

Ayuntamiento de Badajoz

Tomo IX: Memoria Resumen.

***Suministro de equipos supervisión de ruido,
implantación de red de monitorización sobre
contaminación acústica y ejecución de
mapas de ruido actualizados en el T.M. de
Badajoz.***

Expediente 736/2010

Mayo 2011



Índice

1.-	Introducción	4
2.-	Normativa y publicaciones de referencia	5
3.-	Descripción de la aglomeración	5
3.1.-	Información general	5
3.2.-	Criterios de selección	8
4.-	Autoridad responsable	10
5.-	Programas de lucha contra el ruido ejecutados y medidas vigentes	11
6.-	Métodos de medición y cálculos empleados	11
6.1.-	Metodología de medición	11
6.2.-	Metodología de cálculo	12
6.3.-	Herramienta software para cálculo predictivo	14
6.3.1.-	Tratamiento de la información relativa al modelo	14
7.-	Influencia de las distintas fuentes de ruido sobre la población expuesta. L_{DEN}	19
7.1.-	Fuente de ruido: Tráfico rodado	20
7.1.1.-	Contribución de los grandes ejes viarios. L_{DEN}	20
7.2.-	Fuente de ruido industrial y terciaria	22
7.3.-	Fuente de ruido: Tráfico ferroviario	23
7.4.-	Aspectos a destacar sobre el indicador L_{DEN}	23
8.-	Influencia de las distintas fuentes de ruido sobre la población expuesta. L_n	24
8.1.1.-	Contribución de los grandes ejes viarios. L_n	25
8.2.-	Aspectos a destacar sobre el indicador L_n	27
9.-	Descripción resumen del Plan de Acción	28
9.1.-	Implantación y fases de los planes de acción del término municipal de Badajoz	28
9.2.-	Pautas de carácter general	29
9.2.1.-	Implantación de un Sistema de Gestión Municipal del Ruido	29
9.2.2.-	Acciones formativas e informativas: sensibilización ciudadana	31
9.2.3.-	Estrategias de control sobre el tráfico rodado	32
9.2.4.-	Planificación de los usos del suelo	33
9.2.5.-	Gestión de reclamaciones y atención al ciudadano	33
9.3.-	Medidas de actuación propuestas	33



Tomo IX: Memoria Resumen.

Suministro de equipos supervisión de ruido, implantación de red de monitorización sobre contaminación acústica y ejecución de mapas de ruido actualizados en el T.M. de Badajoz.

Anexo I. Declaración de Zonas Acústicamente Saturadas por acumulación de ruidos. Planos de delimitación definitiva_____ **38**



1.- Introducción

Bajo petición del Servicio de Protección Ambiental del Excmo. Ayuntamiento de Badajoz se realiza el presente estudio denominado **“SUMINISTRO EQUIPOS SUPERVISIÓN DE RUIDO, IMPLANTACIÓN DE RED DE MONITORIZACIÓN SOBRE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y EJECUCIÓN DE MAPAS DE RUIDO ACTUALIZADOS EN EL T.M. DE BADAJOZ”**.

La necesidad de proponer la realización de un diagnóstico de la situación acústica del municipio de Badajoz obedece al planteamiento, dentro del marco de la Unión Europea y de su trasposición al ordenamiento jurídico Español con la Ley del Ruido 37/2003 y Real Decreto 1513/2005 que la desarrolla en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, de estimar para las Aglomeraciones, el grado de protección del medio ambiente y la salud de los habitantes frente al ruido ambiental. Se entiende por aglomeración, la porción del territorio con más de 100.000 habitantes, delimitada por la Administración competente aplicando los criterios básicos del Anexo VII del Real Decreto 1513/2005, que es considerada zona urbanizada por dicha Administración.

El estudio, planteado desde la identificación y conocimiento de las fuentes sonoras presentes y causantes de la contaminación acústica pretende poner de manifiesto el impacto real sobre los ciudadanos del municipio, cuantificando la exposición al ruido ambiental mediante la elaboración del Mapa Estratégico del Ruido, llevado a cabo según métodos de evaluación comunes a los Estados Miembros.

Dentro del plan de trabajo adoptado para la elaboración del presente estudio, y como consecuencia de la decisión de implementar un método mixto basado en la generación de modelos predictivos computacionales, se hace necesario el diseño de una campaña de medidas de corta y en especial de larga duración, que proporcione adecuados mecanismos de validación y calibración del modelo predictivo. Para ello se han llevado a cabo más de 250 medidas sonométricas con un desglose de 150 puntos de medida de larga duración y 100 puntos de medida Short Time.

