Laboratorio de Acústica
Aplicada. Universidad de León

AYUNTAMIENTO DE LEÓN

ACTUALIZACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO DE LEÓN

Memoria Resumen

León, junio de 2017

Índice

1. Descripción de la aglomeración 5
1.1 . Alcance 5
1.2 . La ciudad de León 5
1.3 . Clasificación por distritos 6
2. Autoridad responsable 9
3. Programas de lucha contra el ruido ejecutados en el pasado y medidas vigentes 10
3.1 . Programas ejecutados en el pasado 10
3.2 . Medidas vigentes 11
4. Metodología de Estudio 12
4.1 . Indicadores de Ruido 12
4.2 . Periodos Temporales 13
4.3 . Software utilizado 14
4.4 . Métodos de cálculo 14
5. Resultados 15
5.1 . Mapas de niveles sonoros 15
5.2 . Datos de población expuesta 16
5.2.1 Foco ruidoso: tráfico viario 17
5.2.2 Foco ruidoso: tráfico ferroviario 19
5.2.3 Foco ruidoso: industria 20
5.2.4 Otros focos: zona peatonal 21
5.2.5 Ruido total 23
6. Conclusiones 24

Índice de planos

Foco ruidoso: tráfico viario

- Periodo: L_d
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 30)
- Periodo: L_e
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 30)
- Periodo: L_n
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 30)
- Periodo: L_{den}
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 30)

Foco ruidoso: tráfico ferroviario

- Periodo: L_d
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 12)
- Periodo: L_e
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 12)
- Periodo: L_n
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 12)
- Periodo: L_{den}
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 12)

Foco ruidoso: industria

- Periodo: L_d
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 3)
- Periodo: L_e
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 3)
- Periodo: L_n
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 3)
- Periodo: L_{den}
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 3)

Foco ruidoso: ruido total

- Periodo: L_d
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 30)
- Periodo: L_e
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 30)
- Periodo: L_n
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 30)
- Periodo: L_{den}
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 30)

Anexo

Foco ruidoso: otros focos (zona peatonal)

- Periodo: L_d
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 4)
- Periodo: L_e
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 4)
- Periodo: L_n
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 4)
- Periodo: L_{den}
  - Mapa resumen
  - Minutas (1 al 4)

***** Para facilitar el acceso a las hojas, las cuadrículas del denominado Mapa resumen cuentan con zonas activas vinculadas a la correspondiente página del archivo.

1. Descripción de la aglomeración

1.1. Alcance

El alcance geográfico del Mapa Estratégico de Ruido de la ciudad de León queda definido en la definición de aglomeración propuesta por el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/20003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, donde se expone que *la unidad territorial básica sobre la que se definirá una aglomeración será el municipio.*

El municipio de León consta de las localidades de Armunia, Oteruelo de la Valdoncina, Puente Castro y Trobajo del Cerecedo, además de la ciudad de León.

1.2. La ciudad de León

León es una ciudad ubicada en el noroeste de la Península Ibérica, es capital de la provincia de León, que forma parte de la Comunidad Autónoma de Castilla y León. León es un punto estratégico del noroeste de la Península.

El Término Municipal de León cuenta con una superficie total de 39,003 km^2. En el municipio, además de la ciudad de León, se encuentran las localidades de Armunia, Oteruelo de la Valdoncina, Puente Castro y Trobajo del Cerecedo.

La ciudad se encuentra a una altitud de 840 metros sobre el nivel del mar, en la transición entre el Páramo Leonés y la Cordillera Cantábrica, formando una terraza fluvial donde confluyen los ríos Torío y Bernesga, lo que hace que su asentamiento sea en una zona predominantemente llana. Entre los dos ríos se encuentra el núcleo urbano.

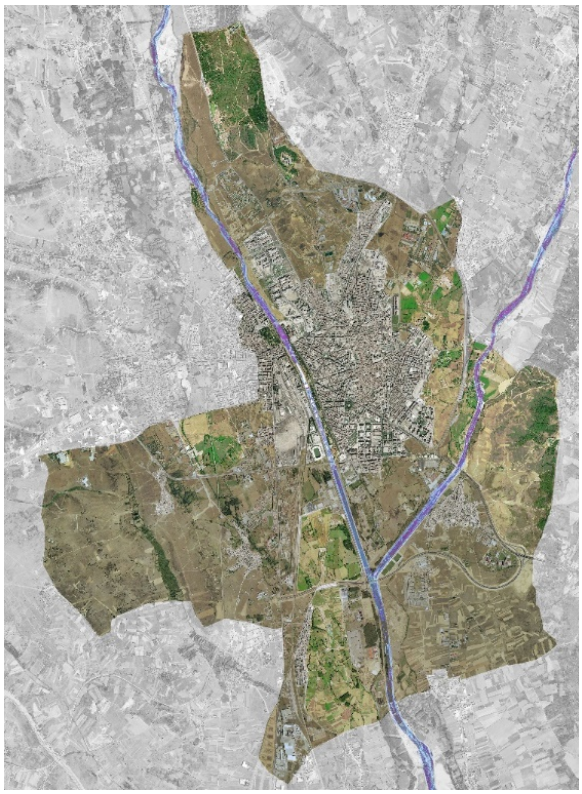

Imagen 1: Ortofotografía del término municipal de León.

La población de la ciudad de León durante el año 2016 ha sido de 126.192 habitantes, según datos del Instituto Nacional de Estadística: cifras de población referidas al 01/01/2016. No obstante, el dato proporcionado por el Ayuntamiento de León en base al censo del año 2016 es de una población de 129.884, población que constituirá la

referencia de base para este estudio. Estas cifras recogen la población de la ciudad de León y las pedanías de Trobajo del Cerecedo, Oteruelo de la Valdoncina y Armunia.

El clima de León es un clima de tipo mediterráneo continentalizado, es decir, tiene características del clima mediterráneo que se da en ciudades alejadas del mar. León registra temperaturas medias máximas de 31 ºC y temperaturas medias mínimas de -6ºC, según el Instituto Nacional de Meteorología. Veranos cálidos e inviernos fríos, con grandes oscilaciones en los mismos periodos.

En cuanto a los accesos terrestres a la ciudad, encontramos las autovías León-Burgos A-231, León-Astorga AP-71, y Gijón-Sevilla 1-66/AP-66. Cabe destacar la autovía de circunvalación interior de León LE-20 y LE-30 que funciona como rondas de circunvalación de la ciudad.

