entre la componente aerodinámica y la mecánica disminuye.

El ruido inducido por el viento en la vegetación y otros elementos puede enmascarar el sonido y reducir la percepción del propio aerogenerador. Este enmascaramiento tendrá una dependencia directa a la velocidad de viento, a velocidades de viento bajas la emisión del aerogenerador es menor pero también lo es el ruido de fondo, mientras que a velocidades de viento altas la emisión se estabiliza mientras que el ruido de fondo normalmente es mayor.

Otra característica relevante de los aerogeneradores es que, dadas las grandes dimensiones de estos, las fuentes de ruido se encuentran a gran altura, aumentando la distancia al observador y exponiéndose en mayor medida a los efectos meteorológicos en la propagación del sonido. Al aumentar la altura, generalmente se incrementa la velocidad de viento incidente en el rotor y la potencia generada.

Los parques eólicos normalmente se encuentran en entornos rurales, la población frecuentemente asocia estas instalaciones con molestias por ruido y las autoridades ambientales determinan que por tales causas su ubicación debe hacerse a distancias mínimas de 500 m de viviendas.

6.2. Estado del arte

El método CNOSSOS como único modelo de cálculo aplicable en España

El Anexo II del Real Decreto 1513/2005, a través de la modificación por la Orden PCI/1319/2018, establece la obligatoriedad de utilizar en España el modelo CNOSSOS EU como única metodología de cálculo aplicable para obtener mapas de ruido de cualquier tipo de fuente sonora, incluyendo los parques eólicos.

Este método nació con el objetivo de crear un entorno común para los mapas estratégicos de ruido (MER) y poder comparar entre países de la Unión Europea. En los países que cuentan con métodos nacionales propios éstos se siguen desarrollando y aplicándose en los estudios acústicos que no son MER. De todos ellos, el método NORD2000 danés [2] es el mejor adaptado a este tipo de

fuelle. Ha sido ampliamente ensayado y testado en parques eólicos de Dinamarca y tiene implementados más factores y variables que ningún otro en relación con los efectos meteorológicos en la propagación y en especial a la estabilidad atmosférica y el perfil de velocidad del sonido vertical para diferentes alturas de emisor y receptor.

Este requerimiento es una decisión técnicamente errónea en el caso de aerogeneradores, porque el método no ha sido concebido ni testado para este tipo particular de fuente sonora de tipo industrial. El foco sonoro está situado a una gran altura y en diferentes condiciones meteorológicas, por lo que la velocidad del sonido puede variar con la altura y la refracción atmosférica adquiere una importancia clave.

De hecho, España es el único país en Europa que ha obligado legislativamente a utilizar esta metodología de forma generalizada, mientras que en el resto de los países el método más utilizado para instalaciones eólicas es el establecido en la norma ISO 9613-2, que ha sido actualizada en este año 2024 con importantes mejoras en el cálculo de fuentes sonoras situadas a grandes alturas y con indicaciones de su aplicación en parques eólicos [3].

Los promotores disponen de toda la información necesaria de las condiciones meteorológicas para implementar el método ISO 9613-2 en sus parques.

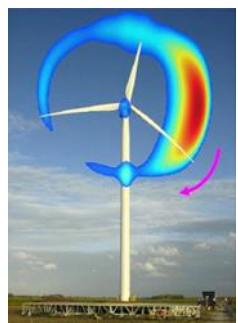
6.3. Problemática

La modulación de la amplitud

Las características especiales del sonido como el contenido tonal o impulsivo hacen que un ruido sea percibido con mayor grado de molestia. Estas características se encuentran reguladas y se penalizan de acuerdo con la normativa estatal o local. Existen otras características como la fluctuación o variación regular del nivel, conocida como modulación en amplitud, que pueden incrementar la percepción de un sonido. En el caso de los aerogeneradores el tipo de sonido emitido por la componente aerodinámica tiene una variación regular dada por la rotación de las palas a una frecuencia determinada por el paso de pala.

Si bien esta característica es intrínseca al origen del ruido aerodinámico en una fuente móvil, la profundidad o la amplitud puede aumentar y disminuir dependiendo de las condiciones meteorológicas, orientación del aerogenerador y la localización de los aerogeneradores y los residentes, puede aumentar la percepción y generar molestia.

La modulación en amplitud es menos perceptible con el aumento de la distancia y la reducción del nivel global, pero se incrementa y se hace más profunda para determinadas condiciones, como cambios de dirección, velocidad o perfil de viento, cambios de temperatura al amanecer o anochecer o estabilización atmosférica. El sonido se percibe a modo de susurro (onomatopéicamente sería algo como “ssshhh, ssshhh, ssshhh”).



No se contemplan las condiciones de propagación asociadas a los vientos dominantes

La normativa vigente establece 3 condiciones generales a la propagación favorable en todas las direcciones del plano horizontal: 50% de probabilidad en periodo día, 75% tarde y 100% en periodo noche.

Sin embargo, las condiciones atmosféricas, y en especial el viento, son un factor fundamental en la propagación del sonido, y la simplificación legislativa elimina la posibilidad de aplicarlas en los estudios de impacto acústico de parques eólicos.



6.4. Propuestas de mejora y retos a futuro

La normativa debería incorporar legislativamente, al menos como una opción aceptable si no es obligatoria, la posibilidad de utilizar para el cálculo del ruido de eólicos otras metodologías, como el método ISO 9613-2:2024. La nueva versión del estándar ha sido mejorada en los aspectos claves para el caso particular de focos sonoros situados muy por encima del terreno.

La normativa debería regular que las condiciones atmosféricas de propagación, y en concreto las frecuencias de velocidad y dirección de los vientos en un año tipo, sean implementadas en los estudios de evaluación del ruido de parques eólicos.

6.5. Referencias específicas

- [1] Asociación empresarial eólica. La eólica en España. <https://aeeolica.org/sobre-la-eolica/la-eolica-en-espana/> (consulta en línea 19/10/2024).
- [2] Kragh, J.; Plovsing, B. Nordic Environmental Noise Prediction Methods, N2000 Summary Report, DELTA Acoustics & Vibration, Report AV 1719/01, 2001.
- [3] ISO 9613-2:2024. Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 2: Engineering method for the prediction of sound pressure levels outdoors.

Relatores

Juaco Grijota Chousa. Socio de ECOPÁS

Mikel Amatriain Ormazabal



7.EVALUACIÓN DEL RUIDO DE OCIO

Antonio Hidalgo Otamendi. CECOR – Centro de Estudio y Control del Ruido

Miguel Ausejo Prieto. Eurocontrol, Grupo Apave



7.1. Introducción

El problema del ruido derivado del ocio en España y Europa tiene características específicas y una relevancia creciente. España, como destino turístico de primer orden, enfrenta un aumento significativo en los niveles de ruido ambiental, especialmente en zonas urbanas y turísticas. Este ruido está estrechamente ligado a actividades de ocio nocturno y vespertino en bares, terrazas, discotecas y restaurantes, afectando la calidad de vida de los residentes al alterar el descanso, la concentración e incluso la salud auditiva.

El ruido de ocio, especialmente en zonas densamente pobladas o turísticas, genera molestias significativas y un aumento de quejas vecinales. En multitud de ciudades españolas (Madrid, Barcelona, Vitoria, Valencia, Málaga, Ibiza, Alicante, Murcia, Logroño, Badajoz, Benidorm, Ciudad Real,...) se han llevado a cabo estudios basados en mediciones acústicas que han identificado diferencias notables entre los niveles de ruido durante días laborales y fines de semana, mostrando un incremento alarmante durante el periodo nocturno de los fines de semana.

La legislación de ruido ambiental a nivel europeo con su principal regulación la Directiva 2002/49/CE, si bien no descarta el ruido de ocio como contaminación acústica no lo contempla explícitamente como sí lo hace con fuentes como el tráfico viario, ferroviario y aeronáutico y la industria. Como ejemplo existe la obligación de realizar Mapas Estratégicos de Ruido y Planes de Acción contra el ruido en las principales ciudades para las fuentes antes citadas, pero no así para el ruido de ocio. En España, se han desarrollado estrategias como la delimitación de Zonas de Protección Acústica Especial (ZPAE), Zonas Acústicamente Saturadas (ZAS) o Zonas de Situación Acústica Especial (ZSAE), pero tampoco se incluye el ruido de ocio en los Mapas Estratégicos de Ruido, y siempre es una objeción que se plantea cada vez que se aprueba un Mapa Estratégico de Ruido en las ciudades españolas.

El ruido de ocio nocturno presenta desafíos técnicos para su evaluación, como la ausencia de modelos empíricos válidos para su implementación en la predicción acústica, la dificultad para medirlo de manera representativa y el impacto de factores como la estacionalidad y la densidad turística. Estos desafíos requieren enfoques innovadores, como modelos de predicción basados en mapas de ruido que permitirían evaluar la afectación sobre las personas y proponer medidas correctoras.

En resumen, el ruido de ocio nocturno es un problema multifacético y subestimado en términos regulatorios y técnicos, pero con un impacto directo y creciente en la vida de los residentes urbanos, especialmente en países mediterráneos como España y otros países mediterráneos.

7.2. Estado del arte

La situación actual en relación con el ruido de ocio refleja un desafío complejo que afecta tanto a las ciudades españolas como a otras regiones de Europa, especialmente en países mediterráneos. El ruido generado por actividades de ocio nocturno, como bares, discotecas y terrazas, ha aumentado significativamente en los últimos años. En particular, en España el ocio más orientado al exterior (terrazas y veladores) se ha incrementado con la prohibición de fumar en el interior de los locales y con la aparición del Covid-19. También está influyendo en este fenómeno creciente el cambio climático, ya que se prolongan las temporadas en las que pueden ser utilizadas terrazas y veladores. Este fenómeno está vinculado también a la alta densidad turística y a las costumbres sociales mediterráneas, ligados con el esparcimiento en el exterior.



Como se ha comentado en la introducción, aunque existen regulaciones a nivel europeo y español para otras fuentes de ruido (como el tráfico o la industria), el ruido de ocio nocturno carece de un modelo normativo específico. La Directiva 2002/49/CE y la Ley de Ruido 37/2003 no abordan explícitamente este tipo de ruido, lo que limita la capacidad de las administraciones locales para gestionarlo de manera efectiva. Los ayuntamientos suelen depender de mediciones aisladas en puntos específicos, sin un marco uniforme para mapear y predecir este ruido a gran escala.

Aunque existen ciudades en España que han delimitado zonas acústicas especiales para protegerlas del ruido de ocio nocturno desde hace más de 14 años (p.e. Madrid con la delimitación de la ZPAE de Aurrerá en 2010), la realidad es que la delimitación de ZPAE, ZAS y ZSAE no es sencilla y suele generar conflicto entre todas las partes interesadas.

La elaboración de mapas de ruido de ocio basados en mediciones de corta y larga duración permiten identificar áreas críticas y diferenciar entre periodos diurnos, vespertinos y nocturnos, así como entre días laborales y fines de semana. Existen varias iniciativas europeas (LIFE DYNAMAP) y españolas (Badajoz) que han implementado mapas de ruido dinámicos, contemplando el ruido de ocio nocturno. Sin embargo, estas iniciativas todavía están en fase de desarrollo y su implementación es limitada y dispersa.

7.3. Problemática

El ruido de ocio no solo tiene un impacto ambiental, sino también social, cultural y económico. Por un lado, el ocio representa un componente importante de la actividad económica en las ciudades turísticas por los ingresos que genera, pero, por otro lado, reduce el valor de las zonas sometidas a este tipo de contaminación acústica ya que los inmuebles se deprecian. Estos intereses encontrados generan tensiones entre los intereses económicos del sector del ocio y las demandas de los residentes por un entorno más silencioso y habitable. Esto exige un equilibrio entre ambas partes, si bien el derecho al descanso se trata de un derecho fundamental, frente a otras cuestiones que no son derechos fundamentales.

La ausencia de modelos empíricos estandarizados para evaluar el ruido de ocio, junto con la necesidad de estrategias de gestión más efectivas, sigue siendo un obstáculo importante. Además, la falta de concienciación social y la necesidad de colaboración entre los actores involucrados (administraciones, empresarios y ciudadanos) dificultan la adopción de soluciones sostenibles a largo plazo.

La situación actual destaca una problemática emergente y subestimada que afecta directamente la vida urbana y la convivencia en ciudades con alta actividad nocturna. Aunque se están dando pasos hacia la monitorización y regulación del ruido de ocio, todavía queda un largo camino para lograr soluciones efectivas y equilibradas que permitan conciliar el desarrollo económico con el bienestar de los residentes.

- **Carencia de regulación específica a escala estatal.** La legislación europea y estatal no contempla explícitamente el ruido de ocio nocturno. Esto deja un vacío normativo que dificulta la inclusión de esta fuente en los mapas estratégicos de ruido y limita la capacidad de las administraciones para establecer estrategias eficaces.
- **Falta de modelos de evaluación.** No existen modelos empíricos estándar para medir y predecir el ruido de ocio de manera consistente. La evaluación depende de mediciones puntuales y aisladas, que no siempre reflejan adecuadamente la complejidad y variabilidad del fenómeno.
- **Complejidad técnica.** El ruido de ocio presenta características particulares que complican su análisis, como su estacionalidad, su relación con el turismo y su variabilidad según horarios y



días de la semana. Esto exige métodos avanzados, como la interpolación geoestadística, que todavía no están implementados de forma generalizada.