Teniendo en cuenta lo anterior, este número determinado de medidas “in situ” bajo criterios de homogeneidad, distribución espacial y duración de las medidas, pretende realizar una evaluación de los niveles sonoros en el espacio y en el tiempo con el fin de garantizar la representatividad de los resultados y conclusiones obtenidas.

Así mismo, se incluyó dentro del proyecto, la delimitación de la aglomeración de Badajoz así como la definición de las Áreas de Sensibilidad Acústica (conforme a lo establecido en la mencionada Ley 37/2003 y reglamentos que la desarrollan), la propuesta de acciones y actuaciones a realizar en los Planes de Acción, así como la creación de una infraestructura de medida y de mapas de ruido actualizados controlada y gestionada por una aplicación de control y supervisión, y de un portal web temático para el proyecto de cara a la publicación de la información del mismo.

2.- Normativa y publicaciones de referencia

- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Ley 37/2003, de 17 de Noviembre del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- WG AEN. Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure. Version 2, 13th January 2006. European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise.
- Instrucciones para la entrega de los datos asociados a los mapas estratégicos de ruido. Enero 2007. Ministerio de Medio Ambiente-CEDEX.
- Caracterización de la emisión acústica de los trenes utilizados en el sistema ferroviario español. Dirección de Calidad y Medio Ambiente de ADIF. Junio 2007.
- Decreto 19/1997 del 4 de febrero, de Reglamentación de Ruidos y Vibraciones.
- Ordenanza Municipal de Protección Ambiental en Materia de Contaminación Acústica.

3.- Descripción de la aglomeración

3.1.- Información general

La ciudad de Badajoz está situada al Suroeste de España en las coordenadas N 38°52'59"- O 6°58'0", limitando al oeste con Portugal y siendo la ciudad de mayor población de las pertenecientes a las dos provincias integrantes de la Comunidad Autónoma de Extremadura. Según datos de población referida al 1 de enero de 2010 (Instituto Nacional de Estadística), el municipio de Badajoz cuenta con una población total de 150.376 personas y una extensión de 1.470 km².

Situada a una altitud media aproximada de 180 metros sobre el nivel del mar, Badajoz está emplazada en la Submeseta Sur, edificada en torno al río Guadiana, que la atraviesa con un corte diagonal de noreste a suroeste.

Presenta un clima mediterráneo continentalizado (templado con una mezcla de clima continental y mediterráneo) con influencia atlántica por su cercana posición respecto a la costa portuguesa. Debido a la ausencia del mar, sus temperaturas suelen ser más extremas con un claro contraste entre el invierno y el verano. En cuanto al ciclo de precipitaciones, su semejanza con el clima mediterráneo provoca máximos de lluvias en el otoño-invierno predominando un clima ligeramente más seco.

Además del Núcleo Urbano Principal, Badajoz está formado los diversos Núcleos Urbanos Secundarios y Núcleos Urbanos Rurales definidos en el Plan General Municipal, cuyo listado es el siguiente:

- Cerros Verdes (NUS-1).
- Botoa (NUS-2)
- Calatraveja (NUS-3).
- Río Caya (NUS-4).
- Colonia Base Aérea (NUS-5).
- Tres Arroyos (NUS-6).
- El Caballo (NUS-7).
- Carretera de Sevilla (NUS-8).
- Campofrío (NUS-9).
- El Manantío (NUS-10).
- Dehesilla del Calamón (NUS-11).
- Campomanes (NUS-12).
- Carretera de Valverde (NUS-13).
- Los Pinares (NUS-14).
- El Plantío (NUS-15).
- Corazón de Jesús (NUS-16).
- El Mercadillo (NUS-17).
- La Corchuela (NUS-18).
- Dehesa de la Corchuela (NUS-19).
- Golf Guadiana (NUS-20).
- Mirador del Cerro Gordo (NUS-21).
- Alcazaba (NUR-1).
- Alvarado (NUR-2).
- Balboa (NUR-3).
- Gévora (NUR-4).
- Novelda del Guadiana (NUR-5).
- Sagrajas (NUR-6).
- Valdebotoa (NUR-7).
- Villafranco del Guadiana (NUR-8).
- Guadiana (NUR-9).