Respecto al transporte ferroviario, la ciudad de León es un centro de primer orden; en parte esto se debe al pasado minero de la provincia. Cuenta con dos estaciones. La primera, localizada en el barrio del Crucero, trazado de la Red Nacional de Ferrocarriles (RENFE), proyectada como estación provisional. León dispone de otra estación, perteneciente a la antigua entidad pública FEVE (Ferrocarriles de Vía Estrecha), que se sitúa en el apeadero Asunción/Universidad tras el cierre de la estación de Matallana, integrada en la ciudad.

En cuanto a los medios de transporte aéreos, el aeropuerto de la Virgen del Camino, situado a 7 km de la ciudad, es el aeropuerto de referencia.

De los distintos barrios de la ciudad, cabe destacar el Barrio Húmedo y el Barrio de Santa Marina, que mayoritariamente son zonas peatonales con grandes zonas de ocio nocturno.

El polígono industrial se sitúa fuera del municipio de León; sin embargo, podemos destacar cierta actividad presente dentro del término municipal, con algunas industrias farmacéuticas, así como de procesado de alimentos.

1.3. Clasificación por distritos

En la ciudad de León, la clasificación por distritos es muy útil en cuanto a la presentación y gestión de datos, principalmente para el público en general.

El municipio cuenta con diez distritos estipulados por el Ayuntamiento de León. El distrito 11, al cual haremos referencia, no se encuentra incluido en la división acordada por el Ayuntamiento; sin embargo, creemos que su existencia como distrito independiente es clave para el entendimiento de una de las zonas más características de la ciudad: la zona peatonal, que engloba el barrio Húmedo y el barrio de Santa Marina.

A continuación, presentamos una imagen con la división por distritos del municipio y una breve descripción de cada uno de ellos. Esta distribución no ha variado desde el último Mapa Estratégico de Ruido elaborado en 2012.

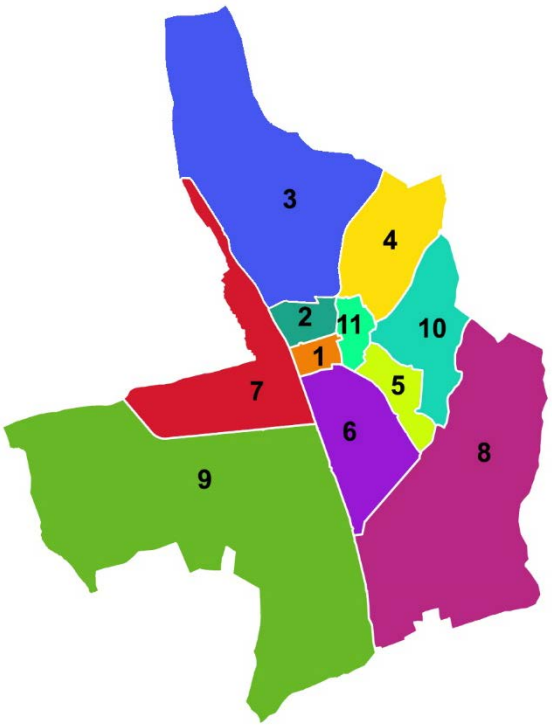

Imagen 2: Distribución por distritos de la ciudad de León.

❖ **Distrito 1**

Este distrito se encuentra en la zona centro de la ciudad. Limita con el río Bernesga y con la calle Ordoño II, arteria comercial de la ciudad. Como sucede en las zonas centro de las ciudades europeas, su densidad es considerable, por lo que su importancia dentro del estudio es elevada.

❖ **Distrito 2**

El distrito 2 al igual que el 1, se encuentra en la zona centro. Es el núcleo más antiguo y su densidad es elevada. Es una zona eminentemente residencial y comercial, concentrando además un número importante de edificios administrativos.

❖ **Distrito 3**

Se localiza al norte de la ciudad y engloba numerosos barrios como Eras de Renueva, la Inmaculada y la Asunción. Algunas de estas zonas son de reciente construcción y su proyección en cuanto a expansión urbanística sigue latente.

❖ **Distrito 4**

Concentra una gran parte de los residentes de la ciudad, además de albergar la zona de la Universidad de León. Su morfología urbana es diversa ya que engloba varias zonas realizadas en diferentes etapas.

❖ **Distrito 5**

Engloba grandes zonas residenciales como el Polígono X y El Ejido. Además, limita con la zona peatonal de la ciudad y se extiende hasta el río Torío.

❖ **Distrito 6**

Es un distrito que cuenta con barrios muy jóvenes, como la Lastra, con un gran proyecto de expansión, mermado por la situación actual de crisis en la construcción. También encontramos barrios como San Claudio y la Chantría.

❖ **Distrito 7**

Es una zona localizada al oeste de la ciudad, cruzando el río Bernesga. Su integración es notablemente mayor gracias a las obras realizadas en la estación de ferrocarril que han eliminado la cicatriz que separaba este distrito del resto de la ciudad.

❖ **Distrito 8**

Está formado por el barrio de Puente Castro; es el menos poblado de la ciudad. Su carácter particular de pequeña villa sigue presente en sus construcciones.

❖ **Distrito 9**

En dicho distrito se encuentra Armunia, Oteruelo de la Valdoncina y Trobajo del Cerecedo. En este distrito el paso de las vías del tren sigue siendo un problema para la integración de parte del barrio.

❖ **Distrito 10**

La zona comprende desde el centro de la ciudad hasta el encuentro con la Ronda Este. La creación de la Ronda interior ha evitado el paso de vehículos por el interior de los barrios, aunque dicha labor aún está incompleta.

❖ **Distrito 11**

En este distrito englobamos la zona peatonal de la ciudad, quedando unidos el barrio Húmedo y el barrio de Santa Marina. Dicho distrito se encuentra flanqueado por la Muralla Legionaria, con sus característicos cubos. Aquí localizamos la mayoría de los monumentos de la ciudad, como la Catedral, el Palacio de los Guzmanes y la Basílica de San Isidoro, entre otros.

A continuación, se adjunta una tabla en la que se hace referencia a la superficie de cada uno de los distritos, así como la población y la presencia de focos ruidosos en los mismos.

Distrito	km²	nº habitantes	Presencia de foco ruidoso
1	0,312	5.255	C
2	0,517	10.004	C
3	6,967	27.406	C , T
4	2,141	17.272	C , T
5	0,736	10.977	C
6	2,261	18.540	C
7	3,199	19.260	C , T
8	8,028	2.935	C
9	12,431	4.016	C , T , I
10	1,967	9.108	C
11	0,444	5.111	P
Total	**39,003**	**129.884**	**C , T , I , P**

- Tráfico viario – C
- Tráfico ferroviario – T
- Ruido industrial – I
- Ruido debido a otros focos: (zona peatonal – P)

Tabla 1: Distribución por distritos de la ciudad de León.

