

Efectividad de las medidas sobre el tráfico de autobuses urbanos en el eje Constitución-Gran Vía-Congresos de la ciudad de Granada para el control del ruido y el cumplimiento de los objetivos de Calidad Acústica

Autora: Carmen María López Jiménez^(*)

Co-autores: Manuel Gutiérrez Roa^(*), Jonathan Martínez Núñez^(*), Antonio José García Martínez^(**), Roberto Escobar Vedia^(**), Arturo J. Olivares Olivares^(**) y Jerónimo Vida Manzano^(*) Juan María Gallego Cortés^(*) y Tanja Pajonk^(*)

(*) Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada

(**) Servicio Protección Ambiental, Área de Medio Ambiente, Ayuntamiento de Granada

Resumen:

El Plan de Movilidad Urbana Sostenible del Ayuntamiento de Granada (PMUS 2012) ha implicado la puesta en marcha de nuevos sistemas de transporte público urbano y la revisión del trazado de las líneas de autobuses urbanos existentes. La principal novedad ha sido la incorporación de vehículos de alta capacidad en una nueva línea denominada LAC (Línea de Alta Capacidad). Como consecuencia, el trazado de las líneas existentes se ha visto modificado dando lugar a un escenario completamente distinto al que se tenía durante los últimos diez años. En este trabajo se presentan los resultados del análisis del impacto que estos cambios han provocado en el ambiente acústico de Granada, con especial énfasis en el eje Constitución-Gran Vía-Congresos que vertebra el tráfico rodado por la ciudad. Para ello se ha empleado la extensa base de datos de niveles acústicos urbanos registrados por la red de sonómetros fijos del mapa estratégico de ruidos de Granada así como la información procedente de una campaña de medidas experimentales de niveles acústicos realizada al efecto, que también ha incluido la realización de un sondeo de opinión ciudadana en relación a la molestia por ruido y otras variables ambientales relacionadas. Mediante este estudio se contribuye a la verificación de la efectividad de las propuestas contra el ruido relacionadas con el tráfico de autobuses urbanos contenidas en el Plan de Acción contra la Contaminación Acústica en Granada (denominado LORCA). Los resultados muestran que la implantación de la LAC ha supuesto de momento una reducción en torno a 1 dBA en el nivel acústico Lden, mayor en el período nocturno y diurno y algo menor durante la tarde. En relación a la molestia por el ruido del tráfico rodado de vehículos, los resultados muestran una molestia media del 38% en la población que reside en el eje, frente al 41% de molestia media global en Granada por esta misma fuente.

Palabras CLAVE:

Ruido ambiental, contaminación acústica, mapa estratégico de ruido, plan de acción, sostenibilidad urbana, movilidad, calidad ambiental y salud, calidad de vida.

1. CONTEXTO MUNICIPAL

1.1 Diseño urbano sostenible en Granada en materia de contaminación acústica y movilidad urbana: LORCA 2013 y PMUS 2012

El nuevo modelo de desarrollo urbano sostenible en la ciudad de Granada en lo referente a la movilidad urbana viene establecido en el Plan de Movilidad Urbano Sostenible (PMUS 2012), el cual define una estrategia basada en objetivos de accesibilidad urbana y su adecuación a las demandas actuales. Esta estrategia debe ser entendida bajo tres criterios básicos para el desarrollo de unas directrices que adapten las políticas urbanas de transporte y posibiliten la coexistencia entre las funciones urbanas:

- La delimitación de una imagen urbana deseable, garantizando la recuperación del espacio público, dinámico y estancial.
- La prioridad a reforzar y equilibrar las funciones de la vivienda, turismo, cultura y actividad comercial.
- La ciudad entendida como un conjunto de núcleos urbanos funcionalmente homogéneos o barrios, debe asumir y mostrar un claro carácter de habitabilidad desde criterios de accesibilidad equilibrada.

En lo referente a la evaluación de la contaminación acústica, el Plan de Acción para la Prevención, Control y Minimización de la Contaminación Acústica en la ciudad de Granada (LORCA 2013¹) establece las pautas a seguir. LORCA 2013 contiene, conforme a la normativa vigente, las medidas de prevención y control de la contaminación acústica urbana elaboradas teniendo en cuenta el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicable en cada una de las áreas acústicas en las que se divide el territorio urbano, tal y como figura en la tabla siguiente:

Tipo de área acústica		Índices de ruido (dBA)		
		L _d	L _e	L _n
a	Uso residencial	65	65	55
b	Uso industrial	75	75	65
d	Uso turístico	70	70	65
e	Uso sanitario, docente y cultural	60	60	50
f	Afectados infraestructuras transporte	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar
h	Uso agrícola y forestal (*)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar
(*)	Este tipo de área no figura en el Decreto 6/2012. Se ha añadido expresamente para el caso de GRANADA.			

¹ LORCA 2013 en SICA: http://sicaweb.cedex.es/docs/planes/Fase2/Aglomeraciones/PAR_Granada.pdf

Tabla 1: *Objetivos de calidad acústica aplicables a áreas urbanizadas existentes en Granada. (Elaboración propia; Fuente: Decreto 6/2012, de 17 de enero)*

Según lo anterior, las Zonas Acústicas tipificadas que incluye la zonificación acústica de la ciudad de Granada son las siguientes:

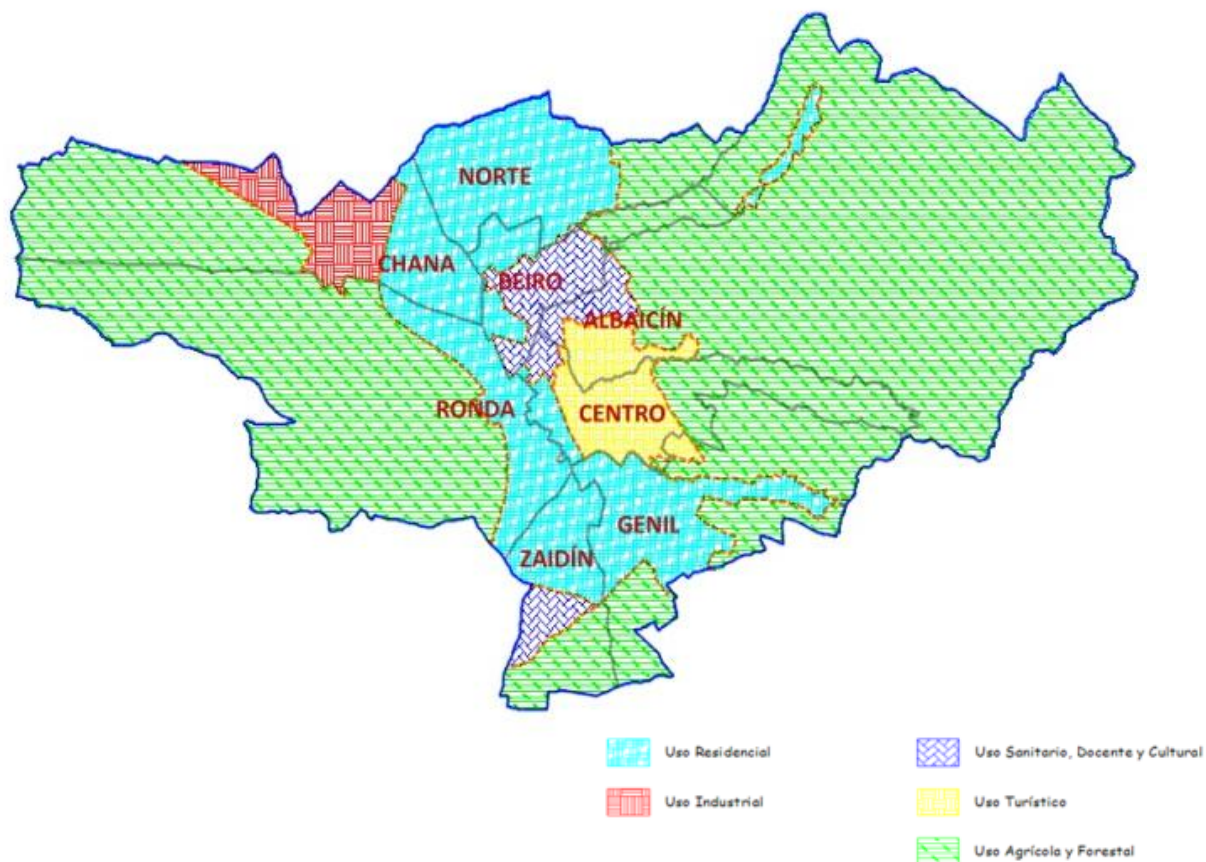


Figura 1: *Determinación de los tipos de áreas acústicas en cada uno de los distritos municipales de la ciudad de Granada (Fuente: LORCA 2013).*

Para la elaboración del nuevo mapa estratégico de ruidos de la ciudad de Granada (MER 2016) acorde al ámbito de aplicación urbano se han definido 4 tipos de áreas acústicas con el fin de actuar de una forma más eficiente:

- Área Acústica Residencial
- Área Acústica Turística
- Área Acústica Industrial
- Área Acústica Sanitaria, Docente y Cultural

En la siguiente figura se ve representada con sus consecuentes subdivisiones:

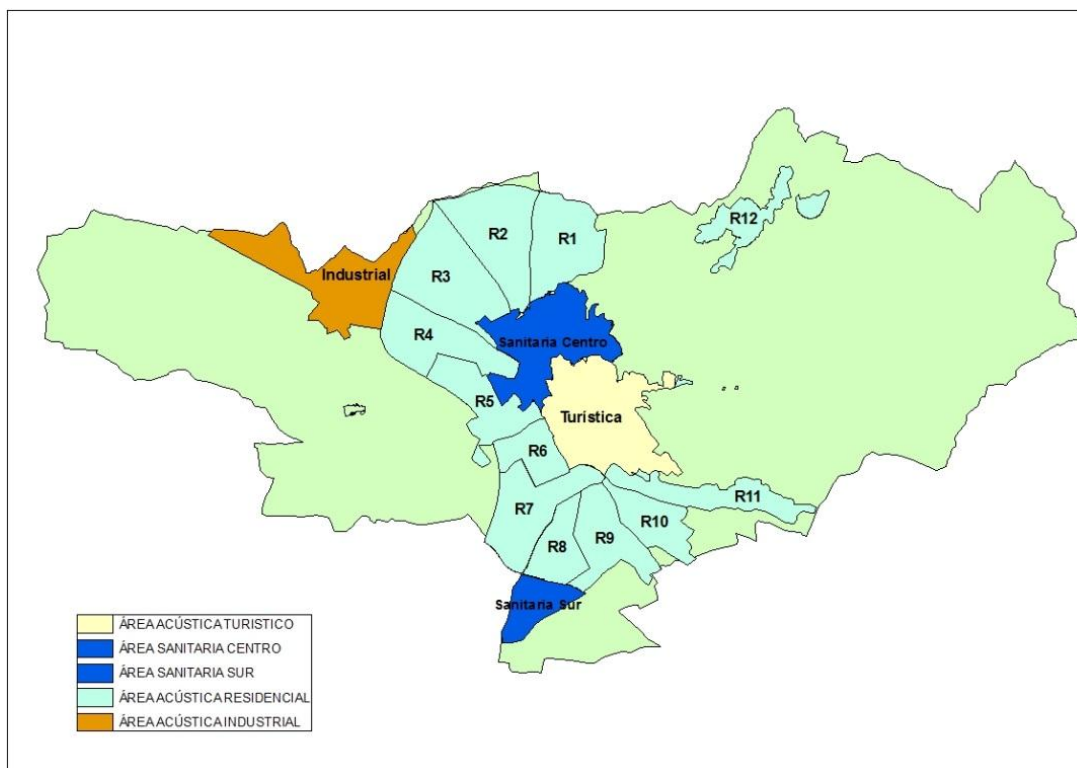


Figura 2: Representación de los distintos sectores acústicos con el fin de representarse en el próximo MER 2016 y de actuación para el próximo Plan de Acción contra el Ruido. (Elaboración propia; Fuente: Servicio de Protección Ambiental - Ayuntamiento de Granada))

El análisis de los objetivos de calidad aplicables en cada área acústica, junto con el conocimiento que aporta el anterior mapa estratégico de ruidos de Granada² sobre la situación acústica de la ciudad en cada uno de sus distritos y barrios, da lugar a los denominados Mapas de Conflicto, representaciones de las áreas urbanas en las que no se satisfacen los objetivos de calidad acústica.

En estos mapas los colores no son una representación del nivel sonoro, sino que expresan numéricamente, en intervalos de 5 dBA, el grado de superación del objetivo de calidad aplicable en cada caso. Para su elaboración, se combinan en GIS la capa de niveles sonoros del MER Granada con la capa de áreas tipificadas (zonificación acústica) y los objetivos de calidad acústica aplicables (según normativa). El resultado para la ciudad de Granada en

² MER Granada 2008 en SICA: <http://sicaweb.cedex.es/ume-fase1.php?id=259>

cada uno de los períodos temporales DÍA, TARDE y NOCHE puede consultarse en LORCA 2013. El análisis combinado de estos mapas de conflicto junto con el diagnóstico acústico de la ciudad realizado anteriormente, permite caracterizar de forma detallada (según cada distrito municipal y barrio dentro de cada distrito) la dimensión espacial y distribución temporal de la afección por contaminación acústica en Granada y diseñar finalmente las medidas del Plan de Acción (LORCA 2013)

El Decreto andaluz 6/2012³, de 17 de enero, determina que los Ayuntamientos deberán declarar determinadas zonas acústicas en las que establecer regímenes especiales conjuntamente con sus planes zonales específicos (artículos 18 al 24). Entre las cuatro zonas acústicas especiales previstas en el Decreto 6/2007, se encuentran dos de especial relevancia en este contexto:

- Las *zonas de protección acústica especial* (ZPAE) se corresponden con las áreas de sensibilidad donde no se cumplan los objetivos de calidad aplicables.
- Las *zonas tranquilas* (ZT) son aquellos espacios donde no se superen los objetivos de calidad aplicables y, en campo abierto, los espacios sin aglomeración no perturbados por el ruido del tráfico, actividades industriales, deportivas o recreativas.

Las otras dos zonas previstas en el Decreto 6/2007, *zonas acústicamente saturadas* (ZAS) y *zonas de situación acústica especial* (ZSAE), deberán ser declaradas por el Ayuntamiento en función del cumplimiento de la normativa que afecta a las actividades (la primera) y posteriormente a la aplicación de medidas de control acústico en ZPAE y según su eficacia (la segunda). Este trabajo se está realizando actualmente, en el contexto de la elaboración del nuevo mapa estratégico de ruidos de Granada, MER Granada 2016.

