

ACUERDO DE 9 DE FEBRERO DE 2023 DE LA JUNTA DE GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MADRID POR EL QUE SE APRUEBA EL PROYECTO DEFINITIVO DE LA REVISIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DE MADRID.

La Junta de Gobierno de la Ciudad de Madrid, en su reunión de 24 de noviembre de 2022 aprobó el proyecto inicial de la revisión del Mapa Estratégico de Ruido de Madrid, correspondiente a la cuarta fase del cartografiado estratégico que refleja los niveles de ruido correspondientes a la situación de la ciudad en el año 2021 y acordó la apertura de un periodo de información pública durante un mes, contado a partir del día siguiente al de la publicación del correspondiente anuncio en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, que tuvo lugar el 12 de diciembre de 2022, finalizando el mismo el pasado 13 de enero de 2023, durante el cual los interesados han podido examinar el expediente y presentar las alegaciones oportunas.

El artículo 14.3 de la Ordenanza de Protección contra la Contaminación Acústica y Térmica, aprobada por el Pleno del Ayuntamiento de Madrid en su sesión de 25 de febrero de 2011, establece que el órgano competente resolverá motivadamente sobre las alegaciones presentadas y acordará la aprobación definitiva.

Se ha presentado una única alegación al proyecto, alegación que tuvo entrada una vez concluido el periodo de información pública. No obstante, en aras del principio antiformalista que debe regir la actuación administrativa, procede tomar en consideración dicha alegación al haberse presentado previamente a la aprobación del proyecto definitivo de la revisión del Mapa Estratégico de Ruido de Madrid, para lo cual el Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad ha elaborado la memoria que concluye con su desestimación, de acuerdo con los motivos que en ella se indican.

En su virtud, de conformidad con lo establecido en los artículos 17.1 n) de la Ley 22/2006, de 4 de julio, de Capitalidad y de Régimen Especial de Madrid, a propuesta del titular del Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad, y previa deliberación de la Junta de Gobierno de la Ciudad de Madrid en su reunión de 9 de febrero de 2023

ACUERDA

PRIMERO.- Resolver la alegación presentada a la revisión del Mapa Estratégico de Ruido de Madrid, correspondiente a la cuarta fase del cartografiado estratégico que refleja los niveles de ruido correspondientes a la situación de la ciudad en el año 2021, en el sentido que se detalla en la memoria incorporada al expediente.

SEGUNDO.- Aprobar definitivamente la revisión del Mapa Estratégico de Ruido de Madrid, correspondiente a la cuarta fase del cartografiado estratégico que refleja los niveles de ruido correspondientes a la situación de la ciudad en el año 2021, que figura en el expediente.

Información de Firmantes del Documento

FRANCISCO DE BORJA CARABANTE MUNTADA - DELEGADO ÁREA DE GOBIERNO
SILVIA ELENA SAAVEDRA IBARRONDO - CONCEJALA DELEGADA
JOSE LUIS MARTINEZ ALMEIDA NAVASQUÉS - ALCALDE DE MADRID
URL de Verificación: https://servpub.madrid.es/VECSV_WBCONSULTA/VerificarCove.do

Fecha Firma: 09/02/2023 13:54:42
Fecha Firma: 09/02/2023 14:29:59
Fecha Firma: 14/02/2023 21:45:56
CSV : 1NE1G304KJ8D309L



TERCERO.- Publicar en la Sede Electrónica del Ayuntamiento de Madrid el documento denominado "Mapa Estratégico de Ruido de Madrid".

CUARTO.- Publicar el presente Acuerdo en el Boletín Oficial del Ayuntamiento de Madrid, en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid y en el tablón de edictos del Ayuntamiento de Madrid.

Firmado electrónicamente
EL DELEGADO DEL ÁREA DE GOBIERNO
DE MEDIO AMBIENTE Y MOVILIDAD,
Borja Carabante Muntada

Cúmplase,
Firmado electrónicamente
EL ALCALDE,
Jose Luis Martínez- Almeida Navasqués

APROBADO
en reunión de 9 de febrero de 2023
Firmado electrónicamente
LA SECRETARIA DE LA JUNTA DE GOBIERNO
Silvia Saavedra Ibarrondo



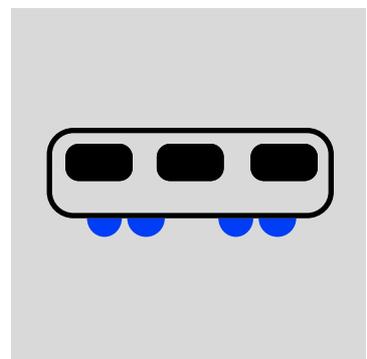
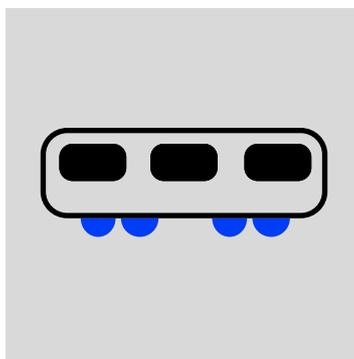
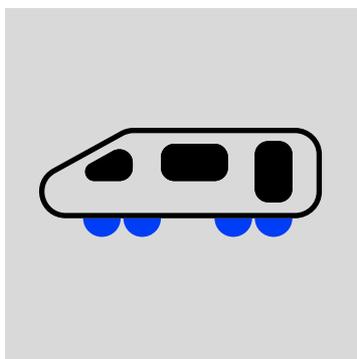
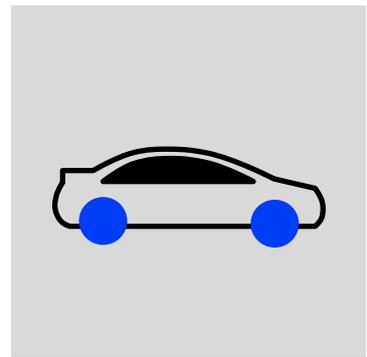
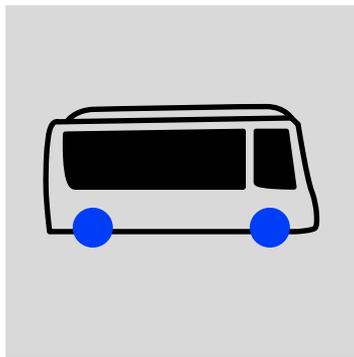
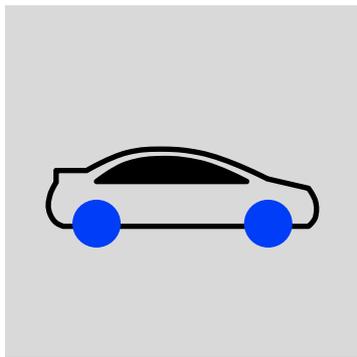
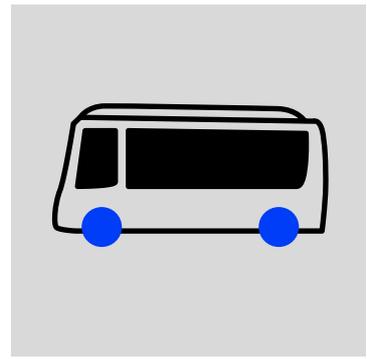
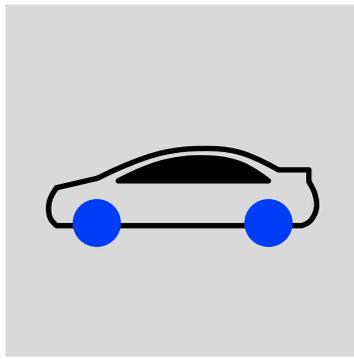
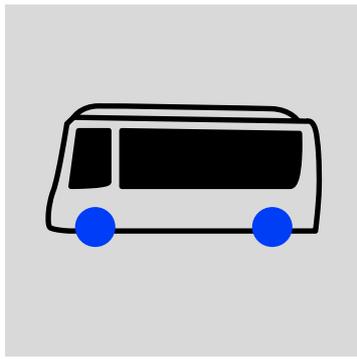
Información de Firmantes del Documento



FRANCISCO DE BORJA CARABANTE MUNTADA - DELEGADO ÁREA DE GOBIERNO
SILVIA ELENA SAAVEDRA IBARRONDO - CONCEJALA DELEGADA
JOSE LUIS MARTINEZ ALMEIDA NAVASQUÉS - ALCALDE DE MADRID
URL de Verificación: https://servpub.madrid.es/VECSV_WBCONSULTA/VerificarCove.do

Fecha Firma: 09/02/2023 13:54:42
Fecha Firma: 09/02/2023 14:29:59
Fecha Firma: 14/02/2023 21:45:56
CSV : 1NE1G304KJ8D309L





Mapa Estratégico de Ruido de la Ciudad de Madrid 2021

Mapa Estratégico de Ruido de la Ciudad de Madrid 2021

I	Introducción	2
2	Antecedentes	4
3	Gestión y Control del Ruido Ambiental.....	5
3.1	La ciudad.....	5
3.2	Marco Legal	6
3.3	Autoridad Responsable de la Gestión del Ruido Ambiental.....	8
3.4	Juntas Municipales de Distrito.....	10
3.4.1	Órganos de Decisión.....	10
3.4.2	Órganos de Participación.....	10
3.5	Delimitación Áreas Acústicas.....	11
3.6	Cartografiado Estratégico de Ruido.....	13
3.7	Información a la ciudadanía	17
4	MER 2021	19
4.1	Índices de Ruido.....	20
4.2	Instrumentación Acústica Empleada	21
4.3	Caracterización acústica de las infraestructuras viarias	21
4.4	Caracterización acústica de las infraestructuras ferroviarias	24
4.5	Modelo digital de cálculo.....	26
4.5.1	Condiciones de cálculo	27
4.5.2	Representación y procesado de información geográfica.....	28
4.6	Metodología de cálculo de población expuesta	28
4.7	Comparativa resultados.....	30
5	Resultados	31
5.1	Análisis Preliminar	31
5.1.1	Evolución de los niveles de ruido en la Red Fija	31
5.1.2	Evolución del tráfico rodado	33
5.1.3	Evolución demográfica de la ciudad	34
5.2	Presentación de los resultados.....	35
5.3	Evolución de la situación acústica en la ciudad	37
5.3.1	Evolución de los niveles de ruido	37
5.3.2	Análisis de la población expuesta	38
5.3.3	Grandes Ejes Viarios	43
5.3.4	Infraestructura Ferroviaria	43
6	Conclusiones	44
	Anexo I. Planos	46

I Introducción

La población en núcleos urbanos muestra una tendencia creciente y la estimación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) prevé que en 2050 el 68% de la población mundial se concentrará en las ciudades. Este hecho, a priori, implica un incremento de las actividades susceptibles de contribuir a una degradación del medio ambiente en la ciudad, aunque otros factores, como comportamientos cada vez más respetuosos con el medio ambiente, el progreso tecnológico de los medios de transporte y los cambios en el modelo de trabajo derivados de la reciente pandemia, permiten vislumbrar un horizonte optimista en lo referente a la situación acústica en las grandes urbes.

Madrid constituye la ciudad más grande del territorio nacional y una de las mayores áreas urbanas de la Unión Europea, extendiéndose sobre una superficie de 60.445,52 hectáreas¹. Administrativamente, el municipio está dividido en 21 distritos, entre los que se distribuye una población de 3.312.310 habitantes², siendo la ciudad más poblada de España.

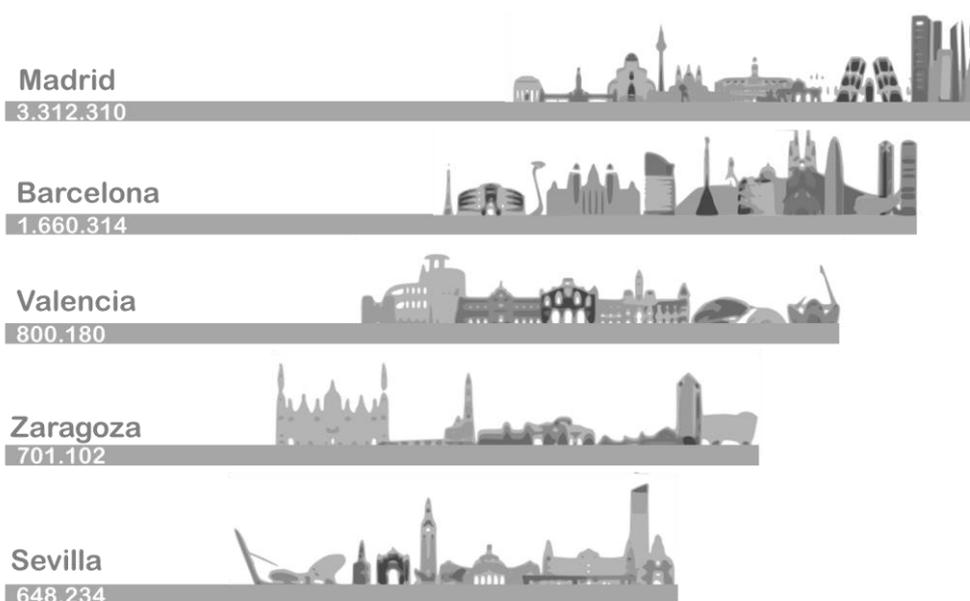


Ilustración 1. Población de las principales ciudades de España en el año 2021

Madrid juega un papel fundamental en el flujo de viajeros y de mercancías, tanto a nivel nacional, como internacional. Además, produce una gran influencia en su entorno, especialmente en los municipios colindantes, donde residen aproximadamente 3,5 millones de habitantes.

Compatibilizar la actividad propia de una ciudad como Madrid, con el confort de sus habitantes, constituye un importante reto y la necesidad de abordarlo con un enfoque holístico. La ciudad de Madrid se encuentra en constante cambio, desarrollando numerosas actuaciones e iniciativas para mejorar aspectos ambientales, urbanísticos y de movilidad, con el objetivo de compatibilizar el crecimiento y desarrollo, con la calidad de los espacios.

¹ Superficie del municipio a 01 de enero de 2021 según el Anuario Estadístico de Madrid 2021. Capítulo de Territorio y Medio Ambiente.

² Población del municipio a 01 de enero de 2021 según el Anuario Estadístico de Madrid 2021. Capítulo de Demografía y Población.

En lo relativo a la gestión y control del ruido ambiental, el ayuntamiento de Madrid trazó una estrategia que ha ido implementando y desarrollando a lo largo de los años, con el objetivo de dar respuesta a las necesidades de los ciudadanos y disponer de soluciones adecuadas para garantizar el bienestar acústico en la ciudad.

2 Antecedentes

El ayuntamiento de Madrid siempre ha sido consciente de la importancia del ruido para la ciudadanía. Fruto de ello han sido las innumerables acciones y medidas adoptadas para preservar la situación acústica o mejorarla en aquellos puntos de la ciudad en los que se había deteriorado.

Desde la pionera ordenanza contra el ruido, que data de finales de los años 60 del siglo pasado, a la delimitación de figuras de protección ambiental, precursoras de las actuales Zonas de Protección Acústica Especial (en adelante ZPAE), el ayuntamiento siempre ha destacado por poner en marcha medidas de reducción de los niveles de ruido en aquellas zonas en las que se detectaban problemas de contaminación acústica.

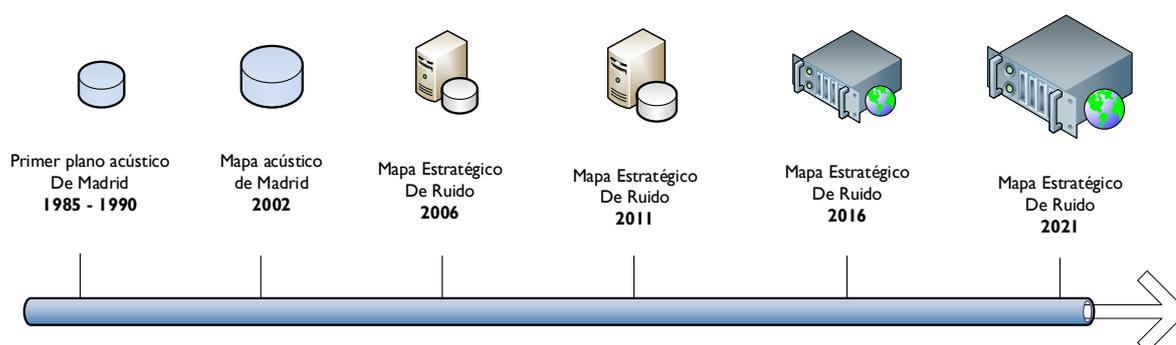


Ilustración 2. Histórico del cartografiado de ruido en la ciudad de Madrid

En este aspecto, no solo las acciones y medidas adoptadas por el ayuntamiento de Madrid han sido innovadoras, también es de reseñar sus planteamientos novedosos en la elaboración de procedimientos y protocolos para llevar a cabo las mediciones de ruido, en su interés por dotarse con los medios más avanzados y fiables disponibles en cada momento, así como en la adopción de herramientas de otras disciplinas en el control del ruido ambiental.

