

PLAN DE ACCION CONTRA EL RUIDO IV FASE

METROPOLITANO DE GRANADA



Contenido

[1]	Introducción y objeto	1
[2]	Autoridad responsable de la elaboración/aprobación del plan.....	2
[3]	Breve descripción de las infraestructuras objeto del PAR.	3
[4]	Objetivos de Calidad Acústica y objetivos de reducción.	4
[5]	Resumen de los resultados del Mapa Estratégico de Ruido. Principales problemas y situaciones que se deben corregir.	6
[6]	Evaluación de los efectos del ruido en la salud, incorporando las relaciones dosis-efecto (RDE) propuestas por la OMS.....	8
[7]	Medidas que ya se aplican para reducir el ruido y proyectos en preparación.....	10
[8]	Actuaciones previstas en el presente PAR.....	14
[9]	Estrategia a largo plazo.....	16

[1] Introducción y objeto

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, en su artículo 8 establece que los Estados Miembros deben elaborar planes de acción contra el ruido (PAR) encaminados a afrontar, en su territorio, las cuestiones relativas al ruido y a sus efectos, incluida su reducción si fuese necesaria con respecto a los lugares próximos a las aglomeraciones, los grandes ejes viarios, grandes ejes ferroviarios y grandes aeropuertos en los que se han desarrollado mapas estratégicos de ruido. Al igual que en el caso de los mapas estratégicos de ruido, los planes de acción deben revisarse y actualizarse, en su caso, cada 5 años.

De acuerdo con la Directiva de Ruido Ambiental (Directiva END), modificada por el Reglamento (UE) 2019/1010 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, antes del 18 de julio de 2024, las Autoridades Competentes para la elaboración y aprobación de los Planes de Acción contra el Ruido (PAR), deben haber aprobado los respectivos PAR de los Grandes ejes viarios (> 3.000.000 vehículos/año)

En la Cuarta Fase (4F) entra en vigor el nuevo modelo de datos de ruido, aprobado por la Decisión de Ejecución (UE) 2021/1967 de la Comisión de 11 de noviembre de 2021 por la que se crea un archivo de datos y un mecanismo obligatorios de intercambio de información digital de conformidad con la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Este modelo de datos modifica la forma en que se presentaban los datos en fases anteriores, ya que se procura el cumplimiento simultáneo de las Directivas de Ruido y de INSPIRE, y es necesario actualizar todos los flujos de datos (DF).

Entre esta información se encuentra la referente a la evaluación por la autoridad competente de la reducción de los efectos negativos del ruido en la salud que se espera conseguir con las medidas del Plan en el área en la que sea probable que ocurran efectos en la salud debido al ruido de la fuente principal.

Por tanto, el PAR debe tener el contenido mínimo del ANEXO V del Real Decreto 1513/2005, teniendo en cuenta los requisitos del nuevo modelo de datos.

Consecuentemente, la Agencia de Obras Públicas de la Junta de Andalucía (en adelante, AOPJA) presenta este Plan de Acción contra el ruido de IV Fase, cuyo contenido facilita el cumplimiento simultáneo del citado Real Decreto, y del nuevo modelo de datos europeo.

El antecedente más inmediato y base para la elaboración de este Plan de Acción, es el Mapa Estratégico de Ruido (MER, en adelante) de IV fase de la infraestructura. [F AND AOPJA Memoria.pdf](#)

El Plan de Acción tendrá una vigencia de cinco años a partir de la fecha de su aprobación, y se revisará, y en caso necesario se modificará, cuando se produzca un cambio importante de la situación existente del ruido.

[2] Autoridad responsable de la elaboración/aprobación del plan.

La Autoridad Responsable para la elaboración del Plan de Acción Contra el Ruido de los sistemas ferroviarios metropolitanos de Sevilla, Granada y Málaga, es la Agencia de Obras Públicas de la Junta de Andalucía, que ha actuado como dirección del estudio. Para ello ha contado con la Asistencia Técnica de AYESA.

Nombre de la autoridad	Agencia de Obras Públicas de la Junta de Andalucía
Contacto	luis.ramajo@aopandalucia.es
Persona responsable del PAR	Luis Ramajo Rodríguez
Cargo de la persona responsable del PAR	Jefe de Área de Movilidad y Sostenibilidad

[3] Breve descripción de las infraestructuras objeto del PAR.

El Metropolitano cuenta con 15,9 km de longitud km de longitud, y en torno a 13.2 km discurre en superficie, constituyendo estos los tramos en estudio del MER y del PA.

La línea atraviesa los municipios de Armilla, Granada, Maracena y Albolote, presentando en todos ellos tramos en superficie.

El Metropolitano es un ferrocarril metropolitano con características de metro ligero, de doble vía a excepción de un tramo de un poco más de 500 metros en Armilla que tienen vía simple para favorecer la integración urbana.

La velocidad máxima es de 50 kms/hora y 20,6 kms/hora de velocidad media o comercial (incluida parada en estaciones).