1.2 Medidas para la movilidad con incidencia acústica.

Teniendo en cuenta las estrategias generales y específicas contenidas en el PMUS 2012 y que el tráfico rodado (debido al uso mayoritario del vehículo motorizado) es una de las principales fuentes generadoras de ruido en la mayoría de las ciudades, se propuso un total de 45 propuestas para corregir esta situación y mejorar la movilidad en la ciudad de Granada de una forma sostenible e involucrando al medio ambiente y la ciudadanía como agentes de actuación fundamentales. Existen un total de 9 programas de actuación en función de la modalidad de transporte que se ocupa, además de la distribución y planificación del espacio público, la aplicación de la participación, formación, educación y normativa:

Escenario Corregido en Granada		
Conjunto de Programas del PMUS 2012 con el número de medidas relativas a la mejora de la Calidad Acústica		
Programa 1:	Movilidad a Pie (MovPe)	7 medidas
Programa 2:	Movilidad en Bicicleta (MovBI)	7 medidas
Programa 3:	Movilidad en Transporte Público (MovTP)	7 medidas
Programa 4:	Movilidad en Vehículo Privado (MovVP)	10 medidas

³ Decreto 6/2012: <http://www.juntadeandalucia.es/boja/2012/24/4.html>

Programa 5:	Sistema de Aparcamiento (SisAp)	2 medidas
Programa 6:	Distribución urbana de mercancías (DuM)	2 medidas
Programa 7:	Espacio Público (EsPub)	4 medidas
Programa 9:	Planificación y Normativa (PlaNor)	6 medidas

Tabla 2: *Medidas del PMUS 2012 con influencia en la calidad acústica ambiental (Elaboración propia; Fuente: PMUS 2012)*

1.3 Nuevo sistema de transporte: LAC

La LAC (Línea de Alta Capacidad) o modelo BRT (Bus Rapid Transit) se define según la revista Bus Rapid Transit Planning Guide como “*un sistema de autobuses de alta calidad y capacidad, basado en el tránsito rápido, cómodo y rentable; mediante infraestructuras segregadas que aportan prioridad de paso y un excelente marketing y servicio al cliente*”. Este tipo de sistemas de transporte de han implantado en ciudades europeas y/o americanas entre las que destacan: Bogotá (Colombia), Ottawa (Canadá), Nantes (Francia) y Leeds (Reino Unido), entre otras. En todas ellas, las líneas de autobuses destacan por:

- Se adaptan a niveles de demanda adecuados.
- Es un sistema muy flexible
- Las frecuencias son muy pequeñas, por lo que con dos zonas de intercambio crearán una mínima afección en los tiempos de viaje.
- Los costos de implantación son menores que en un metro ligero.



Figura 3: *Sistema TransMilenio⁴ de transporte BRT implantado en Bogotá (Colombia). Sistema de Alta Capacidad LAC implantado en Granada (España)*

La Línea LAC supone un nuevo concepto de transporte para la ciudad de Granada, los vehículos que conforman la línea corresponden con veinte metros de longitud y capacidad en su interior para 180 viajeros. Disponen de 4 puertas y se puede entrar y salir por todas ellas. A la hora de realizar el pago deberá realizarse antes de subir al autobús, mediante la validación en los puestos de información y compra de billetes de las paradas.

⁴ Página web del sistema de transporte urbano Transmilenio en Bogotá: <http://transmilenio.gov.co/>

Su recorrido corresponde con el eje central de la ciudad de Granada. La puesta en marcha el 29 de junio de 2014 de la nueva línea de autobuses LAC (Línea de Alta Capacidad) ha implicado una profunda revisión del sistema de transporte urbano. Tiene dos intercambiadores en el Palacio de Congresos- Paseo del Violón y la Caleta y su recorrido pasa por: Avda. Fernando de los Ríos con Jardín de la Reina para volver en sentido inverso por el mismo itinerario, Paseo del Violón, C/ Acera del Darro, C/ Reyes Católicos, C/ Gran vía de Colón, Avda. de la Constitución, Avda. de Andalucía y C/ Cruz del Sur. A lo largo de sus cuatro kilómetros de recorrido se encuentra la mayor concentración de establecimientos comerciales y de hostelería, monumentos y centros de interés cultural y administrativo, coincidiendo con los lugares de destino principal de los viajeros.

2. METODOLOGÍA

En análisis realizado se ha basado en la comparación de niveles acústicos para distintos períodos de tiempo en relación a los distintos cambios de la línea LAC y de las líneas SN1, SN3 y SN4. También se ha llevado a cabo un estudio de la percepción de la molestia por ruido en la población a través de los resultados de unas encuestas realizadas a muestras de población. Los sondeos de opinión se ha llevado a cabo mediante la metodología y cuestionario empleado por Agenda 21 Local en otras ocasiones^{5,6}.

2.1 Estudio acústico: medidas NMT fijos

La red de monitoreo acústico de Granada está formada por 8 NMT (Noise Monitoring Terminal), instalados de forma permanente o semipermanente (largos períodos de tiempo) en determinadas ubicaciones de la ciudad (consultar MER Granada 2008 y ORCA 2013). Para este trabajo se han empleado los datos procedentes de los terminales NMT CAMINO DE RONDA, GRAN VÍA y NMT CENTRO, ya que se encuentran ubicados en los tramos de interés para el estudio.

Se han diferenciado tres períodos distintos de estudio y en cada uno se ha calculado el valor del indicador Ld, Le, Ln y Lden:

1. Antes de la implantación de la LAC, que correspondería con el período comprendido desde el 1 de Julio de 2013 al 28 de Junio de 2014.
2. Tránsito únicamente de la LAC por el eje céntrico de Reyes Católicos-Gran Vía-Avda. de la Constitución-Congresos.

Se han comparado los indicadores con el fin de apreciar la diferencia entre los distintos períodos y cuestionar en los siguientes apartados la efectividad acústica y social de las nuevas líneas. El estudio se ha complementado con los datos recogidos por el terminal

⁵ Empleo de una encuesta estandarizada para la valoración de la molestia por ruido ambiental. proyecto piloto en la ciudad de granada, Tecniacústica 2007. Disponible en http://www.sea-acustica.es/WEB_ICA_07/fchrs/papers/tna-07-008.pdf

⁶ CONAMA10, Grupo de Trabajo GT-15, Planes Locales de Acción contra el Ruido (Anexo I), 2010. Disponible en http://www.conama10.conama.org/conama10/download/files/GTs%202010/15_final.pdf

acústico móvil (Unidad Móvil) que dispone el Ayuntamiento de Granada y por los datos obtenidos en la campaña de medidas puntuales de corto período realizada dentro de los trabajos de comprobación y verificación de niveles obtenidos por software para el nuevo MER 2016.

2.2 Estudio acústico: medidas Unidad Móvil y unidad portátil

El conjunto de medidas tomadas con la Unidad Móvil se diferencian de las obtenidas con los 8 NMT fijos en que el período de medida es menor, con un mínimo de 2 semanas en cada punto de medida. Del análisis de ese período se obtienen los indicadores Ld, Le, Ln y Lden y se extrapola a sus correspondientes valores anuales.