De esta forma, el ayuntamiento cuenta con uno de los mejores y más completos sistemas de monitorizado de ruido, el Sistema Integral de Vigilancia de la Contaminación Acústica (en adelante SIVCA), el cual permite conocer la evolución a largo plazo de los niveles sonoros ambientales de la ciudad, evaluar el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica y proponer las acciones correctoras necesarias para la mejora acústica progresiva, la disminución de la población expuesta a elevados niveles sonoros y la preservación de las zonas tranquilas.

3 Gestión y Control del Ruido Ambiental en Madrid

3.1 La ciudad

Madrid debe su diferenciación con respecto a otras ciudades españolas a desempeñar la capitalidad del Estado desde 1561, lo que ha ocasionado que en Madrid tengan su sede Instituciones y Organismos oficiales del Estado, Cortes Generales, sedes del Gobierno, embajadas, principales museos, empresas, etc.

Por esta razón, Madrid, sumado a que se trata de la ciudad más poblada de España, cuenta con una importante red de servicios e infraestructuras que permiten el desarrollo de la actividad propia de una gran capital europea.

Madrid comenzó su desarrollo a partir de los años cincuenta alcanzando su momento álgido entre 1956 y 1980, periodo en el que cuadruplicó su extensión original y llegó hasta las 8.000 ha de extensión, lo que supone el 12% de la superficie de la actual Comunidad de Madrid.

El mayor impulso demográfico tuvo lugar en los años 60, durante los cuales la capital multiplicó su población hasta llegar a los 3.120.941 habitantes en el año 1970. A partir de este momento, el crecimiento demográfico sufrió una desaceleración, llegando incluso a registrarse pérdidas de población.

La población se distribuye de forma desigual en la ciudad, observándose una mayor densidad de población en el interior de la Almendra Central, que comprende los distritos de Centro, Arganzuela, Retiro, Salamanca, Chamartín, Tetuán y Chamberí.

Los más de 3 millones de habitantes censados se encuentran repartidos por los 21 distritos en los que se divide administrativamente la ciudad.

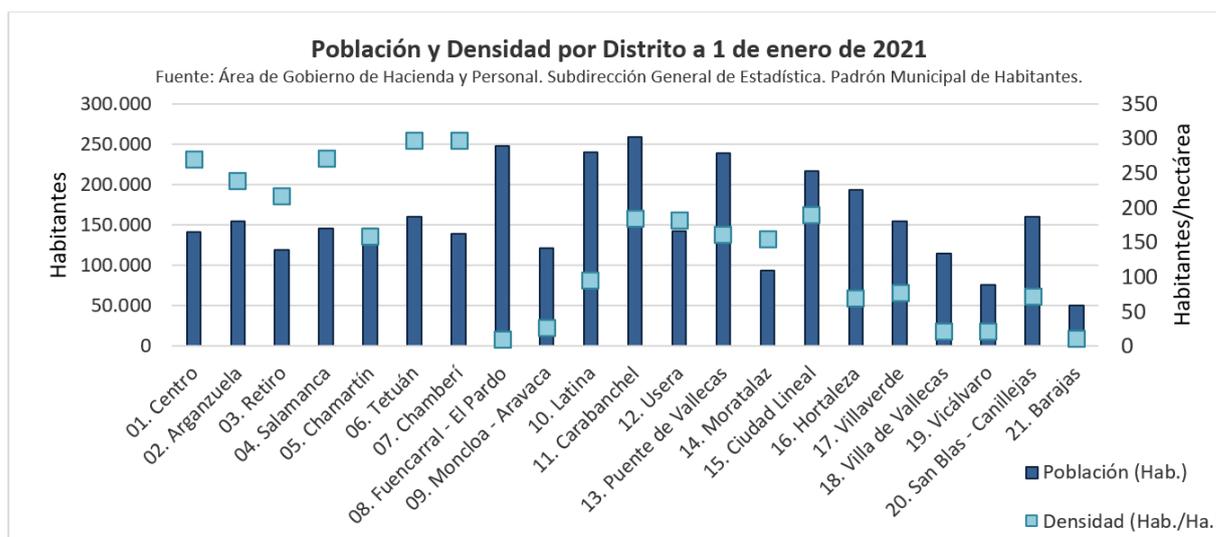


Ilustración 3: Habitantes y densidad de población por distrito en la ciudad de Madrid.

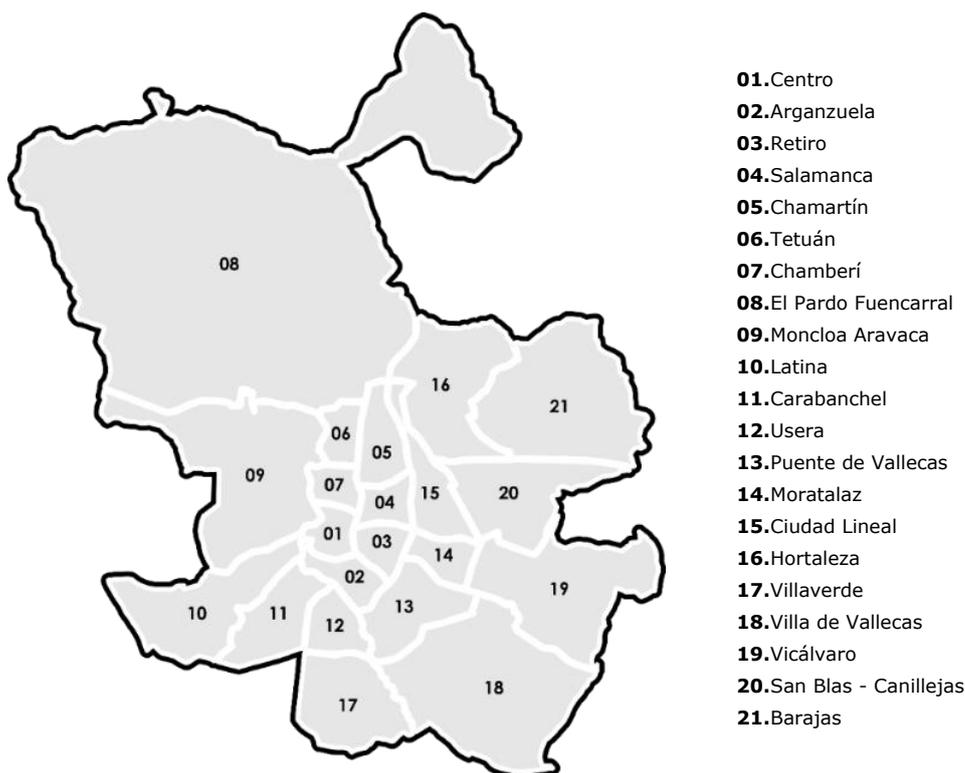


Ilustración 4. Distritos de la ciudad de Madrid

3.2 Marco Legal

La Directiva Europea 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, constituye el marco legislativo que recoge todos los aspectos relacionados con la contaminación acústica.

Este marco se transpone al derecho español a través de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y los dos reales decretos que la desarrollan:

- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

El Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, desarrolla las previsiones legales relativas a los índices de ruido que deben considerarse en la preparación y revisión de los mapas estratégicos de ruido detalladas en su anexo I, así como los métodos de evaluación para la determinación de tales índices que se especifican en su anexo II y que fueron utilizados en el cartografiado acústico de las tres fases anteriores (MER 2006, MER 2011 y MER 2016).

En el año 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 el Centro Común de Investigación. Como resultado de este trabajo, se publica en el Diario Oficial de la Unión Europea, la Directiva 2015/996 de la Comisión,

de 19 de mayo de 2015, en la que se establecen unos nuevos métodos comunes de evaluación del ruido. **La aprobación de esta nueva directiva conlleva la modificación del anexo II de la Directiva 2002/49/CE a fin de incluir en la misma la nueva metodología de evaluación**, vinculante para todos los estados miembros de la Unión Europea desde el 31 de diciembre de 2018, es decir, **de obligado cumplimiento para la realización de la cuarta fase del cartografiado estratégico**.

Con el objetivo de dar cumplimiento a las obligaciones del Reino de España como estado miembro, se aprueba la Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre que modifica el anexo II del RD 1513/2005, trasponiendo así al derecho español lo establecido en la Directiva (UE) 2015/996. Con esta modificación del anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, **los métodos de evaluación del ruido utilizados hasta el momento son sustituidos por una metodología común de cálculo CNOSSOS-EU, tanto para el modelo de cálculo matemático de emisión y propagación acústica, como para la asignación de los niveles de ruido a la población**.

Posteriormente, en marzo del 2020, la UE aprobó la Directiva 2020/367 a fin de incluir las relaciones dosis-efecto para evaluar los efectos nocivos del ruido. La transposición de esta directiva al ordenamiento estatal se realiza mediante la Orden PCM/542/2021 que modifica el anexo III del Real Decreto 1513/2005, actualizando, al progreso científico y tecnológico, la evaluación de los efectos nocivos del ruido. Esta normativa se tendrá en cuenta en la elaboración del Plan de Acción en Materia de Contaminación Acústica (en adelante PAMCA) derivado de los resultados del presente MER.

A nivel local, el ayuntamiento de Madrid cuenta con la Ordenanza de Protección contra la Contaminación Acústica y Térmica de Madrid (OPCAT), la cual, en su artículo 9, remite a la legislación estatal en lo referente a los mapas de ruido.

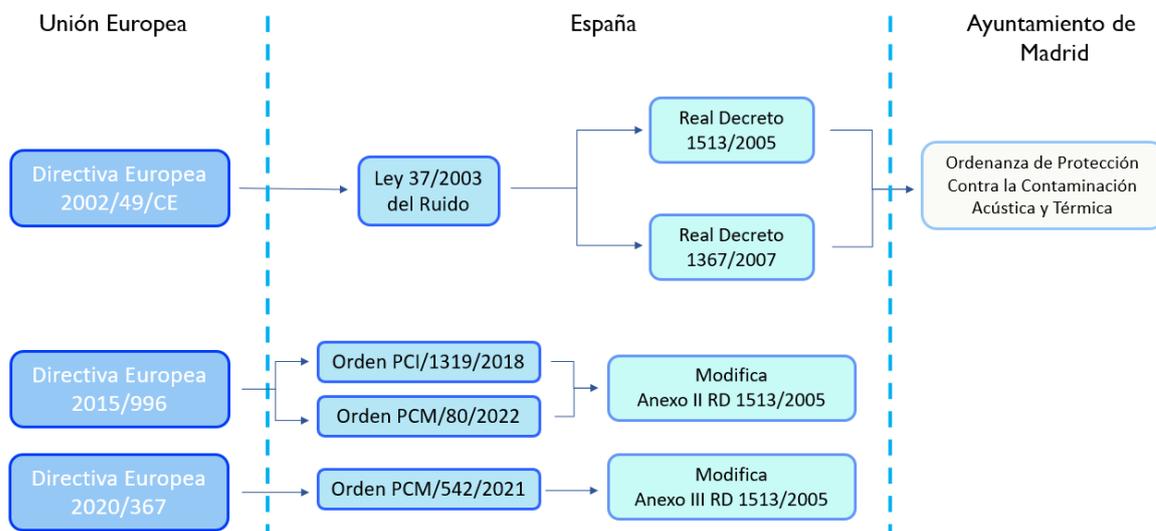


Ilustración 5. Marco legislativo en materia de contaminación acústica

El marco jurídico indicado, establece que los mapas de ruido habrán de revisarse y, en su caso, modificarse cada cinco años a partir de la fecha de su aprobación.

3.3 Autoridad Responsable de la Gestión del Ruido Ambiental

El artículo 4 de La Ley 37/2003, del Ruido, establece las competencias para la gestión del ruido ambiental producido por las infraestructuras de transporte, las industrias y aglomeraciones urbanas.

De acuerdo con dicho artículo, salvo para las infraestructuras viarias, ferroviarias, aeroportuarias y portuarias de competencia estatal, la competencia de la gestión del ruido ambiental estará sujeta a lo dispuesto en la legislación autonómica y, en su defecto, corresponderá a la comunidad autónoma si el ámbito territorial del mapa de ruido excede de un término municipal y, en caso contrario, al ayuntamiento correspondiente.

En el caso del municipio de Madrid, es el ayuntamiento la administración responsable, entre otras tareas, de:

- La delimitación del área o áreas acústicas integradas dentro del ámbito territorial de un mapa de ruido.
- La elaboración, aprobación y revisión de los mapas de ruido y la correspondiente información al público.
- La elaboración, aprobación y revisión del plan de acción correspondiente a cada mapa de ruido y la correspondiente información al público.
- La ejecución de las medidas contenidas en el plan.



Ilustración 6. Gestión y control del ruido ambiental en Madrid

Además, pese a no ser un requerimiento en la legislación vigente ni una competencia del ayuntamiento de Madrid, siguiendo la línea de compromiso en la gestión del ruido ambiental, desde la 2ª Fase de los MER se realiza el cartografiado acústico de las líneas ferroviarias con menos de 30.000 circulaciones anuales. Con ello se completa la evaluación acústica de todas las infraestructuras de la ciudad.

El Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad, y más concretamente la Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental, es la encargada de proponer las acciones encaminadas a reducir el ruido en la ciudad, así como de coordinar las medidas a tomar de forma conjunta con otras Áreas de Gobierno. En la Ilustración 7 se muestra la estructura orgánica del ayuntamiento de Madrid, con sus distintas áreas de gobierno, y en la Ilustración 8 la estructura organizativa del Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad.

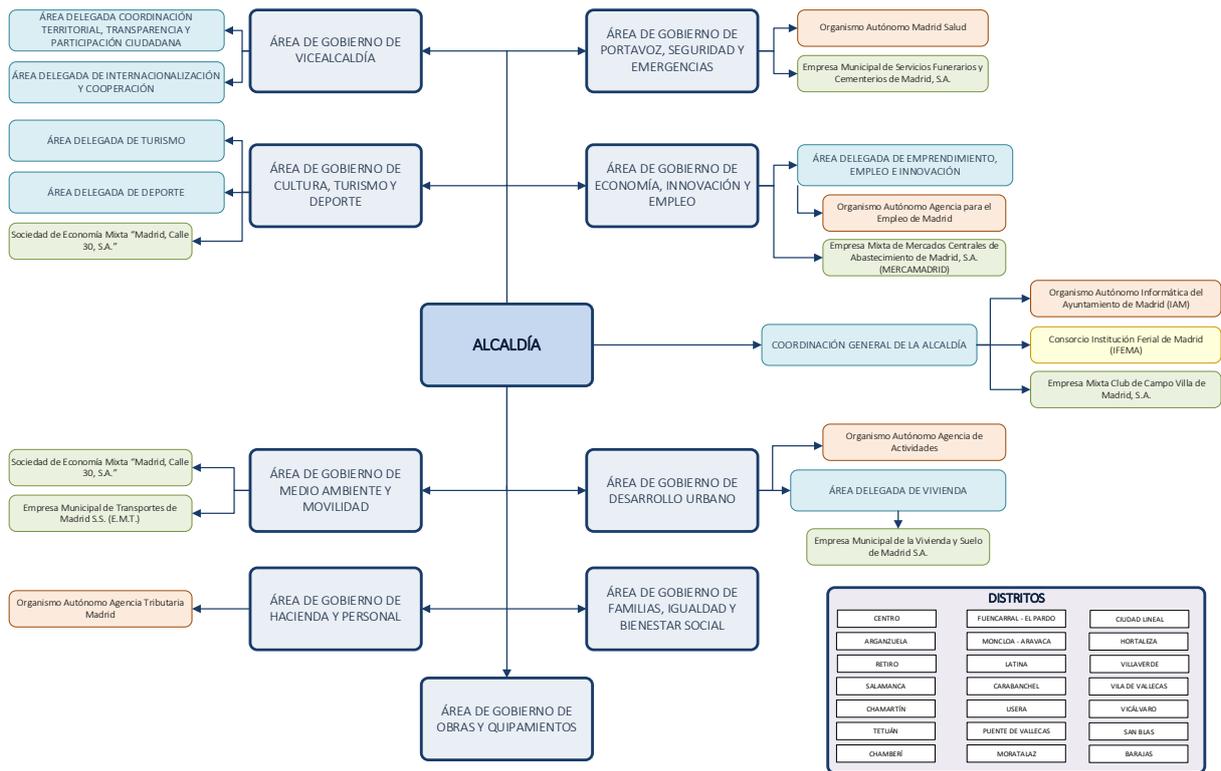


Ilustración 7: Estructura orgánica del ayuntamiento de Madrid

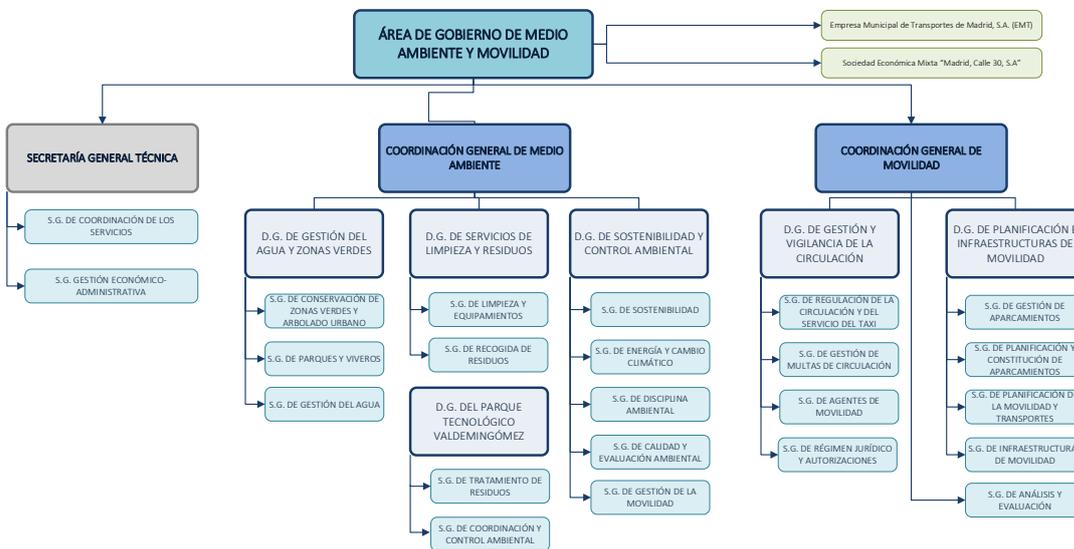


Ilustración 8: Estructura organizativa del Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad en la ciudad de Madrid