De las 26 paradas de metro, 23 forman parte de los tramos en estudio.

A lo largo del recorrido del Metropolitano, se han construido algunas estructuras significativas, como los pasos bajo la Autovía A-44 de circunvalación, tanto en Maracena como en Armilla; y el paso bajo las vías del ferrocarril de Granada - Moreda.

A continuación, se muestra el listado de UMEs que han sido analizadas en el presente PAR. Estas son coincidentes con las UME objeto del MER de IV fase:

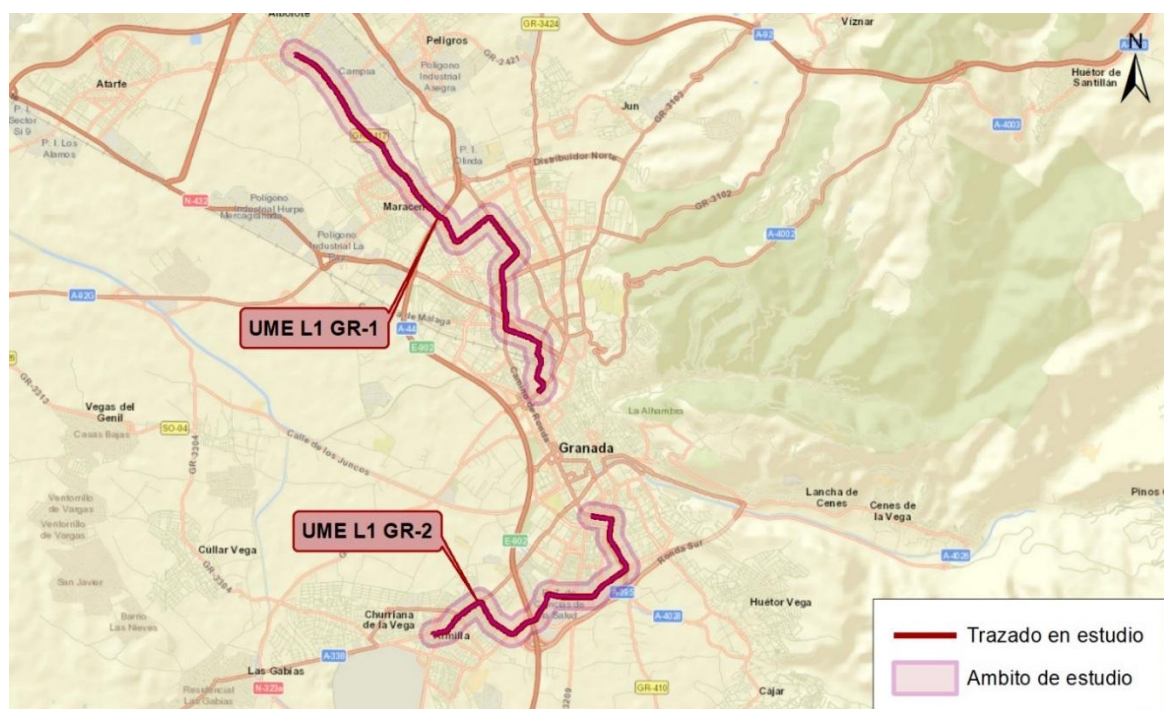


Figura 1.Ámbito de estudio del MER de la L1 del Metropolitano de Granada. Fuente: Elaboración propia.

UME	Pk Inicio	Descripción	Pk Fin	Descripción	Longitud
L1 GR-1	0+000	Desde inicio de vía en Calle Jacobo Camarero	8+313	Hasta Túnel en intersección de la calle Alcalde Yoldi Bereau con Avda. de Fuente Nueva.	8.313m
L1 GR-2	10+644	Desde túnel en Avenida América	15+900	Hasta fin de vía en parada Armilla	5.256m

Tabla 1. División en UMEs del ámbito de estudio. Fuente: MER IV Fase

[4] Objetivos de Calidad Acústica y objetivos de reducción.

La Unión Europea no ha fijado objetivos de calidad específicos para los Planes de Acción de los MER, sino que cada Estado Miembro debe establecer los objetivos en función de su legislación vigente y del alcance del propio plan.

Para el presente PAR se toma como objetivos de calidad acústica (en adelante OCA) los establecidos en el artículo 14. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas, en las áreas urbanizadas del Real Decreto 1367/2007, donde se establece como objetivo de calidad acústica para ruido la no superación del valor de la tabla A, del anexo II (modificada por el Real Decreto 1038/2012):

OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA PARA RUIDO APLICABLES A ÁREAS URBANIZADAS EXISTENTES			
TIPO DE ÁREA ACÚSTICA	Ld	Le	Ln
e) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural	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 del 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 y otros equipamientos públicos que los reclamen (1)	Sin determinar		
(1) En los 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 tecnologías disponibles, de acuerdo con el apartado a), de artículo 18.2 de la ley 37/2003, de 17 de noviembre.			