- **Tensiones entre intereses económicos y sociales.** El ocio nocturno es una actividad económica importante, especialmente en ciudades turísticas, lo que genera tensiones entre los intereses del sector empresarial y las demandas de los residentes por un entorno más tranquilo. Este conflicto dificulta la implementación de medidas restrictivas o de control.
- **Limitaciones en la aplicación de medidas.** Las herramientas actuales, como la delimitación de ZPAE, ZAS y ZSAE, son útiles pero insuficientes. La ausencia de un enfoque integral limita la capacidad de los ayuntamientos para identificar y actuar de manera efectiva en áreas críticas.
- **Falta de concienciación y colaboración.** La percepción del ruido de ocio como un problema subestimado y la falta de coordinación entre administraciones, empresarios y ciudadanos obstaculizan la adopción de soluciones sostenibles y consensuadas.

En resumen, las principales dificultades residen en la ausencia de normativas específicas, la carencia de herramientas técnicas y modelos empíricos adecuados, y la falta de coordinación entre los diversos actores implicados. Estas limitaciones requieren un esfuerzo conjunto para desarrollar soluciones integrales y sostenibles que equilibren el desarrollo económico con el bienestar de la población.

7.4. Propuestas de mejora y retos a futuro

Se identifican varias soluciones potenciales y aspectos clave para abordar el problema del ruido de ocio:

- **Desarrollo de modelos específicos.** Crear modelos empíricos para evaluar y predecir el impacto del ruido de ocio, similares a los existentes para otras fuentes como el tráfico o la industria. Incorporar factores como la ocupación, horarios, tipología de actividades y características del entorno en los modelos para garantizar resultados fiables.
- **Implementación de mapas de ruido.** Ampliar el uso de mapas de ruido específicos para ocio nocturno mediante mediciones de larga duración y técnicas de interpolación geoestadística, que permitan identificar las áreas críticas y proponer intervenciones concretas. Estos mapas pueden ayudar a delimitar ZPAE, ZAS y ZSAE y establecer planes zonales para reducir los niveles sonoros en áreas sensibles.
- **Regulaciones y normativas.** Actualizar las normativas a nivel local, nacional y europeo para incluir específicamente el ruido de ocio como una fuente diferenciada. Establecer límites claros de ruido para actividades recreativas, con horarios regulados y sanciones para los incumplimientos.
- **Tecnologías y medidas correctoras.** Incorporar tecnologías de monitorización continua en áreas conflictivas. Adoptar medidas arquitectónicas y urbanísticas, como el aislamiento acústico de fachadas, la reubicación o rediseño de terrazas y la reducción de aforos en zonas exteriores.
- **Sensibilización y participación.** Fomentar la concienciación entre los actores involucrados directamente en el ruido de ocio nocturno: residentes, empresarios (comercio y hostelería), técnicos municipales, políticos, asociaciones, ciudadanos, expertos técnicos, gente que disfruta y participa de dicho ocio. Impulsar la colaboración entre las partes interesadas para diseñar soluciones consensuadas que equilibren el desarrollo económico con la calidad de vida.

Las anteriores acciones deben ser abordadas teniendo en consideración ciertos aspectos, como:

- **Impacto socioeconómico.** Tener en cuenta la importancia económica del ocio nocturno y buscar soluciones que no comprometan la viabilidad de este sector, como horarios flexibles o alternativas de entretenimiento menos ruidosas.



- **Enfoque integral.** Adoptar un enfoque holístico que combine medidas de gestión del ruido con intervenciones en planificación urbana, turismo sostenible y educación ciudadana.
- **Adaptación cultural y regional.** Desarrollar modelos que puedan adaptarse a diferentes contextos culturales y climáticos, especialmente en países mediterráneos, donde el ocio nocturno tiene un carácter social destacado.
- **Innovación tecnológica.** Explorar nuevas tecnologías, como sensores inteligentes y análisis de *big data* e inteligencia artificial, para monitorizar y gestionar el ruido de manera más eficiente y en tiempo real.
- **Legislación y jurisprudencia.** Existen varias causas abiertas, medidas cautelares, condenas y sentencias firmes relacionadas con el ruido de ocio nocturno que pueden sentar precedentes y orientar a las Administraciones competentes a gestionar dicha problemática.

En resumen, las soluciones requieren una combinación de avances normativos, técnicos y sociales, junto con un enfoque flexible y colaborativo que permita mitigar los impactos del ruido de ocio sin sacrificar la vitalidad económica y cultural de las ciudades afectadas.

7.5. Referencias específicas

- [1] Garrido Salcedo, José Carlos; Mosquera Lareo, Blanca María; Echarte Puy, Julen; Sanz Pozo, Roberto. Management Noise Network of Madrid City Council. Inter Noise, 2019, Madrid.
- [2] Camps Farrés, Júlia. Noise levels management in recreational areas by using the Barcelona's noise monitoring network. Inter Noise, 2019, Madrid.
- [3] Mapa de ruido de ocio. Municipio de Murcia. Ayuntamiento de Murcia. Revisión 2019-20.
- [4] García-Perez Igone; Aspuru Soloaga Itziar; Fernandez-Alcala Pilar; Santander Álvaro; Belausteguigoitia Jone; Alonso Irati; Alonso Andrés. Action plan for a responsible nightlife in the medieval town of Vitoria-Gasteiz. Inter Noise, 2019, Madrid.
- [5] Fernando López Santos; Isabel Giménez Anaya. Alegaciones a declaraciones ZPAE-ZAS debido al ocio en aglomeraciones urbanas. TECNIACÚSTICA 2023.
- [6] Laura Simón Otegui, Miguel Ausejo Prieto, Rubén García Morales, Mario Gondín Ramos. Monitorización de ruido de larga duración en un mapa de ruido de ocio para la elaboración de un plan zonal. Tecniacústica 2020.
- [7] F. Zenkert, M.P. Altahona, J.J. Barajas. La exposición a ruido por actividades de ocio en adolescentes. Clínica Barajas, Santa Cruz de Tenerife, España. 2001.
- [8] Bellucci Patrizia; Peruzzi Laura; Nencini, Luca. LIFE DYNAMAP: accuracy, reliability and sustainability of Dynamic noise maps. Inter Noise, 2019, Madrid.
- [9] Simón Otegui, Laura; García Morales, Rubén; Ausejo Prieto, Miguel; Esteban Cantera, Miriam; Arias Salve, Roi; Arias Puga, José Elías; Sánchez Rivera, José Manuel. Dynamic Noise Map based on permanent monitoring network and street categorization. Inter Noise, 2019, Madrid.



- [10] Yomara García – Juristas contra el ruido. Efectos de las actividades de ocio en zonas residenciales, centros urbanos y cascos históricos. Congreso de Federación de Asociaciones Contra el Ruido, 2024, Madrid.

Relatores

Antonio Hidalgo Otamendi. CECOR – Centro de Estudio y Control del Ruido

Miguel Ausejo Prieto. Eurocontrol, Grupo Apave



8.EVALUACIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO EN OBRA: MEDIDAS Y MODELIZACIÓN

Antonio Hidalgo Otamendi. CECOR – Centro de Estudio y Control del Ruido

Miguel González Colino. CREAMNN (Madrid Nuevo Norte)

Miguel Ausejo Prieto. Eurocontrol, Grupo Apave



8.1. Introducción

La evaluación del impacto acústico en las obras es un elemento que ha participado en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental de manera tradicional. La publicación del RD 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, ha incluido en su alcance los proyectos de urbanización.

En este sentido, los Órganos Ambientales están empezando a solicitar, en los modelos acústicos de las evaluaciones de impacto ambiental, la inclusión de la situación de obra. El ruido de obras es una problemática que se extiende no solo a la fase de urbanización, sino también a la de edificación. Este aspecto del control de ruido en las obras también preocupa a los gestores de infraestructuras ferroviarias que deben controlar el ruido generado en el entorno de las actuaciones en la construcción, remodelación y mantenimiento de infraestructuras ferroviarias o de carreteras.

El control de ruido en las obras contempla una fase previa de la modelización acústica durante el desarrollo del proyecto constructivo y una fase posterior de control acústico durante el desarrollo de las obras mediante mediciones de ruido.

La modelización acústica previa de una obra aborda varios desafíos clave. En primer lugar, se requiere un entendimiento profundo de la propagación del sonido en los diferentes entornos, lo que implica considerar factores como la geometría del espacio, los tipos de terreno y la ubicación de fuentes de ruido. Lo anterior hace que la evaluación de un escenario que pudiera ser calificado de “estándar” o “normal” alcance un grado de complejidad muy elevado en una tipología de proyectos que está sometido a constantes cambios de topografía, tipología de terrenos, acopios de materiales que en casos apantallarán y en otros amplificarán.

En lo que respecta a las mediciones de control en obra, la problemática reside en la variabilidad de la emisión de ruido en el desarrollo de los trabajos, que conlleva la necesidad de un control en continuo de los niveles acústicos. Esto limita mucho el número de puntos que pueden ser controlados, ya que cada punto de control supone un equipo de medición dedicado en exclusiva durante todo el desarrollo de las obras.

La conjunción de ambos aspectos (modelización y mediciones) podría ayudar a limitar los puntos y periodos de medida, realizando estimaciones previas mediante modelización, que optimicen el muestreo temporal y espacial para reducir costes y proteger mejor el entorno de las posibles afecciones.

8.2. Estado del arte

El desarrollo en la sensibilidad sobre la contaminación acústica entre la ciudadanía es evidente en los últimos años, y cada vez se exige más control en general sobre la molestia que generan todo tipo de emisores, en particular el que generan las obras.

En lo que respecta al marco regulador, en España el control del ruido en la construcción y las infraestructuras está definido principalmente por la Ley del Ruido (Ley 37/2003) y el Real Decreto 1367/2007, que establece criterios para la evaluación de niveles de ruido. La legislación estatal no es muy precisa al respecto del tratamiento del ruido de obra, en lo referente a los métodos de medida y modelización y a los límites a aplicar, ya que no se ajusta a los emisores explícitos que se marca en la ley. Al marco regulador estatal le han seguido los Decretos autonómicos y las ordenanzas locales que sí han abordado el problema de forma más específica, limitando los horarios de las



obras y estableciendo métodos para que las administraciones puedan suspender temporalmente los límites de emisión para el tiempo de duración de las obras.

Es destacable también la existencia del Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre. En cumplimiento de este Real Decreto, las máquinas de uso general en las obras deberían marcar de forma clara y precisa los niveles de emisión acústica que generan. El cumplimiento de este Real Decreto y su control en los proyectos y en las obras sería un primer paso para facilitar la modelización de los entornos de obra y la prevención de los episodios y fases más ruidosas de una obra.

Las normativas en general, exigen que los proyectos de construcción e infraestructura incluyan estudios de impacto acústico que evalúen y minimicen el ruido, especialmente en zonas urbanas, educativas, sanitarias y residenciales. Estas regulaciones promueven también el uso de límites de exposición al ruido en los trabajadores y estrategias de control durante las fases más ruidosas de la obra.

Determinadas administraciones y gestores de infraestructuras como ADIF están preocupados por el ruido que pueden generar sus actuaciones en nuevas infraestructuras y modificaciones de las existentes, por lo que cuentan con reglamentos y normativas propias con decálogos de buenas prácticas para la reducción y control del ruido en sus obras.

8.3. Problemática

En la práctica el cumplimiento del Real Decreto 212/2002 en las máquinas es limitado y por lo tanto existe una gran incertidumbre sobre los niveles de emisión acústica que se manejarán en las obras. Además, las obras no solo deben contemplar el ruido que genera la máquina en su funcionamiento aislado, sino que se deben tener en cuenta los niveles de ruido que se generan en los tajos de trabajo en cada una de las fases de una obra.

Como continuación de lo anterior, no existe una base de datos consensuada de niveles de emisión de máquinas y de trabajos en obra, que puedan ser utilizados como potencias de emisión de referencia para los estudios de modelización. Tampoco existe una metodología consensuada para la realización de modelizaciones mediante softwares de emisión y propagación acústica al aire libre. En lo que respecta a la metodología para las mediciones in situ de los niveles de ruido, es más fácil encajar los procedimientos en las normas y reglamentos habituales, aunque tampoco está explícitamente descrito como debe hacerse el control de emisión acústica en una obra.

8.4. Propuestas de mejora y retos a futuro

Como se ha comentado, el ruido de obras es altamente no estacionario en el tiempo e igualmente variable en el espacio durante el desarrollo de la obra. Esto provoca que la modelización sea muy compleja y que los tiempos de medida deban prolongarse, incluso coincidiendo con el tiempo de duración de las obras.

Por lo tanto, es altamente improbable que se puedan predecir la sucesión de niveles de ruido que se producirán en el desarrollo de la obra en cada uno de los puntos sensibles de su entorno. Sin embargo, se considera que el trabajo de modelización sí puede servir para acotar y dar visibilidad a los puntos sensibles en el entorno de la obra, y ayudar a establecer un adecuado muestreo de puntos de medida tanto espacial como temporal.



La modelización de los diferentes tajos de trabajo en las sucesivas fases de la obra puede ayudar a determinar las zonas que deberían ser controladas mediante mediciones en continuo y aquellas que directamente deberían ser protegidas por la evidente afección acústica que sufrirán durante el desarrollo de la obra.

La modelización puede también visibilizar problemas de molestias por ruido que pueden ser evitadas, mediante el traslado de fuentes de ruido fijas, como generadores eléctricos de apoyo en la obra, estaciones de bombeo, transformadores, etc.

En lo que respecta a las mediciones, debería igualmente desarrollarse un método de medición y análisis acústico que permita tomar acciones cuando se producen las superaciones repetidas y continuas. De poco vale constatar a posteriori que los niveles de ruido han sido superados en un determinado intervalo temporal de la obra. Lo realmente útil sería que las mediciones acústicas fueran controladas en tiempo real, alertando de la superación de los niveles reiterados en un plazo de tiempo, de forma que pueda ayudar a tomar medidas por parte de la dirección de obra.