3.4 Juntas Municipales de Distrito

Madrid está compuesto por 21 Juntas Municipales de Distrito, que se corresponden con cada uno de los 21 distritos en los que se encuentra dividido el municipio, encargadas, junto a las Áreas de Gobierno, de la gestión de su respectivo ámbito territorial

Cada una de estas Juntas Municipales de distrito está dotada de órganos de gestión propios, que facilitan la participación ciudadana en la gestión de los asuntos municipales, canalizando y facilitando la comunicación entre la ciudadanía y los órganos y servicios de la ciudad centralizados, siendo una herramienta fundamental para la gestión equitativa de los distintos barrios.

En definitiva, los distritos constituyen un instrumento esencial para la aplicación de una política municipal orientada a la corrección de los desequilibrios y a la representación de los intereses de los diversos barrios.

En lo que a la contaminación acústica se refiere, esta división territorial del municipio resulta especialmente interesante, pues permite tratar cuestiones globales de la ciudad como el ruido ambiental, desde el enfoque de cada distrito, e incluso de cada barrio. Este nivel de detalle en el conocimiento de cada problemática particular permite adoptar las medidas que mejor se adapten en cada caso concreto.

3.4.1 Órganos de Decisión

Toda la información recabada a través de las Juntas de Distrito y las Áreas de Gobierno es analizada, recayendo la responsabilidad de la toma de decisiones de mayor trascendencia para la ciudad en dos órganos fundamentales:

1. **El Pleno**, integrado por el alcalde y los concejales de los distintos grupos que lo forman, que constituye el órgano de representación política de la ciudadanía, al que le corresponde el debate de las grandes políticas municipales, así como la adopción de las decisiones estratégicas y el control y fiscalización del resto de los órganos de gobierno municipales.
2. **La Junta de Gobierno**, que está compuesta por el alcalde que la preside, por el secretario y por otros miembros, todos ellos designados libremente por el alcalde sin que su número total pueda exceder de un tercio del número legal de miembros del Pleno, y es el órgano ejecutivo de dirección política y administrativa de la ciudad.

3.4.2 Órganos de Participación

Los ayuntamientos de España y Europa están incorporando movimientos de innovación a la gobernabilidad de las ciudades, favoreciendo las condiciones, mecanismos y espacios para un ejercicio efectivo de la participación, tanto de asociaciones y consejos sectoriales como de otras entidades ciudadanas.

De esta manera, el ayuntamiento de Madrid cuenta con unos Órganos de Participación estructurados de la siguiente manera:



Ilustración 9: Órganos de Participación del ayuntamiento de Madrid

- El Consejo Sectorial de Asociaciones y otras Entidades Ciudadanas es un órgano colegiado de participación, de carácter consultivo, que desarrolla funciones de asesoramiento y consulta en relación con las competencias que el ayuntamiento de Madrid ostenta en materia de asociacionismo.
- Los Consejos de Proximidad sustituyen, desde el 17 de junio de 2021, a los anteriores Foros Locales, y actúan como espacios de participación vecinal y de entidades sin ánimo de lucro se pueden reunir para debatir y trabajar en iniciativas para mejorar la ciudad desde la perspectiva de sus barrios y distritos. Hay un Consejo de Proximidad en cada distrito, 21 en total.
- Los Consejos sectoriales son órganos de participación que canalizan la colaboración vecinal y sus asociaciones en los grandes sectores o áreas de actuación municipal. Son órganos de participación de carácter estable y permanente, de naturaleza consultiva, no decisoria, y han sido creados para el desarrollo de dinámicas deliberativas. En la actualidad existen 10 Consejos Sectoriales.
- El Consejo Social de la Ciudad de Madrid se configura como el máximo órgano colegiado de carácter consultivo y de participación, que actúa como cauce permanente de diálogo y deliberación sobre los asuntos más relevantes que afectan al municipio de Madrid.

3.5 Delimitación Áreas Acústicas

Las áreas acústicas son una de las herramientas definidas en la Ley 37/2003, para la gestión y el control del ruido ambiental. Las áreas acústicas clasifican los sectores del territorio, según sea su uso predominante, dentro de unos tipos catalogados y establecen los Objetivos de Calidad Acústica que deben observarse en dichos sectores del territorio

La delimitación acústica del territorio es una figura necesaria para:

- Comprobar el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica.
- Diseñar planes urbanísticos, considerando la compatibilidad acústica de los espacios.

En el desarrollo urbanístico, considerar las condiciones acústicas propias de cada uso durante la fase de planeamiento constituye una de las herramientas más importante para reducir el ruido ambiental en una aglomeración. Una correcta planificación, en la que se ordenen los usos de manera acústicamente razonable y se evite la colindancia de usos acústicamente incompatibles, es

el mejor camino para evitar la posterior aparición de problemas y molestias relacionadas con el ruido y fomentar el desarrollo sostenible de la ciudad.

En el año 2018, el ayuntamiento de Madrid aprobó la revisión de zonificación acústica, actualizando la realizada en el año 2009. Esta nueva delimitación incorpora las nuevas actuaciones y desarrollos urbanísticos acometidos en la ciudad desde el año 2009.

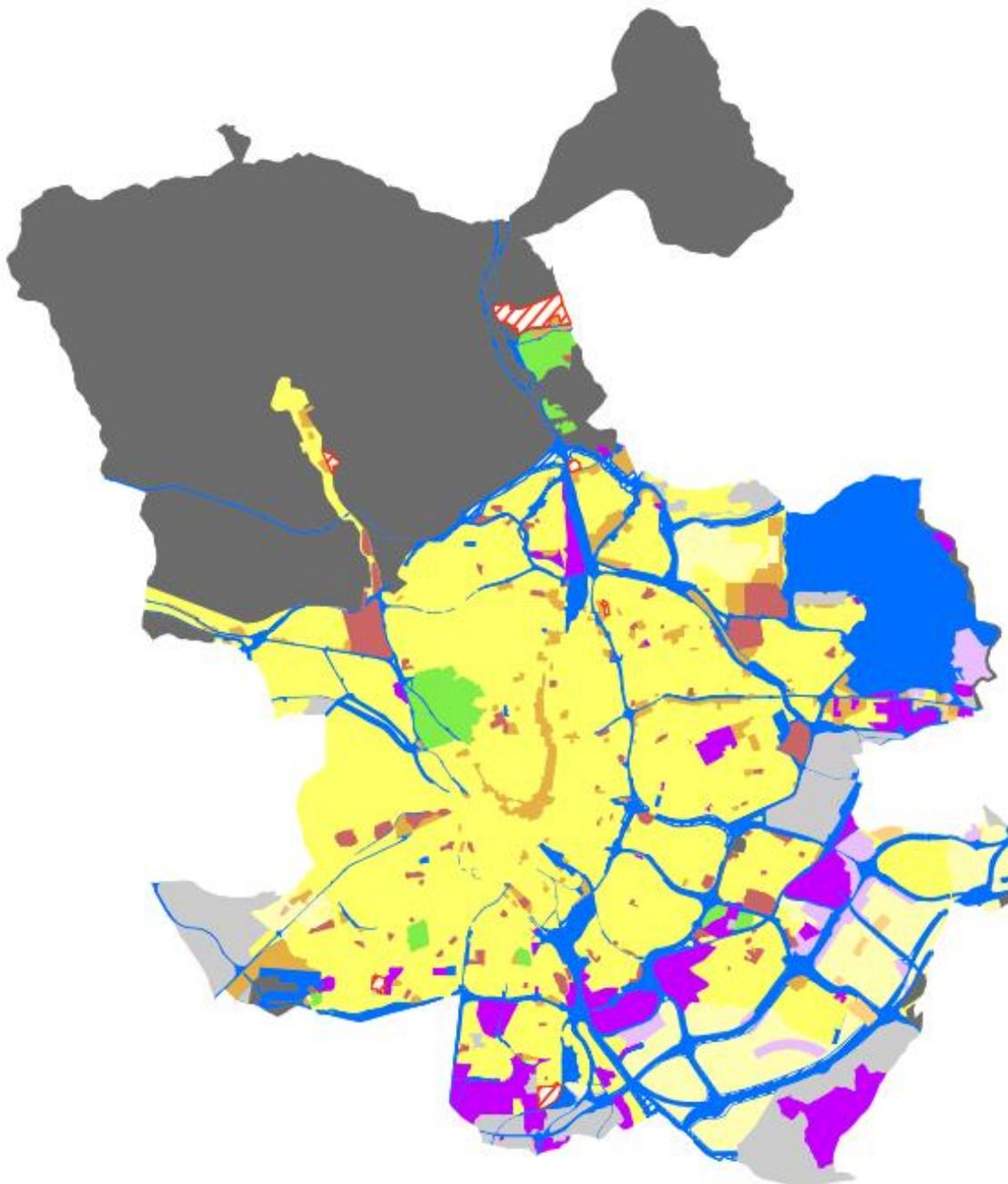


Ilustración 10: Áreas acústicas de la ciudad de Madrid. Año 2018

Tipo de área acústica		Índices de Ruido ³		
		L _d	L _e	L _n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

(2) En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes con ellos.⁴

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.»

Tabla 1. Objetivos de Calidad Acústica establecidos en la tabla A del anexo II del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre

3.6 Cartografiado Estratégico de Ruido

Tal y como ya se ha indicado, la legislación sectorial dimanada de la normativa europea establece, entre sus requerimientos, la elaboración y, en su caso, aprobación de los MER para aglomeraciones, grandes ejes viarios y ferroviarios, y grandes aeropuertos. Así mismo, también establece la revisión, y en caso necesario la modificación de estos, al menos cada cinco años a partir de la fecha de elaboración.

Mediante el cartografiado acústico se pueden evaluar situaciones existentes o previstas en función de un indicador acústico, comprobando el grado de cumplimiento de los objetivos de calidad acústica, los cuales están regulados en la legislación sectorial en función del área acústica y definidos como el *“conjunto de requisitos que, en relación con la contaminación acústica, deben cumplirse en un momento dado en un espacio determinado”*.

³ Los índices L_d, L_e y L_n son definidos en el apartado 4.1 del presente documento.

⁴ Del Real Decreto 1038/2012 de 6 de julio, por el que se modifica el RD 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.

año, puesto que ADIF, como administración responsable del cartografiado estratégico del ruido producido por las infraestructuras ferroviarias, solo se ocupa de cartografiar aquellas que registran un tráfico superior.

Se actualizaron los modelos de cálculo considerando las variaciones del terreno acontecidas entre los años 2006 y 2011 (soterramientos, modificaciones de trazados, peatonalizaciones, etcétera) y, al igual que en el MER 2006, se realizó una amplia campaña de mediciones a lo largo de todo el año 2011 y un estudio en detalle de los tipos de viales con el fin de determinar su comportamiento acústico. Todo ello permitió una adecuada caracterización acústica de la ciudad y la obtención de unos resultados fiables y representativos.

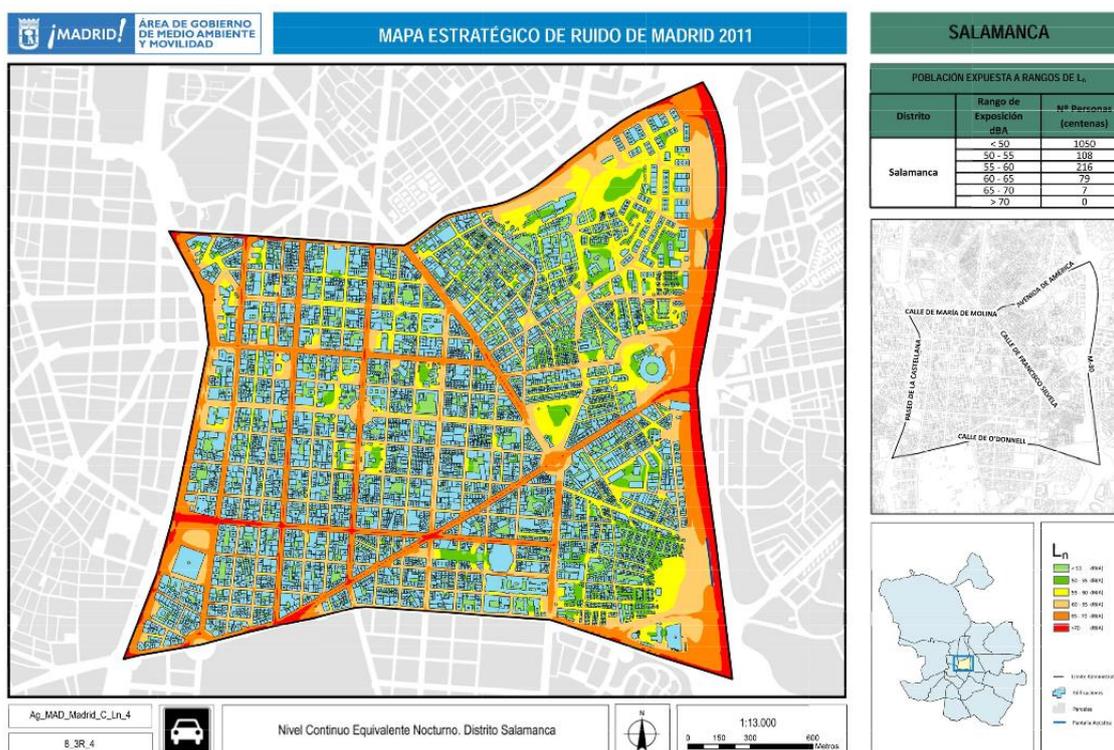


Ilustración 12. Mapa de nivel continuo equivalente nocturno (L_n) en el distrito de Salamanca. MER 2011

Los resultados obtenidos mostraban una reducción de los niveles de ruido que se traducía en una disminución del número de personas expuestas a niveles de ruido por encima de los objetivos de calidad acústica. En concreto, los resultados mostraban que el 95,9% de la población de Madrid se encontraba por debajo de los objetivos de calidad acústica establecidos para el periodo diurno, el 97,1% para el periodo vespertino y el 85,1% para el periodo nocturno.

Los resultados de esta 2ª Fase mostraban como las líneas de actuación desarrolladas en el PAMCA, habían contribuido a registrar una importante disminución de la población expuesta con respecto a la 1ª Fase, MER 2006, especialmente durante el periodo nocturno, pasando del 20% al 15%. Por ello, en la revisión del PAMCA, asociada a esta 2ª Fase, se mantuvieron las líneas de actuación consideradas inicialmente.

