

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
ACÚSTICA. EUROCONTROL**

Dirección: C/ Cronos, 20, 28037 Madrid  
Teléfono: 913 271 818  
Email: [ing.acustica@eurocontrol.es](mailto:ing.acustica@eurocontrol.es)  
[www.eurocontrol.es](http://www.eurocontrol.es)

# Mapa Estratégico de Ruido de las líneas ML2 y ML3 de Metro Ligero Oeste

Memoria resumen

# MAPA ESTRATEGICO DE RUIDO DE LAS LÍNEAS ML2 Y ML3 DE METRO LIGERO OESTE

## Memoria Resumen

### Supervisión de los Trabajos

David Sánchez Clemente (Ingeniero técnico de Telecomunicaciones)

### Dirección de los Trabajos

Rubén García Morales (Licenciado en Ciencias Ambientales)

### Equipo Redactor

Rubén García Morales (Licenciado en Ciencias Ambientales)

Mario Gondín Ramos (Licenciado en Ciencias Ambientales)

Mario Yubero Escobar (Graduado en Biología)

Madrid, julio de 2025

## Índice

<b>1. Objeto y alcance del estudio.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Referencias legales y normativa .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Autoridad Responsable .....</b>	<b>6</b>
<b>4. Descripción de la zona de estudio.....</b>	<b>7</b>
4.1. Descripción de las Unidades de Mapa Estratégico .....	8
4.1.1. Línea ML2.....	8
4.1.2. Línea ML3.....	9
4.2. Población .....	10
4.3. Focos de ruido.....	10
<b>5. Datos de entrada.....</b>	<b>12</b>
<b>6. Metodología .....</b>	<b>13</b>
<b>7. Resultados.....</b>	<b>15</b>
7.1. Mapas de ruido .....	15
7.2. Mapas de zonas de afección acústica.....	16
7.3. Análisis de la población expuesta .....	16
7.4. Tablas de afección .....	18
7.4.1. Superficie expuesta según niveles $L_{den}$ (km <sup>2</sup> ).....	18
7.4.2. Viviendas expuestas según niveles $L_{den}$ (centenas) .....	18
7.4.3. Población expuesta según niveles $L_{den}$ (centenas) .....	19
<b>8. Programas de lucha contra el ruido ejecutados y medidas vigentes .....</b>	<b>20</b>
<b>9. Conclusiones .....</b>	<b>22</b>

# 1. Objeto y alcance del estudio

El presente documento constituye la memoria resumen de la cuarta fase de los Mapas Estratégicos de Ruido de las líneas ML2 y ML3 de Metro Ligero Oeste.

El objeto de este documento es presentar los resultados de la exposición al ruido procedente de las líneas ML2 y ML3 del Metro Ligero Oeste (MLO). El desarrollo del Mapa Estratégico de Ruido (MER) da cumplimiento a la normativa aplicable en materia de ruido a la vez que constituye una herramienta básica en la gestión del ruido para la mejora de la calidad acústica de las zonas afectadas.

Los Mapas Estratégicos de Ruido representan los niveles de inmisión a 4 metros de altura sobre el terreno, habiendo sido realizados siguiendo las exigencias metodológicas establecidas en la normativa Estatal y Europea sobre ruido ambiental.

En la siguiente tabla se definen las Unidades de Mapa Estratégico (UMEs) que se han considerado en la elaboración del presente MER de grandes ejes ferroviarios (líneas o tramos ferroviarios con un tráfico superior a las 30.000 circulaciones por año). Se indica la línea ferroviaria, las estaciones de inicio y final, el código de la UME, la longitud y los puntos kilométricos de inicio y final.

**Tabla 1.** Listado, caracterización y denominación de las UMEs objeto de estudio

Nombre de la línea	Estaciones de inicio y final	Código UME	PK inicial	PK final	Longitud (km)
ML2	Colonia Jardín – Estación de Aravaca	F_MAD_28_Línea_ML2	0+000	8+656	8,656
ML3	Colonia Jardín – Puerta de Boadilla	F_MAD_28_Línea_ML3	0+000	13+690	13,690

## 2. Referencias legales y normativa

A la hora de realizar el presente Mapa Estratégico de Ruido se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- **Directiva 2002/49/CE** del Parlamento Europeo y del consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- **Directiva (UE) 2015/996** de la Comisión, de 19 de mayo de 2015, por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- **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.
- **Ley 37/2003**, de 17 de noviembre, del Ruido.
- **Real Decreto 1513/2005**, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- **Real Decreto 1367/2007**, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- **Real Decreto 1038/2012**, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- **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 la evaluación del ruido ambiental.
- **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.