El conjunto de medidas experimentales (mediante sonómetro portátil tipo 1) de interés en el estudio han sido tomadas en el período comprendido entre el 22 de enero de 2016 y el 18 de marzo de 2016 en la franja horaria de 11:00 a 12:00, al haberse comprobado que los datos obtenidos en este período son los más representativos del nivel acústico generado por el tráfico diario en la ciudad (principal fuente de ruido urbano en Granada) según el indicador acústico anual obtenido para el período de la mañana, de 7:00 a 19:00, a partir del análisis de los datos obtenidos de los ocho terminales NMT existentes en la ciudad de Granada en serie temporal larga (años).

2.3 Estudio de la percepción social de la molestia por ruidos

El estudio de la percepción social frente al ruido se ha realizado, como se ha dicho, a partir de una encuesta elaborada por la Agenda 21 Local de Granada, siendo el principal objetivo de este trabajo continuar con los anteriores sobre la evaluación de la molestia por ruido de la población de Granada. En la encuesta se pretende analizar diversos factores y circunstancias de la interacción ruido-ciudadanía, aunque en nuestro análisis nos hemos centrado en el análisis de las preguntas de la encuesta específicamente dedicadas a la valoración de la molestia frente al ruido: la molestia del ruido para la mañana, tarde, noche y todo el día, la molestia por vehículos del tráfico rodado, la molestia media y numérica por fuentes de ruido, la caracterización de los niveles de ruido en la zona, la importancia del Ruido Ambiental como contaminante, el grado de sensibilidad y de estrés frente al ruido y la capacidad auditiva. Las respuestas se representarán en gráficos de barras en función del porcentaje de su frecuencia, siempre que no se evalúe una respuesta numérica, en este caso se representará un gráfico de barras numérico.

3. RESULTADOS

3.1 Estudio acústico: niveles NMT fijos

Los niveles acústicos, expresados en términos de los indicadores Ld, Le, Ln y Lden, obtenidos en el recorrido de la línea LAC se muestran en la siguiente tabla, tanto para el período previo a la puesta en marcha de esta línea, como durante su funcionamiento operativo.

TERMINAL FIJO NMT CENTRO							
Antes de la implantación de la LAC				Sólo LAC por el eje centro Gran Vía-Reyes Católicos- Avda. de la Constitución			
(01/07/2013 - 28/06/2014)				(12/03/2015-12/03/2016)			
Ld (dBA)	Le (dBA)	Ln (dBA)	Lden (dBA)	Ld (dBA)	Le (dBA)	Ln (dBA)	Lden (dBA)
70,0	70,5	64,0	72,9	69,0	70,0	63,0	72,0
Repercusión acústica de la implantación de la LAC							
Ld		Le		Ln		Lden	
70,0		70,5		64,0		72,9	
69,0		70,2		63,0		72,0	
-1 dBA		-0,3 dBA		-1dBA		-0,9 dBA	

Tabla 3: Efecto de la implantación de la línea LAC en los datos registrados por el terminal fijo NMT CENTRO (Elaboración propia)

En el siguiente mapa esta descrito el recorrido de la LAC con sus correspondientes paradas e intercambiadores y el conjunto de medidas por tipología que se tienen en cuenta para realizar el estudio acústico:

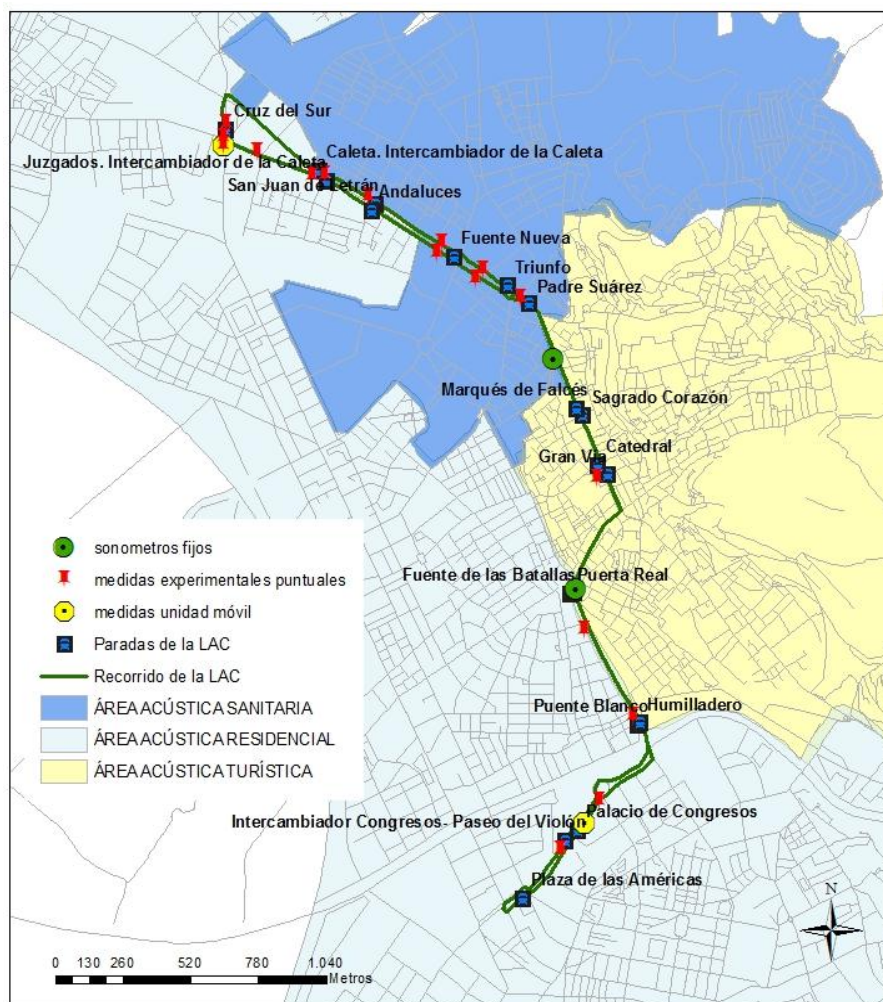


Figura 4: Representación del recorrido de la LAC con sus correspondientes paradas e intercambiadores unido a la tipología de zona acústica por dónde pasa en su recorrido. (Elaboración propia).

Como puede observarse se produce una bajada de los niveles que consideramos significativa, especialmente para los indicadores día y noche, de 1,0 dBA o menos. En la siguiente figura se comprueba la evolución mensual de los niveles para los tres períodos del estudio:

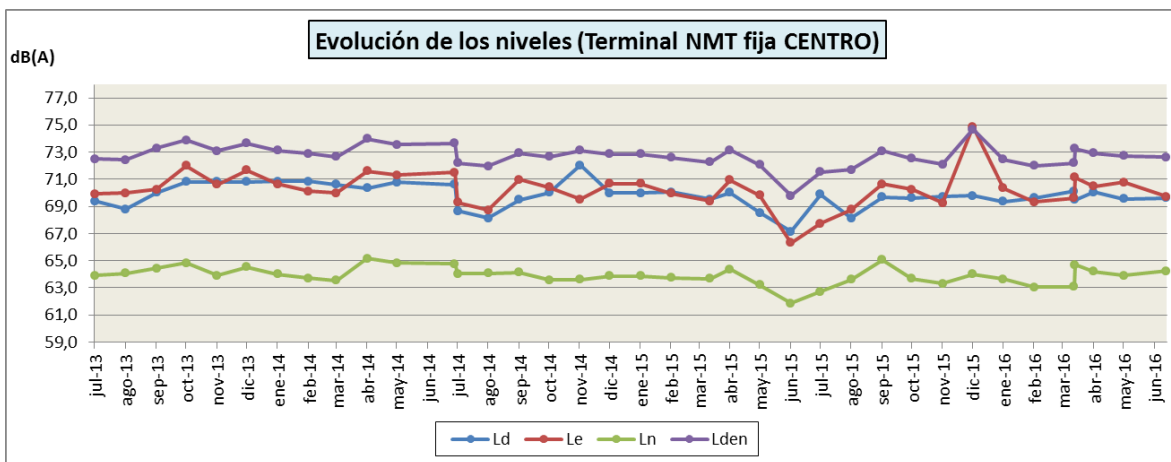


Figura 5: Evolución de los niveles medios mensuales para Ld, Le, Ln y Lden en el terminal fijo NMT CENTRO. (Elaboración propia)