2. Autoridad responsable

La autoridad responsable de la elaboración y aprobación del Mapa Estratégico de Ruido, así como de la presentación ante las administraciones públicas, a nivel autonómico y nacional, es el Excmo. Ayuntamiento de León. En concreto, es la Concejalía de Urbanismo y Medio Ambiente la que dispone de las competencias en materia de ruido.

Dicho mapa será trasladado posteriormente a la Comisión Europea con la finalidad de comparar las magnitudes de la contaminación acústica en diferentes zonas bajo una metodología de evaluación común.

El estudio ha sido elaborado por el Laboratorio de Acústica Aplicada de la Universidad de León, de acuerdo con el convenio suscrito al efecto entre el Excmo. Ayuntamiento de León y la Universidad de León.

En la presente Memoria se desarrolla de manera resumida el proyecto y resultados de la actualización del Mapa Estratégico de Ruido de la ciudad de León.

La Directiva Europea 2002/49/CE, de 25 de junio de 2002, sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental, y en su transposición la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido; insta a las autoridades competentes a realizar revisiones y en su caso modificaciones de los Mapas Estratégicos de Ruido cada 5 años sobre la situación del año anterior.

El Mapa Estratégico de Ruido es una herramienta para la mejora de la calidad de vida y bienestar de la ciudadanía. Permite evaluar y predecir la exposición a la contaminación acústica de determinada zona, y/o determinada población, de manera que las autoridades competentes puedan adoptar planes de acción que prevengan y reduzcan el ruido ambiental. Paralelamente pretende poner a disposición de la ciudadanía información sobre el ruido ambiental y sus efectos.

El objeto último es la *prevención, vigilancia y reducción de la contaminación acústica a fin de evitar daños para la salud, los bienes y el medio ambiente.*

3. Programas de lucha contra el ruido ejecutados en el pasado y medidas vigentes

3.1. Programas ejecutados en el pasado

La primera directriz referente al ruido de la ciudad de León data del año 1990, en la Ordenanza Municipal sobre Protección del Medio Ambiente contra la emisión de Ruidos y Vibraciones. Siendo ésta anterior, por lo tanto, al Libro Verde de la Comisión Europea del año 1996. Ambos textos pretenden contribuir a la visibilización del problema que supone la contaminación acústica y su consecuente reducción por medio de políticas medioambientales.

En el año 1990, el Ayuntamiento de León firma un convenio con el Laboratorio de Acústica Aplicada de la Universidad de León (ULE) para estudiar en profundidad la contaminación acústica en la ciudad. En 1993, el Ayuntamiento encargará a la ULE la elaboración de un Mapa Acústico de León, realizado por un equipo investigador a cargo del Prof. Dr. Eduardo García Ortiz, del Departamento de Química y Física Aplicadas de la Universidad de León.

En 1996 la Ordenanza anterior queda derogada por la nueva Ordenanza Municipal sobre Protección del Medio Ambiente contra la emisión de Ruidos y Vibraciones, a partir de la regulación en materia de ruido por parte de la Comunidad de Castilla y León, Ley 5/1993 de Actividades Clasificadas.

Desde este momento se han sucedido numerosos estudios encargados por el Ayuntamiento de León al equipo del Prof. García Ortiz, como la verificación de aislamientos acústicos o el control de limitadores acústicos en diversos establecimientos de la ciudad.

Con el objetivo de diagnosticar la contaminación acústica existente, evaluar la distribución del ruido en el espacio y en el tiempo, determinar las zonas de la ciudad más expuestas, la contribución de las distintas fuentes a los niveles sonoros y como herramienta para las posteriores planificaciones urbanísticas, en el año 2000 se realiza una actualización del Mapa de Ruido de la ciudad de León.

A partir de los resultados y conclusiones obtenidos de dichos mapas el Ayuntamiento de León encargó un nuevo estudio al Laboratorio de Acústica Aplicada de la ULE, en el año 2001, para la realización de un “Mapa de Condiciones Acústicas de los Locales de Ocio Nocturno”.

En el año 2003, definitivamente editada en 2005, entra en vigor la nueva Ordenanza Municipal sobre Protección del Medio Ambiente contra la emisión de Ruidos y Vibraciones. En ésta, se valora la posibilidad de implantar una Zona Acústicamente Saturada (ZAS). En ese último año, se realizó un nuevo convenio para el Estudio sobre Implantación de una ZAS en el “Casco Antiguo” de la Ciudad de León, declarando efectivamente una serie de calles como ZAS.

En el año 2009 se aprueba la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León, en la que se modifican los niveles sonoros requeridos para declarar una ZAS.

A partir de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, por el que se insta a las aglomeraciones de más de 250.000 habitantes a realizar Mapas Estratégicos de Ruido en 2007 (1ª fase), el Ayuntamiento de León encarga al Laboratorio de Acústica Aplicada la realización de un avance del Mapa en el distrito 2.

En 2012, los Mapas Estratégicos de Ruido son requeridos para las aglomeraciones de más de 100.000 habitantes, en el que cabe el municipio de León. Este Mapa es realizado con los datos de 2011, y presentado en mayo de 2012.

El año siguiente, en 2013, se entrega al Ayuntamiento de León para su posterior traslado al MAGRAMA el Plan de Acción contra el Ruido de la Ciudad de León, en base a los resultados obtenidos en el Mapa Estratégico de Ruido para la consecución de los objetivos de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación acústica.

3.2. Medidas vigentes

Partiendo de los estudios y acciones que se han llevado a cabo a lo largo del tiempo por el Ayuntamiento de León, detalladas en el apartado *Contaminación acústica en la ciudad de León*, en la actualidad se mantienen vigentes las siguientes medidas:

- Informes técnicos sobre la verificación de cumplimiento de las condiciones acústicas de los locales musicales, en lo relativo al aislamiento a ruido aéreo y vibraciones.
- Exigencia de instalaciones de limitadores acústicos en establecimientos con licencia musical del municipio de León, y control de la emisión sonora de los mismos.

- Medidas referentes al aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto, así como la medición de la transmisión de ruido y vibraciones, con el fin de garantizar el cumplimiento de las exigencias derivadas de la normativa local y autonómica vigente.
- Aplicación de las normas y restricciones derivadas de la declaración de Zona Acústicamente Saturada (ZAS) en una parte localizada del distrito 11.

En los últimos años se ha procedido a modificaciones en las infraestructuras de la ciudad que repercuten positivamente en la contaminación acústica. Algunas de estas acciones son:

- Aumento de la fluidez del tráfico en la ronda este a partir de la modificación de las glorietas de Hospitales y la Granja.
- Proyecto de ronda interior para la ciudad de León.
- Nuevas zonas con limitación de velocidad a 30 km/h.
- Promoción y sensibilización en materia de movilidad sostenible.
- Apertura y consolidación de nuevos viales para agilizar el tráfico rodado, así como generar nuevas conexiones.