### 3. Autoridad Responsable

La Autoridad Responsable para la elaboración del Mapa Estratégico de Ruido de las líneas ML2 y ML3 es la Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo de la Comunidad de Madrid, que ha encargado la realización del mismo a Metro Ligerero Oeste S.A. como entidad gestora. Para ello se han contratado los servicios para la elaboración de los trabajos a Eurocontrol S.A.

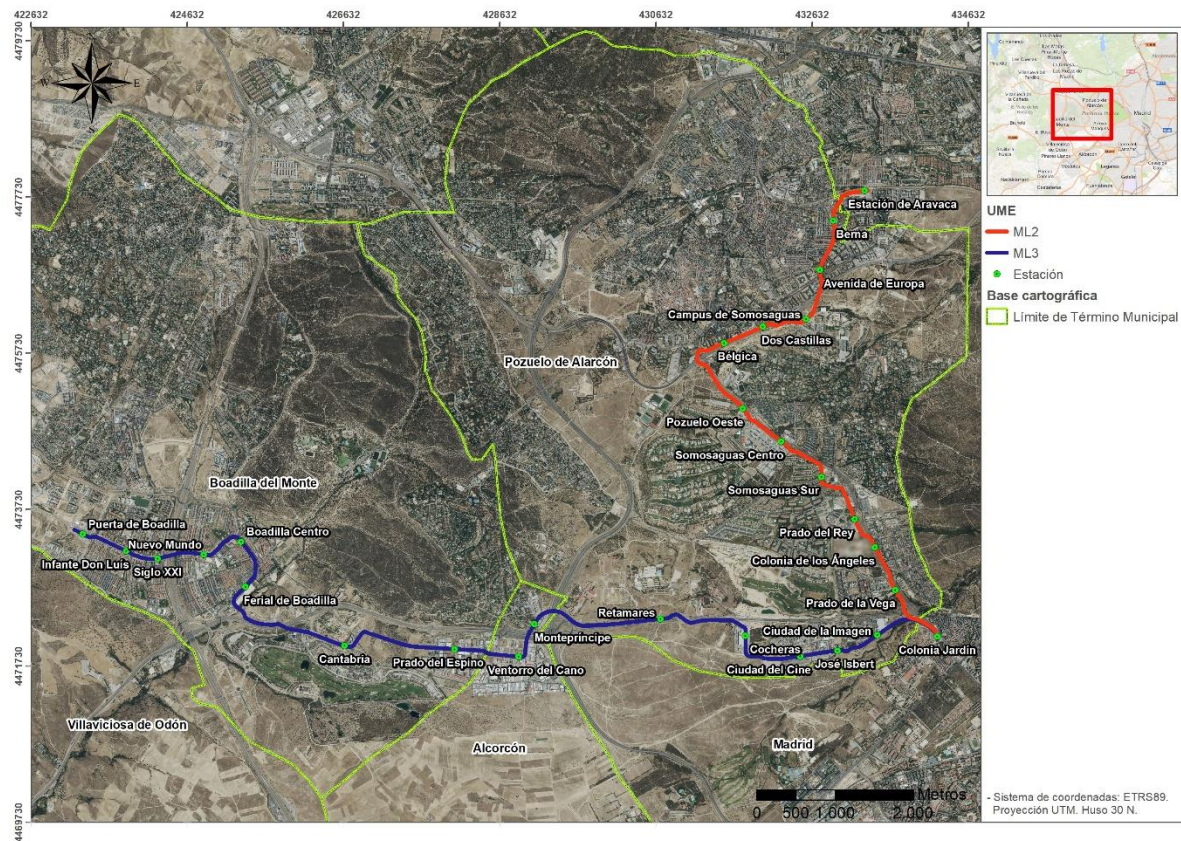
## 4. Descripción de la zona de estudio

Según establece la Directiva 2002/49/CE, para la elaboración de los MER de Cuarta Fase se deben considerar todos aquellos ejes ferroviarios con un tráfico mayor de 30.000 circulaciones al año, considerando el año 2021 como referencia debido a los efectos que tuvo en materia de movilidad la pandemia de COVID-19.

El presente Mapa Estratégico de Ruido comprende la totalidad de las líneas ML2 y ML3 ya que ambas cumplen dicha condición. A continuación se muestran las UMEs consideradas indicando los puntos kilométricos de inicio y final, su longitud y el número de circulaciones anuales.

**Tabla 2.** Descripción y tráfico de las UMEs objeto de estudio

Código UME	Nombre de la línea	P.K. Inicio	P.K. Fin	Longitud (km)	Circulaciones anuales
F_MAD_28_Línea_ML2	ML2	0+000	8+656	8,656	65.236
F_MAD_28_Línea_ML3	ML3	0+000	13+690	13,690	63.623



**Imagen 1.** Estaciones y trazado de las líneas ML2 y ML3 de Metro Ligero Oeste.

## 4.1. Descripción de las Unidades de Mapa Estratégico

Ambas líneas comparten como origen la estación de Colonia Jardín, ubicada en el barrio de Campamento, distrito de La Latina, en el municipio de Madrid. Desde aquí, conectan con los municipios de Pozuelo de Alarcón (líneas ML2 y ML3), Alcorcón (ML3) y Boadilla del Monte (ML3).