TERMINAL FIJO NMT GRAN VÍA							
Antes de la implantación de la LAC				Sólo LAC por el eje centro Gran Vía- Reyes Católicos- Avda. de la Constitución			
(01/07/2013 - 28/06/2014)				(12/03/2015-12/03/2016)			
Ld (dB)	Le (dB)	Ln (dB)	Lden (dB)	Ld (dB)	Le (dB)	Ln (dB)	Lden (dB)
72,1	72,0	67,1	75,3	71,4	71,2	66,9	74,8
Repercusión acústica de la implantación de la LAC							
Ld		Le		Ln		Lden	
72,1		72,0		67,1		75,3	
71,4		71,2		66,9		74,8	
-0,7 dB		-0,8 dB		-0,2 dB		-0,5 dB	

Tabla 4: Efecto de implantación de la línea LAC en los datos del terminal fijo NMT GRAN VÍA. (Elaboración propia)

En el caso del sonómetro de Gran Vía, las bajadas y subidas de los datos mensuales son menos significativas, como se aprecia en la figura siguiente, circunstancia que puede ser debida a que el período de datos anterior a la implantación de la LAC es muy corto (el terminal NMT GRAN VÍA se puso en marcha sólo 17 días antes de la implantación de la

LAC, concretamente el 11/06/2014 y la LAC se implantó el 29/06/2014). Aun así, como en el caso del terminal NMT CENTRO, se aprecia una disminución de los índices acústicos en el período analizado tras la implantación de la LAC.

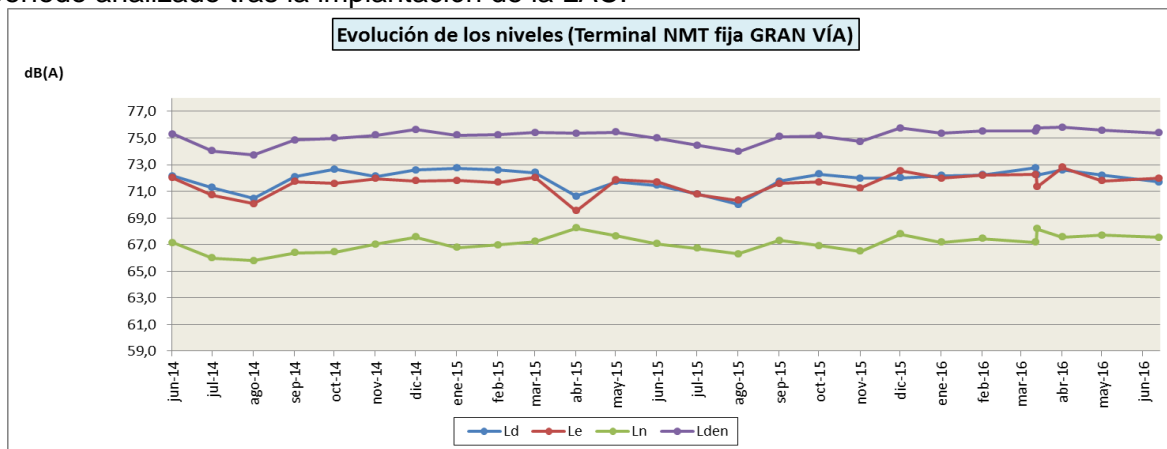


Figura 6: Evolución de los niveles medios mensuales para Ld, Le, Ln y Lden en el terminal fijo NMT GRAN VÍA. (Elaboración propia)

3.2 Estudio acústico: situación actual y evolución 2008-2016

Al objeto de reforzar los resultados obtenidos con la red fija, en los gráficos siguientes se muestra la situación acústica actual, a partir de medidas realizadas con sonómetros portátiles y Unidad Móvil, así como su comparación con los resultados del MER 2008 en la zona de influencia de este estudio. Se observa una evolución positiva con disminuciones de hasta 3 dBA a lo largo del recorrido de la LAC.

En la siguiente figura, a la derecha se muestra el mapa de niveles de mañana, Ld, junto con las posiciones donde se han realizado medidas experimentales con los distintos sistemas de monitoreo acústico en la zona de influencia a lo largo del recorrido de la LAC. Esta figura incluye el tramo de la calle Camino de Ronda que cierra uno de los principales anillos de transporte urbano en Granada en el que la LAC tiene un gran protagonismo.

A la izquierda se muestra la variación del nivel Ld del anterior mapa estratégico de ruidos de Granada (MER 2008) y de su revisión actual realizada en 2016 (MER 2016) en la zona de estudio, con indicación de los respectivos valores de los niveles acústicos registrados con la unidad móvil y las medidas puntuales experimentales.