4. Metodología de Estudio

4.1. Indicadores de Ruido

Para la elaboración del Mapa Estratégico de Ruido tomaremos en cuenta los siguientes índices a evaluar, señalados desde la Directiva 2002/49/CE y reflejados en el *Anexo I. Índices de ruido* en el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre. Dichos índices son requeridos en las *Instrucciones para la entrega de los datos asociados a los mapas estratégicos de ruido. Aglomeraciones.*

1.- Índice de ruido día-tarde-noche, L_{den}.

Este índice evalúa la molestia global, y se determina mediante la expresión:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right)$$

Donde:

- L_d (L_{day}) es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.
- L_e ($L_{evening}$) es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

- L_n (L_{night}) es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En todos los casos un año corresponde al año considerado para la emisión de sonido y un año medio por lo que se refiere a las circunstancias meteorológicas. Además, no se considera el sonido reflejado en la fachada de una determinada vivienda, solamente el sonido incidente. Así mismo, la altura que se ha considerado del punto de evaluación de los índices de ruido es de 4,0 m ± 0,2 m.

4.2. Periodos Temporales

Respecto a los períodos temporales considerados, se establecen unos valores de comienzo y fin de los distintos períodos. Según el Anexo I. Índices de ruido del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, los periodos horarios pueden ser modificados por la administración competente de manera que se reduzca el período tarde en una o dos horas y, como consecuencia, alargar los períodos día y/o noche, siempre que dicha decisión se aplique a todas las fuentes; además ésta debe de quedar reflejada en el índice L_{den}.

En la ciudad de León se han modificado los periodos horarios, ya que, en general, en el sur de Europa las actividades diurnas comienzan a partir de las 08:00 horas, y, como consecuencia, el tramo horario de tarde comienza después; dicho tramo se reduce en 1 hora debido a este cambio, y el nocturno se alarga. Este nuevo horario responde de manera más óptima al ciclo horario de la ciudad.

Período	Horario		Modificación horario	
Día	12 horas	07:00-19:00	12 horas	08:00-20:00
Tarde	4 horas	19:00-23:00	3 horas	20:00-23:00
Noche	8 horas	23:00-07:00	9 horas	23:00-08:00

Tabla 02. Periodos temporales

De esta manera, la expresión L_{den} quedaría de la siguiente manera:

$$L_{den} = 10\lg\frac{1}{24}\left(12*10^{\frac{L_{day}}{10}} + 3*10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 9*10^{\frac{L_{night}+10}{10}}\right)$$

4.3. Software utilizado

La normativa que debemos aplicar nos apunta que para la realización de los Mapas Estratégicos de Ruido se tendrá que utilizar un software de predicción, donde se permita la modelación de las fuentes de ruido, así como de los obstáculos, ya que dichos programas son capaces de predecir una distribución de niveles generados por las diversas fuentes de ruido y poder realizar un estudio a largo plazo.

Para la realización Mapa Estratégico de Ruido de la ciudad de León se ha empleado el software de simulación Cadna A que es una herramienta del paquete CADNA (Computer Aided design Noise Abatement), desarrollado por Datakustic.

Cadna A es un programa para el cálculo y presentación de niveles de ruido ambiental, así como de predicción y asesoramiento en relación con la contaminación acústica, que permite simular el ambiente acústico de una zona determinada una vez caracterizadas las fuentes y el entorno. Dicha evaluación nos permite dar respuesta a los requisitos que establece la normativa actual, en cuanto a contaminación acústica en la ciudad de León.

Una vez realizados los cálculos, se han extrapolado los resultados a sistemas de información geográfica (SIG), donde se ha utilizado el programa ArcView. Es un software para visualizar, crear y gestionar información geográfica. Nos permite explorar y analizar los datos según parámetros y relaciones que presenta nuestra información, teniendo como resultado nuevas capas de información, mapas y nuevas bases de datos.

4.4. Métodos de cálculo

- *Método de cálculo de carreteras.*

La norma utilizada será el modelo de cálculo NMPB'96 *French national computation method for the propagation of road traffic Noise. XPS-31-133.*

Para la emisión se utilizaron las recomendaciones de la 2003/13/EC "Guidelines on the revised interim computation methods for industrial noise, aircraft noise, road traffic noise and railway noise, and related emission data".

- *Método de cálculo de industria*

La norma utilizada será la norma ISO 9613-2: «Acoustics – Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation»

- *Método de cálculo de ferrocarriles.*

La norma utilizada será el modelo de cálculo de los Países Bajos (Holanda) de previsión de ruido generado por ferrocarriles, SRM II (20 de noviembre de 1996).

5. Resultados

5.1. Mapas de niveles sonoros

La Secretaría de Estado de Medio Ambiente, ha puesto a disposición de las autoridades competentes el documento “Instrucciones para la Entrega de los Datos Asociados a los Mapas Estratégicos de Ruido y Planes de Acción de la Tercera Fase”, de abril de 2015.

En el documento citado, el Ministerio ha definido unos formatos de entrega, tanto para los Mapas Estratégicos de Ruido como para los Planes de Acción, y su información asociada. Así mismo, define Unidad de Mapa Estratégico (UME) como *el elemento constituido por la aglomeración o por una carretera, ferrocarril o aeropuerto que, a efectos de cálculo de la población expuesta, área afectada y demás información requerida por la Directiva 2002/49/CE, constituye una unidad independiente*. De modo que en el caso que nos compete la UME será el municipio de León.

En lo que se refiere a la propia representación gráfica de los mapas sonoros, *la Comisión Europea no ha establecido formatos para la representación gráfica de los mapas estratégicos de ruido. Los planos correspondientes a un Mapa Estratégico de ruido deben contener información sobre los niveles de ruido evaluados para cada uno de los indicadores y focos.*

Los mapas de niveles sonoros son mapas de isófonas, es decir, líneas unidas que comprenden un área determinada en la cual los niveles sonoros tienen un valor constante dentro de un rango definido.

La representación del rango de niveles, y sus colores asociados, queda establecido por la Comisión Europea de la siguiente forma, variando en el periodo noche:

Periodo día, tarde (dBA) y 24 horas (dB)	Periodo noche (dBA)
<55,0	<50,0
55,0-60,0	50,0-55,0
60,0-65,0	55,0-60,0
65,0-70,0	60,0-65,0
70,0-75,0	65,0-70,0
≥75,0	≥70,0

Imagen 3: Rango de niveles sonoros.

Cada foco, así como cada indicador o cada periodo horario, tienen un mapa de isófonas asociado. La escala de representación gráfica utilizada ha sido 1/5.000, quedando dividido el mapa en 30 minutas, correspondiente cada una de ellas a una superficie de 2,210 km^2 (1,289 km x 1,715 km).