La infraestructura consta principalmente de una vía por sentido en ambas líneas, con composición de placa continua, sin fijaciones, con el carril embebido y chaqueta tipo CDM envolviendo el carril.

A continuación, se presenta una tabla con las características principales de las líneas ML2 y ML3:

**Tabla 3:** Características generales de la red de Metro Ligero Oeste

<b>Longitud</b>	22,35 km (doble vía)
<b>N.º de estaciones</b>	28 (3 subterráneas y 1 en trinchera)
<b>Ancho de la vía</b>	1,435 m
<b>Ancho de la plataforma</b>	7,80 m
<b>Longitud media de andenes</b>	45 m
<b>Frecuencia en hora punta</b>	6 minutos

Los vehículos son de tipo de tranvía, marca ALSTOM, modelo Citadis 302. Cada uno de los trenes se compone de 5 módulos con 3 bogies (2 bogies motorizados y 1 bogie remolque) y cada bogie está compuesto por 2 ejes. Disponen de 1 pantógrafo para la captación de energía de la catenaria, siendo la velocidad máxima del vehículo de 70 km/h. La carga máxima es de 48,5kN/rueda con un diámetro máximo de rueda de 590 mm.

A continuación se recoge una breve descripción de la línea que compone cada UME.

### 4.1.1. Línea ML2

La línea ML2 transcurre entre las estaciones de Colonia Jardín y Estación de Aravaca, pasando por los términos municipales de Madrid y Pozuelo de Alarcón. Tiene una longitud de 8,656 km y cuenta con 13 estaciones a lo largo del recorrido, 4 de las cuales se encuentran soterradas (Colonia Jardín, Somosaguas Sur y Avenida de Europa).

La estación de Colonia Jardín se encuentra ubicada en el distrito de La Latina, en el barrio de Campamento. Este barrio presenta una población de 19.337 habitantes en 2021 según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE). La estación de Aravaca se sitúa en el distrito Moncloa – Aravaca, en el barrio de Aravaca con una población de 27.568 habitantes en 2021. Las 11 estaciones restantes se sitúan en el municipio de Pozuelo de Alarcón con 87.134 habitantes empadronados en 2021.

A continuación, se presenta una tabla resumen con las principales características de la línea ML2 de Metro Ligero:

**Tabla 4:** Características del ML2

<b>Longitud</b>	8,656 km
<b>N.º de estaciones</b>	13 (3 subterráneas)
<b>Distancia media entre paradas</b>	720 m
<b>Estructura</b>	2 puentes y 8 túneles
<b>Tráfico anual</b>	65.236 circulaciones/año

Esta línea presenta un tráfico anual de 65.236 circulaciones en 2021. La periodicidad de los trenes es variable atendiendo a la hora y al día de la semana, siendo, en términos generales, la frecuencia máxima cada 6 minutos, los días laborables de 7:00 a 10:00; y la mínima cada 30 minutos, los días laborables de 22:30 a fin de servicio y los sábados y domingos de 22:00 a fin de servicio.

#### 4.1.2. Línea ML3

La línea ML3 transcurre entre las estaciones de Colonia Jardín y Puerta de Boadilla, atravesando los municipios de Madrid, Pozuelo de Alarcón, Alcorcón y Boadilla del Monte. Tiene una longitud total de 13,690 km y cuenta con 16 estaciones, de la cuales 1 estación se encuentra soterrada (Colonia Jardín) y otra "en trinchera" (Montepríncipe).

A continuación, se presenta una tabla resumen con las principales características de la línea ML2 de Metro Ligero:

**Tabla 5:** Características de ML3

<b>Longitud</b>	13,690 km
<b>N.º de estaciones</b>	16 (1 subterránea y 1 en trinchera)
<b>Distancia media entre paradas</b>	900 m
<b>Estructura</b>	4 puentes y 5 túneles
<b>Trafico anual</b>	63.623 circulaciones/año

Al igual que la ML2, la línea ML3 inicia su trayecto en Colonia Jardín, en el término municipal de Madrid. El trazado continúa por el término municipal de Pozuelo de Alarcón (87.134 habitantes en 2021) y posteriormente atraviesa el norte del municipio de Alcorcón, que cuenta con una población de 170.817 habitantes en 2021. El último tramo se sitúa en el municipio de Boadilla del Monte, con una población en 2021 de 59.052 habitantes.