8.5. Referencias específicas

Legislación estatal

- [1] Ley del Ruido 37/2003 y 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.
- [2] Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- [3] Ley 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

Legislación autonómica

- [4] Ley 7/2010, de protección contra la contaminación acústica de Aragón.
- [5] Ley 1/2007, contra la contaminación acústica de las Illes Balears.
- [6] Ley 5/2009, del ruido de Castilla y León.
- [7] Ley 16/2002, de 28 de junio, de Protección contra la Contaminación Acústica. Comunidad Autónoma de Cataluña.
- [8] Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de protección contra la contaminación acústica. Comunidad Valenciana.
- [9] DECRETO 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

Documentos de buenas prácticas de ADIF

- [10] Catálogo de medidas de protección frente al ruido en fase de construcción (octubre 2018).



- [11] Protocolo de buenas prácticas de actuación Acustica en obras no sometidas a DIA (diciembre de 2009).

Relatores

Antonio Hidalgo Otamendi. CECOR – Centro de Estudio y Control del Ruido

Miguel González Colino. CREAMNN (Madrid Nuevo Norte)

Miguel Ausejo Prieto. Eurocontrol, Grupo Apave



9.ROL DEL SUPERVISOR EN EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE RUIDO AMBIENTAL EN INFRAESTRUCTURAS AEROPORTUARIAS

AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea). Servicio de Evaluación Ambiental y Ruido

SENASA (Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica).
Dirección de Medio Ambiente y Aeropuertos



9.1. Introducción

En respuesta a la creciente preocupación por el impacto ambiental del transporte en general y del aéreo en particular, se han ampliado recientemente las competencias de Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), en materia de contaminación acústica de las infraestructuras aeroportuarias.

Estas nuevas atribuciones tienen como objetivo principal garantizar que la actividad aeroportuaria se realiza conforme a los parámetros legales aplicables, priorizando el control del impacto acústico y la compatibilidad en el desarrollo de las infraestructuras aeroportuarias con las áreas circundantes a las mismas. Con estas medidas, AESA refuerza su compromiso con el cuidado del medio ambiente y la calidad de vida de las comunidades afectadas.

9.2. Estado del arte

Desde marzo de 2023 la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) tiene asignadas, entre otras, las **competencias en materia de control y vigilancia de la contaminación acústica de las infraestructuras aeroportuarias de la Administración General del Estado**.

De formas más concreta, AESA recibe estas competencias en el siguiente marco de actuación:

- Supervisión, inspección y sanción de las obligaciones derivadas de la aplicación de la Ley 37/2003 del Ruido y, en particular, del **seguimiento de los Planes de Acción contra el Ruido (PAR)**, asociados a los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) y a las Servidumbres Aeronáuticas Acústicas (SS.AAc), así como también de la **supervisión del cumplimiento de los niveles de ruido aplicables a infraestructuras aeroportuarias**.
- En virtud del Reglamento 598/2014 (UE) de 16 de abril de 2014, las relacionadas con el **establecimiento de normas y procedimientos con respecto a la introducción de restricciones operativas** relacionadas con el ruido en los aeropuertos dentro del denominado “enfoque equilibrado”.

Para ejercer estas competencias, **AESA no solo se apoya** en los requisitos normativos establecidos en la **Ley 37/2003 del Ruido**, sino que además lo hace de forma concreta y específica dentro del marco regulatorio que le confiere el Real Decreto 98/2009, de 6 de febrero, por el que se aprueba el **Reglamento de Inspección Aeronáutica**.

En este sentido, es necesario incidir que estas nuevas competencias buscan cumplir con las normativas europeas y nacionales en materia de protección acústica, así como también fomentar un transporte aéreo sostenible y eficiente, equilibrando el cumplimiento de la normativa de aplicación con el desarrollo de los aeropuertos y la calidad de vida de las comunidades que viven en el entorno de estos.

9.3. Problemática

AESA se enfrenta a nuevos desafíos al asumir nuevas competencias para el control y la vigilancia de la contaminación acústica de las infraestructuras aeroportuarias. Para abordar estos problemas de manera efectiva, es fundamental **establecer un enfoque colaborativo entre todas las partes implicadas**, así como **garantizar la disponibilidad de medios técnicos y humanos** adecuados y



una sólida normativa que permita alcanzar los objetivos de sostenibilidad y protección ambiental en el entorno de los aeropuertos.

Una de las principales limitaciones que se presentan es la necesidad de asegurar que, en el caso de que las infraestructuras aeroportuarias sean las causantes de un potencial incumplimiento de los objetivos de calidad acústica, se **implementen medidas adecuadas y efectivas** que sirvan para revertir dicha situación.

Además, dado que otros emisores acústicos (carreteras, ferrocarriles, puertos, industrias, aglomeraciones, etc.) pueden contribuir a esos incumplimientos, es esencial trabajar de manera coordinada con otras administraciones para alcanzar el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica en estas zonas compartidas.

Por último, en virtud del cumplimiento de las atribuciones competenciales asignadas con respecto al seguimiento de los Planes de Acción contra el Ruido, se ha de procurar que las propuestas de **medidas asociadas a estos Planes de Acción supongan un compromiso claro de reducción, estableciendo objetivos e indicadores cuantificables**, por parte de la autoridad competente en su elaboración, que permitan a AESA realizar un seguimiento efectivo del cumplimiento, evolución y eficacia de dichas medidas.

9.4. Propuestas de mejora y retos a futuro

Uno de los principales retos con los que AESA se encuentra es la naturaleza transversal de la problemática del ruido en nuestro entorno. **La colaboración entre diferentes administraciones** se vuelve esencial y necesaria para desarrollar políticas integrales que no solo aseguren el cumplimiento de la normativa sobre ruido ambiental, sino también la implementación de medidas efectivas y eficaces que minimicen las molestias debidas a la contaminación acústica en el entorno de los aeropuertos.

Del mismo modo, para que la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) cumpla con su misión de manera efectiva, es crucial que también lo haga con un alto grado de **transparencia y divulgación**. Esto no solo refuerza su rol como responsable de la seguridad y el cumplimiento normativo de las infraestructuras aeroportuarias, sino también el compromiso de todas las partes con el desarrollo sostenible y eficiente del transporte aéreo.

9.5. Referencias específicas

- [1] Web de AESA: <https://www.seguridadaerea.gob.es/es/ambitos/sostenibilidad/ruido-aeronautico>
- [2] Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea.
- [3] Ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aérea.
- [4] Ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido.
- [5] 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.



- [6] 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.
- [7] Real Decreto 184/2008, de 8 de febrero, por el que se aprueba el Estatuto de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea.
- [8] Real Decreto 98/2009, de 6 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Inspección Aeronáutica.
- [9] Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- [10] Reglamento (UE) N° 598/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de abril de 2014, relativo al establecimiento de normas y procedimientos con respecto a la introducción de restricciones operativas relacionadas con el ruido en los aeropuertos de la Unión dentro de un enfoque equilibrado y que deroga la Directiva 2002/30/CE.
- [11] Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
- [12] Real Decreto 160/2023, de 7 de marzo, por el que se aprueba el Estatuto de la entidad pública empresarial Enaire, y se modifica el Estatuto de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, aprobado por Real Decreto 184/2008, de 8 de febrero.

Relatores

AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea). Servicio de Evaluación Ambiental y Ruido

SENASA (Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica). Dirección de Medio Ambiente y Aeropuertos.



10. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN ZONAS TRANQUILAS, CAMPO ABIERTO Y ZONAS NATURALES

Alberto Bañuelos Irusta. AAC Centro de Acústica Aplicada

Mónica Tomás Garrido. AAC Centro de Acústica Aplicada



10.1. Introducción

La Ley 37/2003 del Ruido establece como uno de los tres objetivos de los planes de acción del ruido “Proteger a las zonas tranquilas en las aglomeraciones y en campo abierto contra el aumento de la contaminación acústica”. Por lo tanto, en la gestión del ruido ambiental es una prioridad la declaración y la protección de las zonas tranquilas.

Sin embargo, en el concepto de zona tranquila, en el que se pueden incluir también las zonas naturales, se incluyen diferentes tipos de zonas tranquilas en medio urbano y en campo abierto, que generan diferentes interpretaciones que es necesario unificar, estableciendo un criterio común para que, al menos en la legislación española, se concrete qué se entiende por zona tranquila y se definan las características que deben tener las áreas del territorio que pueden estar incluidas en los tipos establecidos dentro de este concepto.

10.2. Estado del arte

La legislación incluye las siguientes definiciones relacionadas con el concepto de zona tranquila:

Ley 37/2003: Zonas tranquilas en las aglomeraciones (los espacios en los que no se supere un valor, a fijar por el Gobierno, de un determinado índice acústico) y Zonas tranquilas en campo abierto (los espacios no perturbados por ruido procedente del tráfico, las actividades industriales o las actividades deportivo-recreativas). Además, en los tipos de áreas acústicas, introduce las áreas g) Espacios naturales que requieren una especial protección contra la contaminación acústica. Adicionalmente, en el Art. 21, establece las Reservas de Sonidos de Origen Natural, que son zonas en las que la contaminación acústica producida por la actividad humana no perturbe dichos sonidos, haciendo referencia a un concepto más cualitativo que cuantitativo.

El RD 1367/2007 establece los objetivos de calidad acústica (OCA) aplicables a las áreas acústicas, asignando los valores a cumplir en las zonas tranquilas en las aglomeraciones y en campo abierto, que se tienen que mantener 5 decibelios por debajo de los OCA, tratando de preservar la mejor calidad acústica que sea compatible con el desarrollo sostenible. Por cierto, la misma exigencia de niveles de ruido que se establece para los “nuevos desarrollos urbanísticos”. En relación con los espacios naturales, los OCA se establecerán para cada caso en particular, atendiendo a aquellas necesidades específicas de los mismos que justifiquen su calificación, aunque algunas Comunidades Autónomas han establecido valores máximos admisibles para estos espacios, en ausencia de valores específicos.

La European Environment Agency (EAA) ha considerado las zonas tranquilas (Quiet areas) como una prioridad, por lo que ya se está reclamando en los Planes de Acción del Ruido la identificación de estas zonas y las medidas de preservación. En 2014 [4] ya hace referencia a que no se busca el silencio sino ambientes calmados y relajantes, introduciendo también un concepto cualitativo que incorpora el concepto de ruido y sonido, al indicar que la mejor definición de calma en un área es cuando el ruido está ausente o, al menos, no es dominante.

También indica que “Las personas que viven en zonas tranquilas no sufren los efectos negativos para la salud que afectan a las personas expuestas a los niveles medios de presión sonora en una aglomeración. Las zonas tranquilas también benefician la salud y bienestar de los visitantes habituales”. Por lo tanto, que la población viva en zonas tranquilas debe ser un objetivo de la ciudad saludable.

También hace referencia a los efectos positivos de la biodiversidad en las zonas tranquilas: “La biodiversidad beneficia a las zonas tranquilas ya que los sonidos naturales son, generalmente,



valorados positivamente por los visitantes de un espacio y también pueden servir como indicadores de un bajo nivel de perturbación por el tráfico”.

En 2016 [5] pone en valor los efectos de las zonas tranquilas en campo abierto y de que sean accesibles a la población, generando un mapa de potenciales áreas tranquilas en Europa basada en el índice QSI (Quietness Suitability Index).

Asimismo, la OMS (Organización Mundial de la Salud) en 2018 [7], recomienda reducir la exposición al ruido a niveles en fachada para el ruido de tráfico viario, ferroviario y aéreo, a niveles L_{den} de 53, 54 y 45 dB(A), respectivamente, y a niveles L_n de 45, 44 y 40 dB(A)

10.3. Problemática

La evaluación de las zonas tranquilas incluye valoraciones cuantitativas y cualitativas, pero hay que asumir que en las cuantitativas hay que establecer qué fuentes de ruido deben computar como ruido. En este sentido los mapas estratégicos de ruido incluyen el tráfico viario, ferroviario y aéreo, así como la industria, que pueden ser considerados como ruido, pero dejan fuera otras fuentes que también deben ser consideradas como ruido, pero probablemente no de forma general, sino en función de sus características, periodos en los que sucede y la intensidad y tipología del nivel sonoro.

Frecuentemente las zonas tranquilas urbanas se orientan sólo a la evaluación de espacios público, pero las recomendaciones de la OMS son que la gente viva en zonas tranquilas, por lo que la totalidad de las zonas residenciales deben buscar ser zona tranquila, si bien el tratamiento puede ser diferente en la consideración de los niveles en fachada y en los espacios públicos como parques, plazas, etc.

Las zonas tranquilas en campo abierto representan un valor tanto para la biodiversidad, sean o no espacios naturales protegidos, como para la salud, por lo tanto, es importante identificarlas, ponerlas en valor y preservarlas, adicionalmente al cumplimiento de los OCA que se deben establecer para las zonas naturales protegidas.

Para combinar la evaluación cuantitativa y cualitativa se puede seguir el ejemplo de la Ley 37/2003 del ruido que diferencia entre zona tranquila en campo abierto (5 dB menos que el OCA) y las Reservas de Sonido de Origen Natural, no asociadas a la existencia de un nivel sino a que no se disturbe el sonido natural.

Por último, cabe señalar que existe cierta incertidumbre sobre el proceso de aprobación de las zonas tranquilas, ya que la legislación no concreta nada al respecto. Es necesario regular todas estas variables para poder incorporar en la gestión del ruido ambiental la preservación de las zonas tranquilas e impulsar políticas orientadas a su incremento como forma de proteger la salud de la población.