A partir de los mapas de isófonas, y mediante cálculos con el programa de información geográfica, se obtienen las superficies expuestas en km^2 a los diferentes niveles de ruido establecidos los rangos anteriores, para cada foco y periodo del día.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en forma de tablas y gráficos para un amplio análisis de la contaminación acústica en León.

Ya que la superficie del municipio de León no ha variado desde el Mapa Estratégico de Ruido de 2012, aunque ha habido pequeñas variaciones en determinados focos ruidosos, como es el caso del ruido ferroviario, se ha confeccionado el mismo número de planos para posibilitar una comparación detallada.

Los mapas desarrollados debido a otros focos ruidosos (zona peatonal) se presentan en forma de anexo, aunque su contribución se contempla en el total de los niveles de inmisión y de población expuesta.

Por tanto, la distribución de planos entregados, con un total de 336:

Índice	**Foco ruidoso**				
	Viario	Ferroviario	Industria	Total	Otros: Zona peatonal
L_{den}	30	12	3	30	4
L_d	30	12	3	30	4
L_e	30	12	3	30	4
L_n	30	12	3	30	4
Mapas resumen	4	4	4	4	4
TOTAL	**124**	**52**	**16**	**124**	**20**
TOTAL PLANOS A ENTREGAR					**336**

Tabla 2: Número de planos a entregar según distribución de minutas.

5.2. Datos de población expuesta

En base a la Directiva Europea 2002/49/CE, el Ministerio exige el cálculo de la población que reside en las viviendas expuestas a cada uno de los rangos de valores para los indicadores L_d, L_e, L_n y L_{den}, para todos los focos ruidos

(viario, ferroviario, industrial, aéreo y total). El cálculo se realiza a 4 metros sobre el suelo y en la fachada más expuesta.

Este cálculo es posible mediante el cruce de datos en el programa de información geográfica ArcGIS, a partir de los datos de población residente (censo en cada edificio) y los receptores en fachada, obteniendo el número de personas expuestas a determinado foco ruidoso en centenas.

En las siguientes tablas y gráficos se detalla la población expuesta del municipio de León a los diferentes tipos de ruido y periodos horarios. Para una correcta comparación es necesario tener en cuenta el descenso de la población residente censada en 2016 con la de respecto 2012.

5.2.1 Foco ruidoso: tráfico viario

L_{day}

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	49.213	492	37,9
55,0-59,9	18.979	190	14,6
60,0-64,9	35.018	350	27,0
65,0-69,9	23.880	239	18,4
70,0-74,9	2.794	28	2,2
≥75,0	1	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

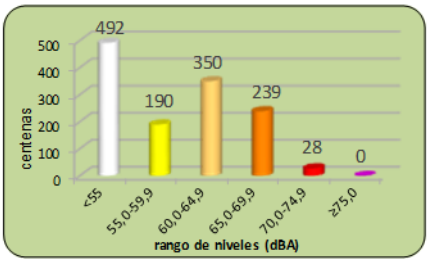

Tabla 3: Población expuesta a niveles de L_{day} - tráfico viario.

$L_{evening}$

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	50.101	501	38,6
55,0-59,9	18.937	189	14,6
60,0-64,9	38.377	384	29,5
65,0-69,9	21.317	213	16,4
70,0-74,9	1.153	12	0,9
≥75,0	0	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

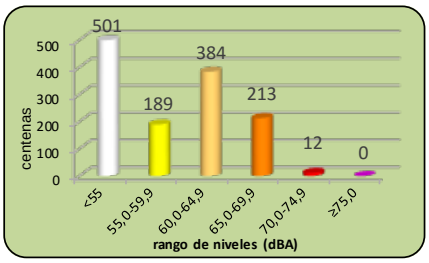

Tabla 4: Población expuesta a niveles de $L_{evening}$ - tráfico viario.

L_{night}

dBA	Nº personas	Centenas	%
< 50	55.511	555	42,7
50 - 54,9	32.629	326	25,1
55 -59,9	30.933	309	23,8
60 - 64,9	10.114	101	7,8
65 - 69,9	689	7	0,5
≥ 70	7	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

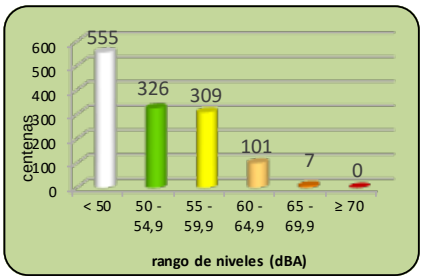

Tabla 5: Población expuesta a niveles de L_{night} - tráfico viario.

L_{den}

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	40.696	407	31,3
55,0-59,9	18.233	182	14,0
60,0-64,9	34.240	342	26,4
65,0-69,9	29.204	292	22,5
70,0-74,9	7.378	74	5,7
≥75,0	133	1	0,1
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

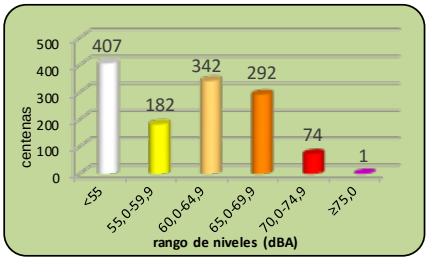

Tabla 6: Población expuesta a niveles de L_{den} - tráfico viario.

A partir del análisis de la población expuesta a ruido producido por el tráfico viario, se puede observar la poca variación en los resultados obtenidos para el periodo día y tarde, siendo mayores las exposiciones para el L_{day}. En concreto para este periodo, hay 49.213 personas expuestas a niveles inferiores de 55 dBA, un 37,9% de la población total, mientras que para el $L_{evening}$ la exposición en el mismo intervalo es del 38,6%. Para el periodo día y el periodo tarde, la exposición por encima de 65 dBA es de 26.675 y 22.470 personas, respectivamente. Cabe señalar el valor obtenido en el intervalo de 60 a 65 dBA en el que hay un 27% de la población expuesta durante las horas del periodo día y un 29,5% de la población expuesta en el periodo tarde.

Durante la noche, una vez más, se reducen los valores de población expuesta en los rangos estipulados, en parte debidos a la disminución en 5 dBA de éstos, y lógicamente al mayor tráfico viario en las horas diurnas. Se observa un 42,7% de la población expuesta a niveles por debajo de 50 dBA, lo que supone 55.511 personas. Por encima de 55 dBA hay 41.743 personas expuestas, un 32.1% de la población total del municipio.