La línea ML3 presenta un tráfico anual de 63.623 circulaciones, según datos del año 2021. La periodicidad de los trenes es variable atendiendo a la hora del día y al día de la semana, siendo, en términos generales, la frecuencia máxima cada 6 minutos, los días laborables de 7:00 a 10:00; y la mínima cada 30 minutos, los días laborables de 22:30 a fin de servicio y los sábados y domingos de 22:00 a fin de servicio.

## 4.2. Población

A continuación, se presenta una tabla con la población censada de los municipios por los que discurre la red de Metro LigerO Oeste obtenida del Instituto Nacional de Estadística (INE) para 2021.

**Tabla 6.** Población de los municipios atravesados por las UMEs en 2021. Fuente INE

Municipio	Población (n.º de habitantes)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Densidad de Población (Hab/km <sup>2</sup> )
Madrid	3.305.408	604,3	5.469,81
Pozuelo de Alarcón	87.134	43,2	2.016,99
Alcorcón	170.817	33,7	5.068,75
Boadilla del Monte	59.052	47,2	1.251,10

De acuerdo con los datos presentados en la anterior tabla, el municipio con un mayor número de habitantes, así como con una mayor densidad de población es Madrid, con 3.305.408 habitantes y una densidad de población de 5.470 habitantes/km<sup>2</sup>.

En contraposición, Boadilla del Monte es la población que presenta una menor cantidad de habitantes censados con 59.052 habitantes, así como una menor densidad de población (1.251 habitantes/km<sup>2</sup>).

## 4.3. Focos de ruido

Para la modelización de las líneas ML2 y ML3 se han tenido en cuenta los parámetros relativos tanto al material rodante (vehículos ferroviarios) como a los elementos del material estático (infraestructura ferroviaria) según los criterios indicados en la "Guía técnica para la aplicación del método común europeo de evaluación del ruido ambiental (CNOSSOS-EU) en los estudios de ruido en España" y la "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".

La caracterización del material rodante se realiza a partir de los siguientes parámetros:

- **Intensidad del tráfico.** Se ha utilizado la información facilitada por Metro LigerO Oeste relativa a las circulaciones por sentido referidas al año 2021 de las líneas ML2 y ML3.
- **Velocidad.** La velocidad máxima del vehículo es de 70 km/h.
- **Rugosidad de rueda.** Este parámetro depende del tipo de freno del tren. Los vehículos utilizados en la red de Metro LigerO Oeste cuentan con freno electrodinámico y de disco.
- **Filtro de contacto rueda-carril.** Este valor depende de la carga y el tamaño de la rueda. Los vehículos de las líneas ML2 y ML3 cuentan con una carga máxima de 48,5kN/rueda.
- **Función de transferencia de la rueda.** Este parámetro depende del tamaño de la rueda. El diámetro de rueda de los vehículos de Metro LigerO Oeste es de 590mm.

- **Ruido de tracción – motor.** Unidad múltiple eléctrica con las especificaciones del modelo de vehículo.
- **Ruido aerodinámico.** No aplica en velocidades de circulación son inferiores a 200 km/h.

Los parámetros relativos a las características del material estático (infraestructura ferroviaria) son:

- **Rugosidad del carril.** Este parámetro depende del estado en el que se encuentre la banda de rodadura del carril.
- **Velocidad.** Se han tomado los datos de velocidad de paso en cada tramo. Además, se ha tenido en cuenta las velocidades mínimas indicadas en la “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” desarrollada por ADIF.
- **Función de transferencia de la vía.** Este parámetro hace referencia al tipo de traviesa y a la elasticidad de la placa del asiento. En este caso la red de Metro Ligerero Oeste cuenta con vías en placa continua, sin fijaciones y con carril embebido.
- **Ruido adicional de impacto.** Este parámetro hace referencia al ruido de impacto que puede derivar de las intersecciones, los cambios y las juntas de las vías. Según la “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” no se consideran desvíos ni juntas en los tramos con velocidad inferior a 50 km/h.
- **Chirrido (Radio de curvatura en puntos singulares).** Este parámetro hace referencia al ruido de chirrido provocado por la fricción del ferrocarril en las curvas. Para la modelización se tiene en cuenta el radio de la curva, siendo el chirrido mayor cuanto menor sea el radio de giro. A partir de comprobaciones con mediciones “in situ” no se considera ruido de chirrido en las líneas ML2 y ML3.
- **Función de transferencia puentes y viaductos.** Este parámetro hace referencia a los ruidos adicionales generados por la vibración de puentes o viaductos. Las líneas ML2 y ML3 no cuentan con puentes con estructura metálica.