10.4. Propuestas de mejora y retos a futuro

Para resolver esta situación de incertidumbre se propone clarificar en mayor medida los criterios a considerar para la definición de los diferentes tipos de zonas tranquilas, que pueden ser complementarios. Se propone la siguiente clasificación:



Zonas Tranquilas Urbanas: espacios pertenecientes a las áreas acústicas tipo a) residencial y/o tipo e) docente, sanitario o cultural, que cumplen ya con los niveles que les son de aplicación para ser zona tranquila, es decir, tipo a) $L_d/e \leq 60$ dB(A) y $L_n \leq 50$ dB(A), tipo e) $L_d/e \leq 55$ dB(A) y $L_n \leq 45$ dB(A).

Las zonas tranquilas en áreas acústicas tipo a) residenciales podrán ser tanto zonas con edificios residenciales como espacios públicos. Las características de cada zona tranquila condicionarán su plan de preservación. Sería recomendable admitir que un porcentaje reducido (p.e. $< 5\%$) del espacio de la zona tranquila pudiera no cumplir con los objetivos, siempre que no se superen los OCA.

Zonas Tranquilas en Campo Abierto, deben presentar niveles por debajo de un valor que, por ejemplo, podrían ser niveles inferiores en 5 dB(A) a los OCA de las áreas e), es decir: $L_d/e \leq 55$ dB(A) y $L_n \leq 45$ dB(A). Se podrán establecer en las siguientes áreas: Espacios naturales (áreas g) que así sean declarados por el órgano ambiental correspondiente y en otras zonas tranquilas en campo abierto que, sin tratarse de espacios naturales, requieran preservarse como zonas tranquilas por el valor del bajo nivel sonoro generado por las fuentes de ruido.

Adicionalmente, atendiendo a que la percepción del ruido no está exclusivamente asociada al nivel sonoro, se consideran otras posibles zonas que puedan ser percibidas como tranquilas desde un concepto cualitativo. Por ello se contemplan también las siguientes posibilidades, que puede coincidir o no con las zonas tranquilas arriba definidas.

En campo abierto ya existe la figura de: **Reservas de Sonido de Origen Natural:** zonas en las que la contaminación acústica producida por la actividad humana no perturbe dichos sonidos.

En áreas urbanas sería conveniente contar con una figura equivalente, al menos para el área acústica tipo a) uso residencial. Se trataría de espacios de uso público o residencial, que sin tener que disponer de unos niveles sonoros determinados, es decir pudiendo coincidir o no con una zona tranquila, sean considerados por la población como un espacio acústicamente agradable que aporta un bienestar acústico y contribuye al efecto reparador frente a la exposición a la contaminación acústica. Se trataría de establecer una figura, por ejemplo “Oasis sonoro”, que requeriría una delimitación y su preservación. Para su declaración será preciso establecer procedimientos prácticos específicamente orientados a este fin, que incluyan la evaluación de la percepción de la población sobre el ambiente sonoro, que esté específicamente orientada a este fin.

Adicionalmente, se tendría que regular qué implica una zona tranquila y cómo se aprueba, considerando aspectos como si se incluye en la zonificación con su correspondiente OCA, el plan de preservación y su seguimiento, etc.

10.5. Referencias específicas

- [1] Directiva Europea 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental
- [2] Ley 37/2003 del ruido
- [3] RD 1367/2007 que se desarrolla la Ley 37/2003 en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- [4] EEA Technical report No 4/2014: Good practice guide on quiet areas



- [5] EEA Report No 14/2016: Quiet areas in Europe. The environment unaffected by noise pollution
- [6] EEA Briefing 01/2017: Managing exposure to noise in Europe
- [7] WHO Europe: ENVIRONMENTAL NOISE GUIDELINES for the European Region

Relatores

Alberto Bañuelos Irusta. AAC Centro de Acústica Aplicada
Mónica Tomás Garrido. AAC Centro de Acústica Aplicada



11. EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD. TRAS LA DIRECTIVA 2002/49/CE SE CUANTIFICAN LOS EFECTOS NOCIVOS DEL RUIDO AMBIENTAL. APLICACIÓN, LÍMITES, EXPERIENCIAS

Ignacio Soto Molina. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Ana García Sainz-Pardo. SENASA



11.1. Introducción

Veinte años después de la aprobación de la **Directiva Europea de Ruido Ambiental**, que obligaba a los Estados miembros a **medir, evaluar y proponer medidas** para reducir el ruido generado en infraestructuras de transporte y en aglomeraciones, se ha aprobado la **Directiva 2020/367**. Esta nueva normativa exige que los Estados **cuantifiquen por primera vez el impacto del ruido en la salud**, más allá de la simple exposición sonora de la población. La Comisión Europea ha establecido además **objetivos de reducción para 2030**, basados en **indicadores de salud** en lugar de niveles de ruido, con el fin de **disminuir en un 30% el número de personas afectadas por molestias crónicas** causadas por el ruido del transporte.

Este cambio de enfoque supone un **verdadero cambio de paradigma**, pasando de centrarse en la **reducción de decibelios** a analizar cómo estos afectan realmente a las **personas y sus experiencias subjetivas**. Por ejemplo, mientras el paso de varias aeronaves sobre una población durante el día puede pasar desapercibido, el paso de una sola aeronave a las 2 de la madrugada, en verano y con las ventanas abiertas, puede **interrumpir el sueño de muchas personas** y causar molestias considerables. Esta **molestia acumulada actúa como un estresor del sistema nervioso** y puede derivar en **problemas de salud relacionados con alteraciones del sueño**. Si bien cuantificar la **exposición al ruido es sencillo**, evaluar el **impacto en la salud** de cada individuo es complejo, ya que **cada persona reacciona de forma diferente** al ruido como agente estresor.

11.2. Las relaciones dosis - efecto

Durante más de 30 años, especialistas han buscado algoritmos matemáticos para expresar la molestia causada por los niveles de exposición sonora. En octubre de 2018, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó una guía para la Región Europea, con una revisión de la literatura científica, que resultó en curvas de regresión o **relaciones dosis-efecto** para cada tipo de infraestructura. Estas curvas se incluyeron en la Directiva 2020/367, modificando el anexo III de la Directiva 2002/49/CE de Ruido Ambiental.

Las relaciones dosis-efecto correlacionan el nivel de ruido (dosis) con la probabilidad de experimentar efectos nocivos (efecto), centrándose en tres principales: **Enfermedades Cardíacas Isquémicas (ECI)**, que señalan incremento de incidencia de enfermedades coronarias asociadas a exposición prolongada a ruidos elevados; **Molestias Intensas (MI)**, que indican el porcentaje de personas significativamente perturbadas por el ruido del tráfico, ferroviario o aéreo; y **Alteraciones Graves del Sueño (AGS)**, que estiman la probabilidad de disturbios significativos del sueño debido al ruido nocturno. **En España, la Orden PCM/542/2021** adapta estas directrices al anexo III del Real Decreto 1513/2005, siguiendo las recomendaciones de la OMS y la Directiva 2020/367.

11.3. El escenario de partida

Hasta ahora, **los Estados no habían reportado datos de afección a la salud relacionados con el ruido**. Por ello, la Agencia Europea de Medio Ambiente aplicó los algoritmos de relaciones dosis-efecto a los datos de población expuesta a diferentes niveles de ruido proporcionados por los Estados Miembros en la tercera fase de mapas estratégicos (2017).



Los resultados, desglosados por país y tipo de infraestructura, se publicaron en el Informe sobre el ruido en Europa de diciembre de 2020. Este informe constituye el escenario base sobre el cual la Comisión Europea ha establecido los objetivos de reducción de afección por ruido.

11.4. Dificultades en la aplicación

La implementación de las relaciones dosis-efecto en el análisis del ruido ambiental y sus efectos en la salud enfrenta numerosos desafíos.

Limitaciones en la Interpretación de los Efectos sobre la Salud

La aplicación de relaciones dosis-efecto para evaluar los impactos del ruido en la salud enfrenta varios desafíos, entre ellos:

- **Variabilidad en la Sensibilidad Individual:** Las respuestas al ruido son distintas en cada persona debido a factores como sensibilidad, salud, edad y aspectos psicosociales, lo cual dificulta establecer relaciones uniformes que reflejen el impacto en una población diversa.
- **Condiciones Ambientales y Fuentes de Ruido:** Las distintas fuentes de ruido (tráfico, ferroviario, aéreo, industrial) generan efectos diferentes, lo que complica el desarrollo de una relación dosis-efecto que cubra todos los contextos sin riesgo de subestimar o sobreestimar los efectos.
- **Calidad y Precisión de los Datos de Exposición:** Los datos necesarios suelen medirse en exteriores y no siempre reflejan las condiciones de exposición en interiores, como el aislamiento acústico, lo que puede distorsionar la evaluación de la exposición real.
- **Desfase Temporal en los Efectos de Salud:** Algunos efectos, se manifiestan tras años de exposición prolongada, lo cual complica la vinculación de niveles actuales de ruido con efectos inmediatos.
- **Dificultades en la Cuantificación de los Efectos Psicológicos y del Sueño:** La percepción de molestias psicológicas y alteraciones del sueño es subjetiva y varía con el tiempo, complicando la determinación de umbrales claros, especialmente para el ruido nocturno.
- **Limitaciones en Encuestas y Datos Epidemiológicos:** Las relaciones dosis-efecto se basan en estudios que a menudo dependen de datos autoinformados, sujetos a sesgos, y carecen de representatividad para ciertos grupos de edad y contextos específicos.

Limitaciones por los umbrales de la Directiva

La Directiva de Ruido Ambiental de la UE considera solo las infraestructuras mayores (Major Sources) —como aeropuertos con más de 50.000 movimientos, ejes viarios con más de 3 millones de vehículos y ejes ferroviarios con más de 30.000 movimientos anuales— **dejando fuera fuentes menores que también generan ruido significativo y afectan a la población**. Además, solo evalúa aglomeraciones de más de 100.000 habitantes, excluyendo áreas urbanas más pequeñas y densamente pobladas. **También se omite el ruido de actividades de ocio y restauración, y otras fuentes**, que en combinación con el ruido de transporte agrava los problemas de salud en zonas urbanas, subestimando así la exposición real de la población.



Limitaciones de Aplicabilidad de las Relaciones Dosis-Efecto

Las relaciones dosis-efecto establecidas en la Directiva 2020 no son aplicables a todos los niveles de ruido.

Las relaciones dosis-efecto para **MI y AGS de carreteras y ferrocarriles** pueden **sobreestimar la población afectada por debajo de su rango de aplicación (en torno a 35dB (A) en MI y 40 dB (A) en AGS)**. En el caso del **modo aéreo**, la relación **de MI** puede arrojar **datos negativos de población afectada por debajo de los 40 dB(A)**. Esto implica que su cálculo restaría población afectada al cómputo general, algo que no es consistente con su objetivo.

Estas circunstancias deben ser tenidas en cuenta por los responsables de la elaboración de los Planes de Acción contra el ruido, los redactores de estos y los fabricantes de software, limitando el cálculo de las relaciones dosis-efecto al rango de aplicación de sus expresiones matemáticas.

11.5. Propuestas de mejora

Relaciones dosis-efecto mejoradas: Mejorar algoritmos que consideren realidades locales, y condiciones de exposición (interior y exterior).

Ampliación de efectos considerados: Incluir efectos de ruido a corto y largo plazo, similar a la guía de contaminación atmosférica.

Ampliar alcance de la aplicación: Incluir infraestructuras menores y fuentes de ocio para una evaluación más precisa.

Ajuste de umbrales en relaciones dosis-efecto: Revisar rangos de aplicación, especialmente en niveles bajos de ruido.

Datos epidemiológicos más representativos: Reducir sesgos en estudios para mejorar la evaluación de efectos en salud.

11.6. Retos a futuro

Cumplimiento de objetivos de reducción: Requiere colaboración interadministrativa; abordado en el Plan Estratégico de Salud y Medioambiente 2022-2026.

Evaluación y ajustes en quinta fase: Evaluar políticas en la quinta fase de mapeado y ajustar medida de cara a 2029, en los Planes de Acción.

Fortalecer capacidad de respuesta: Desarrollar estrategias y sistemas para implementar medidas de respuesta rápida en la reducción de ruido a nivel local.

11.7. Referencias específicas

Planes

[1] Comisión Europea. (2021). Plan de Acción para la Contaminación Cero de la Unión Europea.



Informes

- [2] EEA (2020). Environmental noise in Europe – 2020.
- [3] EEA (2022). Health impacts of exposure to noise from transport.
- [4] EEA (2022). Projected health impacts from transportation noise – Exploring two scenarios for 2030. *ETC HE Report 2022/5*.
- [5] EIONET (2019). Implications of environmental noise on health and wellbeing in Europe. *ETC/ACM Report*.
- [6] WHO (2018). Environmental noise guidelines for the European Region. World Health Organization.

Referencias científicas

- [7] Basner, M., & McGuire, S. (2018). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Effects on Sleep. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(3), 519. <https://doi.org/10.3390/ijerph15030519>.
- [8] Fons-Esteve, J., Domingues, F., Ramos, M. J., Blanes, N., & Peris, E. (2021). Noise indicators under the Environmental Noise Directive 2021: Methodology for estimating missing data. *ETC/ATNI Report 06/2021*. Agencia Europea de Medio Ambiente.
- [9] Guski, R., Schreckenberg, V., & Schuemer, R. (2017). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(12), 1539. <https://doi.org/10.3390/ijerph14121539>.
- [10] Recio Martín, A., Carmona-Alferez, R., Linares-Gil, C., Ortiz Burgos, C., Banegas, J. R., & Díaz-Jiménez, J. (2016). Efectos del ruido urbano sobre la salud: estudios de análisis de series temporales realizados en Madrid.
- [11] Soto Molina, I., & Arce Ruiz, R. (2022). Análisis crítico de la aplicación de la Orden PCM/542/2021 (...). *Tecniacústica 2024*, Madrid, España.
- [12] Van Kempen, E., Casas, M., Pershagen, G., & Foraster, M. (2018). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2), 379. <https://doi.org/10.3390/ijerph15020379>.