Estos mismos valores se encuentran recogidos en el Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, en su Artículo 9. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas de sensibilidad acústica, Tabla I.

Por otra parte, el D 6/2012, en el artículo 29 (*Tabla VIII. Valores límites de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras de competencia autonómica o local (en dBA)*) el artículo 28 D 6/2012 establece unos valores límites para las infraestructuras de nueva construcción:

LIMITES DE INMISION PARA NUEVAS INFRAESTRUCTURAS			
TIPO DE ÁREA ACÚSTICA	Ld	Le	Ln
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	60	60	50
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	65	65	55
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	70	70	65
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso característico turístico o de otro suelo terciario no contemplado en el tipo c	73	73	63
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra contaminación acústica	75	75	65
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	Sin determinar		

Según lo establecido en la *Disposición transitoria segunda. Infraestructuras preexistentes de competencia autonómica o local* y el artículo 29.4 a efectos de este Reglamento se entiende por nueva infraestructura de transporte viario, ferroviario, aéreo o portuario de competencia autonómica o local:

a) Aquellas cuya iniciación del correspondiente procedimiento de declaración de impacto ambiental o de otorgamiento de la autorización ambiental unificada se inicie con posterioridad a la entrada en vigor del Decreto que aprueba el presente Reglamento.

b) Las obras de modificación de una infraestructura preexistente sujetas a declaración de impacto ambiental o a autorización ambiental unificada, que supongan, al menos, la duplicación de la capacidad adjudicada a la infraestructura correspondiente, entendiéndose por tal:

1.º En el caso de un aeropuerto, cuando las obras de modificación del mismo pretendan duplicar el número máximo de operaciones por hora de aeronaves.

2.º En el caso de una carretera, cuando las obras de modificación permitan la duplicación de la máxima intensidad de vehículos que pueden pasar por ese tramo de carretera. La intensidad se expresará en vehículos por hora.

3.º En el caso de un puerto, cuando se duplique la superficie del suelo destinada al tráfico portuario.

4.º En el caso de una infraestructura ferroviaria, cuando la obra de modificación permita duplicar la capacidad de adjudicación de la infraestructura preexistente.

c) Las modificaciones sustanciales definidas en el artículo 19.11 de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de las infraestructuras preexistentes.

En aplicación de la legislación medioambiental vigente en la Comunidad Autónoma de Andalucía, el proyecto de implantación de la Línea 1 del Metro Ligero de Granada fue tramitado a:

- Informe Ambiental de 1/7/2004, sobre el Metro Ligero de Granada, desde Albolote al Campus de la Salud.
- Informe Ambiental de 31/5/2005, sobre la prolongación del Metro Ligero de Granada desde el Campus de la Salud hasta Armilla.

Por tanto, la Metropolitano de Granada no constituye una nueva infraestructura. Sin embargo, desde la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía, en los distintos ensayos realizados, se ha optado por aplicar los límites más restrictivos, con objeto de asegurar que los niveles sonoros generados por la infraestructura no suponen una pérdida de la calidad acústica en su área de influencia.

Siguiendo con esta línea conservadora, en los MER además de la comprobación de los OCA exigidos por la legislación se tuvieron en cuenta además los límites (más restrictivos) para nuevas infraestructuras para definir zonas de conflicto que pudieran constituir una zona de actuación en el presente PA.

Por último, indicar que actualmente el D 6/2012 se encuentra derogado por el Decreto 50/2025, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento para la preservación de la calidad acústica en Andalucía, sin embargo los límites considerados para el MER IV fase se siguen manteniendo en la nueva normativa.

[5] Resumen de los resultados del Mapa Estratégico de Ruido. Principales problemas y situaciones que se deben corregir.

Los MER 4ª fase se encuentran disponibles al público a través del Sistema de Información sobre Contaminación Acústica (SICA) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. [F AND AOPJA Memoria.pdf](#). También en la web de la AOPJA.

Los documentos allí disponibles para su consulta incluyen para cada UME:

- Planos de isófonas que reflejan la exposición del territorio adyacente según los indicadores de los periodos de evaluación día (Ld), tarde (Le), noche (Ln) e integración día, tarde y noche (Lden)
- Planos de zonas de afectación (superaciones de 55, 65 y 75 dB(A) del indicador Lden.
- Población expuesta en cada periodo (Ld, Ln, Ley Lden) por rangos de exposición.
- Identificación de las zonas de conflictos resultantes de comparar los niveles de ruido calculados con los límites permitidos para cada zona acústica.