## 5. Datos de entrada

Para la elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las líneas de Metro LigerO Oeste ML2 y ML3 se ha recopilado y tratado la siguiente información:

- **Base topográfica:** Se ha recopilado la siguiente información de la zona de estudio:
  - Modelo Digital del Terreno (MDT): Obtenido a partir del Modelo Digital del Terreno con paso de malla de 5 m disponible en el Centro Nacional de Información Geográfica, a partir del cual se han obtenido las curvas de nivel del ámbito de estudio.
  - Edificios: Obtenidos de los Servicios Inspire de Cartografía Catastral de la Dirección General de Catastro con información geoespacial y alfanumérica referente al uso de edificios y viviendas de cada edificio.
  - Ejes ferroviarios: Se ha partido de la cartografía de los ejes ferroviarios facilitada por Metro LigerO Oeste y se han digitalizado los diferentes ejes de cada tramo.
  - Obstáculos: Se han digitalizado las pantallas acústicas presentes a lo largo del trazado de las líneas de Metro LigerO y demás obstáculos de la zona.
- **Población:** Datos de población de los diferentes municipios obtenidos a partir de los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) para el año 2021, divididos tanto por distritos como por secciones censales. La población se ha asignado a los edificios en función del número de viviendas por edificio y el tamaño medio del hogar por sección censal, así como el uso de cada edificio.
- **Tráfico ferroviario:**
  - Tráfico anual: Circulaciones anuales de cada línea facilitadas por Metro LigerO Oeste para el año 2021.
  - Distribución horaria: Datos de paso de trenes por línea y por sentido en una semana tipo de 2021 facilitados por Metro LigerO Oeste

**Tabla 7.** Datos de tráfico de las UMEs

Código UME	Circulaciones diarias	Circulaciones periodo día	Circulaciones periodo tarde	Circulaciones periodo noche
F_MAD_28_Línea_ML2	179	121	35	23
F_MAD_28_Línea_ML3	175	119	34	22

## 6. Metodología

Los Mapas Estratégicos de Ruido por Unidades de Mapas Estratégicos para el escenario 2021 representan los niveles de inmisión a 4 metros de altura sobre el terreno, habiendo sido realizados siguiendo las exigencias metodológicas establecidas en la normativa Estatal y Europea sobre ruido ambiental.

La metodología utilizada para la obtención de los niveles de ruido originados por las diferentes UMEs, se basa en el empleo de métodos de cálculo que consideran por un lado la emisión sonora y por otro su propagación.

En julio de 2015 se publicó, en el Diario Oficial de la Unión Europea, la Directiva 2015/996 de la Comisión, de 19 de mayo de 2015, por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Mediante esta nueva Directiva se sustituye el Anexo II de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002.

Con el objetivo de transponer la citada Directiva 2015/996 al ordenamiento jurídico español, en 2018 se aprobó 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 la evaluación del ruido ambiental. Dicha orden PCI/1319/2018, sustituye el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, para su adaptación al progreso técnico.

Con la modificación del Anexo II del RD 1513/2005 se sustituyen los métodos de cálculo de los índices de ruido utilizados actualmente para la evaluación del ruido industrial, del ruido de aeronaves, del ruido de trenes y del ruido del tráfico rodado, 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)».

Para evaluar las adaptaciones necesarias habida cuenta del progreso técnico y científico en el campo de la evaluación del ruido ambiental, entre 2016 y 2020 se llevaron a cabo numerosos trabajos de la mano de expertos, que han derivado en una serie de adaptaciones en los métodos comunes establecidos en la Directiva 2015/996 de la Comisión, de 19 de mayo de 2015. Estas adaptaciones se han plasmado en 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.

Dicha Directiva Delegada (UE) 2021/1226, se traspone al ordenamiento jurídico español a través de 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. Mediante la misma se aclaran las fórmulas para cálculo de la propagación del ruido y evaluación de la población expuesta, se adaptan los cuadros a los conocimientos más recientes, y se mejora la descripción de ciertos pasos de los cálculos. Estos cambios se han aplicado en el presente trabajo en las metodologías de cálculo del ruido de los distintos focos presentes en el ámbito de estudio (tráfico ferroviario).

El método utilizado es el método europeo CNOSSOS-EU, establecido en 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 la evaluación del ruido ambiental y en 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.

Para focos ferroviarios, CNOSSOS-EU calcula la emisión de ruido originado por la circulación de trenes en cada vía mediante dos fuentes lineales, a 0,5 m y 4,0 m de altura sobre la base de los raíles, caracterizadas por su nivel de potencia sonora direccional por metro y por banda de frecuencia. Este nivel de potencia acústica supone la suma energética de todas las contribuciones de cada vehículo que circula. Contribuyen a esta el ruido de rodadura, el ruido de impacto, el ruido de chirrido en curvas, el ruido de radiación estructural derivado de puentes, el ruido de tracción y el ruido aerodinámico

Para el cálculo de estas fuentes, el método de cálculo requiere datos relativos tanto al material rodante (vehículos ferroviarios) como a los elementos del material estático (infraestructura ferroviaria) como se recoge en el apartado 4.3.