Correspondiendo con la 3ª Fase del cartografiado estratégico de ruido, en 2017 se elaboró el MER correspondiente a la situación acústica de 2016. De nuevo, se evaluaron todas las infraestructuras

viarias del municipio y las infraestructuras ferroviarias con una circulación anual inferior a 30.000 trenes.

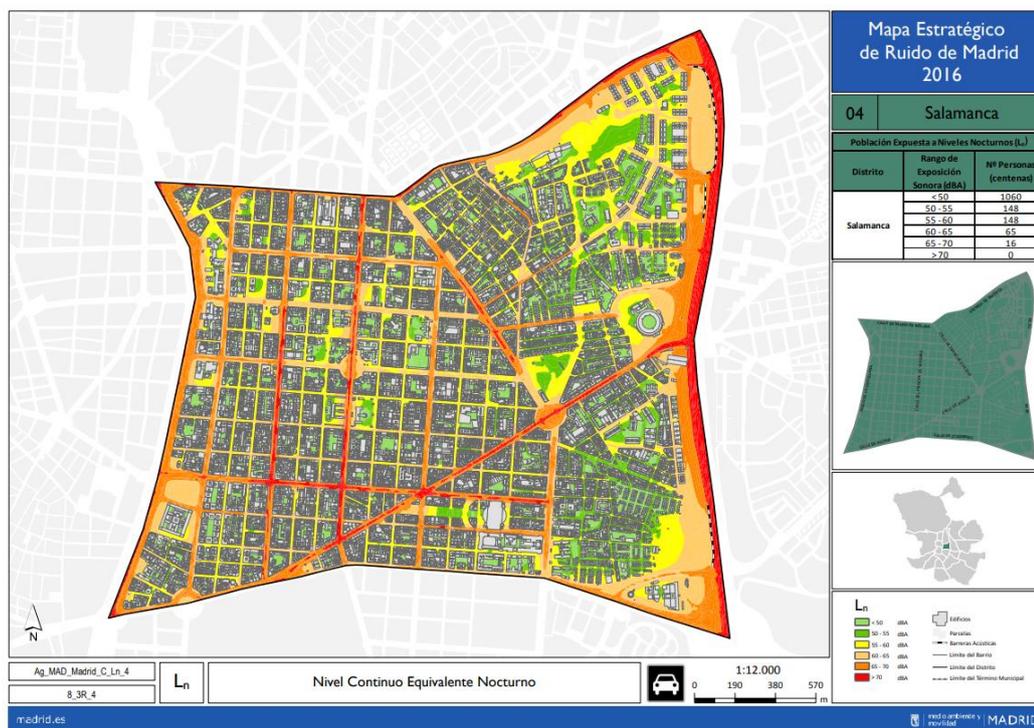


Ilustración 13: Mapa de nivel continuo equivalente nocturno (L_n) en el distrito de Salamanca. MER 2016

Los resultados obtenidos en el MER 2016 indicaban que de nuevo se había producido una reducción de la población expuesta a niveles superiores a los objetivos de calidad acústica. Concretamente, para el indicador más desfavorable, el nocturno, se pasaba del 14,9% de la población expuesta, obtenido en 2011, al 9,3%.

En la revisión del PAMCA asociada a esta tercera fase también se mantuvieron las líneas de actuación una vez demostrada su eficacia en la reducción de la población expuesta. Estas líneas, en las que se engloban las distintas medidas a poner en marcha, son las siguientes:

- **Sensibilización y Educación Contra el Ruido.** Medidas destinadas a difundir y explicar las repercusiones de la contaminación acústica, incidiendo en el papel que desempeña el comportamiento humano.
- **Movilidad Sostenible.** Medidas destinadas a mejorar las condiciones del tráfico en la ciudad, reduciendo los niveles de ruido debidos al mismo.
- **Actuaciones de Control del Ruido Provocado por el Ocio Nocturno.** El ayuntamiento realiza campañas de medición y predicción acústica en zonas con una alta concentración de actividades, declarando como ZPAE aquellas donde se constata la superación de los objetivos de calidad acústica y elaborando, en colaboración con los agentes implicados, un Plan Zonal Específico (en adelante PZE) para conseguir la mejora progresiva de la situación acústica.
- **Actuaciones sobre el Paisaje Urbano.** Son aquellas que implican una transformación en la morfología del entorno urbano, como la creación de carriles bus o bici, la reducción del número

de carriles destinados a vehículos a motor, la ampliación de aceras o la instalación de apantallamientos acústicos.

- **Ordenación del Territorio.** Considerar el ruido ambiental en la fase de planificación es la medida más eficaz para compatibilizar las actividades propias de una ciudad como Madrid, con el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica.

Los resultados del MER 2021 se emplearán para revisar la situación acústica en la ciudad y actualizar las medidas e iniciativas contenidas en el PAMCA.

3.7 Información a la ciudadanía

El ayuntamiento de Madrid ha dispuesto los medios necesarios para facilitar el acceso de los ciudadanos a la información disponible, relativa a los niveles de ruido ambiental. De esta forma, en los repositorios web municipales datos.madrid.es y en madrid.es se pueden consultar, de manera interactiva, los datos de ruido diarios registrados por los 31 terminales de monitorizado de ruido que componen la Red Fija, los cuales registran de manera continuada los niveles de ruido en puntos estratégicos de la ciudad. Estos espacios web permiten descargar los datos de ruido y realizar comparativas.

También se puede consultar la información relativa a las distintas fases de los mapas estratégicos y planes de acción, áreas acústicas y el resto de los instrumentos de evaluación y gestión del ruido ambiental. De esta manera se proporciona toda la información de manera sencilla y clara, con el fin de facilitar la interpretación por parte de la población y promover su participación en la búsqueda de soluciones para la problemática del ruido ambiental.

Para incentivar la colaboración ciudadana en los temas relacionados con la contaminación acústica, el ayuntamiento de Madrid ha dispuesto dos tipos de canales de participación:

1. Órganos y canales normalizados, establecidos en su Reglamento Orgánico de Participación Ciudadana, a través de los cuales la ciudadanía puede trasladar sus comentarios, alegaciones y sugerencias a los distintos servicios municipales. Los más importantes son:
 - Las sugerencias y reclamaciones.
 - Las propuestas ciudadanas.
 - Las audiencias públicas.
 - Las iniciativas populares.
 - Las proposiciones al Pleno y a las Juntas de Distrito y los ruegos y preguntas en las sesiones plenarias del Distrito correspondiente.
 - El Consejo Director de la Ciudad, los Consejos Sectoriales y los Consejos Territoriales.
 - Los sondeos de opinión, encuestas de satisfacción, consejos y foros temáticos, y paneles ciudadanos.
2. Canales específicos, para facilitar la participación de todos los actores implicados en la gestión del ruido ambiental. De esta forma, en el procedimiento de aprobación de los instrumentos de evaluación y gestión del ruido ambiental se cuenta con la participación ciudadana en las siguientes fases:

- Reuniones vecinales, asociaciones vecinales y asociaciones empresariales durante la fase de realización de las mediciones y elaboración de los estudios acústicos.
- Aprobación inicial por la Junta de Gobierno de la Ciudad de Madrid y periodo de Información Pública, no inferior a un mes, durante el que todas las personas o asociaciones interesadas pueden realizar las alegaciones que consideren oportunas.
- Análisis de las alegaciones recibidas y viabilidad de las cuestiones propuestas.
- Presentación de la propuesta a la Comisión de Control y Seguimiento del Ruido, en la que existe representación vecinal a través de sus diversas asociaciones, las organizaciones ecologistas, las asociaciones empresariales, los distintos grupos políticos con representación municipal y las distintas Áreas de Gobierno municipales.
- Aprobación Definitiva por la Junta de Gobierno de la Ciudad de Madrid.
- Respuesta definitiva a todas y cada una de las alegaciones recibidas, notificando el resultado de cada una de ellas a las personas interesadas.

En el caso particular de la elaboración de los Planes Zonales Específicos, asociados a las Zonas de Protección Acústica Especial, tras pasar por la Comisión de Control y Seguimiento del Ruido, son debatidos por los grupos políticos con representación municipal en la Comisión Permanente de Medio Ambiente, como paso previo a su aprobación definitiva por el Pleno del ayuntamiento de Madrid.

Además de estos canales, el ayuntamiento promueve la participación colectiva en la toma de decisiones a través de los Consejos de proximidad y la participación directa e individual a través de la web de gobierno abierto <https://decide.madrid.es/>. Asimismo, a través de los procesos de consulta, la ciudadanía puede comentar borradores de normas municipales, planes estratégicos y planes sectoriales entre otras cuestiones.

4 MER 2021

La legislación vigente en materia de contaminación acústica establece que se deben elaborar, de forma desglosada, mapas de ruido para:

- Aglomeraciones urbanas con más de 100.000 habitantes.
- Grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los 3.000.000 de vehículos al año.
- Grandes ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 30.000 trenes al año.
- Grandes aeropuertos con más de 50.000 movimientos al año.

El cartografiado estratégico del ruido asociado a grandes ejes viarios, ferroviarios y grandes aeropuertos será realizado por las administraciones competentes en cada caso.

El ayuntamiento de Madrid, como administración responsable, ha elaborado, dentro de la 4ª Fase del cartografiado estratégico de ruido, el MER 2021, evaluando los niveles de ruido producidos por:

- **Infraestructuras viarias.** Los niveles de ruido producidos por la circulación en la red viaria urbana (calles, avenidas y tramos que son de competencia municipal de los grandes ejes viarios).
- **Infraestructuras ferroviarias.** ADIF, como administración responsable del cartografiado estratégico del ruido producido por las infraestructuras ferroviarias, solo se ocupa de cartografiar aquellas que registran un tráfico superior a 30.000 trenes al año, dejando sin evaluar el ruido producido por aquellas que registran un tráfico inferior. En este sentido y con el fin de conocer todos los posibles focos de ruido presentes en el municipio de Madrid, el ayuntamiento ha realizado también el cartografiado de las infraestructuras ferroviarias que registran una circulación inferior a 30.000 trenes al año.

La elaboración de esta cuarta fase del cartografiado ha estado marcada por la extraordinaria situación provocada por la pandemia de COVID-19. Como consecuencia de ello, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (en adelante MITERD), planteó consulta a la Comisión Europea acerca de los datos de entrada, y en particular de tráfico, que se debían emplear para la elaboración de los mapas de ruido, teniendo en cuenta que en el año 2021 se esperaba que el nivel de emisión fuera inferior al habitual.

La contestación a dicha consulta, así como su análisis, se recoge en el documento *“Análisis técnico en relación a los datos de tráfico a emplear en la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de la Cuarta Fase”* publicado con fecha 11/05/2021 en el Panel Colaborativo de Autoridades Competentes, gestionado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del MITERD.

En su respuesta **la Comisión Europea indicaba, entre otras consideraciones, que atendiendo al mandato de la Directiva 2002/49/CE no era posible cambiar el año de referencia para los mapas estratégicos de ruido.** A la vista de esta contestación, el MITERD planteó dos posibles alternativas de actuación:

1. Si no se dispone de datos de tráfico de 2021 para alimentar los modelos teóricos de cálculo, se utilizarán aquellos que fueran esperables con la mejor aproximación posible.

2. Si se dispone de datos reales de 2021 pero éstos se encuentran muy alejados de los que pudiera existir en la situación habitual, se deberá considerar este hecho en la elaboración del PAMCA y, en su caso, realizar cálculos adicionales.

Para la elaboración del MER 2021 el ayuntamiento de Madrid ha utilizado datos reales cumpliendo con los requerimientos de la directiva. Con motivo de las restricciones derivadas de la pandemia sufrida en 2021, los niveles sonoros obtenidos podrían ser inferiores a los esperados en una situación habitual. Este hecho será considerado para la actualización del PAMCA, revisando los resultados obtenidos en el MER y analizando la situación acústica una vez finalizadas las restricciones tomadas por la pandemia. Para ello **se realizarán campañas de medición específicas de los niveles sonoros ambientales**, una vez finalizada la aplicación de las medidas excepcionales de la pandemia.

4.1 Índices de Ruido

En el MER 2021, se han determinado los indicadores de ruido correspondientes a los periodos temporales día, tarde y noche, tal y como aparecen definidos en el punto 1 del anexo I del Real Decreto 1367/2007, y el índice día – tarde – noche, tal como se define en el punto 1 del anexo I del Real Decreto 1513/2005:

- L_d : Nivel Continuo Equivalente del periodo día, correspondiente al intervalo definido desde las 07:00 h hasta las 19:00 h.

$$L_d = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{12} \sum_{i=07:00}^{19:00} 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

- L_e : Nivel Continuo Equivalente del periodo tarde, correspondiente al intervalo definido desde las 19:00 h hasta las 23:00 h.

$$L_e = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{4} \sum_{i=19:00}^{23:00} 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

- L_n : Nivel Continuo Equivalente del periodo noche, correspondiente al intervalo definido desde las 23:00 h hasta las 07:00 h.

$$L_n = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{8} \sum_{i=23:00}^{07:00} 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

- L_{den} : Índice de ruido día – tarde – noche.

$$L_{den} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right) \right)$$

4.2 Instrumentación Acústica Empleada

Las mediciones llevadas a cabo para la elaboración del MER se han realizado siguiendo los procedimientos establecidos en el Anexo IV del Real Decreto 1367/2007 y utilizando instrumentos de medida con un grado de precisión tipo1/clase1 acorde a los requerimientos de dicho Real Decreto.

Los equipos empleados han sido:

1. Terminales de monitorizado de ruido equipados con analizadores Brüel & Kjær modelos 4435 y 4441, equipados con micrófonos de intemperie modelo 4184 y 4952.
2. Analizador portátil Brüel & Kjær, modelo 2260 equipado con pantalla antiviento UA-0237.
3. Calibrador Brüel & Kjær, modelo 4231.



Ilustración 14. Mediciones de ruido realizadas para la elaboración del MER 2021

4.3 Caracterización acústica de las infraestructuras viarias

Como se ha comentado en apartados anteriores, en el año 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 el Centro Común de Investigación. Como resultado de este trabajo, se redactó la Directiva 2015/996 de la Comisión, por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido ambiental (véase apartado 3.2).

Los **cambios más significativos** introducidos como consecuencia de ello han sido:

- Una **nueva categorización de vehículos más diferenciada**. Mientras que el método anterior consideraba dos categorías de vehículos, ligeros y pesados, el método CNOSSOS-EU define 4 categorías de vehículos, más una categoría abierta:
 - Categoría 1: Vehículos ligeros
 - Categoría 2: Vehículos pesados medianos

- Categoría 3: Vehículos pesados
 - Categoría 4: Vehículos de dos ruedas.
 - o 4a: Ciclomotores
 - o 4b: Motocicletas
 - Categoría 5: Categoría abierta
- La **necesidad de evaluar el ruido de manera espectral**. Este nuevo método de cálculo incluye la obligación de evaluar, en bandas de octava, en el rango 125 Hz - 4 kHz. Este rango de evaluación ha sido ampliado por la legislación española a 63 Hz - 8 kHz.

De esta forma, la **elaboración de la 4ª Fase del cartografiado estratégico y sus resultados vienen marcados por tres factores** fundamentales:

1. La implementación del nuevo método de cálculo CNOSSOS-EU.
2. Las restricciones impuestas al horario de funcionamiento y aforo de las actividades, así como a la libre circulación de ciudadanos a determinadas horas de la noche, como consecuencia de la crisis sanitaria vivida por la COVID-19 que seguían vigentes durante parte del año 2021, y los cambios de hábitos de los ciudadanos de las grandes urbes como Madrid adquiridos, como consecuencia de las citadas restricciones.
3. Los esfuerzos municipales por promover una movilidad más sostenible, mediante la aprobación de la Ordenanza 10/2021 por la que se modifica la Ordenanza de Movilidad Sostenible de 5 de octubre de 2018.

La **metodología utilizada para la obtención de los niveles de ruido** producidos por el tráfico rodado ha sido la misma que la utilizada en las fases anteriores. Conceptualmente se puede definir como un **procedimiento híbrido basado en mediciones**, aprovechando el potencial que ofrecen las redes de monitores de ruido del SIVCA, mediante las cuales se define el comportamiento acústico de los distintos tipos de viales existentes en la ciudad de Madrid, **y cálculos con software específico, para determinar la propagación de los niveles de ruido** en toda la ciudad.