A continuación, se muestra un resumen de los resultados para cada una de las UMEs:

• UME L-GR1

○ [Datos de población expuesta](#)

Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
Ld	2 372	2 857	1 283	-	-	-	-
Le	2 243	2 702	1 006	-	-	-	-
Ln	906	-	-	-	-	-	-
Lden	2 351	2 796	1 589	-	-	-	-

Tabla 2. Población expuesta en nº personas. Fuente: MER IV Fase

○ [Zonas de conflicto](#)

Zona conflicto	Ubicación	PK inicio	PK Fin	Tipo(1)	Límites aplicados					
					Nueva infraestructura			Objetivos de calidad Acústica (OCA)		
					Sup (m2) conflicto	Población >=60 dB	Edificios sensibles >=55	Sup (m2) conflicto	Pob >=65 dB	Edificios sensibles >=60
L1 GR_1_ZC_1	Av. Dr López Cantero Ballester, Maracena	2+520	2+950	R;D:S	4.384	-	-	0	-	-
L1 GR_1_ZC_2	Av. Blas de Otero, Maracena	3+100	3+400	R	1.014	-	-	-	-	-
L1 GR_1_ZC_3	Calle Francisco Pradilla-Calle Cruz del Sur, Granada.	6+700	6+960	R;D:S	692	-	-	-	-	-
L1 GR_1_ZC_4	Avenida de la Constitución, Granada.	7+190	7+550	R;D:S	5.156	-	-	143	-	-
L1 GR_1_ZC_5	Campus Universitario Fuentenueva, Calle Profesor Adolfo Rancaño, Granada	7+660	8+313	R;D:S	12.526	-	-	357	-	-

(1) R: Residencial; D: Docente; S: Sanitario

(2) Tabla 3. Resumen zonas de conflicto. Fuente: MER IV Fase.

• UME L-GR2

○ Datos de población expuesta

Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
Ld	1 511	1 524	1 059	-	-	-	-
Le	1 444	1 630	713	-	-	-	-
Ln	623	-	-	-	-	-	-
Lden	1 504	1 556	1 190	-	-	-	-

Tabla 4. Población expuesta en nº personas. Fuente: MER IV Fase

○ Zonas de conflicto

Zona conflicto	Ubicación	PK inicio	PK Fin	Tipo(1)	Limites aplicados					
					Nueva infraestructura			Objetivos de calidad Acústica (OCA)		
					Sup (m2) conflicto	Población Ld>=60 dB	Edificios sensibles Ld >=55	Sup (m2) conflicto	Pob Ld >=65 dB	Edificios sensibles Ld>=60
L1 GR_2_ZC_1	Avenida de la Ilustración, Granada.	12+340	12+750	D:S	8.019	-	-	77	-	-
L1 GR_2_ZC_2	Avenida de la Ilustración, Granada.	12+750	13+150	D:S	9.242	-	-	-	-	-
L1 GR_2_ZC_3	Avenida de la Innovación, Granada-Armilla	13+150	13+560	D:S	9.833	-	-	-	-	-
L1 GR_2_ZC_4	Carretera Bailen-Motril, Armilla.	13+365	13+720	D:S	4.271	-	-	-	-	-
L1 GR_2_ZC_5	Calle Poniente, Armilla.	15+660	15+750	R	703		1*	-	-	-

(1) R: Residencial; D: Docente; S: Sanitario

* Biblioteca Municipal de Armilla

(3) Tabla 5. Resumen zonas de conflicto. Fuente: MER IV Fase.

Si bien en los MER de 4ª fase se identificaron las zonas de conflicto por comparación de los niveles de ruido calculados y los límites aplicables a las zonas acústicas, como se observa en las anteriores tablas, la mayoría de estas zonas corresponden con zonas de conflicto generadas por la aplicación de los límites para nuevas infraestructuras, las cuales de manera general se ciñen al entorno inmediato de la infraestructura sin afectar a población. Además, cabe descartar que desde el punto de vista normativo la aplicación de los niveles límites de inmisión para nuevas infraestructuras no procedería.

Por tanto, no se plantean zonas de actuación donde haya que fijar medidas específicas.

Sin embargo, tal como se expondrá en los siguientes apartados, es importante tener en cuenta que el método de evaluación utilizado en los mapas estratégicos de ruido considera únicamente el ruido generado por la circulación del tráfico ferroviario. Por lo tanto, no tiene en consideración el ruido asociado, a los vehículos estacionados, a las rejillas de ventilación... y que son el principal motivo de las quejas que se reciben.

[6] Evaluación de los efectos del ruido en la salud, incorporando las relaciones dosis-efecto (RDE) propuestas por la OMS

Por su parte, se ha desarrollado un análisis específico de los efectos sobre la salud realizado de acuerdo con las relaciones dosis – efecto definidas en la Orden PCM/542/2021 de 31 de mayo, por la que se modifica el Anexo III del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.