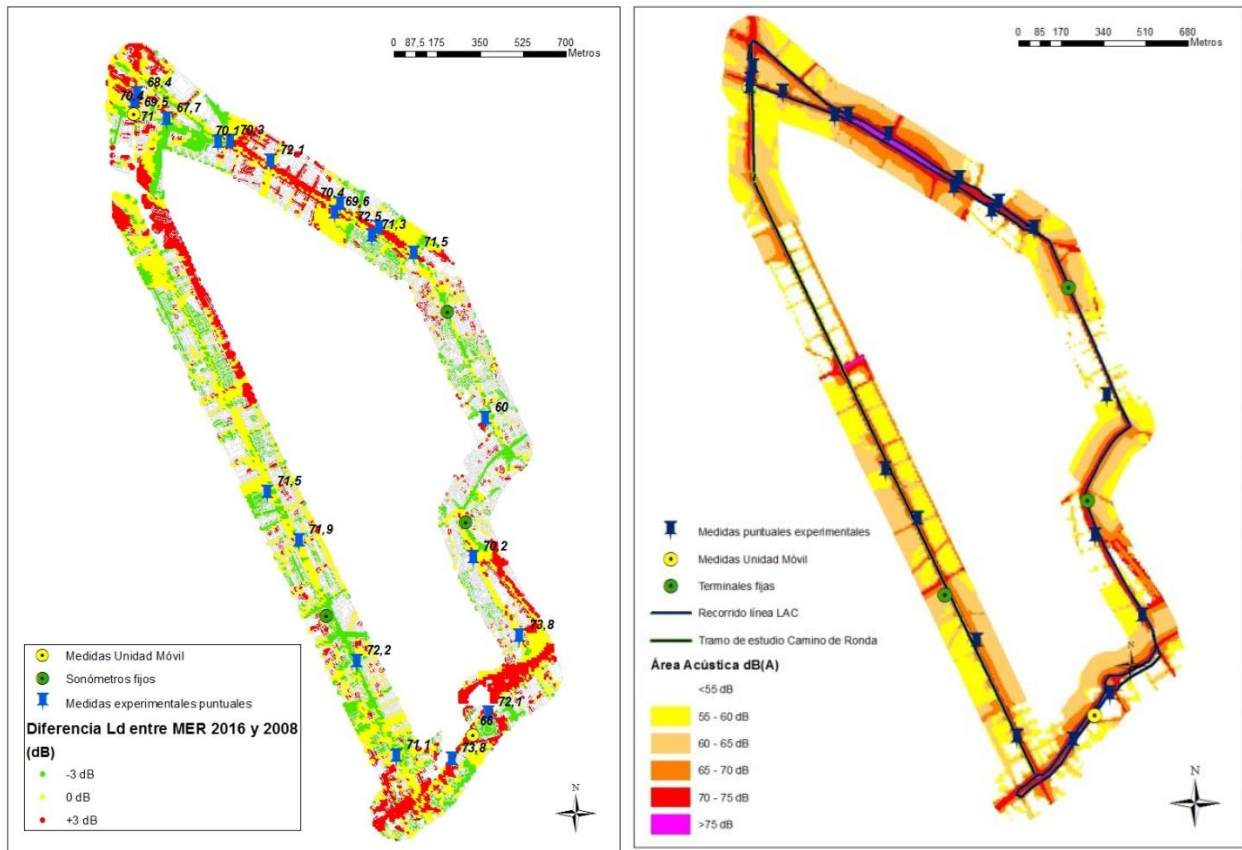


Figura 7: Derecha mapa de niveles Ld en 2016 (más detalles en texto). Izquierda variación del nivel Ld del MER 2008 y del MER 2016 (más detalles en texto) (Elaboración propia).

3.3 Precepción social de la molestia por ruidos

Para el estudio de la molestia del ruido en la población residente a lo largo del recorrido de la LAC, se ha recogido la opinión de una muestra de la población residente en la zona de estudio. Del sondeo de opinión realizado en la ciudad de Granada, 33 encuestas corresponden a residentes en esta zona. Para la recogida de estas encuestas se ha contado con la ayuda de asociaciones de vecinos de los barrios de Granada dónde influye la presencia de la LAC: AAVV La Chana, Centro-Sagrario, Zaidín-Vergeles y Plaza de Toros.

El análisis de los datos muestra que a lo largo del recorrido de la LAC se verificada un importante grado de molestia (expresado en función de las respuestas a las preguntas armonizadas del cuestionario empleado – ver cita nº5), más importante durante los períodos de mañana, tarde y noche, igualándose las opiniones en la valoración global de todo el día. Ello a pesar de que la variación de los índices acústicos ambientales asociados no sea tan importante en cada uno de esos períodos.

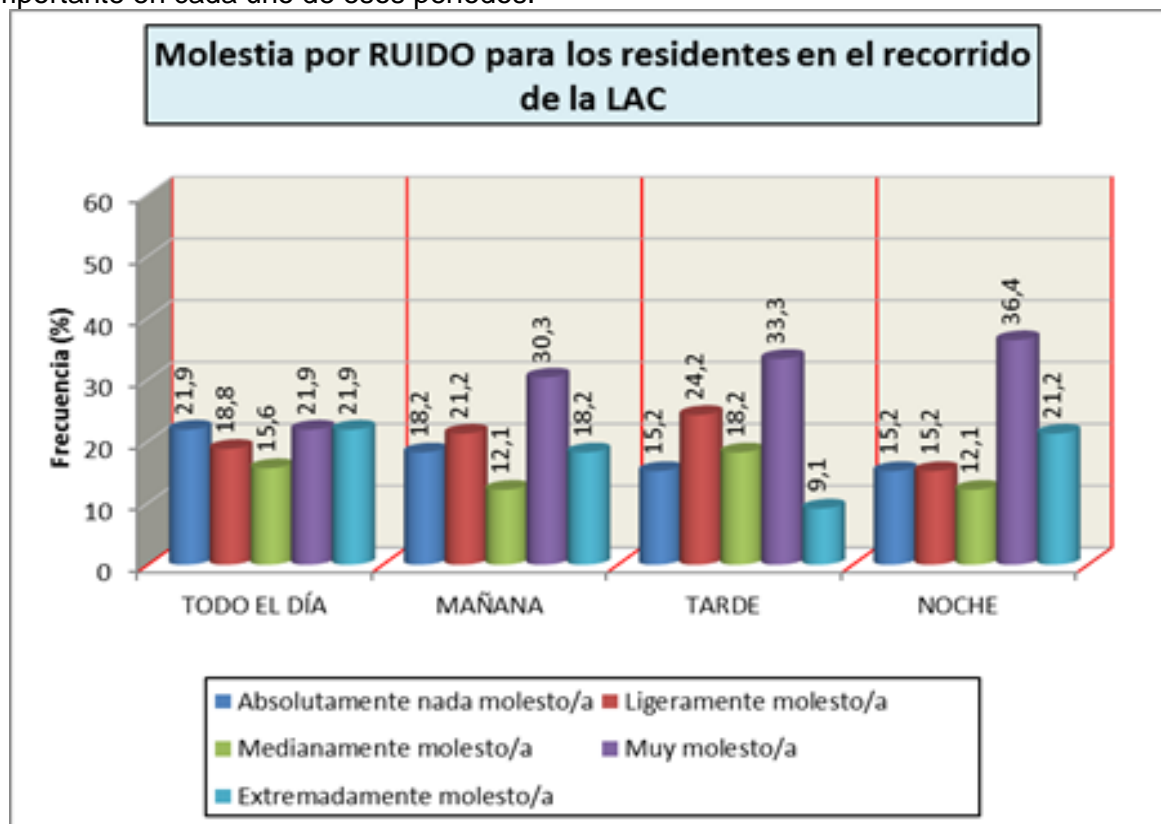


Figura 8: *Molestia por ruido de la muestra de población residente a lo largo del recorrido de la LAC, en función de los distintos períodos temporales. (Elaboración propia)*

Si analizamos la **molestia ocasionada por diferentes medios de transporte**, se observa que la principal fuente de molestia procede del tráfico rodado de motocicletas.

En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos para la zona de estudio (línea LAC) junto con los resultados obtenidos en la zona del Camino de Ronda, eje que completa uno de los anillos principales de transporte en Granada, como se ha comentado anteriormente (figura 7)

Para ambas muestras la mayor molestia por una fuente de tráfico rodado es la ocasionada, efectivamente, por las motocicletas, aunque en la molestia por el ruido procedente de los autobuses la respuesta es sensiblemente diferente. Para la muestra de LAC es la tercera tipología de vehículo que causa molestia mientras que en Ronda es la quinta, a pesar de que Ronda es un eje igualmente atravesado por este medio de transporte. La tipología del barrio (aislamiento y acondicionamiento de las viviendas de la zona) junto con las características y frecuencia del vehículo (autobuses LAC frente autobuses tradicionales) influyen notablemente en este resultado.