Relatores

Ignacio Soto Molina. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Ana García Sainz-Pardo. SENASA



12. IMPACTO DE LAS MEJORAS DE LOS PLANES DE ACCIÓN EN LA REDUCCIÓN DEL RUIDO Y SU MOLESTIA ASOCIADA

Ana García Sainz-Pardo. SENASA. Member of the Environmental Noise Expert Group & Zero Pollution Stakeholder Platform.

Ignacio Soto Molina. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.



12.1. Introducción

El **ruido ambiental** tiene un impacto significativo en la **salud pública**, y su reducción se ha vuelto una prioridad en Europa. En 2021, la **Comisión Europea** presentó el estudio **PHENOMENA (Potential Health Benefits of Noise Abatement Measures)**, que analiza la **legislación y medidas de mitigación** del ruido a nivel global y europeo. Este estudio ofrece **recomendaciones** para maximizar el impacto de las políticas de reducción de ruido y alcanzar los objetivos de la **Directiva de Ruido de la UE**. PHENOMENA destaca por su **cuantificación de beneficios** en términos de **reducción de ruido** y **personas afectadas**, proyectando el impacto de distintas **medidas correctoras** para los años **2030 y 2050**. Este análisis fomenta una **armonización** de los enfoques entre **Estados miembros** y el intercambio de **mejores prácticas**.

Antes de PHENOMENA, la **Unión Europea** también apoyó otros proyectos como **SILENCE (2008)**, **QUIET-TRACK (2013)**, **CARGOVIBES (2011)** y **FLOWAIRS (2013)**, orientados a reducir el **ruido de transporte** en áreas urbanas y residenciales. Estos proyectos estudiaron métodos para obtener **mejoras reducciones de ruido en diferentes modos de transporte**, y reflejan el interés y preocupación de los estados miembros por reducir los efectos del ruido ambiental en la población.

12.2. Análisis de la situación actual

El estudio PHENOMENA realizó una exhaustiva revisión de **300 Planes de Acción contra el Ruido (PAR)** de las fases I, II y III, con el objetivo de identificar y analizar las **medidas de reducción de ruido** planificadas e implementadas en los **Estados miembros**. Esta revisión incluyó un análisis general de 200 PAR y un estudio detallado de otros 100, en los que se buscaba recopilar información sobre las intervenciones específicas aplicadas y evaluar la **influencia de las legislaciones nacionales y de la UE** en la implementación de estas medidas.

La **recopilación de datos** se llevó a cabo mediante entrevistas con funcionarios de los Estados miembros, representantes de empresas privadas, ONGs, asociaciones, investigadores y expertos de la UE, además de dos sesiones con el **Grupo de Expertos en Ruido de la Comisión Europea**. Gracias a estas fuentes, se pudo evaluar la **efectividad de las medidas**, identificar **áreas de mejora** y obtener un conocimiento más profundo del contexto en el que cada Estado miembro aplicaba las intervenciones. El estudio concluyó que es necesaria una **mayor coordinación horizontal** entre los diferentes niveles de gobierno y áreas políticas, así como una alineación más estrecha con los **objetivos del Pacto Verde Europeo**. Los PAR revisados revelaron una **amplia variedad de medidas de reducción de ruido** tanto en la fuente como en el receptor, aunque persisten **áreas de mejora**.

Entre estas mejoras se destacan la **definición clara de objetivos y necesidades**, la inclusión de factores socioeconómicos en el diseño de medidas, y una **mejor integración de las políticas de reducción de ruido** con otros marcos regulatorios relevantes. Las **recomendaciones para la Comisión Europea** incluyen desarrollar **guías de buenas prácticas** sobre el impacto en la salud y la evaluación de las medidas, promover un **intercambio de información y coordinación** en la UE para los programas nacionales, e implementar **guías específicas para incentivar la reducción del ruido en la fuente**. También se sugiere enfocar los programas de **I+D en la efectividad de las medidas** de mitigación y proveer guías para la **gestión del tráfico y la planificación urbana** que consideren el factor ruido. Finalmente, la Comisión debería ofrecer **directrices claras para los países** sobre cómo abordar el ruido y sus efectos en la salud.



Para los Estados miembros, se recomienda la **evaluación de la exposición acumulada** mediante nuevos modelos de exposición, así como el **establecimiento de techos de emisión de ruido** junto a los límites de inmisión. Además, se resalta la importancia de un **control más preciso de emisiones e inmisiones** y la implementación de **límites de ruido más exigentes** para proteger a la población. Otras recomendaciones incluyen realizar **encuestas sobre afecciones globales** vinculadas a los PAR, llevar un **registro de quejas** de ruido, promover la **información pública y consulta** para fomentar la confianza de la ciudadanía y facilitar **foros de encuentro** entre gestores de infraestructuras, comunidades y autoridades locales. Finalmente, se sugiere **incluir el ruido como un factor clave en las contrataciones** de infraestructuras, para que el **control acústico** sea una prioridad en el diseño y ejecución de las obras.

12.3. Acciones adoptadas por la Unión Europea

Mediante Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, por primera vez en la UE se fijó un objetivo de reducción en el “Zero Pollution Action Plan”¹, siendo necesario **reducir en un 30 % la población que sufre molestias crónicas por el ruido del transporte para el año 2030**.

Las comunicaciones de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo y a otros órganos consultivos, si bien sirven de guía, no son legalmente vinculantes por sí solas.

La Decisión (UE) 2022/591² del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de abril de 2022 relativa al Programa General de Acción de la Unión en materia de Medio Ambiente hasta 2030, **sí es vinculante para los Estados miembros de la Unión Europea**, en ella se adopta el «Octavo Programa de Acción en materia de Medio Ambiente»³ que contiene la agenda común para regir la política medioambiental a 2030, estableciendo no sólo los objetivos generales prioritarios a 2030 en su artículo segundo⁴, sino las condiciones para la consecución de tales objetivos requiriendo, en su artículo tercero, de la Comisión, los Estados miembros, las Autoridades Regionales y Locales y las partes interesadas, según corresponda, una serie de acciones encaminadas a la consecución de tales objetivos. Es decir, deben ser los Estados miembros y resto de Autoridades Regionales y Locales con competencia en la materia, quienes, obligados por la Decisión, tomen medidas y cumplan sus disposiciones.

No solo se fijaron por primera vez objetivos de reducción para la UE sino que para ello se utilizaron **nuevos indicadores**, introducidos en la Directiva de ruido en 2020⁵ y traspuesto al marco normativo nacional en mayo de 2021⁶, que no evalúa ruido expuesto sino **sus efectos nocivos sobre la salud**. Para la evaluación del objetivo de reducción del 30% de población expuesta, se debe tomar

¹ https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan/zero-pollution-targets_en Objetivo número 2 de los 6 objetivos para el año 2030

² [DECISION \(EU\) 2022/591](#) OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 6 April 2022 on a General Union Environment Action Programme to 2030.

³ [Environment action programme to 2030 \(europa.eu\)](#).

⁴ Art 2 “Priority objectives for the period up to 31 December 2030” Apartado(d) recoge explícitamente: “**pursuing zero pollution**, including in relation to harmful chemicals, in order to achieve a toxic-free environment, including for air, water and soil, as well as in relation to light **and noise pollution**, and protecting the health and well-being of people, animals and ecosystems from environment-related risks and negative impacts”;

⁵ Modificación del Anexo III de la Directiva de Ruido Ambiental mediante la [Directiva \(UE\) 2020/367](#) de la Comisión de 4 de marzo de 2020.

⁶ [Orden PCM/542/2021](#), de 31 de mayo, por la que se modifica el Anexo III del 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.



como escenario de referencia la población afectada resultante de la evaluación de los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de la Fase III (escenario base 2016) y mediante los PAR de las fases III (2018-2024), fase IV (2024-2029) y parte de la fase V (2029-2034), llegar a cumplir los objetivos de reducción fijados a 2030.

Adicionalmente para la fase IV, tanto para los MER como para los PAR, ha entrado en vigor tanto **los nuevos métodos de evaluación comunes para los Estados miembros**⁷, como **el nuevo modelo de reporte de datos**⁸, que cambia drásticamente la forma de reporte de datos a la UE, ya que se procura el cumplimiento simultáneo de las Directivas de Ruido y de INSPIRE⁹, introduciendo nuevos requerimientos, como el reporte detallado y digital de **la reducción esperada con las medidas previstas en el PAR fase IV de personas molestas o con alteraciones graves del sueño para cada una de las infraestructuras objeto de MER fase IV**.

El informe de seguimiento de las medidas contenidas en el Plan de Acción para la Contaminación Cero publicado en 2022¹⁰ advierte que **es necesario aumentar el número y la intensidad de las medidas actuales** si se pretende cumplir con el objetivo a 2030. Hace hincapié en que **deben participar diferentes agentes** (a nivel nacional o regional, Autoridades y operadores de infraestructuras) **en la implementación de nuevas tecnologías**. Por su parte, la Comisión se comprometió a intentar mejorar la aplicación general de la Directiva sobre el ruido ambiental y evaluar la necesidad de mejorarla, teniendo también en cuenta los efectos del ruido sobre la biodiversidad.

12.4. Implementación en España y retos a futuro

Aunque en las fases anteriores de la **Directiva de Ruido** se han implementado **planes de acción** de gran envergadura, como en el caso de los **grandes aeropuertos** o de los planes de la segunda fase para carreteras del **Ministerio de Transportes**, por primera vez se están acometiendo **Planes de Acción** que incluyen un **análisis y diagnóstico exhaustivo** de la situación de cada infraestructura, junto con el **diseño y cuantificación de medidas** específicas necesarias para la **mitigación del ruido**. El **impulso económico de los fondos europeos** tras la pandemia ha facilitado un **avance significativo** en la ejecución de estos planes y en la **financiación de algunas medidas**.

Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, en **noviembre de 2024 no se ha publicado** en España la **aprobación de ningún Plan de Acción contra el Ruido** para ninguna gran infraestructura de competencia estatal. Esto implica que **no se ha cumplido con el plazo normativo** previsto para su aprobación y que tampoco se logrará cumplir el plazo de **reporte a la Unión Europea**. Hasta el momento, solo se han registrado algunas **publicaciones de información pública** a lo largo de 2024, sin que se haya completado el proceso de **aprobación formal**. La **complejidad de los procesos de contratación pública**, las **exigencias de novedades** en los nuevos planes y, en algunos casos, la **insuficiente dotación de recursos** asignados por las administraciones para la protección frente al ruido, han provocado el **incumplimiento de los plazos** para todas sus infraestructuras.

⁷ [Directiva Delegada \(UE\) 2021/1226](#) de la Comisión, de 21 de diciembre de 2020.

⁸ [Decisión de Ejecución \(UE\) 2021/1967](#) de la Comisión de 11 de noviembre de 2021.

⁹ [Directiva 2007/2/CE](#) del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire).

¹⁰ https://environment.ec.europa.eu/publications/zero-pollution-monitoring-and-outlook-report_en



Aunque estos avances se están llevando a cabo con retraso, los planes que han sido presentados en **fase de información pública** para ciertas infraestructuras muestran una **mejora en el contenido** y en la **precisión de la cuantificación de las medidas**, lo que permitirá finalmente establecer **objetivos claros de reducción de ruido**, hasta ahora inexistentes. En este contexto, solo queda hacer un **llamamiento urgente** a todas las Autoridades para que **aprueben la totalidad de los planes** de acción pendientes con la mayor brevedad posible y **asignen los recursos presupuestarios necesarios** para garantizar su completa y efectiva implementación.

12.5. Referencias específicas

- [1] CORDIS. (2008). *Lowering urban traffic noise emissions*. Proyecto SILENCE. <https://cordis.europa.eu/article/id/88602-lowering-urban-traffic-noise-emissions/es>
- [2] CORDIS. (2011). *Innovative approaches and solutions to reduce noise pollution: Silent Air Flows in transport, buildings and power generation*. Proyecto FLOWAIRS. <https://cordis.europa.eu/article/id/152042-innovative-approaches-and-solutions-to-reduce-noise-pollution/es>
- [3] CORDIS. (2011). *Making railway noise tolerable: Attenuation of ground-borne vibration affecting residents near freight railway lines*. Proyecto CARGOVIBES. <https://cordis.europa.eu/article/id/92408-making-railway-noise-tolerable/es>
- [4] CORDIS. (2013). *Novel solutions and tools to mitigate railway noise*. Proyecto QUIET-TRACK. <https://cordis.europa.eu/article/id/170112-novel-solutions-and-tools-to-mitigate-railway-noise/es>
- [5] European Commission: Directorate-General for Environment, Kantor, E., Klebba, M., Richer, C., Kubota, U. et al., Assessment of potential health benefits of noise abatement measures in the EU – Phenomena project, Publications Office, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2779/24566>

Relatores

Ana García Sainz-Pardo. SENASA. Member of the Environmental Noise Expert Group & Zero Pollution Stakeholder Platform.

Ignacio Soto Molina. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.