5.2.2 Foco ruidoso: tráfico ferroviario

L_{day}

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	129.884	1.299	100,0
55,0-59,9	0	0	0,0
60,0-64,9	0	0	0,0
65,0-69,9	0	0	0,0
70,0-74,9	0	0	0,0
≥75,0	0	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

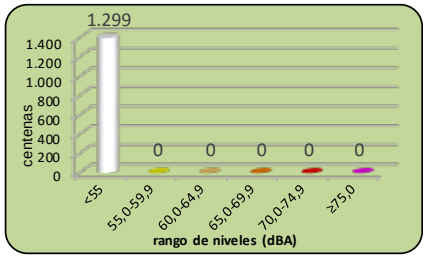

Tabla 7: Población expuesta a niveles de L_{day} - tráfico ferroviario.

$L_{evening}$

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	129.880	1.299	100,0
55,0-59,9	4	0	0,0
60,0-64,9	0	0	0,0
65,0-69,9	0	0	0,0
70,0-74,9	0	0	0,0
≥75,0	0	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

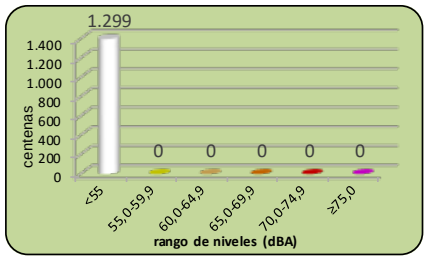

Tabla 8: Población expuesta a niveles de $L_{evening}$ - tráfico ferroviario.

L_{night}

dBA	Nº personas	Centenas	%
< 50	129.876	1.299	100,0
50 - 54,9	8	0	0,0
55 -59,9	0	0	0,0
60 - 64,9	0	0	0,0
65 - 69,9	0	0	0,0
≥ 70	0	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

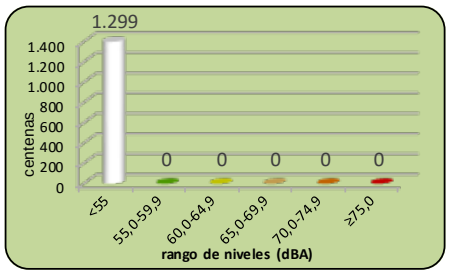

Tabla 9: Población expuesta a niveles de L_{night} - tráfico ferroviario.

L_{den}

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	129.876	1.299	100,0
55,0-59,9	4	0	0,0
60,0-64,9	4	0	0,0
65,0-69,9	0	0	0,0
70,0-74,9	0	0	0,0
≥75,0	0	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

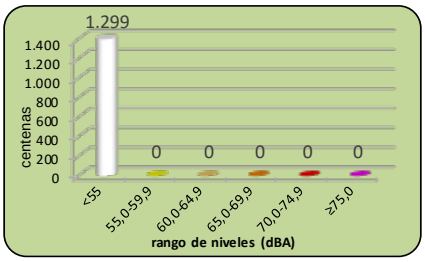

Tabla 10: Población expuesta a niveles de L_{den} - tráfico ferroviario.

Para el tráfico ferroviario, observamos que la población expuesta a este foco es despreciable respecto al total del municipio. Debido al escaso tráfico de trenes, la amplitud y la apertura de los espacios en los terrenos colindantes a las vías del tren, los niveles sonoros de inmisión no resultan un problema acústico.

5.2.3 Foco ruidoso: industria

L_{day}

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	129.863	1.299	100,0
55,0-59,9	21	0	0,0
60,0-64,9	0	0	0,0
65,0-69,9	0	0	0,0
70,0-74,9	0	0	0,0
≥75,0	0	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

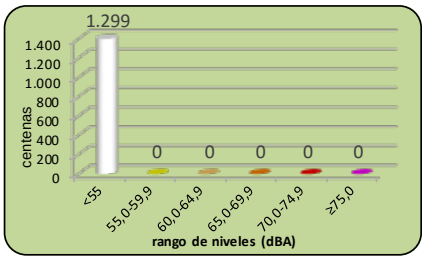

Tabla 11: Población expuesta a niveles de L_{day} - ruido industrial.

$L_{evening}$

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	129.863	1.299	100,0
55,0-59,9	21	0	0,0
60,0-64,9	0	0	0,0
65,0-69,9	0	0	0,0
70,0-74,9	0	0	0,0
≥75,0	0	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

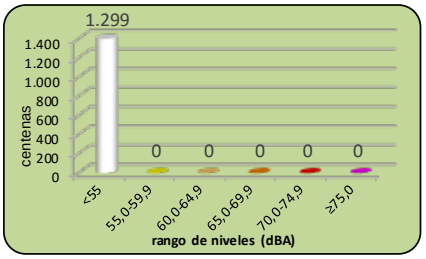

Tabla 12: Población expuesta a niveles de $L_{evening}$ - ruido industrial.

L_{night}

dBA	Nº personas	Centenas	%
< 50	129.793	1.298	99,9
50 - 54,9	72	1	0,1
55 -59,9	19	0	0,0
60 - 64,9	0	0	0,0
65 - 69,9	0	0	0,0
≥ 70	0	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

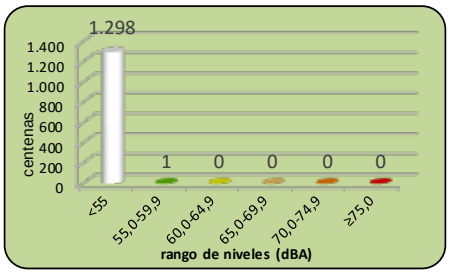

Tabla 13: Población expuesta a niveles de L_{night} - ruido industrial.

L_{den}

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	129.769	1.298	99,9
55,0-59,9	69	1	0,1
60,0-64,9	46	0	0,0
65,0-69,9	0	0	0,0
70,0-74,9	0	0	0,0
≥75,0	0	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

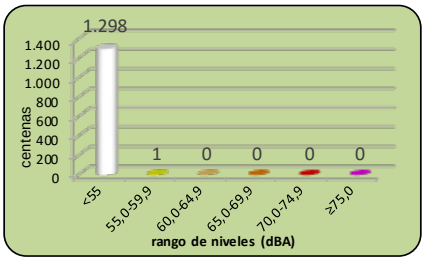

Tabla 14: Población expuesta a niveles de L_{den} - ruido industrial.

Como en el caso anterior, el porcentaje de población expuesta al ruido procedente de la actividad industrial es despreciable. Encontramos 21 personas expuestas a niveles entre 55 y 60 dBA para los periodos de día y tarde, 91 en el rango entre 50 y 60 dBA durante la noche y un total de 115 personas expuestas para el indicador L_{den} en el intervalo entre 55 y 65 dBA.

Como hemos comentado este hecho se debe al limitado número de plantas industriales en el municipio y la escasa presencia de edificaciones residenciales en sus alrededores.