Figura 2.1. Ortofoto del N.U.P. de Badajoz

Con respecto a la población afectada dentro del área de estudio, la distribución total de la población por distritos y secciones facilitada por la Sección de Estadística del Excmo. Ayuntamiento de Badajoz y relativa al 31 de octubre de 2010 es la siguiente:

Distrito	Población
1	10257
2	8063
3	16131
4	22182
5	12104
6	7484
7	19682
9	22343
10	16098

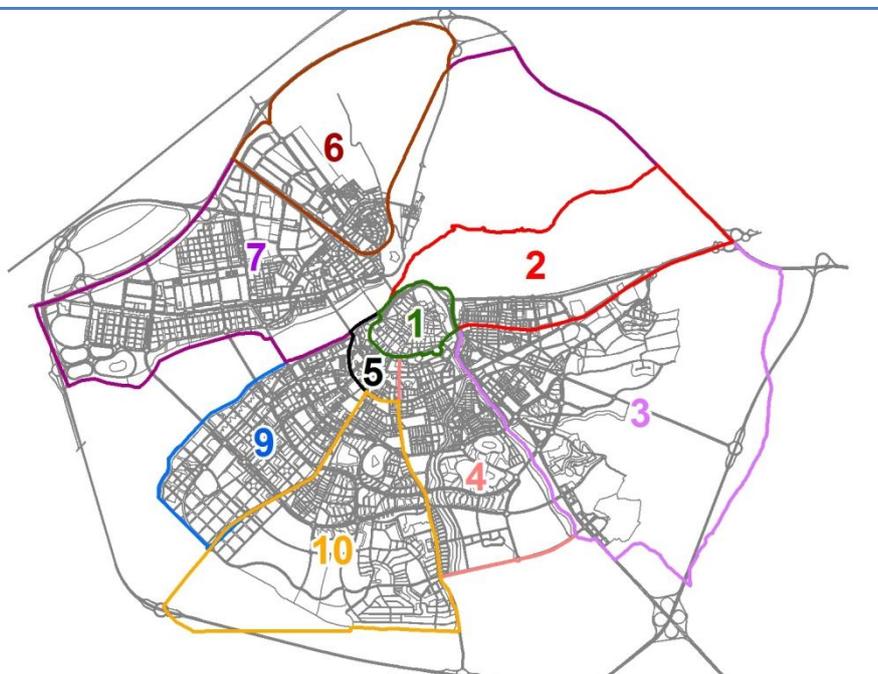


Tabla 2.1. Población por distritos Núcleo Urbano Principal Badajoz

Nota: El distrito 8 comprende la delimitación sobre los Núcleos Urbanos Secundarios (N.U.S.) y Rurales (N.U.R.), y por tanto, queda fuera de la representación del Núcleo Urbano Principal.

La población total del núcleo urbano principal de Badajoz se censa por tanto en 134.344 habitantes y la distribución por edificios en el modelo se realiza por distritos sobre el total de edificios residenciales existentes en los mismos.

Dicha distribución de población, se realiza asignando la población a cada uno de los edificios residenciales asumiendo una habitabilidad de 1 residente por cada 40m² y considerando que cada planta de los edificios de viviendas posee una altura media de 3 metros. Este criterio apunta en la dirección de lo recomendado en la herramienta 19.1 y 19.3 de la Guía de Buenas Prácticas. Posteriormente, se procede a normalizar el resultado en función de los datos censales oficiales.

En este sentido, debido a la no inclusión de ciertas secciones censales, la delimitación de la aglomeración ocupa finalmente una superficie inferior a la de los distritos citados en la tabla 2.1 al aplicar los criterios de delimitación de la aglomeración tal y como se estipula en el anexo VII del R.D 1513/2005, en base a las unidades de secciones de los distritos. Esto hace que la población que se estima se encuentra dentro de la aglomeración definida, y por tanto del área de estudio, sea de 126.177 habitantes, que expresado en centenas redondeadas se establece en 1.262, y es la que se refleja en las diferentes tablas y gráficos de población expuesta.

Tool 19.1: Number of residents of the mapping area or sub-areas			
Method	complexity	accuracy	cost
<ul style="list-style-type: none"> Determine the number of residents in each residential building Compare the total with national or regional population statistics and, if required, realign individual dwelling population figures to total population figures using Tool 19.4 	⊕	⊕	⊖
If the entire residential floor area of the mapping area, or sub-areas, is known:			
<ul style="list-style-type: none"> Divide the entire residential floor area of the mapping area, or sub-area, by number of residents = <u>floor area/resident</u> Obtain building area from a GIS and multiply this by the number of storeys (if not known, use Tool 19.3) = <u>residential floor area of the building</u> Divide <u>residential floor area of the building</u> by <u>floor area/resident</u> = <u>number of residents of building</u> Compare with national or regional population statistics and, if required, realign individual dwelling population figures to total population figures using Tool 19.4 	⊕	⊕	⊖
If the entire residential floor area of the mapping area, or sub-areas, is unknown:			
<ul style="list-style-type: none"> Find <u>floor area/resident</u> from national statistics (if not known, use Tool 19.2) Obtain building area from a GIS and multiply this by the number of storeys (if not known, use Tool 19.3) = <u>residential floor area of building</u> Divide <u>residential floor area of building</u> by <u>residential floor area /resident</u> = <u>number of residents of building</u> Compare with national or regional population statistics and, if required, realign individual dwelling population figures to total population figures using Tool 19.4 	⊕	⊕	⊖

3.2.- Criterios de selección

Para determinar los sectores del territorio que constituyen la aglomeración de Badajoz se han tenido en cuenta los criterios definidos en el *anexo VII del Real Decreto 1513/2005*.