Para la realización del modelo predictivo se ha introducido la información recopilada en el software de predicción acústica CadnaA (versión 2024) de Datakustik GmbH, el cual cumple con los estándares europeos recomendados por 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, por la por la Directiva (UE) 2015/996 de la Comisión, de 19 de mayo de 2015, por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y por 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.

## 7. Resultados

### 7.1. Mapas de ruido

Según lo dispuesto en la Directiva 2002/49/CE, se han elaborado mapas de ruido correspondientes a una altura de evaluación de 4 metros y a rangos de valores de  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$ ,  $L_{night}$  y  $L_{den}$  de 5 dB.






Se han considerado un total de 2 UMEs, delimitando la zona de estudio en base a los criterios establecidos en el Anexo VII 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.

Para su representación se ha utilizado una escala de 1:5.000 y cada colección de mapas consta de un mapa de distribución seguido de las cuadrículas correspondientes para la representación completa de la UME en base a cada periodo de evaluación.

La cartografía elaborada recoge los mapas de niveles sonoros representados a una altura de 4 metros sobre el terreno mediante líneas isófonas (representación y delimitación de áreas con el mismo nivel sonoro) en intervalos de 5 dB, para los diferentes periodos de evaluación que son: día (07:00 – 19:00), tarde (19:00 – 23:00) y noche (23:00 – 07:00) y día completo ( $L_{den}$ ).






Para la representación se han seguido las normas y recomendaciones establecidas en "Instrucciones para la entrega de los datos asociados a los mapas estratégicos de ruido y planes de acción contra el ruido de la cuarta fase" publicadas por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. De esta forma la representación de los índices  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_{den}$  (día, tarde y día completo) seguirá las siguientes recomendaciones en cuanto a rangos y color:

**Tabla 8.** Colores para la representación gráfica de los MER en periodo día, tarde y día completo

Niveles Sonoros $L_d$ , $L_e$ , $L_{den}$ (dBA)	
 55 - 60	 70 - 75
 60 - 65	 > 75
 65 - 70	

Dichas recomendaciones cambian para el período nocturno, como se indica en la siguiente tabla:




**Tabla 9.** Colores para la representación gráfica de los MER en periodo nocturno

Niveles Sonoros $L_n$ (dBA)	
 50 - 55	 65 - 70
 55 - 60	 > 70
 60 - 65	

## 7.2. Mapas de zonas de afección acústica

Paralelamente a la elaboración de los mapas de niveles sonoros, se han realizado mapas de afección acústica a partir del indicador  $L_{den}$ . Para el cálculo y consideración de la afección acústica se ha tenido en cuenta la superficie en  $km^2$  contenida en la isófona y la población. También en consonancia con la recomendación de “Instrucciones para la entrega de los datos asociados a los mapas estratégicos de ruido y planes de acción contra el ruido de la cuarta fase” se incluyen las recomendaciones en cuanto a rangos y color para su representación.

**Tabla 10.** Colores para la representación gráfica de los mapas de afección acústica

Afección acústica	
$L_{den}$ (dBA)	
	> 55
	> 65
	> 75

## 7.3. Análisis de la población expuesta

En el presente apartado se realiza un análisis de la población expuesta al ruido ambiental producido por las líneas ML2 y ML3 de Metro Ligerero Oeste.

Para ello, teniendo en cuenta la población presente en cada edificio, se ha realizado el cálculo de población expuesta según el método CNOSSOS-EU, el cual determina la población expuesta mediante la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de toda la fachada de cada edificio. La evaluación de la exposición de la población al ruido se basa en los niveles de ruido en los puntos receptores situados a 4 metros por encima del nivel del terreno en las fachadas de los edificios residenciales.

Para la asignación de viviendas y habitantes al punto receptor, la Directiva Delegada (UE) 2021/1226 contempla dos situaciones diferenciando entre si se dispone de información sobre la ubicación precisa de las viviendas o si no se dispone de esta información. Para la primera situación los habitantes se asignan al punto del receptor situado en la fachada más expuesta de la vivienda en cuestión. En caso de no disponer de información precisa sobre la ubicación de las viviendas en cada edificio existen dos metodologías para la asignación de viviendas y habitantes, una cuando las viviendas están dispuestas dentro de un edificio con una fachada expuesta al ruido y otra si las viviendas están dispuestas dentro de un edificio con varias fachadas expuestas al ruido, o se desconoce cuántas fachadas de las viviendas están expuestas.

Para el Mapa Estratégico de Ruido de las líneas ML2 y ML3 de Metro Ligerero Oeste, en función de los datos disponibles y heterogeneidad de tipologías de edificios se ha optado esta última metodología.