Esta Orden implica la evaluación de los siguientes efectos nocivos en el caso de los ejes ferroviarios:

- Molestias intensas (MI);
- Alteraciones graves del sueño (AGS)

De acuerdo a este Anexo III del Real Decreto 1513/2005, estos efectos nocivos se calcularán aplicando una metodología de aplicación de gestión de riesgos mediante la cual:

- el riesgo absoluto (RA) de un efecto nocivo definido como:

$$RA = \left(\begin{array}{c} \text{Probabilidad de que se produzca el efecto nocivo} \\ \text{en la población expuesta} \\ \text{a un nivel específico de ruido ambiental} \end{array} \right) \quad (\text{Fórmula 2})$$

En base a esta premisa, cada uno de los efectos nocivos se calculará mediante la siguiente metodología:

Molestias intensas (MI)

Para calcular el RA relativo a las infraestructuras ferroviarias, respecto al efecto nocivo de MI, deberán utilizarse las siguientes relaciones dosis-efecto:

$$RA_{MI,ferroviario} = \frac{(38.1596 - 2.05538 * L_{den} + 0.0285 * L_{den}^2)}{100} \quad (\text{Fórmula 5})$$

Una vez calculado el riesgo absoluto de acuerdo a esta fórmula, el número total N de personas afectadas por el efecto nocivo (número de casos atribuibles) será el resultante de aplicar la siguiente fórmula:

$$N_{MI} = \sum n_j * RA_{MI,j}$$

Siendo n_j el número de personas expuestas a la una banda o valor de exposición.

Alteraciones graves del sueño (AGS).

Para el cálculo del RA relativo a las infraestructuras ferroviarias, respecto al efecto nocivo de AGS, deberán utilizarse las siguientes relaciones dosis-efecto:

$$RA_{AGS,ferroviario} = \frac{(67.5406 - 3.1852 * L_{night} + 0.0391 * L_{night}^2)}{100} \quad (\text{Fórmula 8})$$

Una vez calculado el riesgo absoluto de acuerdo con esta fórmula, el número total N de personas afectadas por el efecto nocivo (número de casos atribuibles) será el resultante de aplicar la siguiente fórmula:

$$N_{AGS} = \sum n_j * RA_{AGS,j}$$

Siendo n_j el número de personas expuestas a la una banda o valor de exposición.

De acuerdo con las “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” (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, marzo 2022 y posteriores revisiones), las relaciones dosis – efecto anteriores, se calculan en los siguientes rangos de aplicabilidad:

- MI: 40 - 80 dBA Lden
- AGS: 35 – 65 dBA Ln

El cálculo de los valores del rango de aplicabilidad que exceden los ámbitos representados en el MER 4ª fase (Lden, Ld, Le y Ln $\geq$ 45) se ha realizado teniendo en cuenta el método de estimación contenido en Eionet Report - ETC/ACM 2018/10 “Implications of environmental noise on health and wellbeing in Europe” (Febrero 2019) de la Agencia Europea de Medioambiente (EEA).

Los cálculos de los efectos sobre la salud se han realizado a partir de los datos obtenidos del MER 4ª fase, considerando lo siguiente:

- Para calcular el RA de molestias intensas relativo a niveles de ruido por debajo del rango de aplicabilidad, se debe aplicar el valor central de la banda de ruido (52 dB para la banda de ruido entre 50-54 dB, 47 para la banda 45-49 dB, 42 para la banda 40-44 y 37 para la banda 35-39).
- Para calcular el RA de alteraciones graves del sueño relativo a niveles de ruido por debajo del rango de aplicabilidad, se debe aplicar el valor central de la banda de ruido (47 dBA para la banda 45-49 dBA y 42 para la banda 40-44).

Por último, para el cálculo total de personas afectadas por molestias intensas y alteraciones graves del sueño en el área de cobertura, se obtendrá a partir del sumatorio del número de personas expuestas por molestias intensas y alteraciones graves del sueño en niveles de ruido por debajo del rango de aplicabilidad y en niveles de ruido de aplicabilidad.

UME	N MI	N AGS
L-GR1	737	56
L-GR2	473	38

Tabla 6. Estimación de las personas afectadas por cada efecto nocivo para cada UME.

[7] Medidas que ya se aplican para reducir el ruido y proyectos en preparación.

Actualmente se realizan distintas actuaciones encaminadas a reducir el efecto del ruido en las inmediaciones de la Línea 1 del Metropolitano de Granada, las cuales se describen a continuación, incluyendo la valoración económica de la actuación cuando dispone de un presupuesto específico.

- **Seguimiento de reclamaciones**

El seguimiento de las reclamaciones por ruido y vibraciones se realiza en una doble vertiente.

- De una parte, las quejas y reclamaciones que llegan por canales no oficiales (página web, Atención al cliente, llamadas telefónicas, correos electrónicos) se contestan directamente a los usuarios por parte del personal de Atención al Cliente con la supervisión permanente de la AOPJA, aportando los datos oficiales de los estudios de ruido y vibraciones vigentes en el Metropolitano de Granada, así como el Mapa Estratégico de Ruido y su Plan de Acción.
- Cuando la queja o reclamación se recibe por canales oficiales (ayuntamientos, Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Oficinas de Consumo de la Junta de Andalucía, Oficina del Defensor del Pueblo, etc.) la gestión se realiza directamente por parte del personal técnico especializado de la AOPJA, para coordinar las distintas actuaciones a implementar, y dando respuesta por medios acreditados ante estos organismos en un plazo inferior a 10 días hábiles.