13. ECOLOGÍA ACÚSTICA. IMPACTO ACÚSTICO EN EL MEDIO NATURAL

Carlos Iglesias Merchán. Universidad Politécnica de Madrid y ECOPÁS

Juaco Grijota Chousa. Consultor freelance y ECOPÁS



13.1. Introducción

El buen estado de conservación y la calidad del medioambiente sonoro es importante para conservar la biodiversidad, así como ofrecer oportunidades para escuchar sonidos de la naturaleza y que los humanos puedan disfrutar de sensaciones como la tranquilidad en espacios de reducida contaminación [1, 2].

En este apartado se hace una consideración sobre los potenciales efectos del ruido ambiental en el medio natural. Es decir, fundamentalmente el territorio no urbanizado, con independencia del grado de intervención humana que pueda existir, dado que hoy en día es difícil encontrar lugares no alterados o libres de afecciones antrópicas en nuestro planeta, tanto en el medio terrestre como subacuático [3]. En este sentido, es importante reseñar que los sonidos forman parte y son un componente más de los ecosistemas y que la concurrencia y mezcla de todos los sonidos de un espacio físico se denomina medioambiente sonoro [4]. También, conviene recordar que la Ecología es la ciencia que estudia a los seres vivos, así como las relaciones entre ellos y con el propio medio que habitan. Por todo ello, podríamos referirnos a la Ecología Acústica como la disciplina que estudia las relaciones acústicas entre los seres vivos y su entorno, en la que los sonidos pueden ser tanto objeto como herramientas de la investigación ecológica [5]. Si bien, en paralelo al desarrollo del concepto de Ecología Acústica, en ámbitos científicos es común el término Ecoacústica, por influencia de la expresión anglosajona “Ecoacoustics”.

13.2. Estado del arte

En general, el ruido de origen antrópico se considera un estresor del medio natural que puede afectar a la fauna silvestre a distintos niveles y/o interferir en los procesos de la naturaleza. Desde hace décadas existe un amplio desarrollo de trabajos de investigación que presentan indicios o evidencias (más o menos robustas) de los potenciales efectos de diferentes estímulos sonoros, entre ellos diversas fuentes de contaminación acústica, sobre distintas especies de fauna y, por extensión, la calidad de sus hábitats característicos [6, 7]. Por ejemplo, la bibliografía aborda casos sobre la relación del ruido ambiental con la diversidad biológica, la selección de hábitats, las interferencias con la comunicación intra e interespecífica, en las relaciones predador-presa, en distintas fases del período de reproducción de diferentes grupos animales, por respuestas a nivel fisiológico (estrés, etc.) o incluso sobre su estado de salud a través de las interacciones parásitos-hospedadores [8]. Sin embargo, la respuesta entre especies e individuos puede diferir significativamente. Incluso, como sucede con los seres humanos, esta variabilidad también puede ocurrir a lo largo de la vida de un mismo individuo o debido a circunstancias, a veces, no reflejadas suficientemente en la literatura [9]. Al respecto de mamíferos marinos, existe una guía de referencia de los umbrales de daño temporal o permanente en la audición [10]. La determinación de estos umbrales es un hito para el desarrollo de la gestión de la contaminación acústica en medio marino, y podría servir como base para su extensión a otros grupos faunísticos marinos (peces, invertebrados) y también en el medio terrestre.

En ámbitos técnicos y normativos, la necesidad de preservar, incluso restaurar, la calidad del medioambiente sonoro empieza a formar parte y considerarse en las agendas de conservación de distintos organismos. El principal referente internacional en esta materia es el servicio de parques nacionales de los Estados Unidos (EEUU). Tanto por el desarrollo de programas específicos de investigación y monitoreo como por la profusa labor de divulgación de sus investigadores a nivel institucional como en otras publicaciones científicas y distintos eventos dirigidos al público en general y especializado. A nivel europeo, existen recomendaciones para identificar y preservar



áreas no afectadas por la contaminación acústica, denominadas “zonas tranquilas”, no solo desde un punto de vista antropocéntrico como podría ser la salud humana sino también por sus posibles beneficios sobre la conservación de la biodiversidad y el capital natural [11].

13.3. Problemática

En la actualidad existen centenares de referencias científicas que tratan de los potenciales impactos del ruido sobre distintos componentes del medio natural, pero la enorme variedad de métodos, herramientas e indicadores que se emplean (no siempre detallados) dificultan la comparación de resultados y que se puedan extraer conclusiones generalizables [12].

A nivel normativo, la Ley 37/2003, del Ruido [13], introdujo una categoría legal denominada “espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica” (tipo “g”). También se contempla la posibilidad de que las comunidades autónomas definan “reservas de sonidos de origen natural” (RSON) en determinadas zonas de su territorio, para que la contaminación acústica no perturbe dichos sonidos. Pero ninguno de estos conceptos ha sido desarrollado hasta la fecha. En Cataluña, su normativa autonómica [14] ya permite declarar zonas de especial protección de la calidad acústica (ZEPQA) en algunos espacios naturales en los que no se superan determinados niveles de presión sonora media anual (50 dBA entre las 08:00 y las 21:00 horas y 40 dBA entre las 21:00 y las 08:00 h). Sin embargo, no se debe asumir por defecto que las zonas tranquilas naturales sean forzosamente silenciosas. Cada caso dependerá de los propios sonidos de la naturaleza que, por su función o atractivo, requieran distintos planteamientos de gestión y conservación.

13.4. Propuestas de mejora y retos a futuro

Actualmente, no hay indicadores de consenso para evaluar y gestionar este impacto en todos los escenarios imaginables y, probablemente, no los haya de forma generalizada a corto y medio plazo. Porque cada caso es particular y depende de las especies de fauna afectadas, su estado de conservación, tipos de fuentes de ruido, el uso del territorio, la pérdida potencial de hábitat, etc. Desde la perspectiva de la gestión del ruido en espacios naturales y la conservación de la biodiversidad se puede afirmar que, en general, la mejor solución es que no se produzca ruido antropogénico. Siendo realistas y teniendo en cuenta la continua necesidad de expansión de infraestructuras y actividades humanas en el medio natural y, por ejemplo, el atractivo turístico de muchos espacios naturales, la bibliografía científica ofrece numerosos ejemplos que permitirían introducir elementos de evaluación y gestión objetiva de la calidad del medio ambiente sonoro (índices de medida, valores umbrales, métodos de seguimiento, etc.) con potencial utilidad en estudios de impacto ambiental o en la gestión de espacios naturales protegidos.

Por todo lo anterior, sería conveniente que las próximas revisiones de la legislación básica sobre evaluación y gestión del ruido ambiental incluyeran algún avance en este campo [15, 16], a partir de la revisión de las evidencias existentes.

13.5. Referencias específicas

- [1] Lynch, E., Joyce, D., & Fristrup, K. (2011). An assessment of noise audibility and sound levels in U.S. National Parks. *Landscape Ecology*, 26 (9), 1297–1309.



- [2] Carver, S., Tricker, J., & Landres, P. (2013). Keeping it wild: Mapping wilderness character in the United States. *Journal of Environmental Management*, 131, 239-255.
- [3] Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., & Popper, A. N. (2010). A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in ecology & evolution*, 25(7), 419-427.
- [4] ISO 12913-1. (2014). *Soundscape. Part 1: Definition and conceptual framework*. International Organization for Standardization. Switzerland, Geneva
- [5] Wrightson, K. (2000). An introduction to acoustic ecology. *Soundscape: The journal of acoustic ecology*, 1(1), 10-13.
- [6] Slabbekoorn, H.; Dooling, R.; Popper, A.; Fay, R. (2018). *Effects of Anthropogenic Noise on Animals*. New York, NY, USA: Springer.
- [7] Erbe, C., & Thomas, J. A. (2022). *Exploring Animal Behavior Through Sound: Volume*. Gewerbestrasse (Switzerland): Springer Nature.
- [8] Berkhout, B. W., Budria, A., Thieltges, D. W., & Slabbekoorn, H. (2023). Anthropogenic noise pollution and wildlife diseases. *Trends in parasitology*, 39(3), 181-190.
- [9] Francis, C. D., & Barber, J. R. (2013). A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(6), 305-313.
- [10] NOAA. (2024). 2024 Update to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 3.0). Underwater and In-Air Criteria for Onset of Auditory Injury and Temporary Threshold Shifts. NMFS. <https://www.fisheries.noaa.gov/s3/2024-10/Tech-Memo-Guidance-3.0-OCT2024-508-OPR1.pdf>
- [11] EEA. 2016. Quiet areas in Europe. The environment unaffected by noise pollution. European Environment Agency Report No 14/2016. Publications Office of the European Union. Luxembourg.
- [12] Shannon, G., McKenna, M. F., Angeloni, L. M., Crooks, K. R., Fristrup, K. M., Brown, E., Warner, K.A., Nelson, M.D., White, C., Briggs, J., McFarland, S., & Wittemyer, G. (2016). A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. *Biological Reviews*, 91(4), 982-1005.
- [13] BOE. (2003). Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. Boletín Oficial del Estado, 276, 40494-40505.
- [14] DOGC. (2009). Decret 176/2009, de 10 de novembre, pel qual s'aprova el Reglament de la Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica, i se n'adapten els annexos. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 5506: 85734-85797.
- [15] Iglesias Merchán, C. (2016). Guía para la caracterización de Reservas de Sonido de Origen Natural. CONAMA 2016. Congreso Nacional del Medio Ambiente 2016, Madrid. Fundación CONAMA.



- [16] Soto Molina, I., Robledano Aymerich, F., & Rivera Gallego, P. (2022). Conveniencia de desarrollo normativo y metodológico de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en cuanto a las áreas acústicas tipo g “espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica”. *TECNICACÚSTICA 2022*. 533 Congreso español de Acústica. XII Congreso Ibérico de Acústica, Elche. Sociedad Española de Acústica.

Relatores

Carlos Iglesias Merchán. Universidad Politécnica de Madrid y ECOPÁS

Juaco Grijota Chousa. Consultor freelance y ECOPÁS



14. PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LA EVALUACIÓN DEL AMBIENTE ACÚSTICO URBANO

Jerónimo Vida Manzano. Departamento de Física Aplicada, Universidad de Granada



14.1. Introducción

La gestión del ruido urbano se ha basado tradicionalmente en soluciones técnicas para disminuir el nivel acústico ambiental, es decir, reducir decibelios. Sin embargo, desde hace unos años se consolida un cambio de mentalidad que está dando lugar a un cambio de paradigma: gestionar el ruido urbano desde un enfoque centrado en las personas para reducir la afección, un enfoque centrado en la salud. Además de aplicar medidas de prevención y control que disminuyan el nivel acústico ambiental, también es necesario crear ciudad. Aplicar un modelo de diseño urbano que genere espacios con el sonido adecuado, no necesariamente bajo, en el ambiente que nos rodea. La evaluación de la percepción es el complemento que faltaba, una evolución conceptual increíble, una transformación con tinte de revolución por lo rápido que se está produciendo. Un cambio en el que la ciudadanía, sin distinción de clases, edad, sexo, raza, capacidad o discapacidad, se convierte en protagonista. Su participación es imprescindible, por eso el estudio del paisaje sonoro es, en sí mismo, una maravillosa expresión de la dimensión más solidaria del desarrollo sostenible.

14.2. Estado del arte

La evaluación del ambiente acústico urbano en contexto no es algo nuevo, pero sí una disciplina que ha experimentado un importante desarrollo en los últimos años. Para incluir la percepción ciudadana del ambiente acústico en el diseño de propuestas en planes de acción contra el ruido o en cualquier iniciativa de protección o valorización del patrimonio urbano y mejora de la calidad de vida de la ciudadanía, necesitamos ordenar y cuantificar el estudio del paisaje sonoro. Eso implica hacer objetivo algo que esencialmente es subjetivo, razón por la que se necesitan magnitudes adecuadas y método. La norma ISO12913 establece el procedimiento estandarizado para realizar las medidas y la evaluación del paisaje sonoro, siendo actualmente el instrumento más importante para estudiar y caracterizar de forma armonizada la percepción ciudadana en contexto del ambiente acústico urbano.

Esta norma ordena la práctica de este tipo de estudios, desde su propia definición (parte 1), la toma de datos (parte 2) y el análisis e interpretación de esos datos (parte 3). En la actualidad el grupo WG54 del TC43/SC1 de ISO está desarrollando la parte 4 de la norma, quizá la más importante de la serie: diseño e intervención urbana inspirada en los principios del paisaje sonoro. También trabaja actualmente en la revisión de la parte 3 con el objetivo de incorporar el avance del conocimiento en el desarrollo de nuevas técnicas de análisis y de representación de los datos.

El uso generalizado de dispositivos móviles permite hoy día que la participación de la ciudadanía sea muy fácil y cómoda al tiempo que privada, razón por la que dicha participación es cada vez mayor y más amplia en cuanto a rangos de edad y distribución geográfica. En este sentido, las iniciativas de ciencia ciudadana encaminadas a fomentar la participación de la población en la toma de decisiones, el desarrollo de políticas, la gestión y administración de asuntos públicos o incluso en asuntos relacionados con el diseño de ciudad se ha extendido y popularizado en los últimos años.

El uso de teléfonos celulares, tabletas y aplicaciones específicas también está permitiendo que los métodos y recomendaciones de la ISO12913 se estén popularizado y extendiendo, no sólo en ámbitos profesionales sino también en programas generalistas específicamente dedicados a fomentar la participación ciudadana en sondeos de opinión relacionados con su percepción en contexto.