Inicialmente se realiza una clasificación de los viales que se encuentran en toda la ciudad, atendiendo a factores como son la Intensidad Media Diaria (en adelante IMD), la funcionalidad que aporta la vía y su morfología. Esta clasificación, realizada inicialmente para la 2ª Fase del MER, ha sido revisada, constatándose su validez para la clasificación de los viales de Madrid para esta 4ª Fase del MER. Por lo tanto, atendiendo a factores acústicamente relevantes, todos los viales de Madrid se pueden englobar dentro de las siguientes categorías:

Tipo de Vial	Clase
I	Exclusivo residencial
II	Residencial
III	Distribuidora Residencial
IV	Distribuidora de Barrio
V	Distribuidora de Distrito
VI	Grandes Viales

Tipo de Vial	Clase
VII	M – 30 y accesos a autovías
VIII	Autovías

Tabla 2. Clasificación de viales en la ciudad de Madrid

El siguiente paso es analizar el comportamiento acústico de dichos viales. Para ello, se han utilizado los registros sonoros de larga duración de la Red Fija y Móvil del SIVCA:

- La Red Fija, constituida por 31 TMR permanentes que registran de manera continua los niveles de ruido las 24 horas de los 365 días del año. Se localizan en entornos estratégicos, principalmente en zonas cuya fuente de ruido predominante es el tráfico rodado, pero con distintos comportamientos.
- La Red Móvil, formada por 16 TMR portátiles, instalados en maletas de intemperie, que permiten caracterizar acústicamente zonas de interés.

Del análisis de todos estos registros, se obtuvieron las curvas de comportamiento para cada tipo de vial.

A continuación, se indica el comportamiento horario promedio de un vial Tipo I y un vial Tipo VIII:



Ilustración 15. Comportamiento horario promedio para un vial Tipo I y un vial Tipo VIII

Se ha realizado también una caracterización del espectro en frecuencia de cada una de las 8 tipologías. Para ello se han realizado mediciones atendidas, utilizando un analizador portátil Brüel & Kjær, modelo 2260, seleccionando puntos estratégicos para realizar la medición, donde el vial en estudio fuera la fuente de ruido predominante.

A continuación, a modo de ejemplo, se muestra el espectro en frecuencia para un vial de tipo I (residencial):

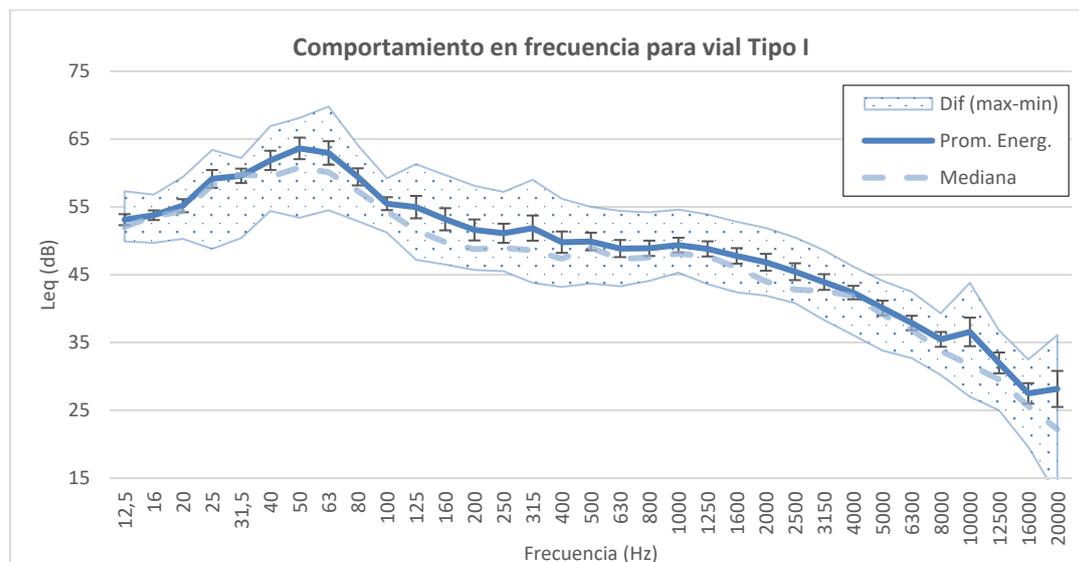


Ilustración 16. Comportamiento en frecuencia para un vial Tipo I

Además, con el objetivo de conocer el comportamiento acústico particular del mayor número de viales del municipio, y representar con mayor exactitud la realidad acústica de cada punto, se realizaron mediciones en numerosos puntos de cada uno de los 21 distritos del municipio, a fin de asegurar un muestreo espacial representativo de los distintos tipos de viales. Para ello se emplearon los vehículos instrumentalizados que forman parte del SIVCA, cuyas reducidas dimensiones permiten ubicarse muy próximo a la fuente de ruido, en las posiciones más idóneas y sin distorsionar las condiciones del tráfico que circula por las mismas.

Para la elaboración del MER 2021 se han realizado 2.037 mediciones, con los vehículos instrumentalizados, repartidas en todos los distritos del municipio.

Todo ello redonda en una mejora de la exactitud y representatividad de los resultados, permitiendo su comparación con los obtenidos en las fases anteriores del cartografiado estratégico, a pesar del cambio en el modelo de cálculo: del modelo francés, NMPB, utilizado en las fases anteriores, a la metodología CNOSSOS indicada para esta 4ª Fase.

4.4 Caracterización acústica de las infraestructuras ferroviarias

La legislación sectorial establece que la Administración General del Estado tiene la competencia para la elaboración de los mapas estratégicos de ruido de las infraestructuras ferroviarias que registran más de 30.000 circulaciones al año, sin hacer mención del tratamiento que se debe adoptar con las infraestructuras por las que circulan un número inferior a 30.000.

En este sentido, el ayuntamiento de Madrid ha elaborado, de la misma manera que ya se hizo en las dos fases anteriores del MER, la cartografía acústica de los ejes ferroviarios que se encuentran dentro del término municipal por los que circulan menos de 30.000 trenes al año. Esto se realiza de forma complementaria al análisis del tráfico rodado y con el objetivo de completar el cartografiado acústico de los grandes ejes ferroviarios.



Ilustración 17. Tren de cercanías modelo CIVIA

Para determinar la situación acústica de las infraestructuras ferroviarias objeto de estudio, se realizó la pertinente solicitud a la administración responsable de las infraestructuras ferroviarias (ADIF), respecto a la tipología de trenes, el número de movimientos y velocidades por tramo para cada tipo.

Para esta 4ª Fase, la caracterización acústica de las infraestructuras ferroviarias se ha basado en lo establecido en el modelo teórico de cálculo CNOSSOS. A diferencia modelo de cálculo utilizado en las fases anteriores, el modelo interino SRM II, CNOSSOS establece una categorización específica para cada tipo de unidad (locomotoras y vagones) que compone el material rodante que discurre por el territorio estatal. Esto supone una mejora significativa respecto al método interino, donde distintos tipos de trenes se englobaban en una misma categoría acústica.

También contempla parámetros asociados a la superestructura como el tipo de balasto, rugosidad de la vía, tipo de placa de asiento o juntas en los raíles. Todo ello supone una mayor precisión en la definición de la fuente de ruido y, por lo tanto, una mayor fiabilidad y representatividad de los resultados obtenidos con el nuevo método.

Para la aplicación del método de cálculo CNOSSOS, ADIF publicó, en mayo de 2022, el documento titulado *“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 VA”*, mediante la cual se establece una correspondencia de los parámetros necesarios para definir una fuente de ruido ferroviaria, tanto el material rodante como con la superestructura ferroviaria, requeridos en el software de cálculo.

Respecto al número de movimientos y características del material rodante de los tramos simulados en este estudio, éstos se resumen por distrito en las siguientes tablas:

	Pasajeros															
	S-450	S-446	S-465	S-449	S-599	S-100	S-102	S-112	S-103	S-104	S-114	S-120	S-121	S-130	S-252	S-334
Chamartín	0,0	1,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	17,9	37,1	12,9	0,8	42,0	0,0	0,0
Fuencarral - El Pardo	0,0	1,5	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,4	6,9	0,0	32,3	0,0	0,0
Puente de Vallecas	0,0	2,9	3,5	9,1	0,0	0,1	0,1	1,9	0,1	0,0	3,9	0,9	0,0	12,4	0,0	0,0

	Pasajeros															
	S-450	S-446	S-465	S-449	S-599	S-100	S-102	S-112	S-103	S-104	S-114	S-120	S-121	S-130	S-252	S-334
Hortaleza	11,9	1,0	0,0	16,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	0,0	0,0
Villaverde	0,0	1,3	2,1	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,2	0,1
Villa de Vallecas	0,0	1,4	0,1	9,4	0,0	0,0	0,0	4,6	48,7	0,0	0,0	18,6	0,0	7,7	0,0	0,0
Vicálvaro	0,0	0,2	0,0	11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	48,7	0,0	0,0	18,6	0,0	10,7	0,0	0,0
San Blas - Canillejas	24,0	12,3	0,0	40,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	0,0	0,0
Barajas	11,9	0,0	0,0	14,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0

	Mercancías				
	Locomotora eléctrica 251	Locomotora eléctrica 253	Otras locomotoras eléctricas	Locomotora eléctrica 333	Locomotora eléctrica 335
Chamartín	0,1	0,6	4,3	9,6	9,5
Fuencarral - El Pardo	0,1	9,2	2,1	25,1	17,9
Puente de Vallecas	0,0	25,8	0,3	47,8	2,4
Hortaleza	0,1	1,7	0,0	21,3	20,8
Villaverde	0,0	14,3	0,0	25,4	1,8
Villa de Vallecas	0,0	37,1	2,3	47,8	4,2
Vicálvaro	0,0	17,8	2,3	36,1	21,4
San Blas - Canillejas	0,0	12,4	0,0	33,4	23,3
Barajas	0,0	1,1	0,0	11,6	11,3

Tabla 3. Número de circulaciones diarias promedio, divididas por distrito, en la ciudad de Madrid

Además, se ha realizado un estudio basado en las estaciones y los tipos de tren que realizan paradas en las mismas, para la correcta adecuación de las velocidades de tramo según el tipo de tren. De esta manera, las velocidades de tramos se establecen en base al cuadro de velocidades máximas por código de vía de ADIF y la tramificación para la aproximación y salida de estaciones en las que se realiza parada presentado en el documento “*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 VA*”.

Asimismo, se establece un valor predeterminado de una junta por cada 100 metros para la evaluación del ruido estructural y se introduce el tipo de balasto para cada tramo. Estando conformada la red ferroviaria estudiada por un 85,1% de sus vías de balasto monobloque con amortiguación dura, un 11,4% de bibloque con amortiguación media y un 3,6% de traviesas de madera.

4.5 Modelo digital de cálculo

Una vez caracterizadas las infraestructuras de ruido a evaluar, viarias y ferroviarias, éstas son introducidas en el modelo digital creado en el software de cálculo. Además de los viales, el modelo se alimenta de la información cartográfica y otros elementos que influyen en la propagación del ruido en el ámbito de estudio.

Se ha recopilado y procesado la información necesaria para definir el entorno en estudio, la aglomeración de Madrid. En concreto, el modelo digital generado incluye la siguiente información:

- **Modelo Digital del Terreno.** Se elabora un Modelo digital del Terreno (en adelante MDT) a partir de los datos disponibles en el Instituto Geográfico Nacional (en adelante IGN)⁷. Se ha utilizado un paso de malla de 2 metros, prestando especial atención a las plataformas de los grandes viales y aquellas zonas en las que existe un desnivel más acusado.
- **Catálogo de obstáculos.** Partiendo de los datos de las edificaciones existentes en la Cartografía Municipal⁸, se procede a actualizar el estado de los nuevos desarrollos urbanísticos para reflejar la situación existente en el año 2021. Esta información se completa con la actualización del inventario de las barreras acústicas existentes, respecto de la fase anterior.
- **Ejes de viales.** Se han introducido los viales existentes y ejes ferroviarios a estudiar, definidos acústicamente tal y como se ha descrito en los puntos anteriores. Se ha revisado especialmente aquellos casos que son modificaciones respecto a la fase anterior, como son los nuevos trazados, peatonalizaciones, cambios de trazados, la eliminación de pasos elevados, así como las modificaciones urbanísticas.

Con el modelo digital de cálculo y las fuentes de ruido definidas según lo indicado en el punto anterior, únicamente resta la definición de las condiciones de cálculo para la obtención del mapa de ruido correspondiente al año 2021.

4.5.1 Condiciones de cálculo

Para el cálculo de la propagación en la aglomeración se ha utilizado el software comercial LimA v2022, el cual tiene implementado la nueva metodología de cálculo CNOSSOS-EU, sobre la cual se definen las condiciones de cálculo establecidas en la modificación del anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, que se incluyen a continuación:

- Distancia de evaluación de 500 metros, excepto para los grandes ejes que se ha considerado un contorno de 1.000 metros.
- Malla de retícula regular, de 10 metros de lado, para 20 de los 21 distritos del municipio. En el caso del distrito Centro, debido a sus particularidades, se ha utilizado una retícula regular de 5 metros de lado.
- Todas las mediciones y los cálculos han sido realizados a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo, tal y como establece en la normativa de aplicación.
- A fin de simular la situación más desfavorable, las superficies de los edificios y otros obstáculos como muros y pantallas acústicas se han considerado completamente reflectantes.
- Respecto a la absorción acústica del pavimento, se ha considerado la superficie de referencia de CNOSSOS.

⁷ Modelo Digital del Terreno - MDT02 (Cobertura de 2015 a la actualidad) con paso de malla de 2 metros. Disponible en el Centro de Descargas del IGN (centrodedescargas.cnig.es).

⁸ Cartografía Municipal por distritos a escala 1:1000, ETRS89, actualizada conforme al vuelo fotogramétrico municipal del año 2016. Disponible en el GeoPortal del ayuntamiento de Madrid (geoportal.madrid.es)

4.5.2 Representación y procesado de información geográfica

Para el tratamiento y procesado de la cartografía necesaria para la elaboración del modelo digital de cálculo, la representación de los niveles de ruido obtenidos del software de cálculo, así como para el análisis de la población expuesta, se ha empleado el software de análisis geográfico.

4.6 Metodología de cálculo de población expuesta

En el cartografiado estratégico, además de conocer el nivel de ruido existente en cada punto del ámbito, se contabiliza el número de personas que se encuentran expuestas a cada uno de los rangos de niveles de ruido establecidos. Esta información es clave para el diseño de las líneas de actuación del plan de acción.

Siguiendo lo establecido en la *“Guía básica de recomendaciones para la aplicación de los métodos comunes de evaluación del ruido en Europa (CNOSSOS-EU)”* **a los efectos de evaluar la exposición de las viviendas y de sus habitantes al ruido, sólo se tienen en cuenta los edificios residenciales**, por lo que no se debe asignar ninguna vivienda o población a edificios que no sean para uso residencial, tales como colegios, hospitales, edificios para oficinas o fábricas.

La metodología CNOSSOS desarrolla un nuevo procedimiento para la asignación de los niveles de ruidos calculados a la población existente, el cual presenta diferencias respecto al procedimiento seguido en las tres fases anteriores, al establecer unos criterios distintos respecto a la asignación de la población en el perímetro de los edificios.

En fases anteriores las personas eran distribuidas, de manera homogénea, a lo largo de todo el perímetro, teniendo en cuenta los paramentos interiores. Sin embargo, **la metodología de cálculo de CNOSSOS indica que toda la población del edificio debe ser asignada únicamente a las fachadas exteriores, expuestas a la fuente de ruido**. Este hecho imposibilita la realización de una comparativa directa de los datos de población obtenidos para esta 4ª Fase del MER, con las fases previas.

Como en fases anteriores, los datos de población por edificio utilizados para el cálculo de la población expuesta han sido proporcionados por el Área de Gobierno de Economía y Hacienda, Subdirección General Estadística del ayuntamiento de Madrid, actualizados al año 2021. La distribución de la población en las fachadas de los edificios expuestas al ruido se ha llevado a cabo de manera homogénea atendiendo a lo establecido para el Caso 2 del apartado 2.8 del anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

Una vez distribuida la población en las fachadas, se interseca con los niveles de ruido calculados a 4 m relativos al terreno, obteniéndose la población expuesta por rango de nivel, para cada indicador (L_d , L_e , L_n , L_{den}), diferenciando por barrio y distrito.