La inclusión de las secciones que cumplen el criterio de densidad de población mayor o igual a 3.000 habitantes por kilómetro cuadrado, además del criterio de encontrarse a una distancia igual o inferior a 500m. de otra sección o secciones que cumplan la misma condición, define el perímetro mínimo que ha de tener la aglomeración de Badajoz, atendiendo a la normativa de aplicación.

Según el *R.D. 1513/2005* para estimar dicha densidad de población se ha de usar preferentemente los datos de población y extensión territorial de las correspondientes secciones censales. A tal efecto se han utilizado los datos más recientes de distribución de población facilitados por la Sección de Estadística del Excmo. Ayuntamiento de Badajoz.

Bajo estas premisas, la siguiente figura muestra el área delimitada por la Aglomeración, siendo ésta menor en relación a la superficie total del núcleo urbano principal. No obstante hay que destacar que la aglomeración delimitada en Badajoz supera este perímetro mínimo con la intención de contemplar zonas industriales e infraestructuras de transporte, ya sean autovías o ferrocarril, que pudieran influir en la aglomeración, así como zonas edificadas cercanas a la aglomeración definida.

ANEXO VII.

Criterios para la delimitación de una aglomeración.

1. Determinación de la aglomeración.

a. La entidad territorial básica sobre la que se definirá una aglomeración será el municipio. No obstante, el ámbito territorial de la aglomeración podrá ser inferior al del municipio, por aplicación de los criterios que se describen en el apartado d.

b. A los efectos de la obligación de elaborar mapas estratégicos del ruido, se tendrá en cuenta única y exclusivamente el número de habitantes que integran la aglomeración. Este número será el de los habitantes de derecho con arreglo al último censo realizado antes del año en que corresponda la comunicación al Ministerio de Medio Ambiente de la relación de aglomeraciones sobre las que deben realizarse este tipo de mapas)

Si con objeto de mejorar la protección de la población en algún lugar o zona en la que se produjesen variaciones estacionales de importancia que hiciesen aconsejable tener en cuenta la población transeúnte, la comunidad autónoma competente podrá incluir esta aglomeración urbana dentro de la relación, teniendo en cuenta la población de hecho o cualquier método por el que se valore la población transeúnte, advirtiendo esta circunstancia que será tenida en cuenta para la confección del mapa estratégico de ruido correspondiente.

c. Las comunidades autónomas podrán establecer, por aplicación de los criterios que se describen en el apartado d, aglomeraciones de ámbito supramunicipal.

d. Para determinar los sectores del territorio que constituyen una aglomeración se aplicarán, al menos, los criterios de densidad de población y proximidad siguientes:

- Se considerarán todos aquellos sectores del territorio cuya densidad de población sea igual o superior a 3.000 personas por km².*
- Para la estimación de la densidad de población se utilizará preferentemente los datos de población y extensión territorial de las correspondientes secciones censales.*

Si existen dos o más sectores del territorio en los que, además de verificarse la condición del punto anterior, se verifica que la distancia horizontal entre sus dos puntos más próximos sea igual o inferior a 500 m.

Si la suma de los habitantes comprendidos en los sectores del territorio que cumplen con los requisitos de los puntos anteriores es mayor de 100.000, estos sectores del territorio constituyen una aglomeración.

e. El tamaño, en número de habitantes, de la aglomeración será la suma total de los habitantes comprendidos en los sectores del territorio que constituyen la aglomeración, por aplicación de los criterios descritos en el apartado d.



Figura 2.3. Límites de la aglomeración

La delimitación de la aglomeración se entrega en formato SHAPE con el nombre **49_Badajoz** conforme a lo establecido en las **INSTRUCCIONES PARA LA ENTREGA DE LOS DATOS ASOCIADOS A LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO DE LAS AGLOMERACIONES**.

4.- Autoridad responsable

El Excmo. Ayuntamiento de Badajoz, es el organismo responsable de la presentación del Mapa de Ruido Estratégico de la Aglomeración de Badajoz a las administraciones medioambientales competentes, es decir, tanto a la Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura, como al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, para que éste posteriormente lo remita a Bruselas para su aprobación por la Unión Europea.