- **Registros de ruido**

La Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía, en su calidad de titular y gestor del Metropolitano de Granada, dispone de varios equipos de medición calibrados para la realización de mediciones puntuales de verificación (Digital Sound Level Meter VLIKE EMC VL6708 CAT.III 600V).

Adicionalmente, en el trazado de la Línea 1 se instalaron en junio de 2023, 18 equipos de medición para el mapa de contaminación atmosférica, con sensores y monitoreo del Metropolitano de Granada, con una inversión de 105.493,79 euros, IVA excluido.

Se trata de equipos de medición portátiles para exteriores con sensores para diferentes indicadores de la calidad del aire, instalados en las paradas, estaciones, túneles y otros equipamientos de la Línea 1 del Metropolitano de Granada, con sensores de NO₂, O₃, VOC, PM_{2,5} y PM₁₀, CO₂, temperatura, humedad relativa, presión atmosférica y ruido ambiental.

Los datos obtenidos en estos equipos están monitorizados en una plataforma, lo que permite el acceso a la información en tiempo real, Monitorización de datos en tiempo real, incluyendo el software de visualización y análisis de los datos, estado de los equipos, sistema de alarmas por superación de umbrales, generación de informes y exportación de datos.

- **Inspecciones de vía y mantenimiento general de la vía**

Por parte del personal de Operación de Metropolitano de Granada se realiza la inspección diaria de las vías para comprobar que están en perfecto estado para la prestación del servicio de transporte de pasajeros. Estas verificaciones se realizan durante el periodo de cese de la actividad comercial, en horario nocturno.

Además de la inspección diaria, cada 15 días se realiza una limpieza exhaustiva de la garganta de carril, incluyendo un proceso de cepillado de la vía mediante un vehículo bivial que permite eliminar irregularidades de la zona de rodadura.

De otra parte, el mantenimiento general de la vía incluye el engrase del carril de vía en las curvas más pronunciadas, con el objeto de minimizar el impacto acústico del paso de trenes en dichos puntos.

Aunque los 15 trenes URBOS III y 8 trenes URBOS 100 del Metropolitano de Granada poseen un mecanismo autónomo de engrase embarcado que mejora el contacto de las ruedas con el carril, algunas curvas cerradas precisan de una solución adicional para evitar el chirrido por lo que hay que añadir grasa directamente al carril.

La actividad de engrase de vía se realiza 3 veces durante la semana en curvas de radio cerrado, con el objetivo de evitar o minorar los chirridos que se producen al paso del tren por las curvas.

Coste anual de engrase de carril de vía: 2.503,47 euros/mes x 12 meses: 30.041,64 euros/año, IVA excluido.

Además, en lugares estratégicos del trazado caracterizados por sus radios estrictos de curva, como son la calle Aristóteles en Armilla, y la intersección en curva de la Avenida Profesor Domínguez Ortiz, y la curva de la calle Andrés Segovia con la Avenida de América, se han instalado 3 engrasadores fijos automáticos de curva entre 2020 y 2023.

Aun cuando los estudios de ruidos y vibraciones acometidos tanto por el Metropolitano de Granada como por el organismo ambiental competente de la Junta de Andalucía ponen de manifiesto que el metro ligero de Granada cumple con la normativa ambiental por contaminación acústica y por vibraciones, las continuas quejas de vecinos en zonas concretas del trazado alertan de la existencia de un factor perturbador, los chirridos al paso del Metropolitano de Granada por curvas de radio cerrado.

En las curvas de los sistemas tranviarios y metros, la parte externa o curva exterior genera un rozamiento continuo de la rueda con la vía, que es el que provoca el ruido por fricción y un desgaste en los flancos de la rueda. Por el contrario, en la curva interior la distancia recorrida por la rueda es más corta al ser menor la longitud, lo que provoca que la rueda interior vibre, generando ruido y desgaste de vía en la zona superior.

Para minorar la fricción que se origina en las curvas pronunciadas, una de las medidas que mejor solución aporta es la aplicación de grasas o lubricantes en las áreas de contacto de los puntos críticos, lo que además permite disminuir el consumo eléctrico de los trenes.

Estas soluciones se aplican en el Metropolitano de Granada a través de los sistemas de engrase embarcados en las unidades móviles, que distribuyen el lubricante mediante pulverización en el flanco de la rueda. Además, la medida se ha complementado con engrases manuales de vía, que en zonas críticas se está realizando con mayor frecuencia, especialmente cuando se alternan periodos húmedos y secos con pocas horas separación, puesto que la grasa aplicada se lava con la lluvia, y al secarse la vía no dispone de lubricación que minore la fricción.