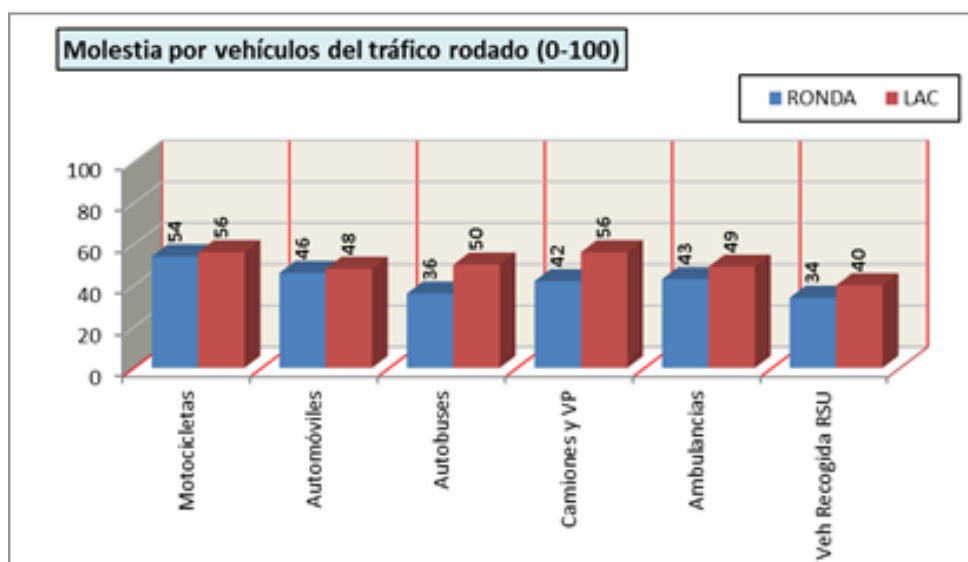


Figura 9: *Molestia por ruido en función de la tipología de vehículo de tráfico rodado. (Elaboración propia)*

Si analizamos la **molestia experimentada por diferentes fuentes de ruido** en formato numérico, en ambas muestras (LAC y Ronda) se obtienen resultados similares siendo la principal fuente las obras de construcción, seguidas de tráfico rodado y actividades recreativas y comerciales.

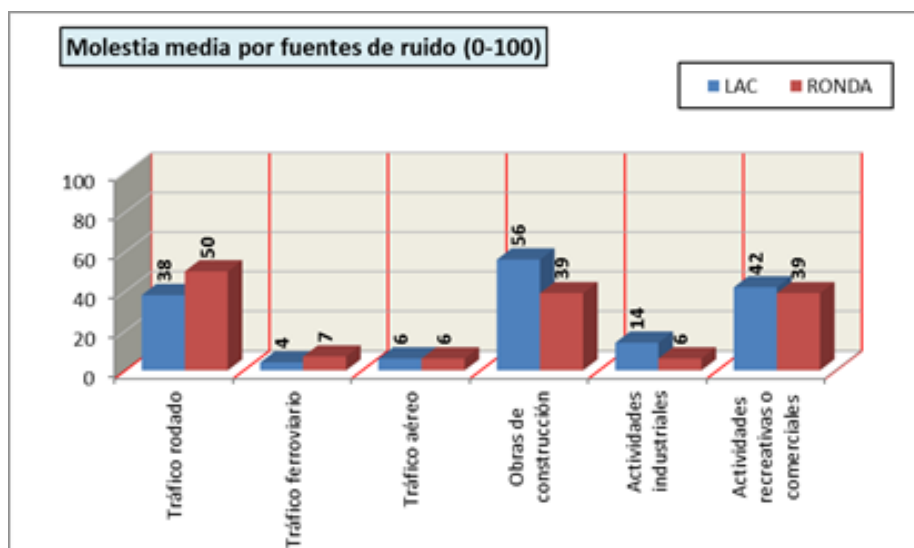


Figura 10: Molestia por ruido en función de la tipología de la fuente. (Elaboración propia)

En relación a la **percepción acústica del área de residencia** en relación con otras zonas urbanas de Granada, la respuesta ciudadana es similar en la muestra de Camino de Ronda y en el recorrido de la LAC. La percepción es que los niveles de ruido son mayores que en otras zonas, lo cual puede ser razonable si tenemos en cuenta que tanto Ronda como LAC constituyen ejes principales de transporte urbano en la ciudad.

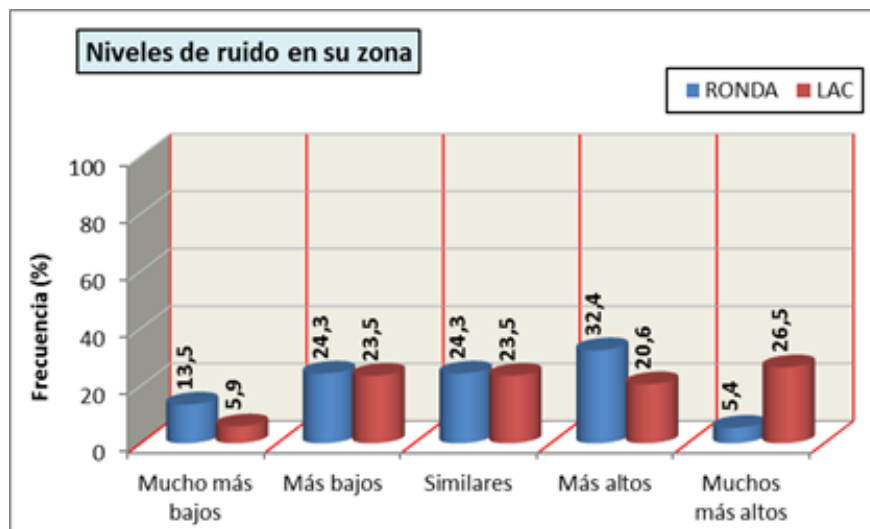


Figura 11: Caracterización de los niveles de ruido de la zona en función de otras zonas

La **importancia del ruido ambiental como agente contaminante** es otra de las cuestiones abordadas en el sondeo de opinión. Los resultados obtenidos en el recorrido LAC, objeto de este trabajo, y en el recorrido Ronda, que cierra un anillo de transporte principal en la ciudad (ver figura 7), muestran una alta concienciación ciudadana. En ambos casos se considera que el ruido es muy contaminante o extremadamente contaminante

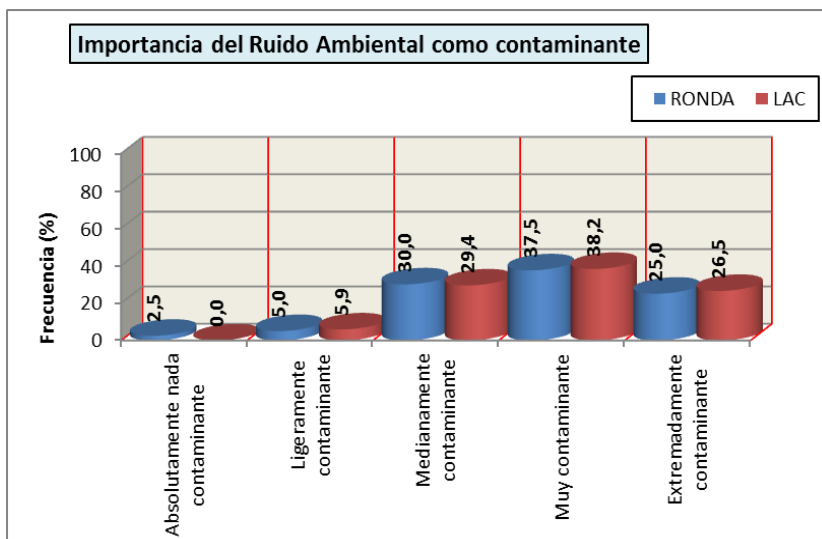


Figura 12: *Importancia del Ruido Ambiental como contaminante. (Elaboración propia).*

En relación al **grado de sensibilidad** y **grado de estrés** frente al ruido, la población residente tanto en el recorrido LAC como en ronda presenta una percepción similar, intermedia con tendencia hacia niveles más negativos. El nivel acústico ambiental condiciona en gran parte estos resultados, existiendo un buen nivel de correlación entre este indicador y el grado de sensibilidad y estrés frente al ruido observado.