A continuación, se muestra un diagrama de flujo, donde se resume el procedimiento completo para el cartografiado estratégico de esta 4ª Fase del MER de la aglomeración de Madrid, correspondiente a la situación acústica de 2021:

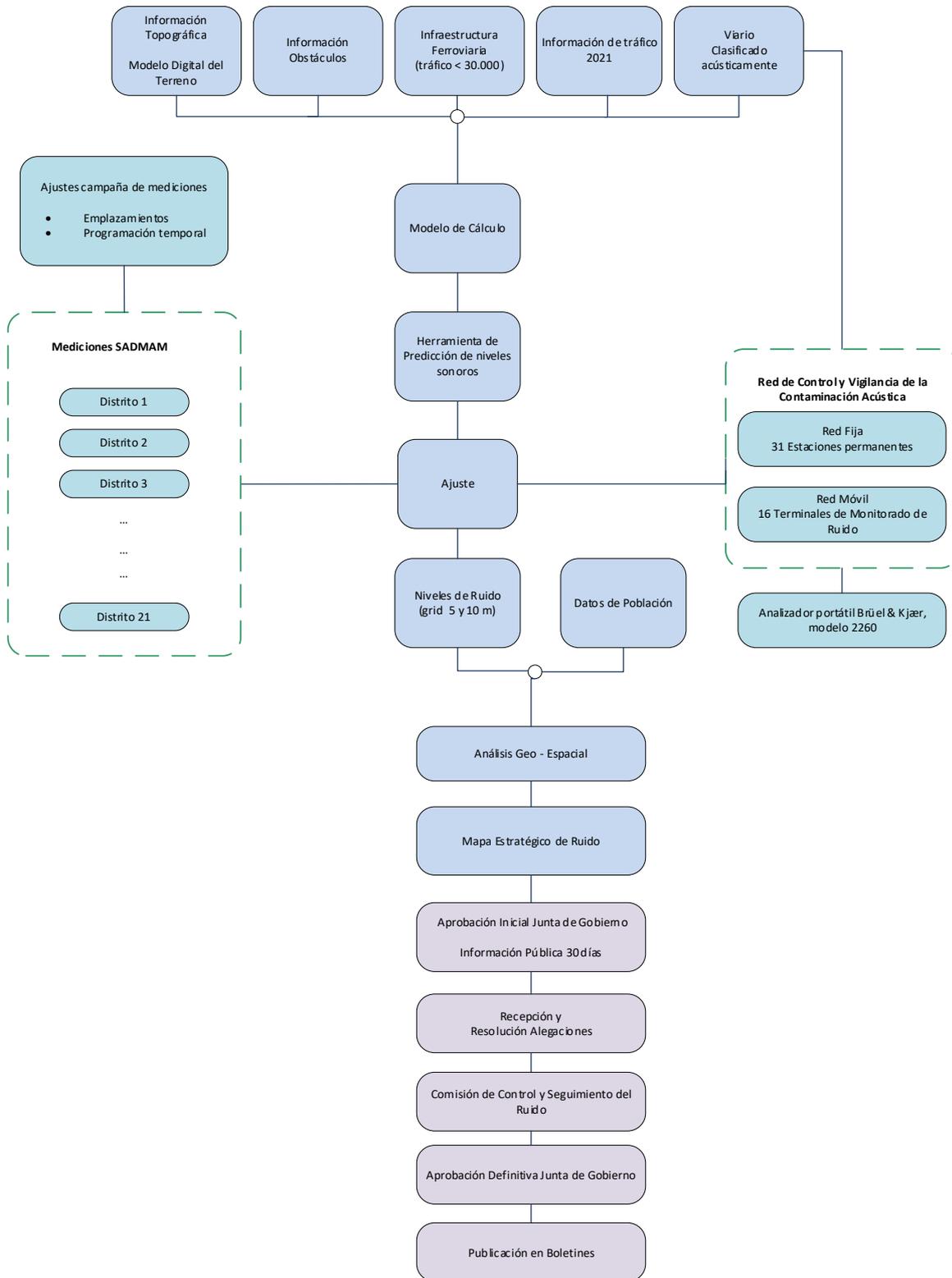


Ilustración 18. Procedimiento seguido para la elaboración del MER 2021

4.7 Comparativa resultados

La aparición de una nueva metodología de cálculo, común para todos los estados miembros de la Unión Europea, CNOSSOS-EU, supone un cambio de paradigma para esta 4ª Fase de los MER. Este hecho, dificulta la comparabilidad con los datos obtenidos en las fases anteriores, en concreto:

1. **Niveles de ruido.** El cambio fundamental de la nueva metodología de cálculo **se centra en la definición de las infraestructuras o fuentes de ruido, modificando su emisión sonora**, respecto a los métodos utilizados en las fases anteriores y, por ende, los niveles de ruido calculados en todo el ámbito.

Dado que el ayuntamiento de Madrid, para todas las fases del cartografiado estratégico en la aglomeración, ha seguido un procedimiento basado en mediciones “in situ”, los niveles de ruido representados en los distintos MER muestran la realidad acústica del año representado en cada fase. Este hecho **permite evaluar la evolución de los niveles sonoros, minimizando la influencia del método teórico de cálculo utilizado.**

2. **Población expuesta.** La nueva metodología de cálculo de exposición de personas establecida en CNOSSOS-EU establece un procedimiento para asignar los niveles de ruido calculados sobre la población en los edificios residenciales existentes, asignando toda la población a las fachadas exteriores. Esto supone una variación significativa respecto al procedimiento seguido por el ayuntamiento de Madrid en las fases anteriores, donde la población de cada edificio era distribuida de manera homogénea a lo largo de todo el perímetro. **Esta modificación implica, para esta 4ª Fase del MER, un incremento en la población expuesta, únicamente por el procedimiento utilizado,** lo que impide poder realizar una comparativa directa con los datos de población expuesta calculados en las fases anteriores.

5 Resultados

5.1 Análisis Preliminar

A continuación, y previamente del análisis de los resultados obtenidos en el MER 2021, se presenta la evolución seguida por los niveles de ruido, el tráfico y la demografía de la ciudad de Madrid entre los años 2016 y 2021.

5.1.1 Evolución de los niveles de ruido en la Red Fija

En este punto se presentan los datos relativos a la evolución que han seguido los niveles de ruido registrados en las 31 estaciones que componen la Red Fija. El análisis del conjunto de estaciones muestra la tendencia de los niveles de ruido en la ciudad, respecto a la fase anterior.

Así pues, comparando los niveles anuales del 2016 y el 2021 obtenidos por cada una de las estaciones se puede analizar la evolución del ruido tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Niveles anuales de ruido (dBA)			
Estaciones	2016	2021	Evolución
1. Paseo de Recoletos	67,8	65,6	↓
2. Glorieta Carlos V	69,1	67,9	↓
3. Plaza del Carmen	61,2	60,9	○
4. Plaza de España	65,7	ND	-
5. Barrio del Pilar	62,4	59,9	↓
6. Plaza Doctor Marañón	69,9	68,2	↓
8. Escuelas Aguirre	67,2	63,8	↓
10. Cuatro Caminos	64,7	63,2	↓
11. Ramón y Cajal	68,2	66,4	↓
12. Plaza Manuel Becerra	64,0	61,9	↓
13. Vallecas	59,2	59,3	○
14. Plaza Elíptica	64,8	64,2	○
16. Arturo Soria	60,9	58,9	↓
17. Villaverde	58,9	57,1	↓
18. Farolillo	61,5	59,0	↓
19. Alto Extremadura	60,7	58,8	↓
20. Avenida de Moratalaz	61,4	60,2	↓
24. Casa de Campo	48,4	47,7	○
25. Santa Eugenia	65,6	66,7	↑
26. Embajada	62,5	59,6	↓
27. Barajas Pueblo	61,3	58,2	↓
28. Cuatro Vientos	66,4	65,6	○
29. El Pardo	56,3	56,2	○
30. Campo de las Naciones	59,5	58,4	↓
31. Sanchinarro	62,2	61,0	↓
47. Méndez Álvaro	57,6	54,6	↓

Niveles anuales de ruido (dBA)			
Estaciones	2016	2021	Evolución
48. Castellana	61,9	59,3	↓
50. Plaza de Castilla	65,3	64,3	○
54. Ensanche de Vallecas	59,9	58,8	↓
55. Urbanización Embajada 2	55,2	58,1	↑
86. Tres Olivos	57,6	55,1	↓

*No se dispone de datos en el emplazamiento de Plaza España debido a las obras de reforma acometidas en la misma.

Tabla 4. Niveles de ruido equivalente anual, registrados por la Red Fija, en los años 2016 y 2021

Los niveles anuales muestran una reducción generalizada del ruido en el municipio durante 2021. En 21 de las estaciones de la Red Fija se observa una reducción de los niveles de ruido superior a 1 dB, en 7 estaciones se mantienen el nivel registrado en el año 2016 (una variación de ± 1 dB) con tendencia generalizada a la baja y únicamente en 2 estaciones se han registrado incrementos de los niveles de ruido en más de 1 dB. A continuación, se muestra una representación espacial de esta evolución en los niveles registrados en la Red Fija.

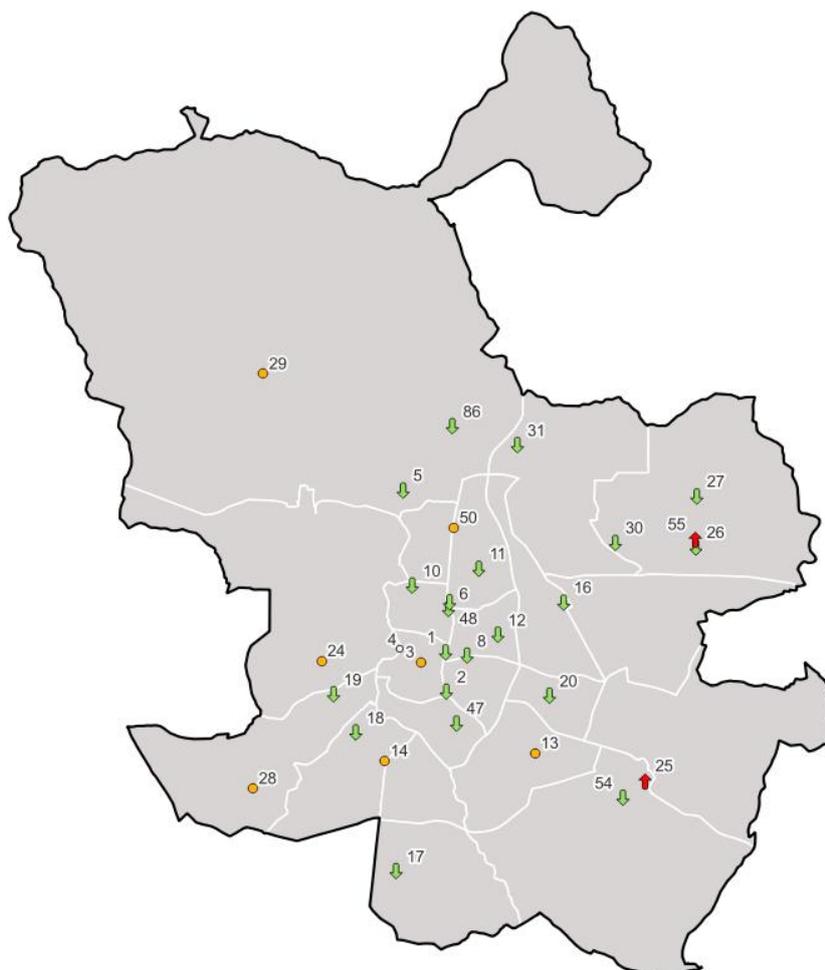


Ilustración 19. Evolución de 2016 a 2021 del nivel equivalente anual, en cada emplazamiento de la Red Fija

Esta reducción de los niveles de ruido se observa en entornos con distintos comportamientos, desde viales de alta intensidad de tráfico como Paseo de la Castellana y Alcalá, en donde los niveles registrados en las estaciones próximas han disminuido de forma significativa (Castellana: -2,6 dB y Escuelas Aguirre: -3,4 dB), o entornos con un comportamiento residencial, como es el caso de los emplazamientos de Villaverde o Farolillo (Villaverde: -1,8 dB y Farolillo: -2,5 dB).

5.1.2 Evolución del tráfico rodado

Desde 2005 el ayuntamiento dispone de un conjunto de aforadores permanentes para la medición de la IMD en diversos puntos del municipio.

Del análisis de la información recabada por estos aforadores se puede observar una evolución del flujo de tráfico, diferenciando por zonas o cinturones de interés. El primer cinturón queda circunscrito por los viales de Alberto Aguilera, Paseo del Prado y Ronda de Segovia), el segundo cinturón por Doctor Esquerdo, Francisco Silvela, Joaquín Costa, Raimundo Fernández Villaverde y Reina Victoria, y distintos ámbitos tomando como referencia M-30 y M-40:

	IMD 2016 vs 2021		
	2016	2021	% Variación
Interior 1 ^{er} cinturón	133.409	100.446	-14,1%
En el 1 ^{er} cinturón	277.183	230.625	-9,2%
Entre 1 ^{er} y 2 ^o cinturón	414.752	343.021	-9,5%
En el 2 ^o cinturón	242.926	187.733	-12,8%
Entre 2 ^o cinturón y M-30	475.211	409.438	-7,4%
M-30	205.224	183.259	-5,7%
Entre M-30 y M-40	391.105	314.075	-10,9%
Exterior a M-40	28.209	25.505	-5,0%
TOTAL	2.168.029	1.794.105	-9,4%

Tabla 5. Evolución de la IMD, en los distintos cinturones de la ciudad de Madrid, de 2016 a 2021

A continuación se incluye una representación gráfica de estas variaciones:

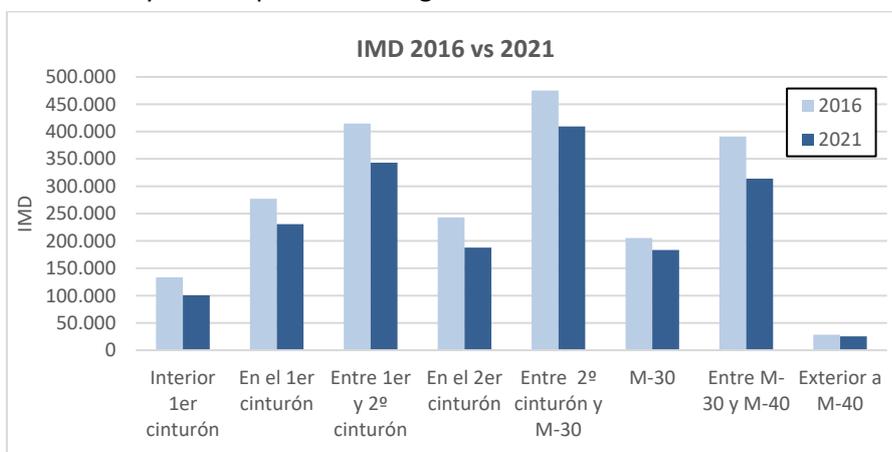


Ilustración 20. Evolución de la IMD, en los distintos cinturones de la ciudad de Madrid, de 2016 a 2021

Los datos de tráfico muestran una disminución generalizada en toda la ciudad, en línea con la evolución de los niveles de ruido observada en los monitores de ruido de la Red Fija.

5.1.3 Evolución demográfica de la ciudad

El análisis de la variación en el número de habitantes del municipio, pormenorizado por distritos y barrios⁹ es importante para realizar una correcta interpretación de los resultados. A continuación se muestran los datos registrados en la fase anterior (MER 2016) y esta 4ª Fase (MER 2021):

	2016		2021	
	Población (Hab.)	Densidad (Hab./Ha.)	Población (Hab.)	Densidad (Hab./Ha.)
Total Madrid	3.165.883	52	3.312.310	55
01. Centro	132.644	251	141.236	270
02. Arganzuela	151.520	232	154.243	239
03. Retiro	118.559	216	118.557	217
04. Salamanca	143.244	264	146.016	271
05. Chamartín	142.610	154	145.700	159
06. Tetuán	152.545	281	159.849	297
07. Chamberí	137.532	293	138.667	296
08. Fuencarral - El Pardo	235.482	10	247.692	10
09. Moncloa - Aravaca	116.689	25	120.834	26
10. Latina	234.015	92	240.155	94
11. Carabanchel	242.000	171	258.633	184
12. Usera	134.015	171	142.454	183
13. Puente de Vallecas	227.195	151	239.057	160
14. Moratalaz	94.607	155	93.810	154
15. Ciudad Lineal	212.431	185	216.818	190
16. Hortaleza	177.738	64	193.228	70
17. Villaverde	141.442	70	154.808	77
18. Villa de Vallecas	102.140	19	114.773	22
19. Vicálvaro	69.800	20	75.495	21
20. San Blas - Canillejas	153.411	68	160.258	72
21. Barajas	46.264	11	50.077	12

Tabla 6. Evolución demográfica, por distrito, de 2016 a 2021 en la ciudad de Madrid

Para una mejor visualización de dicha evolución, a continuación se presentan estos datos de modo gráfico:

⁹ Fuente: Área de Gobierno de Economía y Hacienda. Subdirección General de Estadística. Padrón Municipal de Habitantes. Actualizado a 01.01.2021.