Para estas 3 zonas críticas identificadas se ha realizado la instalación de engrasadores fijos para engrase de la cara interna de carril y modificadores de fricción en la banda de rodadura, que reduce el nivel de ruido y el desgaste de la vía. Estos sistemas fijos tienen la ventaja de aplicar el engrase con sistemas de alta presión que permiten el uso de lubricantes viscosos, de mayor adherencia y prestaciones respecto del ruido, aunque su coste es mayor que las soluciones anteriores. Además, se trata de lubricantes biodegradables de buena adherencia completamente respetuosos con el medio ambiente.

La programación de la central de engrase permite ajustar los tiempos de los intervalos y la detección de los ejes del tren, lo que garantiza un consumo óptimo de lubricante y un aumento de la fiabilidad.

Importe de la inversión de engrasadores automáticos en curva Calle Aristóteles (Armillas): 68.853,18 euros (IVA excluido). Ejecutado en 2020.

Importe de la inversión de engrasadores automáticos en curva Andrés Segovia y en Avenida Profesor Domínguez Ortiz: 109.280,00 euros (IVA excluido). Ejecutado en 2023.

- **Mantenimiento de aparatos de vía y control de rodadura.**

Las labores de mantenimiento de vía y control de rodadura se aplican en Metropolitano de Granada con carácter quincenal.

El objetivo de la limpieza mecánica del carril de vía, tanto de la garganta como de la superficie de rodadura, es garantizar su buen estado y evitar un desgaste ondulatorio del carril anticipado, así como el desgaste excesivo y prematuro del perfil de rueda del material rodante.

Se distinguirán actuaciones de limpieza planificadas que pueden ser consideradas como actuaciones preventivas y actuaciones no planificadas bajo la consideración de actuaciones correctivas.

Para ellos se establecen los siguientes requisitos mínimos que hay que respetar:

- Las instalaciones tendrán que estar libre de elementos de desecho (hojas, tierra, arena, grasa, etc.) para el correcto funcionamiento del sistema.
- Las instalaciones tendrán que estar libre de cualquier cuerpo extraño, principalmente el plano de rodadura y la garganta del carril, para evitar cualquier situación de inseguridad en el interfaz carril-rueda así como preservar del desgaste prematuro del carril o el perfil de rueda del material móvil.

Para alcanzar estos requisitos, las actuaciones consistirán como mínimo en:

- Limpieza mediante barrido o aspiración de la garganta del carril de vía.
- Eliminar cuerpos extraños mediante rasqueta (grattoir) de fondo de la garganta del carril de vía.
- Decapar la garganta del carril mediante boquilla rotativa con agua a alta presión.
- Cepillado del plano de rodadura del raíl mediante cepillo eléctrico.
- Recoger y gestionar los residuos que se generen durante la ejecución de la limpieza según la normativa vigente.
- Retirada mediante medios mecánicos de posible acumulación de hielo en la garganta del carril o superficie de rodadura.

Otra de las operaciones puntuales de mantenimiento que se realizan periódicamente es el **amolado de los carriles**, que es una tarea fundamental para que la vía férrea pueda operar ofreciendo sus máximas prestaciones. Con esta técnica se consiguen reparar posibles defectos de la vía debido a la explotación, manteniendo el perfil correcto de la cabeza del carril y mejorando el contacto rueda-carril.

El tren amolador utiliza sus muelas para corregir estas deficiencias, contando, hoy en día, con avanzados equipos informáticos, sensores láser y de ultrasonido, que mejoran la exactitud de la operación y que permiten que los resultados de esta tarea sean de la mayor calidad posible.

El amolado de los carriles es una operación que alargará la vida útil de la línea, permitiendo además que aumente la seguridad y que se reduzca el consumo de energía. Así mismo se consigue la disminución de las vibraciones y los ruidos provocados, lo que finalmente redunda en un aumento en el confort del pasajero.

En Metropolitano de Granada se realizó el amolado de vía al inicio de la fase de explotación comercial en 2017. En noviembre de 2020 se programó un nuevo amolado de vía para toda la línea.

Coste anual de la limpieza mecánica de garganta de carril de vía y corrección de rodadura: 7.970,09 euros/mes x 12 = 95.641,08 euros/año (IVA excluido).

Coste del amolado correctivo por desgaste alto, hasta 5 mm de profundidad, mediante pasadas sucesivas de vehículo amolador tipo bivial: 38,82 €/ m x 15.923,30 m = 618.142,51 € (IVA excluido).

- **Mantenimiento de unidades móviles. Torneado de ruedas de los trenes**

Las instalaciones de Metropolitano de Granada disponen en el recinto de Talleres y Cocheras de una vía de taller equipada para el torneado de los bogies de los trenes con un equipamiento de alta precisión de marca y modelo Talgo. AR-2112.

El torneado de los bogies se realiza a demanda, cuando el tren sufre un accidente o una frenada de urgencia que deforma la geometría de la rueda y genera un plano, muy reconocible cuando el tren está circulando al no tener una circunferencia perfecta, lo que motiva ruido y vibraciones.