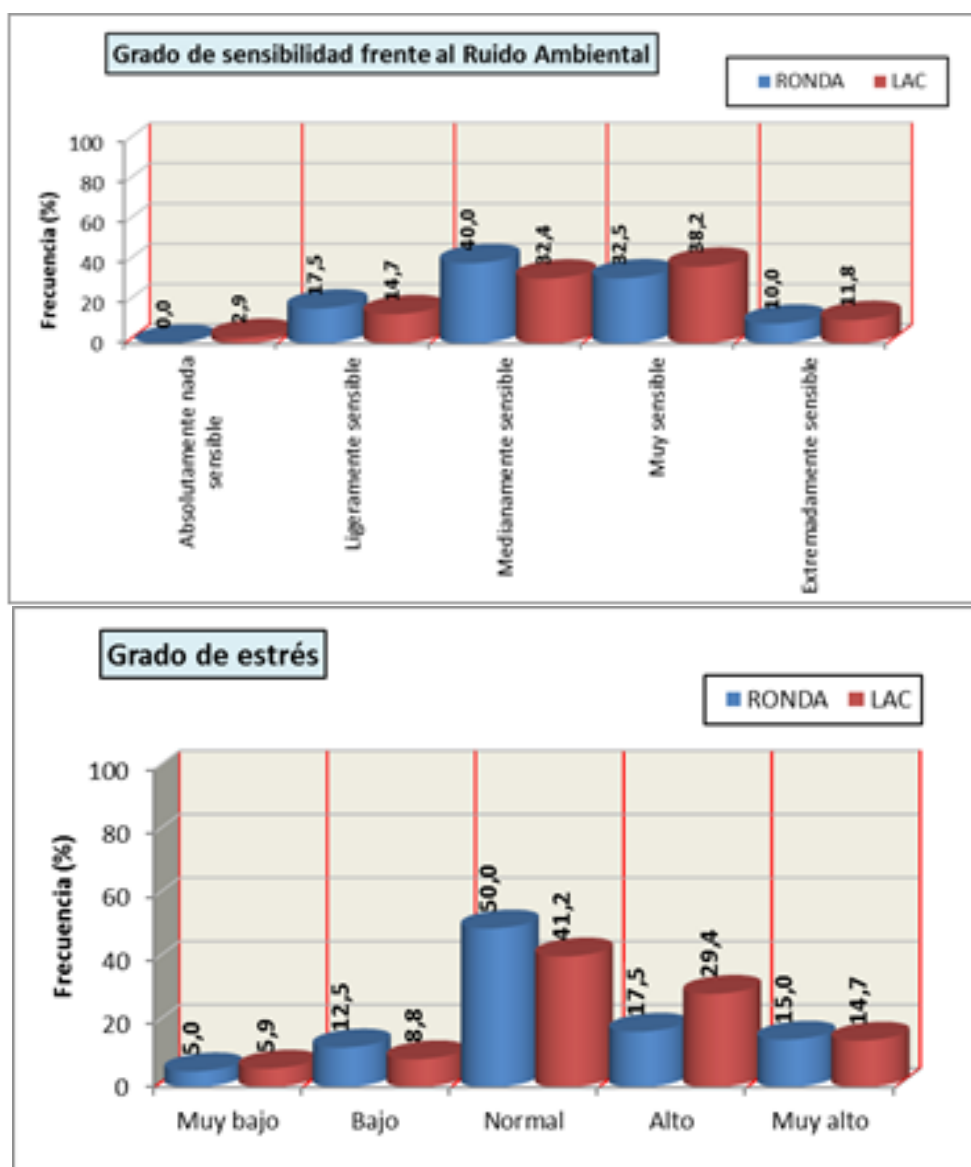


Figura 13: *Grado de sensibilidad y grado de estrés frente al ruido para la muestra de población residente en calle Camino de Ronda y a lo largo del recorrido de la LAC (Elaboración propia).*

4. CONCLUSIONES

La implantación de un nuevo sistema de transporte para la mejora de la movilidad urbana en la ciudad de Granada ha supuesto la entrada de nuevas líneas de autobuses, entre ellas la denominada LAC (Línea de Alta Capacidad). Una de las mejoras que se ha conseguido con ello ha sido un mejor ambiente acústico del centro de la ciudad. Así lo demuestran los

resultados obtenidos en el estudio acústico de la ciudad a partir de los datos de la red de sonómetros fijos (NMT) dispuestos a lo largo de su recorrido, y de medidas experimentales realizadas al efecto mediante una unidad móvil y campañas de corto período realizadas con sonómetros portátiles. La disminución observada en los indicadores acústicos globales es:

Terminal fijo NMT CENTRO - dBA				Terminal fijo NMT GRAN VÍA - dBA			
Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden
-1	-0,3	- 1	- 0,9	-0,7	-0,8	-0,2	-0,5

Tabla 5: Reducción de niveles acústicos observada con motivo de la implantación en Granada de la línea LAC (datos de la red de terminales fijos NMT indicados. Elaboración propia).

Resulta evidente que la puesta en marcha de la LAC ha contribuido a la mejora del ambiente acústico en el centro de la ciudad de Granada, por lo que aparece como una medida eficaz a pesar de que ello ha implicado una reordenación del tráfico que ha elevado el número de líneas por otras zonas como Camino de Ronda, empeorando el ambiente acústico en estas zonas. No obstante, globalmente este empeoramiento no ha sido tan importante si comparamos los datos obtenidos en la revisión actual del mapa estratégico de ruidos de Granada, MER 2016, frente a los datos del anterior MER 2008, donde en la zona de influencia a 100 metros del recorrido de la LAC y el tramo de estudio de Camino de Ronda, se observan mejoras de la situación con reducciones de hasta 3 dBA en el indicador Ld.

En cuanto a la percepción social por molestia al ruido, se produce una disparidad en los resultados, siendo mayor la percepción de molestia para los encuestados residentes a lo largo del recorrido de la LAC que para los de Camino de Ronda. No obstante, existe coincidencia en varias cuestiones: es importante para la ciudadanía el ruido como contaminante y la mayoría se define como medianamente o muy sensibles al ruido, calificando como normal su grado de estrés frente al ruido.

Por lo tanto, teniendo en cuenta esas características en las respuestas de los encuestados, se trata de una población con buenas capacidades auditivas que resultan sensibles a la molestia por ruido de niveles superiores a otras zonas en su ciudad. A esto se le une que se consideran como principales fuentes de ruido las obras de construcción, tráfico rodado y actividades comerciales. Específicamente como tipología de tráfico rodado, la muestra a lo largo del recorrido de la LAC considera a las motocicletas, camiones y autobuses, mientras que para Camino de Ronda consideran motocicletas, automóviles y ambulancias. Estos resultados aparecen como lógicos si tenemos en cuenta que por Camino de Ronda pasa un mayor número de líneas de autobuses y el paso de vehículos privados motorizados no es restringido, como sí ocurre en los tramos principales de la línea LAC.