5.2.4 Otros focos: zona peatonal

L_{day}

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	129.117	1.291	99,4
55,0-59,9	709	7	0,5
60,0-64,9	59	1	0,0
65,0-69,9	0	0	0,0
70,0-74,9	0	0	0,0
≥75,0	0	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

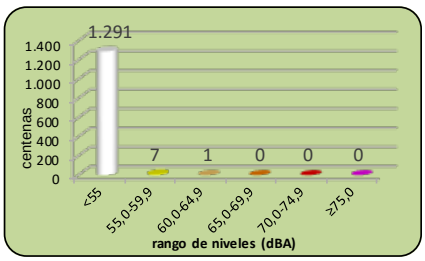

Tabla 15: Población expuesta a niveles de L_{day} - otros focos: zona peatonal.

$L_{evening}$

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	129.186	1.292	99,5
55,0-59,9	582	6	0,4
60,0-64,9	117	1	0,1
65,0-69,9	0	0	0,0
70,0-74,9	0	0	0,0
≥75,0	0	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

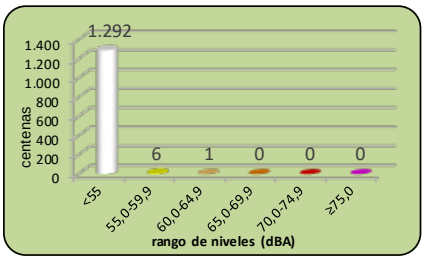

Tabla 16: Población expuesta a niveles de $L_{evening}$ - otros focos: zona peatonal.

L_{night}

dBA	Nº personas	Centenas	%
< 50	128.331	1.283	98,8
50 - 54,9	868	9	0,7
55 -59,9	526	5	0,4
60 - 64,9	159	2	0,1
65 - 69,9	0	0	0,0
≥ 70	0	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

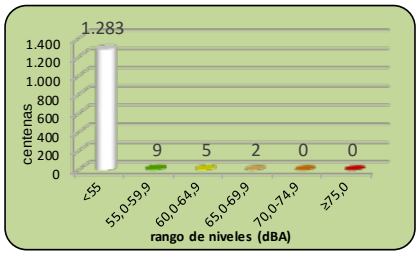

Tabla 17: Población expuesta a niveles de L_{night} - otros focos: zona peatonal.

L_{den}

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	127.611	1.276	98,3
55,0-59,9	1.332	13	1,0
60,0-64,9	631	6	0,5
65,0-69,9	310	3	0,2
70,0-74,9	0	0	0,0
≥75,0	0	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

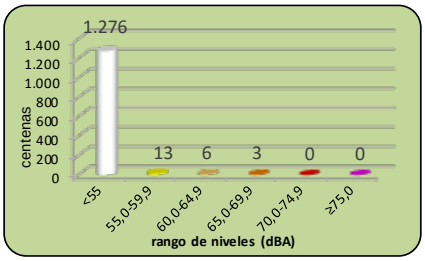

Tabla 18: Población expuesta a niveles de L_{den} - otros focos: zona peatonal.

El número de personas afectadas por la contaminación acústica en la zona peatonal no es elevado comparado con la totalidad del municipio. Las relaciones son diferentes si se representa el porcentaje en función de la población residente en este distrito, 5111 personas. Estos cálculos se detallarán en posteriores apartados.

En las presentes tablas se observa como la afección aumenta en el periodo noche, y por supuesto, para los valores del índice L_{den}.

Cabe destacar que, aunque ha disminuido el número de personas afectadas respecto a 2012, el porcentaje de población expuesta se mantiene constante, ya que también ha disminuido la población residente.

5.2.5 Ruido total

L_{day}

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	48.381,87	484	37,3
55,0-59,9	19.726,82	197	15,2
60,0-64,9	35.114,16	351	27,0
65,0-69,9	23.866,92	239	18,4
70,0-74,9	2.793,59	28	2,2
≥75,0	0,63	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

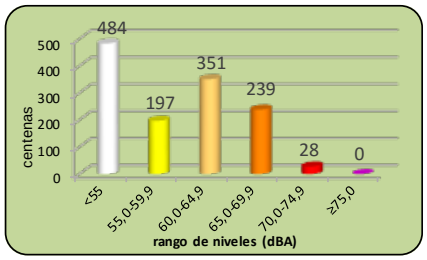

Tabla 19: Población expuesta a niveles de L_{day} - ruido total.

$L_{evening}$

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	49.246	492	37,9
55,0-59,9	19.620	196	15,1
60,0-64,9	38.505	385	29,6
65,0-69,9	21.317	213	16,4
70,0-74,9	1.153	12	0,9
≥75,0	43	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

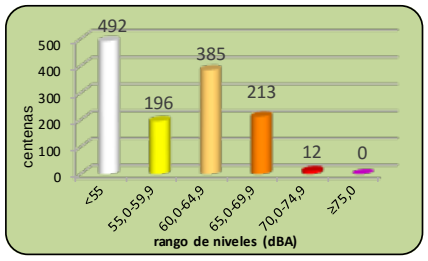

Tabla 20: Población expuesta a niveles de $L_{evening}$ - ruido total.

L_{night}

dBA	Nº personas	Centenas	%
< 50	53.937	539	41,5
50 - 54,9	33.498	335	25,8
55 -59,9	31.471	315	24,2
60 - 64,9	10.283	103	7,9
65 - 69,9	689	7	0,5
≥ 70	7	0	0,0
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

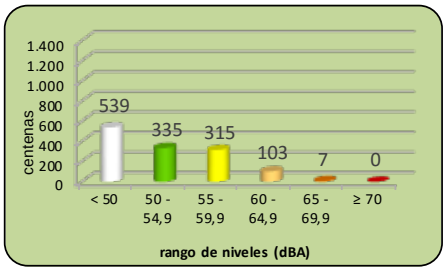

Tabla 21: Población expuesta a niveles de L_{night} - ruido total.

L_{den}

dBA	Nº personas	Centenas	%
<55	38.424	384	29,6
55,0-59,9	19.487	195	15,0
60,0-64,9	34.958	350	26,9
65,0-69,9	29.513	295	22,7
70,0-74,9	7.369	74	5,7
≥75,0	133	1	0,1
Total	**129.884**	**1.299**	100,0

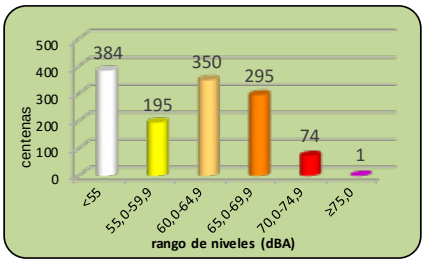

Tabla 22: Población expuesta a niveles de L_{den} - ruido total.