14.3. Problemática

La inclusión de criterios acústicos en el diseño urbano ha sido tradicionalmente un asunto pendiente, una carencia importante que ha condicionado la efectividad de planes y programas de prevención de la contaminación acústica. Esta circunstancia, en cualquier caso, ha limitado o excluido la participación ciudadana y la efectividad del urbanismo en la generación de espacios y entornos urbanos que contribuyan a una mejora efectiva de la calidad de vida. Por esta razón en la actualidad es muy importante definir claramente la utilidad y conveniencia del diseño urbano con criterios acústicos donde la participación ciudadana sea el eje vertebrador sobre el que se desarrolla, mostrando la verdadera utilidad de esta nueva disciplina centrada en el “paisaje sonoro” urbano (*urban soundscape*).

También se trata de un tema social, de educación sonora de la ciudadanía que al entender el valor de los sonidos en el que desarrolla su vida contribuye a la creación de esos espacios y a la prevención de su identidad y conservación de su valor patrimonial. Por eso el estudio del *soundscape* se presenta como la mejor forma de aportar la visión ciudadana en contexto en la lucha contra la contaminación acústica. La mejor forma para saber qué elementos de ciudad definen una ciudad amable, una ciudad que potencia el valor de sus sonidos y limita sus ruidos, una ciudad que pone en valor el sonido patrimonial y todos aquellos sonidos que generan calidad de vida.

En el estudio del paisaje sonoro no sólo puede intervenir la ciudadanía, sino también expertos/as en acústica y cualquier colectivo, incluyendo personas con discapacidad e incluso en situaciones de gran complejidad urbana. Todos estos movimientos no tienen más interés que dar a la ciudadanía, a las personas, el necesario protagonismo que, muy probablemente no han tenido hasta este momento.

14.4. Propuestas de mejora y retos a futuro

Los resultados obtenidos del estudio y caracterización de la percepción ciudadana en contexto del ambiente acústico urbano deben ser fácilmente trasladables en las políticas, en los planes y en los programas de desarrollo urbano. Para ello esta disciplina, que se apoya fuertemente en la realización de sondeos de opinión además de en medidas acústicas, se enfrenta en primer lugar a los problemas derivados del idioma en el que se formulan las encuestas de opinión. Ese es el objetivo del proyecto SATP (*Soundscape Attributes Translation Project*) iniciado en 2019 por investigadores de varias universidades y que actualmente incluye a grupos de trabajo en 18 idiomas. Otra cuestión de futuro es el diseño de un catálogo de intervenciones, de propuestas en planes de acción para la prevención y control de la contaminación acústica incluyendo la puesta en valor y defensa del patrimonio sonoro. Para ello, además de procurar que la evaluación de la percepción se realice universalmente de la misma forma, nos enfrentamos a su aceptación por parte de los organismos públicos que gestionan, especialmente la administración local, y aquellos que realizan investigación para su paulatina mejora y definición.

La paulatina aceptación de esta nueva disciplina, su uso por parte del personal técnico en la definición de propuestas de acción que contribuyan a la mejora del ambiente acústico urbano y la definición de índices de calidad acústica que permitan identificar y clasificar de forma fácil los espacios urbanos en base no sólo a su nivel acústico (contaminación del ambiente) sino a su calidad acústica (valorización de los espacios) irán configurando una nueva forma de gestionar y procurar la calidad acústica en nuestras ciudades.



14.5. Referencias específicas

- [1] ISO 12913-1: 2014, Acoustics-Soundscape. Part 1: Definition and conceptual framework. <https://www.iso.org/standard/52161.html>
- [2] ISO/TS 12913-2: 2018, Acoustics-Soundscape. Part 2: Data collection and reporting requirements. <https://www.iso.org/standard/75267.html>
- [3] ISO/TS 12913-3: 2019, Acoustics-Soundscape. Part 3: Data analysis. <https://www.iso.org/standard/69864.html>
- [4] ISO/AWI TS 12913-4: XXXX, Acoustics-SoundscapPart 4: Design and Intervention. <https://www.iso.org/standard/81507.html>
- [5] Poniendo en valor el sonido urbano. Introducción a la norma ISO 12913. J.Vida, Revista de acústica (SEA), vol54, N°s 1 y 2, 2023. https://www.researchgate.net/publication/374381560_Poniendo_en_valor_el_sonido_urbano_Introduccion_a_la_norma_ISO_12913
- [6] Soundscape attributes in Spanish: A comparison with the English version of the protocol proposed in Method A of the ISO/TS 12913–2. Applied Acoustics, Volume 211, 2023, 109516, ISSN 0003-682X. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2023.109516>
- [7] Soundscape descriptors in eighteen languages: Translation and validation through listening experiments. Applied Acoustics, Volume 224, 2024, 110109, ISSN 0003-682X. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2024.110109>
- [8] Developing a taxonomy of soundscape interventions from a catalogue of real-world examples. Acta Acust., Volume 8, 2024, 29. <https://doi.org/10.1051/aacus/2024027>
- [9] The CSI Project Team. (2023, June 06) The Catalogue of Soundscape Interventions (CSI) <https://soundscape-intervention.org/>
- [10] Urban Soundscapes of the World database. <https://urban-soundscapes.org/>
- [11] Soundscapes: Humans and their acoustic environment. SCHULTE-FORTKAMP, Brigitte, et al. (ed.). Springer, 2023. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-031-22779-0.pdf>
- [12] Identifying barriers to engage with soundscape standards: Insights from national standards bodies and experts. F. Aletta, J. Xiao, J. Kang; JASA Express Lett. 1 April 2024; 4 (4): 047401. <https://doi.org/10.1121/10.0025454>
- [13] Defining acoustical heritage: A qualitative approach based on expert interviews, X. Zhu, T. Oberman, F. Aletta, Applied Acoustics, Volume 216, 2024, 109754, ISSN 0003-682X, <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2023.109754>
- [14] **SonsCat**, aplicación móvil de ciencia ciudadana para la localización de zonas tranquilas en los núcleos urbanos. https://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/contaminacio_acustica/sensibilitzacio-educacio-ambiental/index/index.html



Relator

Jerónimo Vida Manzano. Departamento de Física Aplicada, Universidad de Granada



15. EVALUACIÓN DEL SONIDO A LA ALTURA DEL OÍDO EN ESPACIOS ABIERTOS Y ESPACIOS NATURALES

Francesc Daumal i Domènech. Catedrático Emérito UPC, Consultor Acústico



15.1. Introducción

La gente no está a 4 metros de altura. Estamos entre 1,20 y 1,70 metros en función de si nos hemos sentado o vamos andando. Si siempre tocamos de pies en el suelo, ¿no deberíamos hacer mediciones sonoras a nuestra altura en las ciudades y especialmente en las zonas tranquilas?

15.2. Estado del arte

La norma ISO 12913 establece las definiciones y procedimientos para determinar los parámetros a medir del Paisaje Sonoro. Todo lo que incluye se dirige a la sensación psicoacústica que perciben o experimentan los seres humanos, y por tanto las situaciones a medir están referidas a los mismos. Por esta razón, la cabeza artificial y los restantes instrumentos de medición y grabación del paisaje sonoro, se sitúan a nuestra altura.

El Real Decreto 1367/2007, actualmente en revisión, sobre zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, solamente se establece para el ruido, incluyendo las definiciones y procedimientos para determinar los parámetros a medir de los ruidos en las poblaciones y edificaciones.

El método CNOSSOS aceptado a nivel europeo establece los sistemas de simulación para el levantamiento y actualización de los mapas sonoros de las poblaciones superiores a 20.000 habitantes.

En ambos casos, todo lo que se refiere a los mapas de ruido de las poblaciones se establece para determinar exclusivamente el nivel de ruido que llega a cierta altura de la fachada de los edificios. En concreto para los 4 metros de altura respecto la acera.

15.3. Problemática

Como bien sabemos, el paisaje sonoro está compuesto tanto por sonidos positivos como negativos. Todos ellos nos influyen cuando estamos atentos en escucha activa, y en ese instante es esencial el contexto existente para determinar si los aceptamos o rechazamos. Según la ISO 12913, las mediciones se realizan mediante equipos especiales, por ejemplo, tipo SQobold y cabeza artificial binaural, ubicados ambos al nivel de los oídos de los usuarios de los espacios. Es decir, que cuando medimos i/o grabamos los sonidos que nos afectan lo realizamos a nivel de nuestros oídos.

En cambio, para los mapas de ruido de las ciudades, los métodos de medida y de simulación reconocidos, como es el caso de CNOSSOS, prevé esta medición a 4 metros de altura, lo que conlleva que ambos casos precisen trípodes i/o jabalinas telescópicas, y micrófonos distintos.

Los dos sistemas, el del Paisaje Sonoro y el del Mapa de Ruido, actúan sobre algunos parámetros similares, pero con alturas de medición distintas, que no permiten cruzar sus datos dejando vacíos sobre los mapas de sonidos realmente existentes en las ciudades, y especialmente en sus áreas tranquilas.



15.4. Propuestas de mejora y retos a futuro

Por ello, en los lugares tranquilos, y especialmente en los parques y jardines, consideramos que la altura debería coincidir con la de sus usuarios (1,60 metros andando y 1,20 metros sentado).

Sería recomendable exigir una medición a 1,60 metros, quizás en simultaneidad con la de 4 metros, especialmente en los casos indicados y también en las aceras y otros lugares utilizados por los transeúntes.

15.5. Referencias específicas

- [1] 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. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-18397>
- [2] Guía Básica de recomendaciones para la aplicación de los métodos comunes de evaluación del ruido en Europa (CNOSSOS-EU). https://sicaweb.cedex.es/wp-content/uploads/2022/04/20220923_CNOSSOS_rev4.pdf
- [3] Norma ISO 12913 *Acoustics - Soundscape*, partes 1, 2 y 3

Relator

Francesc Daumal i Domènech. Catedrático Emérito UPC, Consultor Acústico



16. PASEOS SONOROS CON PÚBLICO INFANTIL. EXPERIENCIA

Francesc Daumal i Domènech. Catedrático Emérito UPC, Consultor Acústico

Jerónimo Vida Manzano. Universidad de Granada

Núria Capdevila Montsech. Servei de Prevenció i Control de la Contaminació Acústica i Lumínica.
Generalitat de Catalunya



16.1. Introducción

Hace ya un tiempo se realizó un paseo sonoro “a ciegas” con el Método Daumal con alumnado de educación primaria. En él se pedía a niños y niñas que identificaran y valoraran los sonidos; se observó que no valoraban los sonidos entre negativos y positivos.

Las experiencias de los paseos sonoros con la infancia, permiten observar que, a diferencia de lo que sucede con los adultos, su **percepción** del entorno sonoro todavía no se basa en la memoria y cultura. Precisamente este hecho determina que los sonidos que nosotros consideramos con una adjetivación concreta, ellos no los consideren de la misma forma.

Esta propuesta trata pues de investigar cómo debe realizarse el aprendizaje de los símbolos, marcas, caracteres y adjetivos sonoros en edades tempranas, y cuál debe ser el feedback de este aprendizaje, a fin de enseñar a niños y niñas las herramientas de comunicación sonora que utilizamos, para así mejorar nuestro paisaje sonoro de las ciudades y espacios naturales.

16.2. Estado del arte

Con motivo de la celebración del congreso ACUSTICAT 2018 en Sant Cugat, Barcelona, se realizó un paseo sonoro con alumnado de educación primaria, (7 y los 12 años), mediante el Método Daumal. En este método uno de los participantes camina con los ojos vendados, siendo en todo momento acompañado por un lazarillo, y evaluado por un auditor. La persona con los ojos vendados, va identificando y valorando sonidos que percibe.

Se constató que los sonidos percibidos por los participantes del recorrido sonoro por la ciudad de Sant Cugat, fueron interiorizados sin que presentaran prejuicios sobre sus valores y significados. En pocas palabras, los niños y niñas pueden percibir como un mero sonido aquello que los adultos consideran ruido.

En las experiencias realizadas aplicando la metodología propuesta en la ISO 12913 para la evaluación del ambiente acústico urbano, la participación de niñas y niños en paseos sonoros y en evaluaciones in situ no se suele analizar de forma separada del resto de participantes. También debe destacarse que dicha participación es aún escasa en paseos sonoros, por coincidir con el horario escolar, y también en evaluaciones “in situ” donde es más fácil solicitar la participación de personas adultas. No obstante, dada la no discriminación de participantes por razón de edad, cada vez son mayores la presencia de voluntarios/as menores de edad en las actividades y proyectos que se organizan en torno a la norma ISO 12913. Actualmente, el proyecto PSi (*Metodología para la obtención de Paisajes Sonoros Inclusivos como patrimonio inmaterial y su protección cultural*) de la Universidad de Granada, departamento de Física Aplicada, incluye expresamente en su desarrollo la configuración de un grupo de edad inferior a los 14 años, tanto de niñas y niños con discapacidad visual como sin discapacidad.

16.3. Problemática

Esta forma peculiar de guardar un ruido como sonido, sin etiquetar su trascendencia ni negatividad, es debido a que en edades tempranas los humanos todavía no hemos construido “el archivador” de las cualidades de los sonidos que percibimos. Relacionado con lo anterior, debe mencionarse la **importancia de detectar los sonidos positivos** que aportan las ciudades, ya que siempre tendemos a centrarnos en los sonidos que nos molestan y dejamos de lado aquellos que son



positivos. Se puede mejorar la ciudad con la aportación de sonidos que nos gusten o nos interesen; un espacio tranquilo no es aquel donde no existe el ruido, es aquel donde hay sonidos que resultan agradables. La forma de determinar que un sonido es adecuado o no, no es exclusivamente el nivel de decibelios, sino que depende también de la percepción de las personas.