El cálculo de población expuesta se ha llevado a cabo considerando la mediana de los niveles de evaluación calculados para cada edificio de modo que la suma de los receptores de la mitad

superior del conjunto de datos representa el número total de viviendas y de habitantes, determinando el nivel de presión sonora al que se encuentra expuesta cada vivienda.

Dicho cálculo se ha realizado para cada uno de los 4 indicadores de ruido contemplados ( $L_d$ ,  $L_e$ ,  $L_n$  y  $L_{den}$ ).

En las siguientes tablas se presentan los resultados de población expuesta al ruido fuera de las aglomeraciones, expresado en centenas, a una altura de 4 metros y a los rangos correspondientes a cada indicador. Los rangos considerados son los siguientes:

- **$L_n$** . Se representa la población afectada fuera de las aglomeraciones en centenas en rangos de 5 dB(A) a partir de 50 dB(A).
- **$L_d$ ,  $L_e$  y  $L_{den}$** . Se representa la población afectada fuera de las aglomeraciones en centenas en rangos de 5 dB(A) a partir de 55 dB(A).

**Tabla 11.** Población expuesta fuera de las aglomeraciones en periodo diurno

Población expuesta fuera de aglomeraciones en período diurno (centenas)					
UME	55 – 60 dBA	60 – 65 dBA	65 – 70 dBA	70 – 75 dBA	> 75 dBA
Linea_ML2	0	0	0	0	0
Linea_ML3	0	0	0	0	0

**Tabla 12.** Población expuesta fuera de las aglomeraciones en periodo vespertino

Población expuesta fuera de aglomeraciones en período vespertino (centenas)					
UME	55 – 60 dBA	60 – 65 dBA	65 – 70 dBA	70 – 75 dBA	> 75 dBA
Linea_ML2	0	0	0	0	0
Linea_ML3	0	0	0	0	0

**Tabla 13.** Población expuesta fuera de las aglomeraciones en periodo nocturno

Población expuesta fuera de aglomeraciones en período nocturno (centenas)					
UME	50 – 55 dBA	55 – 60 dBA	60 – 65 dBA	65 – 70 dBA	> 70 dBA
Linea_ML2	0	0	0	0	0
Linea_ML3	0	0	0	0	0

**Tabla 14.** Población expuesta fuera de las aglomeraciones para el indicador  $L_{den}$ 

Población expuesta fuera de aglomeraciones para el indicador $L_{den}$ (centenas)					
UME	55 – 60 dBA	60 – 65 dBA	65 – 70 dBA	70 – 75 dBA	> 75 dBA
Linea_ML2	0	0	0	0	0
Linea_ML3	0	0	0	0	0

## 7.4. Tablas de afección

En estas tablas se resume la información numérica contenida en los mapas de afección: Superficie expuesta en área de afección, número de viviendas y población expuesta incluyendo aglomeraciones.

### 7.4.1. Superficie expuesta según niveles $L_{den}$ (km<sup>2</sup>)

**Tabla 15.** Superficie expuesta según niveles  $L_{den}$ 

Superficie expuesta según niveles $L_{den}$ (km <sup>2</sup> )			
UME	> 55 dBA	> 65 dBA	> 75 dBA
Linea_ML2	0,15	0,00	0,00
Linea_ML3	0,38	0,00	0,00

### 7.4.2. Viviendas expuestas según niveles $L_{den}$ (centenas)

**Tabla 16.** Viviendas expuestas según niveles  $L_{den}$ 

Viviendas expuestas según niveles $L_{den}$ (centenas)			
UME	> 55 dBA	> 65 dBA	> 75 dBA
Linea_ML2	0	0	0
Linea_ML3	0	0	0

### 7.4.3. Población expuesta según niveles $L_{den}$ (centenas)

Tabla 17. Población expuesta según niveles  $L_{den}$

Población expuesta según niveles $L_{den}$ (centenas)			
UME	> 55 dBA	> 65 dBA	> 75 dBA
Linea_ML2	0	0	0
Linea_ML3	0	0	0

## 8. Programas de lucha contra el ruido ejecutados y medidas vigentes

Desde el comienzo del servicio en 2007, Metro LigerO Oeste ha atendido y gestionado las cuestiones relacionadas con la contaminación acústica. En esta línea en el año 2010 se emitió un informe de medidas adoptadas para la minimización del ruido producido por la infraestructura de Metro LigerO Oeste.

Entre las acciones indicadas en el citado informe se incluyen medidas de lucha contra el ruido relacionadas con el mantenimiento y ajuste óptimo de los diferentes elementos que constituyen las líneas de Metro LigerO Oeste tales como, inspecciones sistemáticas de las vías y limpieza de carriles, ajuste de engrase óptimo de pestaña de embarcado en las curvas de radio reducido para evitar el chirrido, pulido de la cara activa del carril y rectificado de la cara interna de la garganta para reducir el ruido producido por el rozamiento rueda-carril e instalación de engrasadores fijos automáticos que bombean una cantidad determinada de grasa cuando el sensor detecta el paso del tren con el fin de reducir el rozamiento rueda-carril y por tanto el ruido provocado por este fenómeno. Estos engrasadores automáticos se refuerzan con engrasado manual cuando las condiciones son desfavorables (días lluviosos y demás condiciones adversas).