Respecto la exposición de la población al ruido total, una vez más, para los índices de L_{day} y $L_{evening}$ se obtienen valores bastante similares, siendo menor el número de personas expuestas a los valores altos para $L_{evening}$. Un 37,3% y un 37,9% del total de la población se encuentran expuestos a niveles inferiores a los 55 dBA, durante el día y la tarde respectivamente.

Durante el periodo noche, una vez más, los niveles de exposición y las personas afectadas por éstos disminuyen. El foco que más contribuye en el ruido total es el tráfico viario, y resulta evidente que durante la noche este disminuye su emisión notablemente. De modo que, el 41,5% de la población se encuentra afectada por niveles menores de 50 dBA, un 50% en niveles entre 50 dBA y 60 dBA y un 8,4% se encuentra expuesto a niveles superiores a los 60 dBA.

Cabe señalar que durante los periodos día, tarde y noche no hay ninguna centena de la población expuesta a niveles superiores a 75 dBA.

Para el índice de evaluación L_{den}, debido a las penalizaciones, los valores varían notablemente aumentando las exposiciones. Solo un 29,6% de la población está afectada por niveles inferiores a los 55 dBA, mientras que un 28,4% se sitúa entre los 65 dBA y los 75 dBA y 133 personas, el 0,1% de la población sufre una exposición por encima de los 75 dBA.

6. Conclusiones

Como queda definido en la Directiva Europea 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental un Mapa Estratégico de Ruido (MER) es "*un mapa de ruido diseñado para poder evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, debido a la existencia de distintas fuentes de ruido, o para poder realizar predicciones globales para dicha zona*".

De modo que la realización de un Mapa Estratégico de Ruido en determinada zona, en nuestro caso el municipio de León, tiene como fin servir de herramienta para diagnosticar la afección que provocan los diversos focos ruidosos sobre el territorio y por tanto sobre las personas que en él habitan.

En el presente estudio se han detallado de manera íntegra los resultados obtenidos mediante diferentes gráficas y tablas. Además, se dispone de los numerosos mapas que de forma útil y visual muestran cualitativamente las zonas de afección para los distintos focos y periodos, en cada distrito del municipio.

A partir de dicho diagnóstico las autoridades competentes deberán estudiar y promover las medidas preventivas y correctoras necesarias para asegurar la mejora constante de la calidad acústica. El Mapa Estratégico de Ruido será el material de partida para la realización del Plan de Acción.

A modo de resumen se exponen las siguientes conclusiones sobre los resultados:

- ✓ *Respecto al tráfico viario, durante el periodo día y tarde los valores obtenidos de superficies de exposición son similares. Casi el 60% de la superficie del municipio tiene unos niveles sonoros de inmisión menores de 55 dBA, lo que se traduce en aproximadamente, 49.000 y 50.000 personas expuestas en periodo día y tarde respectivamente.*

  Durante la noche la superficie expuesta a niveles inferiores a los 50 dBA, se reduce al 55% del total del municipio, 55.511 personas expuestas a dichos niveles.

- ✓ *En cuanto a la contaminación acústica producida por el tráfico ferroviario y el ruido industrial, resulta despreciable tanto a nivel de superficie afectada como de población expuesta.*

- ✓ *Como se ha señalado, en el análisis de otros focos se ha estudiado la afección de la zona peatonal. Si bien los resultados de la superficie afectada y la población expuesta a determinados niveles sonoros en esta zona muestran una influencia muy baja comparados con el municipio total, el estudio detallado respecto al propio distrito muestra el problema acústico que sufre la población en dicha zona debido a las diversas actividades que se llevan a cabo. El principal foco de conflicto en el distrito son los ruidos derivados de los locales musicales y el ocio nocturno.*

- ✓ *Teniendo en cuenta los valores numéricos de los indicadores temporales L_{day}, $L_{evening}$, L_{night} y L_{den} de los Objetivos de Calidad Acústica, hay un 20,5 % de la población expuesta a niveles superiores al límite durante el periodo día, un 17,3% durante la tarde y un 32,7% durante la noche.*

✓ *El Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/3003, de 17 de noviembre, marca unos Objetivos de Calidad Acústica más restrictivos para las zonas con predominio de uso sanitario, docente y cultural que en el caso de zonas residenciales.*

El 58% de los centros docentes no cumple los objetivos indicados en el Real Decreto en al menos uno de los periodos horarios. En el caso de centros sanitarios, siete de los once sujetos a estudio no están dentro de los Objetivos de Calidad Acústica.

✓ *Como es lógico, las vías más ruidosas son los principales conectores dentro de la ciudad y la circunvalación que rodea el municipio. Señalar que en su mayoría el ruido total se debe a la aportación del tráfico viario, siendo este el principal foco ruidoso del se derivan las molestias del ruido en la mayoría del municipio, a excepción de la zona peatonal.*

✓ *En cuanto al análisis de la población expuesta a ruido total respecto al municipio, el distrito con más personas afectadas durante el periodo día es el 3, residiendo en él el 4,3% de la población expuesta a niveles superiores a los 65 dBA. Le siguen el distrito 6 y el 2. Mientras que los que menos personas expuestas presentan durante el día al mismo nivel son el distrito 8, por su morfología urbana y el distrito 11 ya que no está afectado por el tráfico viario. Durante el periodo tarde la exposición por distritos se distribuye de la misma manera.*

En el periodo nocturno y por orden de población expuesta, el distrito 6, 3 y 2 presentan los mayores porcentajes respecto al total del municipio.

✓ *Realizando el análisis de la población expuesta a los intervalos de niveles sonoros que marcan los Objetivos de Calidad Acústica en relación al porcentaje afectado dentro de cada distrito, el distrito con mayor población afectada durante el día a niveles superiores al límite es el 2 seguido del 1. Ambos distritos están comprendidos en la zona centro de la ciudad. Durante el periodo tarde la exposición sigue la misma distribución.*

Los porcentajes de población expuesta a niveles superiores al valor límite aumentan por la noche; por tanto, se da un menor cumplimiento de los Objetivos de Calidad Acústica. Cabe destacar que, en este periodo temporal, el distrito 11 presenta porcentajes elevados aun siendo una zona sin tráfico viario. Un 21.5 % de su población está expuesta a niveles sonoros superiores a 55 dBA.

✓ *Finalmente, realizada una comparación de los datos correspondientes a la presente actualización del Mapa Estratégico frente a los del Mapa de 2012, se observa una disminución apreciable tanto en la superficie como en el porcentaje de población expuesta a niveles sonoros superiores a los objetivos de calidad acústica.*

León, junio de 2017