Sabemos que la **percepción auditiva** es la habilidad para recibir, reconocer y discriminar estímulos auditivos, siendo capaz de interpretarlos y dotarlos de sentido. Antes del nacimiento, el bebé ya desarrolla este sentido en el vientre materno por lo que es el primer sentido que se desarrolla. Su importancia se basa en que es fundamental para la adquisición del lenguaje oral, lo que nos permite comunicarnos con fluidez, relacionarnos con aquello que nos rodea, siendo un vehículo para el desarrollo del lenguaje, localizarnos en el espacio y ubicar las fuentes sonoras que nos pueden alertar de un peligro. Además, con el crecimiento del individuo, le permite asociar lo que oye a experiencias previas, ayudando a dar sentido y significado a los sonidos del mundo.

El Real Decreto que establece la ordenación y enseñanzas mínimas de la Educación Infantil, no incluye más que aquellas competencias básicas para la comprensión e interrelación infantil mediante el lenguaje oral, pero nada establece respecto la necesidad de implementar la percepción auditiva en el ámbito descrito.

16.4. Propuestas de mejora y retos a futuro

Debemos dar mayor importancia a la educación acústica de los niños. La **percepción del espacio sonoro**, la **conciencia auditiva**, la **memoria auditiva** y la **discriminación auditiva** han de enseñarse en la primera y segunda infancia.

Existen a considerar diferentes métodos desarrollados por educadores cualificados y reconocidos, a los que deben incorporarse los aspectos sonoros.

Las **enseñanzas musicales** actuales en la **educación primaria** no son suficientes para la formación auditiva, ya que la voz humana y lo audible representa el mayor sistema de comunicación utilizado entre los seres humanos.

Entre los nuevos conceptos que deben aprender tenemos:

La **simbología sonora**, que comprende todos aquellos elementos básicos de la señalética por medio de sonidos y vibraciones: vehículo en marcha atrás, ...

El **carácter sonoro**, que proporciona la idea que cómo es la fuente del sonido: hueco-macizo, material: metal – madera – plástico - cristal – piedra, (dentro de metal: acero – aluminio – etc.), sujeción: estático – hiperestático, resonancia: caja resonante – seco, etc.

La **Arquitectura Acústica**, que nos permite entender la morfología, proporciones, materiales y textura de la arquitectura y la ciudad.

La **adjetivación**, con calificativos con que pueden subjetivamente definir el entorno sonoro, como alegre – triste, abierto – cerrado, etc.

Las **herramientas y los objetos**: tijeras, rodadura i bote pelota, vibración, bol con agua, etc.

La **naturaleza**: Meteorología (lluvia, granizo, rayos y truenos, viento y aire (en rocas, vegetación, campanillas), seres bióticos.



El aprendizaje sobre cómo sonamos **nosotros y nuestra aula**: objetos que llevamos encima, objetos que tenemos en la clase, objetos cercanos.

Es imprescindible Facilitar tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento (TAC) aplicadas a la atención al alumnado con ceguera o trastornos graves de la visión. La Tiflotecnología es el conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a procurar a las personas con ceguera o discapacidad visual los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología.

16.5. Referencias específicas

- [1] 14/10/2020. TV3/Super3, video “Els sons que ens envolten”. Paseo sonoro con el método Daumal con niños. 2,11m. (en Catalán)

<https://www.ccma.cat/tv3/super3/infok/els-sons-que-ens-envolten/video/6064196/>

<https://www.ccma.cat/video/embed/super3/6064196/>

<https://www.3cat.cat/tv3/sx3/els-sons-que-ens-envolten/video/6064196/>

- [2] Guía para el desarrollo de proyectos ambientales en centros escolares. Calidad del aire y contaminación acústica.

guiaparaeldesarrollodeproyectosambientalesencentrosescolares_digital_tcm30-538255.pdf
(miteco.gob.es)

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/guiaparaeldesarrollodeproyectosambientalesencentrosescolares_digital_tcm30-538255.pdf

- [3] El arquitecto ciego: método Daumal para estudiar el paisaje sonoro en la arquitectura, Francesc Daumal i Domènech, ETSAB (UPC)

<https://orcid.org/0000-0003-0819-9256> DOI: <https://doi.org/10.5821/jida.2021.10560>

<https://www.youtube.com/watch?v=Hx94Vo4m50s>

- [4] RESULTADOS DEL PASEO SONORO CON EL MÉTODO DAUMAL REALIZADO EN EL TECNIACÚSTICA 2022. EL PAISAJE SONORO DE LA DAMA DE ELCHE Francesc Daumal i Domènech¹, Jerónimo Vida Manzano² Miguel Ausejo Prieto³, Sergio Herguedas Campesino

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://documentacion.sea-acustica.es/publicaciones/Cuenca23/Abs_43.pdf

- [5] *Passeig Sonor*, per al congrés ACUSTICAT’2024, Teatre Kursaal, Manresa. (2024)

<https://www.congresacusti.cat/activitat>

https://www.congresacusti.cat/files/ugd/eab8b0_2ce7f1faa07e458ebbaf5ad00e729c80.pdf



- [6] Centro educativo para deficientes visuales. CREDV. Flitotecnología.

<https://xtec.gencat.cat/ca/serveis/see/credv>

- [7] *Silin y Ruidón*, Cómic de sensibilización sobre las causas y efectos del ruido. Creado y desarrollado por la SEA. Sociedad Española de Acústica

<https://www.sea-acustica.es/actividades/campana-de-concienciacion-del-ruido/silin-y-ruidon/>

<https://www.sea-acustica.es/actividades/campana-de-concienciacion-del-ruido/>

- [8] Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil.

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2022-1654>

Relatores

Francesc Daumal i Domènech. Catedrático Emérito UPC, Consultor Acústico

Jerónimo Vida Manzano. Universidad de Granada

Núria Capdevila Montsech. Servei de Prevenció i Control de la Contaminació Acústica i Lumínica. Generalitat de Catalunya



17. CONCIENCIACIÓN EN ACÚSTICA AMBIENTAL PARA EDADES TEMPRANAS

Ana García Sainz-Pardo. SENASA

Miguel Ausejo Prieto. Sociedad Española de Acústica – Eurocontrol, Grupo Apave

Núria Capdevila Montsech. Servei de Prevenció i Control de la Contaminació Acústica i Lumínica. Generalitat de Catalunya



17.1. Introducción

La definición de ruido ambiental como ese sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas nos da una idea de lo subjetivo del término en función de la cultura y costumbres de cada lugar. En muchas ciudades del mundo se utiliza el claxon insistente y habitualmente en las intersecciones de carreteras y caminos para avisar del paso. No percibirán la misma molestia para ese sonido que la población de un residencial unifamiliar de cualquier ciudad europea con sus semáforos y su señalética donde el descanso de sus vecinos es prioritario.

En 2018 la Organización Mundial de la Salud (OMS) fue un paso más allá con su Guía de Ruido Ambiental para las regiones europeas, **describiendo el ruido como un riesgo cierto y claro para la salud**, y no solo como una molestia percibida en mayor o menor medida. Según la Agencia Europea de Medioambiente, el ruido es responsable de 11.000 muertes prematuras y 40.000 nuevos casos de enfermedades cardiovasculares cada año¹¹.

Para que ese mensaje, con sus beneficios asociados para la salud y calidad de vida, cale en toda la población europea, hace falta mucho más que una guía de la OMS o un informe de la Agencia Europea de Medioambiente. **Es preciso concienciar a toda una población acostumbrada a un ruido ambiental excesivo a cambiar hábitos de conducta muchas veces intrínsecos a su propia cultura y costumbres.**

Con máximo respeto y sumo cuidado, los Estados debemos abordar esa concienciación progresiva. No hay futuro sin educación, el conocimiento y las buenas prácticas son la única arma capaz de cambiar las costumbres y reducir los efectos de ese estresor del sistema nervioso.

17.2. Estado del arte internacional

Poco a poco los recursos para los educadores van llegando, aunque no de manera estandarizada. Si miramos a EEUU, su Agencia de Protección Medioambiental dispone de material específico clasificado para educación elemental (ES), media (MS), así como para padres y profesores.

Para los colegios británicos, el famoso Dr. Binocs hace 3 y 4 años que publicó sus videos sobre contaminación acústica, y algunas de las mejores páginas de recursos para profesorado publicaron su material adaptado a diferentes edades, se listan algunos ejemplos pues la mayoría de estas páginas no son de acceso libre.

- Video Dr. Binocs sobre la ciencia fundamental detrás del sonido.
- Video Dr. Binocs sobre contaminación acústica, efectos en la salud y propuestas para reducirlo.
- Presentación animada sobre contaminación ambiental.
- Video para niños sobre contaminación ambiental.
- Página de recursos sobre contaminación acústica para profesorado.

Uno de los países destacados donde hay una alta concienciación del ruido y a menudo sus políticas se convierten en referencia es Francia, CidB es una entidad sin ánimo de lucro y que des de hace

¹¹ <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/noise?activeTab=fa515f0c-9ab0-493c-b4cd-58a32dfaae0a>



años desarrolla [recursos, documentación y material](#) para diferentes colectivos, algunos de ellos específicos para el profesorado dirigido a público escolar de diferentes edades.

Tras la designación del “Día internacional de la concienciación sobre el ruido” el último miércoles del mes de abril, se creó una página de concienciación internacional con [hechos curiosos y ejemplos cotidianos que superan las recomendaciones de ruido](#).

17.3. Iniciativas en España

Comenzando por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico que en 2022 publicó la “[Guía para el desarrollo de proyectos ambientales en centros escolares Calidad del aire y contaminación acústica](#)”, que incluye [material y actividades](#) a desarrollar sobre contaminación acústica dirigidas a un público adolescente/pre-universitario.

Algunas Comunidades Autónomas han desarrollado material e iniciativas de inclusión de contenidos relacionados con la contaminación ambiental en sus programas de educación obligatoria y/o voluntaria:

Generalitat de Catalunya. Tiene un nuevo catálogo de actividades dirigidas a centros educativos:

- [Talleres de prevención de la contaminación acústica](#) , para la educación primaria i primer ciclo de la ESO.
- [Proyecto de aprendizaje y servicio \(ApS\) “Mejoremos la calidad acústica de los equipamientos públicos y su entorno”](#), para segundo ciclo de la ESO (servicio comunitario) y bachillerato (proyecto). En el ApS el alumnado contribuye a mejorar la calidad acústica de equipamientos públicos sensibles, como salas de espera de centros de atención primaria o bibliotecas, y a reducir la contaminación acústica y preservar las zonas tranquilas en el entorno cercano al equipamiento.
- Situación de aprendizaje “Ciudades tranquilas: apúntate al reto SonsCat” para tercero y cuarto de la ESO y bachillerato. Una situación de aprendizaje es el nuevo concepto de unidad didáctica nacido de la implantación de la LOMLOE. En ellas se planifican un conjunto de actividades secuenciadas alrededor de un problema real al que el alumnado debe dar respuesta, y plantean desafíos ante los cuales el alumnado moviliza y articula conocimientos, recursos y destrezas. La LOMLOE promueve que los retos se basen en asuntos de interés público y estén relacionados con la sostenibilidad ambiental, la convivencia democrática y la participación ciudadana. En este sentido, en la situación, el alumnado hace un análisis de las zonas tranquilas de los alrededores de su centro educativo y hace propuestas para reducir la contaminación acústica, utilizando la [aplicación móvil de ciencia ciudadana creada por la Generalitat, SonsCat](#).

Junta de Andalucía: Guía de ruido enfocada a la ESO. [Cuaderno de actividades menos ruido, más vida](#).

Ayuntamiento de Madrid: [Material de apoyo](#) para el profesorado de educación primaria y otros videos. [1](#); [2](#); [3](#).

La [Sociedad Española de Acústica](#) lanza todos los años campañas de sensibilización en el Día mundial de la concienciación sobre el ruido, generándose un [repositorio de material](#) para todo este tipo de campañas:

- Vídeo de concienciación.



- Material didáctico: primaria, secundaria y bachillerato.
- Comic de “Silín y Ruidón”
- Videojuego educativo.
- Scape Room interactivo.

Desde la Generalitat de Catalunya y coincidiendo con el Día mundial de la concienciación sobre el ruido, organiza la [Semana Sin Ruido](#), que promueve medidas y iniciativas, para todo tipo de colectivos, en la difusión, sensibilización y educación ambiental, Diseñando un página web que funciona como repositorio y buscador de actividades, la elaboración de material específico y la organización de actividades libres y dirigidas.

Enfocado en los adultos, [Iberdrola crea contenido](#) sobre contaminación acústica y los efectos en la salud en su web de sostenibilidad. Una iniciativa similar es la de Seguros DKV, que genera contenido como vídeos o [guías de concienciación](#) sobre los efectos del ruido.

17.4. Propuestas de mejora y retos a futuro

Como sector, tenemos la obligación de seguir trabajando para que la divulgación llegue a la mayor cantidad de población posible. La educación en edades tempranas es nuestro pasaporte hacia un futuro saludable libre de ruido.

El camino más seguro para garantizar ese futuro sin ruido necesita, seguir fomentando la **concienciación desde todas las instituciones públicas y privadas**, no sólo con **campañas “ad hoc” el día internacional** para ello, sino **desde los programas oficiales de educación escolar adaptados a las diferentes edades**, como ya han incluido algunas Comunidades Autónomas.

Relatores

Ana García Sainz-Pardo. SENASA

Miguel Ausejo Prieto. Sociedad Española de Acústica – Eurocontrol, Grupo Apave

Núria Capdevila Montsech. Servei de Prevenció i Control de la Contaminació Acústica i Lumínica. Generalitat de Catalunya



Fundación Conama
María de Molina 5, 1ºD
+34 91 310 73 50
conama@conama.org