Adicionalmente, se llevaron a cabo otras medidas como la limitación de señales acústicas tanto las relativas al claxon como a las de apertura y cierre de puertas, restringiendo el horario de uso de estos avisos acústicos condicionado al mantenimiento de las condiciones de seguridad y cumplimiento de la legislación vigente en materia de seguridad ferroviaria.

El marco del cumplimiento de la Ley 37/2003 se realizó a fecha 15 de junio de 2012 el Mapa Estratégico de Ruido correspondiente a la Segunda Fase denominado "Mapa Estratégico de Ruido de las Líneas de Metro LigerO Oeste de Madrid" y tras su aprobación, se procedió a la elaboración del correspondiente Plan de Acción contra el Ruido (PAR) del cual derivan diferentes medidas para la reducción del ruido generado por el Metro LigerO Oeste.

Las medidas adoptadas como consecuencia del Plan de Acción contra el Ruido de 2012 se enfocan principalmente en el mantenimiento tanto de los elementos móviles como de los elementos estáticos de la infraestructura con actuaciones como la optimización del mantenimiento correctivo y preventivo de las ruedas para mejorar el rozamiento entre la rueda y el carril, la instalación de nuevos engrasadores fijos automáticos en las zonas acústicamente más desfavorables y la optimización del sistema de engrase de pestaña embarcado en curvas y zonas con mayor impacto acústico.

El Plan de Acción contra el Ruido de 2012 incluye otras medidas de vigilancia y control mediante mediciones y estudios para maximizar la eficacia de las medidas contra el ruido que se aplican. Destacan el estudio para la optimización de la interfase rueda-carril y diferentes estudios para el control del nivel de presión sonora provocado por la red de MLO.

El día 18 de diciembre de 2017 se aprueba el Mapa Estratégico de Ruido de Tercera Fase denominado "Mapa Estratégico de Ruido de las Líneas de Metro LigerO Oeste de Madrid", tras el cual se desarrolla el Plan de Acción contra el Ruido correspondiente a la Tercera Fase. Las medidas

incluidas en este Plan y llevadas a cabo se centran en reducir o eliminar el ruido de impacto producido por los trenes a lo largo del recorrido. Medidas tales como la sustitución de los espadines antiguos cuya sujeción funciona con cuña y contracuña, por otros de nueva tipología cuyo agarre con brida produce un menor ruido de impacto, así como la sustitución de los cortes en los carriles presentes antes de los desvíos para evitar roturas de carril, por juntas de dilatación desviadas con el fin de eliminar el ruido de impacto de rueda en los desvíos.

En este Plan de Acción de 2017 se incluyen medidas para la minimización del rozamiento rueda-carril como el estudio de la sustitución del sistema de engrase de pestaña por engrase sólido continuo y la optimización del perfil de velocidades para conseguir el mejor compromiso entre la calidad del servicio y la disminución del ruido provocado.

Con objeto de mantener un control y vigilancia de los niveles de ruido generados por la infraestructura así como el seguimiento de la eficacia de las acciones ejecutadas, Metro Ligerero Oeste lleva a cabo anualmente controles internos mediante mediciones en los puntos más susceptibles de las líneas ML2 y ML3 así como mediciones anuales independientes realizadas por empresas externas acreditadas para el control del cumplimiento de los límites establecidos por la legislación.

Por último, para cumplir con la Cuarta Fase, la Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo de la Comunidad de Madrid ha encargado la realización del Mapa Estratégico de Ruido a Metro Ligerero Oeste S.A. como entidad gestora, que ha contado con la colaboración de Eurocontrol S.A. para su elaboración.

## 9. Conclusiones

Se han elaborado los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de las líneas ML2 y ML3 de Metro LigerO Oeste, cuyo tráfico supera las 30.000 circulaciones por año, de acuerdo con lo estipulado en la cuarta fase de la aplicación de la Directiva 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental, en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, así como en los documentos elaborados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico titulados *"Instrucciones para la entrega de los datos asociados a los mapas estratégicos de ruido y planes de acción contra el ruido de la cuarta Fase"* y *"Guía técnica para la aplicación del método común europeo de evaluación del ruido ambiental (CNOSSOS-EU) en los estudios de ruido en España"*, considerando alcanzados los objetivos planteados inicialmente, así como los establecidos en la legislación vigente.



**Eurocontrol**

C/ Cronos, 20

28037 Madrid