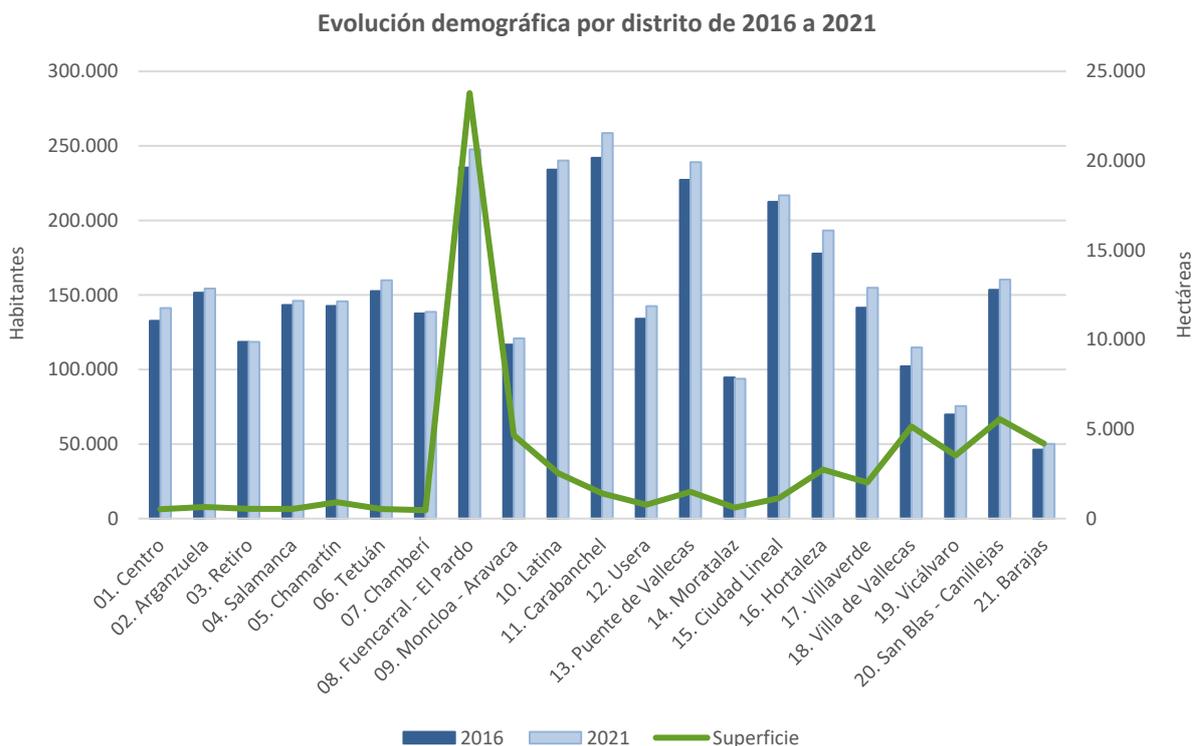


Ilustración 21. Evolución demográfica, por distrito, de 2016 a 2021 en la ciudad de Madrid

5.2 Presentación de los resultados

Toda la información del cartografiado estratégico, MER 2021, se ha preparado para su consulta y análisis mediante la presente memoria técnica, en la que se desarrolla los antecedentes, legislación de aplicación, procedimiento y metodología empleada, y una colección de mapas en los que se representa las mallas de ruido obtenidas y la población expuesta, adjuntos como Anexo I.

La cartografía acústica se ha distribuido en 22 capítulos, uno por cada distrito, y un último capítulo en el que se desglosa la información vinculada a los Grandes Ejes Viarios cuyos tramos son competencia del ayuntamiento de Madrid (M-30 y tramos de la A-1, A-2, A-3, A-4, A-5 y A-6 y A-42, así como tramos de las carreteras M-500, M-605 y M-607).

Para el análisis de la situación acústica de cada distrito, se cuenta con:

- Un mapa índice, que muestra la división administrativa del distrito, así como los focos de ruido cartografiados en cada uno de los barrios, que se indica con el icono correspondiente:



Icono indicativo de que el foco analizado es el tráfico rodado.



Icono indicativo de que el foco analizado es el tráfico ferroviario.

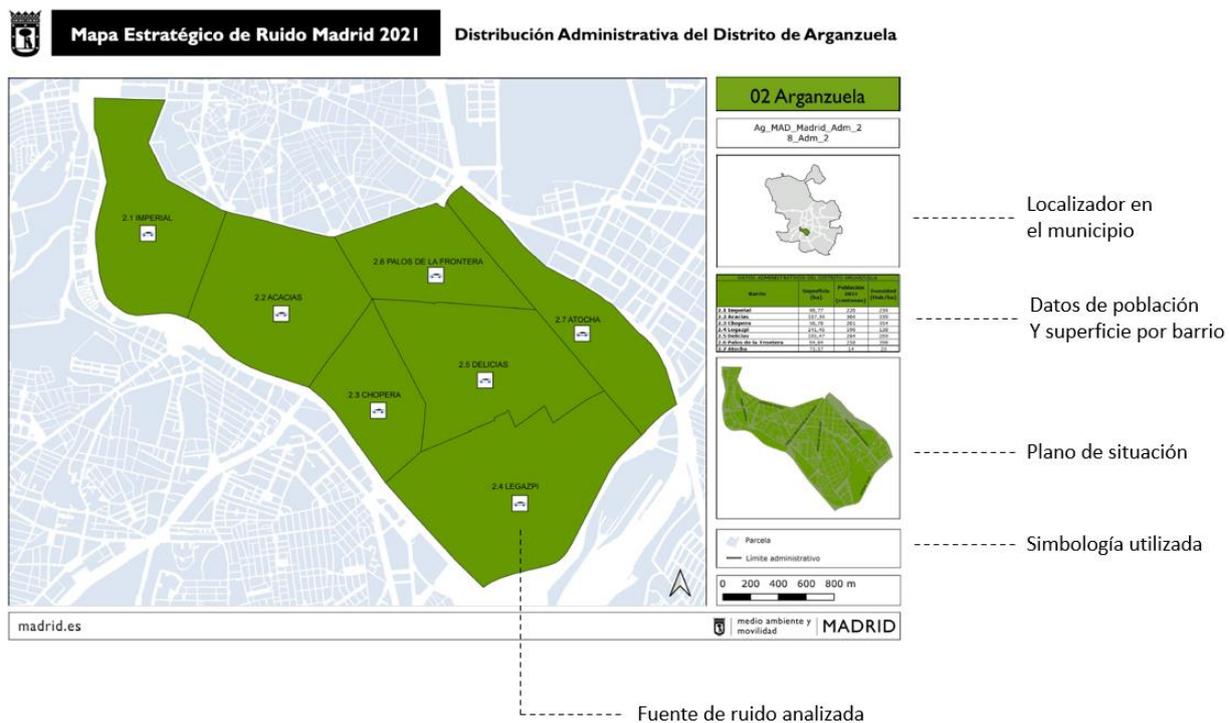


Ilustración 22. Mapa de distribución administrativa en el distrito de Arganzuela. MER 2021

- Un mapa por indicador acústico y foco de ruido, para cada distrito en el que esté acústicamente presente la fuente de ruido analizada. En el mapa se incluye la relación, desglosada en intervalos de nivel de ruido¹⁰, del número de personas expuestas.

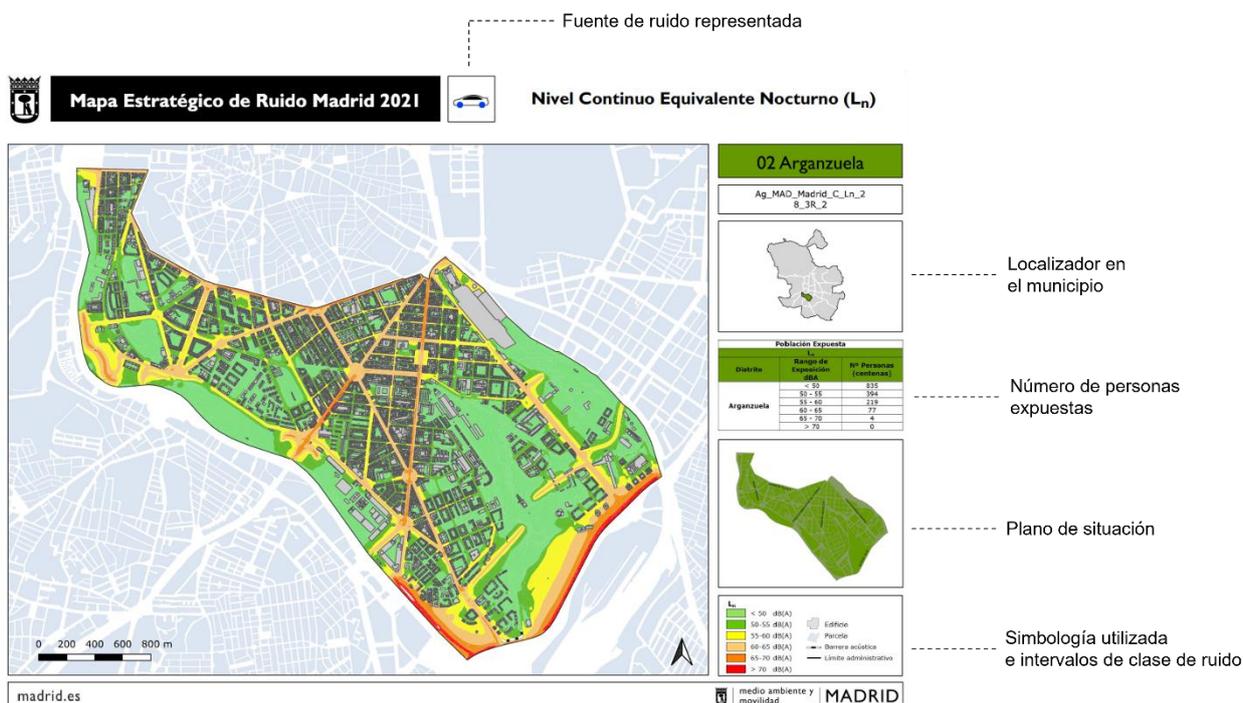


Ilustración 23. Mapa de nivel continuo equivalente nocturno (L_n) en el distrito de Arganzuela. MER 2021

¹⁰ Intervalos establecidos en el anexo VI del RD 1513/2005.

- Un mapa para cada distrito con la información correspondiente a los edificios destinados a usos sociosanitarios y educativos. En el mapa se incluye la relación de edificios sensibles expuestos, desglosada en intervalos de nivel de ruido.

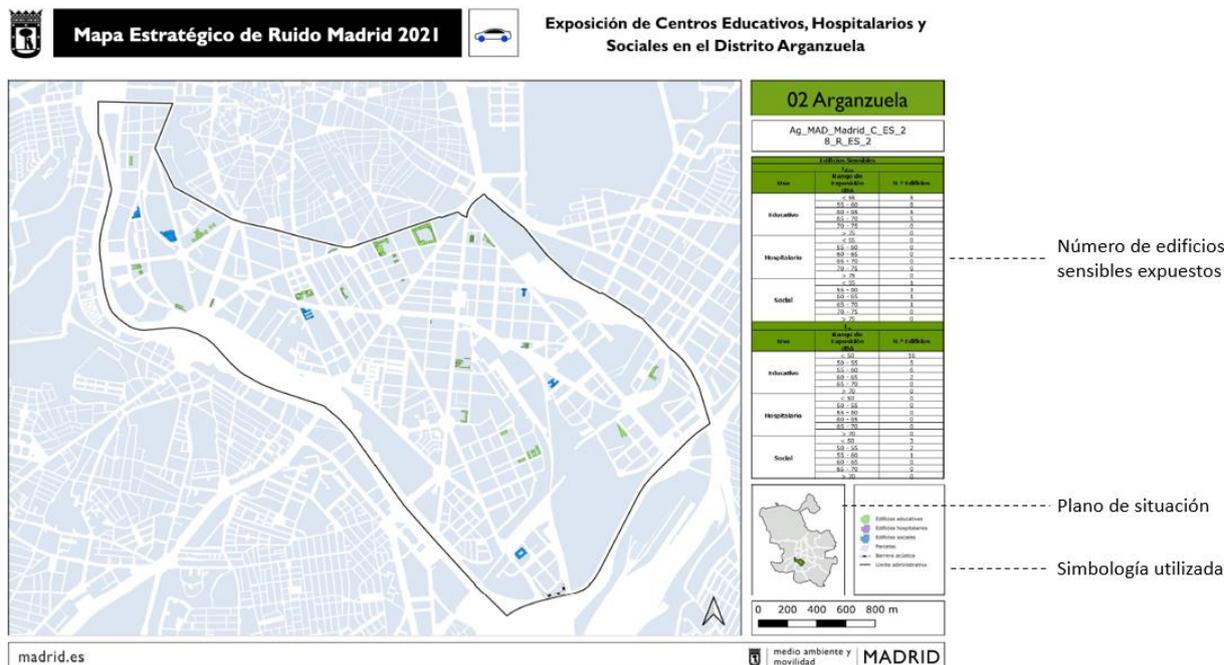


Ilustración 24. Mapa de exposición de edificios sensibles en el distrito de Arganzuela. MER 2021

5.3 Evolución de la situación acústica en la ciudad

5.3.1 Evolución de los niveles de ruido

En esta 4ª Fase del cartografiado estratégico, donde se representa la situación acústica correspondiente al año 2021, se observa una reducción generalizada de los niveles de ruido, en consonancia con los niveles registrados por las estaciones de la Red Fija del SIVCA y la disminución de tráfico observada en los datos de IMD.

En concreto, se ha registrado una disminución de los niveles de ruido registrados en 21 de las 31 estaciones de la Red Fija del SIVCA, lo que se corresponde con un 68% de las mismas, y una reducción global en la circulación de vehículos en el municipio del 9,4%, pasando de 2.168.029 a 1.794.105 vehículos al día.

Los niveles de ruido observados en el MER 2021 van en sintonía con los datos indicados anteriormente. En concreto, del análisis de los niveles de ruido calculados para todo el municipio, y su comparación con respecto al MER 2016, se obtiene lo siguiente:

- **Periodo Diurno (L_d – 07:00 h – 19:00 h):** Los datos muestran que en un 69% de la superficie analizada se han registrado reducciones de los niveles de ruido de más 1 dBA, en un 21% de la superficie no se ha registrado una variación significativa de los niveles de ruido (± 1 dBA) y

únicamente en un 10% de la superficie analizada se han registrado incrementos de los niveles de ruido superiores a 1 dBA.

- **Periodo Vespertino (L_e – 19:00 h – 23:00 h):** Los datos muestran que en un 72% de la superficie analizada se han registrado reducciones de los niveles de ruido de más de 1 dBA, en un 18% de la superficie no se ha registrado una variación significativa de los niveles de ruido (± 1 dBA) y únicamente en un 10% de la superficie analizada se han registrado incrementos de los niveles de ruido superiores a 1 dBA.
- **Periodo Nocturno (L_n – 23:00 h – 07:00 h):** Los datos muestran que en un 82% de la superficie analizada se han registrado reducciones de los niveles de ruido de más de 1 dBA, en un 11% de la superficie no se ha registrado una variación significativa de los niveles de ruido (± 1 dBA) y únicamente en un 6% de la superficie analizada se han registrado incrementos de los niveles de ruido superiores a 1 dBA.

5.3.2 Análisis de la población expuesta

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del cálculo de población expuesta a valores de ruido superiores a los objetivos de calidad acústica de un área acústica tipo a) zonas de predominio de uso de suelo residencial¹¹.

En la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos para el municipio al completo y su desglose para cada uno de los 21 distritos, tanto en centenas como en porcentaje:

		Infraestructuras viarias	
		Personas expuestas (centenas)	% de personas expuestas
Madrid	L_d	1.130,7	3,4
	L_e	780,3	2,4
	L_n	3.369,8	10,2
D.01. Centro	L_d	79,4	5,7
	L_e	59,6	4,3
	L_n	213,6	15,2
D.02. Arganzuela	L_d	149,3	9,8
	L_e	107,0	7,0
	L_n	300,0	19,6
D.03. Retiro	L_d	111,2	9,4
	L_e	42,0	3,6
	L_n	276,5	23,5

¹¹ Objetivos de Calidad Acústica establecidos en la tabla A del anexo II del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre.