- **Mantenimiento de unidades móviles. Climatización**

Por las características de las unidades móviles URBOS III y URBOS 100, los equipos de climatización están localizados en el techo de los trenes, y requieren unas labores específicas de mantenimiento para garantizar que los compresores y ventiladores funcionan adecuadamente y no generan mayor tasa de contaminación acústica.

[8] Actuaciones previstas en el presente PAR

Como se expuso en el apartado 5 del presente documento, mediante los cálculos efectuados en los MER no se ha detectado ninguna zona de conflicto donde haya población expuesta a niveles superiores a los exigidos por la legislación, por tanto, no se plantean zonas de actuación donde haya que fijar medidas específicas.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el método de evaluación utilizado en los mapas estratégicos de ruido considera únicamente el ruido generado por la circulación del tráfico ferroviario. Por lo tanto, no tiene en consideración el ruido asociado a los chirridos, al golpeteo en los intercambiadores de agujas, a las rejillas de ventilación... y que son el principal motivo de las quejas que se reciben.

Por tanto, las medidas a efectuar en los años de vigencia del presente Plan de Acción son por una parte continuar con el seguimiento de las reclamaciones para dar respuestas a problemas puntuales que se detecten, y por otro lado dar continuidad a las medidas de carácter más genérico encaminadas a la vigilancia, prevención, y mantenimiento, desarrolladas en el apartado 7.

Además, durante los meses de enero a abril de 2026 se ha programado la realización de un nuevo estudio de ruido y vibraciones del Metropolitano de Granada, con una inversión de 17.100,00 euros (IVA excluido).

Tras la puesta en servicio del Metropolitano de Granada en septiembre de 2017, la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía dio cumplimiento a los condicionados del Informe Ambiental que resultaba de aplicación durante la ejecución de las obras y su posterior explotación del Metro Ligerio de Granada, procediendo a la realización de un estudio completo de ruido y vibraciones de la Línea 1 del Metropolitano de Granada, aplicando para su realización lo dispuesto en el Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

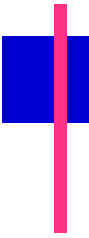
El estudio incluía 34 puntos de medición de ruido y vibraciones distribuidos a lo largo del trazado (26 exteriores y 8 interiores), analizando particularmente las ubicaciones más desfavorables por la proximidad de trazado a zonas residenciales, sanitarias, docentes y culturales, o bien por parámetros restrictivos del trazado con curvas cerradas. Los valores obtenidos en estas mediciones cumplen con los valores máximos de ruidos y vibraciones, y con los valores límites diarios de ruidos que establece el Decreto 6/2012.

Actualmente, tras la adquisición y acreditación ferroviaria de los 8 trenes nuevos URBOS 100 para su incorporación en el servicio comercial de transporte de pasajeros, se incrementa la malla viaria en hora punta para reducir la frecuencia de paso de los trenes, quedando integrada por 18 trenes con una frecuencia de paso a 6,5 minutos. Esta modificación de la malla y de la frecuencia de paso implica que deba acometerse una actualización del estudio de ruido y vibraciones del Metropolitano de Granada y su plan de mediciones acústicas y vibratorias in situ, siguiendo la metodología de evaluación acústica y vibratoria descrita en la normativa de aplicación, considerando especialmente la aplicación del Decreto 50/2025, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento para la preservación de la calidad acústica en Andalucía.

El estudio que se está realizando tiene por objeto la realización de mediciones en las ubicaciones seleccionadas y con la metodología especificada en la normativa vigente para verificar que se cumplen los límites de emisión e inmisión acústica y por vibraciones del funcionamiento de la infraestructura tranviaria del Metropolitano de Granada, así como los objetivos de calidad acústica y de vibraciones en el espacio interior de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales y administrativos o de oficinas.

Para establecer los puntos de medición se han identificado los posibles focos sonoros de la circulación de trenes en el Metropolitano de Granada, y las características específicas del trazado de la Línea 1, atendiendo a las zonas más sensibles por curvas con radios pequeños ($R < 50$ m) en el trazado, zonas en las que la plataforma tranviaria discurre a menos de 5 m de las fachadas de las viviendas (Avda. del Sur, Estación de ADIF, Calle Aristóteles, Calle Real de Armilla), y zonas de ámbito sanitario, docente o cultural.

En total se incluyen 26 ubicaciones de medición en exteriores y 8 en el interior de viviendas, si bien se han ajustado estas ubicaciones respecto a la medición de 2017 en función de las quejas y reclamaciones recibidas durante este periodo por perturbaciones acústicas que afectan a la población del entorno (vibración de espadines en los intercambiadores, chirrido de rueda, etc.).



[9] Estrategia a largo plazo

Como estrategia a largo plazo, además del mantenimiento de la calidad acústica existente mediante las medidas expuestas anteriormente, se trabajará en promover el uso de las mejores técnicas disponibles en cuanto al ruido se refiere, integrando la gestión de la contaminación acústica con el resto de los aspectos de gestión propios de la organización.

Además, será necesario extender las medidas al nuevo tramo en la ampliación Sur, en obras actualmente.