		Infraestructuras viarias	
		Personas expuestas (centenas)	% de personas expuestas
D.04. Salamanca	L _d	150,7	10,3
	L _e	170,0	11,6
	L _n	371,1	15,4
D.05. Chamartín	L _d	41,4	2,9
	L _e	26,1	1,8
	L _n	142,5	9,8
D.06. Tetuán	L _d	52,7	3,4
	L _e	30,9	2,0
	L _n	190,4	12,1
D.07. Chamberí	L _d	95,5	6,9
	L _e	36,8	2,7
	L _n	340,3	24,8
D.08. Fuencarral - El Pardo	L _d	49,5	2,0
	L _e	38,8	1,6
	L _n	151,5	6,2
D.09. Moncloa - Aravaca	L _d	40,7	3,4
	L _e	32,1	2,7
	L _n	130,3	10,8
D.10. Latina	L _d	74,3	3,1
	L _e	52,1	2,2
	L _n	185,4	7,8
D.11. Carabanchel	L _d	94,1	3,7
	L _e	65,1	2,5
	L _n	278,6	10,9
D.12. Usera	L _d	45,9	3,3
	L _e	21,4	1,5
	L _n	99,8	7,1
D.13. Puente de Vallecas	L _d	25,0	1,1
	L _e	17,5	0,7
	L _n	107,5	4,6

		Infraestructuras viarias	
		Personas expuestas (centenas)	% de personas expuestas
D.14. Moratalaz	L _d	12,2	1,3
	L _e	6,4	0,7
	L _n	54,1	5,8
D.15. Ciudad Lineal	L _d	62,2	2,9
	L _e	47,9	2,2
	L _n	217,1	10,1
D.16. Hortaleza	L _d	2,5	0,1
	L _e	0,6	0,0
	L _n	40,2	2,1
D.17. Villaverde	L _d	6,0	0,4
	L _e	1,1	0,1
	L _n	77,2	5,0
D.18. Villa de Vallecas	L _d	12,4	1,1
	L _e	7,6	0,7
	L _n	94,4	8,4
D.19. Vicálvaro	L _d	0,1	0,0
	L _e	0,0	0,0
	L _n	10,9	1,4
D.20. San Blas - Canillejas	L _d	23,2	1,5
	L _e	15,7	1,0
	L _n	77,0	4,9
D.21. Barajas	L _d	2,3	0,5
	L _e	1,5	0,3
	L _n	11,7	2,5

Tabla 7. Población expuesta en el municipio de Madrid para el año 2021

Tal y como se ha indicado en el apartado 4.6, para esta 4ª Fase del cartografiado, el procedimiento de cálculo establecido en la metodología común CNOSSOS para determinar la población expuesta a los niveles de ruido, difiere del procedimiento utilizado en las fases anteriores. En el nuevo procedimiento se considera una situación más desfavorable que con el procedimiento utilizado en las fases anteriores, asignando todos los residentes a los niveles de ruido recibidos en las fachadas exteriores. Esta modificación implica un aumento en los datos de población expuesta, intrínseco al

propio procedimiento de cálculo, no permitiendo una comparativa directa con las fases anteriores del MER.

No obstante, **también se ha realizado el cálculo utilizando el procedimiento anterior con el fin de analizar la evolución de la población expuesta a niveles superiores a los objetivos de calidad acústica.** A continuación se muestran los resultados obtenidos:

		% de población expuesta en 2016	% de población expuesta en 2021		
		Método anterior	Método CNOSSOS	Método anterior	Diferencia
Madrid	L _d	2,2	3,4	1,4	2
	L _e	1,6	2,4	0,9	1,5
	L _n	9,3	10,2	4,5	5,7

Tabla 8. Población expuesta MER 2016 vs MER 2021 (método CNOSSOS, método anterior y diferencia)

Los datos de la tabla anterior muestran la influencia que ha supuesto el cambio en el procedimiento de cálculo de la población expuesta. Utilizando el procedimiento de cálculo de las fases anteriores, se pone de manifiesto una reducción de la población expuesta, coherente con la reducción de los niveles de ruido observada. Con el nuevo método CNOSSOS, la reducción del ruido no está en consonancia con la reducción del número de personas expuestas, es más, el porcentaje se incrementa en más del doble que si continuásemos con el método anterior.

A continuación se muestra gráficamente la distribución, por rangos de nivel de ruido, de la población expuesta para esta 4ª Fase empleando el nuevo método CNOSSOS.

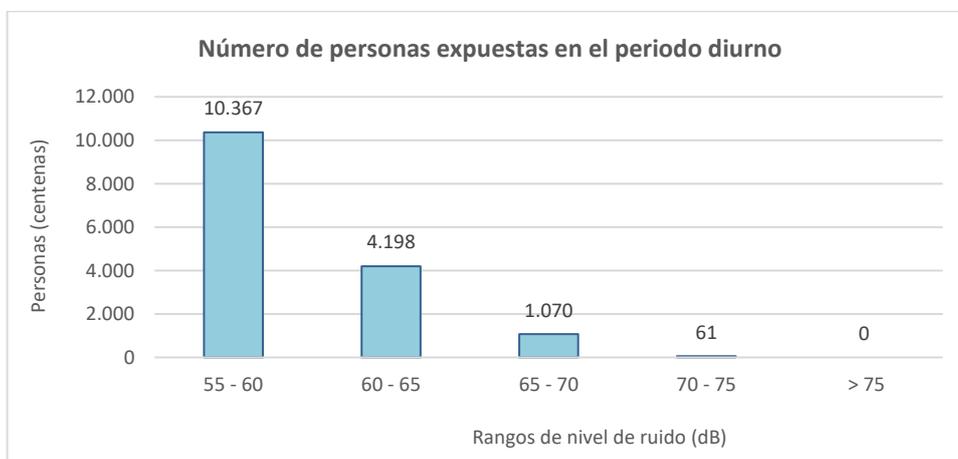


Ilustración 25: Distribución de la población expuesta en el periodo diurno (centenas)

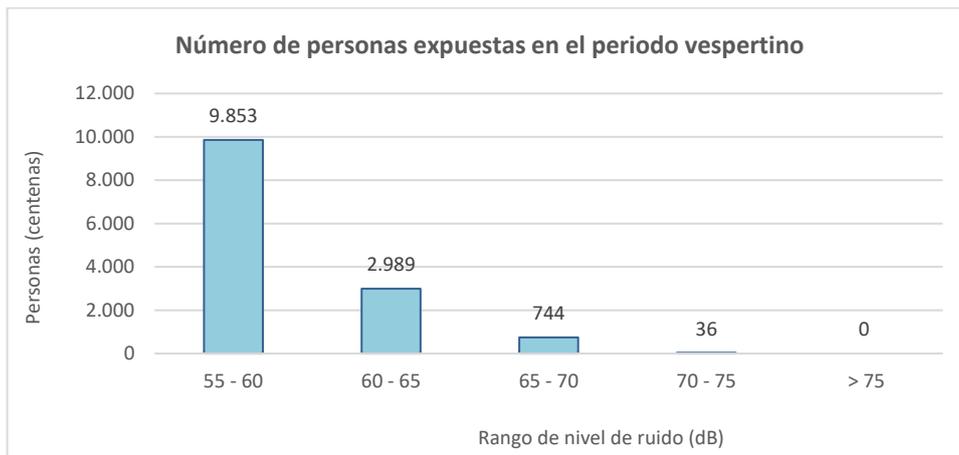


Ilustración 26. Distribución de la población expuesta en el periodo vespertino (centenas)

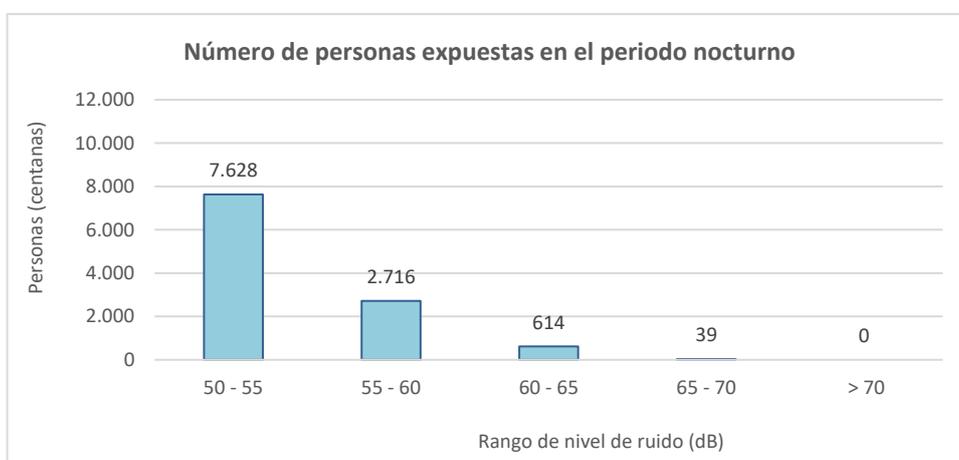


Ilustración 27. Distribución de la población expuesta en el periodo nocturno (centenas)

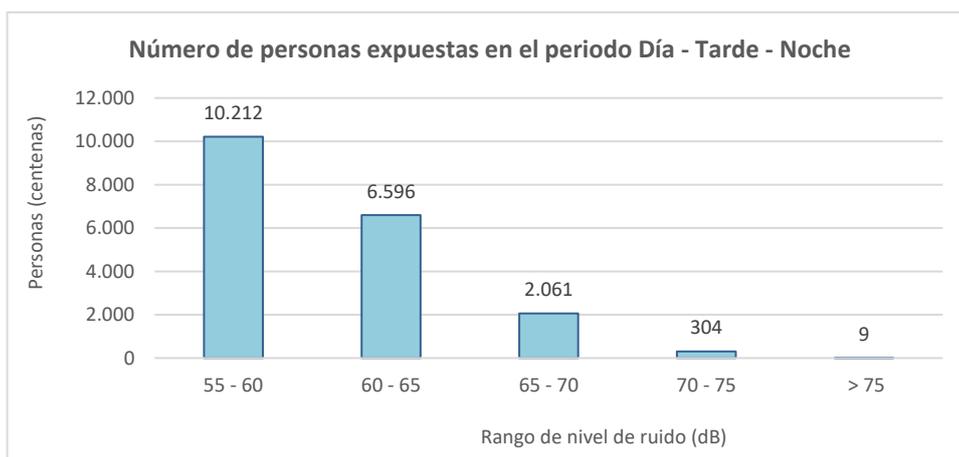


Ilustración 28. Distribución de la población para el indicador Día - Tarde - Noche (L_{den}) (centenas)

Se observa como el grueso de la población expuesta a valores superiores a los objetivos acústicos para un área residencial se encuentra en el rango de 65-70 dB para los índices L_d , L_e y L_{den} , y en 55-60 dB para el índice L_n .

5.3.3 Grandes Ejes Viarios

Se han evaluado de forma aislada los tramos de grandes ejes viarios que discurren por el interior del municipio y que son de competencia municipal. Los resultados de esta evaluación muestran cómo **se ha producido una bajada generalizada de los niveles de ruido en todos los tramos analizados y para todos los periodos del día, especialmente significativa durante el periodo nocturno.**

5.3.4 Infraestructura Ferroviaria

Los resultados obtenidos en las infraestructuras ferroviarias con circulación inferior a 30.000 trenes/año, muestran un incremento generalizado de los niveles de ruido en todos los tramos cartografiados. Principalmente, este incremento se debe al aumento en las circulaciones respecto al año 2016, de un 10,7% de promedio, llegando a casi doblarse en algunos tramos de vía de los distritos de Puente de Vallecas y Hortaleza. Además, atendiendo a estudios comparativos, el método común de cálculo CNOSSOS muestra una tendencia a calcular niveles sonoros más elevados que con el método interino de los Países Bajos SRM II, utilizado en las fases anteriores.

El cálculo de población expuesta, siguiendo la metodología CNOSSOS, muestra como la población afectada por las infraestructuras ferroviarias consideradas, se encuentran a niveles de ruido inferiores a los objetivos de calidad acústica de aplicación para un uso residencial.

6 Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos en el MER 2021, para la ciudad de Madrid, se puede concluir lo siguiente:

1. **Se observa una reducción generalizada de los niveles de ruido, por la actividad del tráfico rodado, en toda la ciudad**, con respecto a la 3ª Fase del MER. Este hecho se corresponde con la evolución de los datos registrados por las estaciones de la Red Fija, y la variación en las intensidades de tráfico registradas por los aforadores permanentes. Se han reducido los niveles de ruido en los tres periodos del día, siendo el periodo nocturno el que registra reducciones más significativas.
2. Respecto a las **infraestructuras ferroviarias cartografiadas** (aquellas con menos de 30.000 circulaciones anuales), **se ha observado un incremento generalizado en los niveles de ruido en todos los tramos** respecto a la 3ª Fase del MER. Esto es **debido principalmente al incremento observado en el número de circulaciones y en menor medida al método de cálculo CNOSSOS**. Aun con el incremento generalizado en los niveles de ruido, no ha resultado población expuesta a niveles superiores a los objetivos acústicos.
3. **El nuevo procedimiento para el cálculo de la población expuesta**, establecido en el método común de cálculo, CNOSSOS, supone una modificación respecto al procedimiento utilizado en las fases anteriores del MER de Madrid. En esta fase, las personas residentes en los edificios se distribuyen únicamente en las fachadas exteriores. Esto **ha resultado en un incremento en la población expuesta, en infraestructuras viarias, a niveles superiores a los objetivos acústicos, aun observándose una reducción generalizada del ruido en la ciudad**.

Los datos globales de población expuesta de esta 4ª Fase, para infraestructuras viarias, muestran un 3,4% de la población (113.069 habitantes) expuesta a niveles de ruido superiores a los objetivos de calidad acústica para el periodo diurno, un 2,4% (78.029 habitantes) para el periodo vespertino y un 10,2% (336.978 habitantes) para el periodo nocturno.

		Exposición de personas en Madrid (infraestructuras viarias)	
		N.º de personas expuestas (centenas)	% de personas expuestas
Madrid	L _d	1.130,7	3,4
	L _e	780,3	2,4
	L _n	3.369,8	10,2

Tabla 9. Datos de población expuesta, en el municipio de Madrid, en el año 2021

4. Respecto a la evolución de los niveles de ruido por tráfico viario respecto a la fase anterior, en esta 4ª Fase del MER, correspondiente al año 2021, cabe indicar las siguientes modificaciones:
 - La **almendra central, interior de la M-30, es la zona donde más se han reducido los niveles de ruido**, continuando la tendencia observada en la fase anterior.
 - Aunque no de manera tan acusada como en la zona central, también se observa un decremento de los niveles de ruido en los distritos exteriores al cinturón de la M-30.

- Las **zonas donde se observa un incremento de los niveles sonoros corresponden con los nuevos desarrollos urbanísticos** de la ciudad, como son las zonas de Valdebebas, El Cañaveral o Butarque.
- También **se observa una reducción de los niveles de ruido en todos los tramos de los grandes ejes viarios incluidos dentro de la ciudad.**
- Del análisis de la evolución de los niveles de ruido en todo el territorio de Madrid se obtienen los siguientes datos:

		Evolución de los niveles de ruido entre 2016 y 2021 (%) (infraestructuras viarias)		
		Incrementos > 1dB	±1 dB	Reducciones > 1 dB
Madrid	L _d	10%	21%	69%
	L _e	10%	18%	72%
	L _n	6%	11%	82%

Tabla 10. Evolución de los niveles de ruido respecto a la fase del MER anterior

Se han registrados reducciones de los niveles de ruido, asociados al tráfico viario, en más de 1 dB con respecto al MER 2016 entre un 69% y un 82% de la superficie para los tres periodos del día.

5. La **disminución generalizada de los niveles de ruido en la ciudad de Madrid, se deben principalmente a:**
 - Las **medidas preventivas y correctoras implantadas por el ayuntamiento de Madrid como resultado del PAMCA y los esfuerzos municipales por promover una movilidad más sostenible.**
 - **Las restricciones impuestas, por la COVID-19,** a la libre circulación de ciudadanos y al funcionamiento de las actividades de hostelería y restauración, que seguían vigentes durante parte del año 2021, y los consecuentes cambios en los hábitos de los ciudadanos.

Una vez finalizados los trabajos de cartografiado acústico correspondientes al MER 2021, se iniciarán los trabajos de análisis para la revisión del PAMCA, con el objetivo de mitigar los niveles de ruido en las zonas con superación de los objetivos de calidad acústica, priorizando aquellas zonas donde la afección sea más acusada, donde se elaborarán estudios más detallados para proponer las medidas correctoras más eficaces.

Anexo I. Planos