Dentro del Excmo. Ayuntamiento de Badajoz, y englobado en la estructura de la Concejalía de Urbanismo e Inmobiliaria Municipal, es el Servicio de Protección Ambiental quien tiene asignadas las competencias en materia de ruido y su control en la Ciudad de Badajoz, así como la responsabilidad de la realización del mapa de ruido estratégico de la Ciudad de Badajoz.

De igual manera, el Excmo. Ayuntamiento de Badajoz es el responsable de poner a disposición pública la información obtenida sobre el Mapa Estratégico de Ruido de la ciudad e informar, una vez aprobado, sobre los niveles sonoros a los que están expuestos sus ciudadanos.

Por último, el Excmo. Ayuntamiento de Badajoz elaborará los Planes de Acción necesarios para controlar y minimizar el clima sonoro existente en la Ciudad, prestando especial atención a aquellos puntos críticos que se determinen, en cuanto a contaminación acústica en base a las diferentes fuentes identificadas y su relación con los objetivos de calidad acústica.

5.- Programas de lucha contra el ruido ejecutados y medidas vigentes

En la actualidad no se encuentra vigente ningún programa de acción contra el ruido, en el término municipal de Badajoz, específicamente relacionado con la legislación vigente sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

No obstante, se han efectuado sendas actuaciones amparadas por la reglamentación autonómica y municipal, “Decreto 19/1997, de 4 de febrero, sobre Reglamentación de Ruido y Vibraciones” y “Ordenanza Municipal de Protección Ambiental en Materia de Contaminación Acústica (BOP de 16/06/1997)”, respectivamente, en relación con diversas zonas de la ciudad en las que se ha producido una aglomeración de actividades relacionadas, fundamentalmente, con el ocio nocturno y que tras la apertura de los pertinentes expedientes administrativos y la realización de los correspondientes estudios, fueron declaradas como Zonas Acústicamente Saturadas.

Tanto las resoluciones de declaración de Zonas Acústicamente Saturadas, como su delimitación en plano, se adjuntan dentro del Anexo I del presente documento.

Por otra parte, el conjunto del proyecto de “Suministro de equipos supervisión de ruido, implantación de red de monitorización sobre contaminación acústica y ejecución de mapas de ruido actualizados en el T.M. de Badajoz” constituye una acción de cara al control activo y directo de la contaminación acústica en la ciudad, a través de la monitorización del ruido y de la aplicación de herramientas de gestión. Este sistema de monitorización, junto con las herramientas de gestión del ruido implantadas y la elaboración del Mapa Estratégico de Ruido, constituirán la base para la elaboración de los futuros Planes de Acción.

6.- Métodos de medición y cálculos empleados

6.1.- Metodología de medición

Para la realización de las campañas de medida se ha combinado la técnica de muestreo Short Time ($L_{Aeq,T=15}$) en diferentes puntos del término municipal, con registros continuos de larga duración (>24h) para conocer la evolución de las diferentes tipologías de ruido en el área de estudio. Tanto las medidas Short Time como las medidas continuas se han efectuado a 4 metros de altura. El objetivo de la realización de las medidas ‘in situ’ es por una parte, disponer de datos reales de los niveles sonoros tanto de la Aglomeración como de los núcleos urbanos rurales y por otra, servir para el calibrado del modelo predictivo dentro de la Aglomeración.

En la realización del muestreo sobre la ciudad de Badajoz se ha establecido la distribución de 150 medidas de larga duración (>24h), y 100 puntos de medida de corta duración donde se realizaron dos medidas (una en periodo día y otra en periodo noche).

La campaña ha tenido lugar entre los meses de noviembre de 2010 a marzo de 2011.

En este sentido y de cara a obtener una distribución de los puntos de muestreo que se ajuste a las necesidades del proyecto, se ha establecido una malla para la distribución de los mismos de 300 por 300 metros que cubre toda la superficie del área urbana del municipio.

En el caso de las medidas de larga duración, se ha establecido una distribución de los puntos de muestreo de forma aleatoria del 80% de los puntos, y un 20% para ubicar por interés de estudio de ciertas zonas y fuentes sonoras.

Para el posicionamiento de los puntos de forma aleatoria, a partir de la malla establecida y aplicando software de sistemas de información geográfica, se ha procedido a configurar la asignación automática y aleatoria de un punto de muestreo por cuadrícula, manteniendo siempre una distancia mínima entre puntos de 100 metros, y una distancia máxima a una vía de circulación de 10 metros (de cara evitar la ubicación de puntos de muestreo sobre edificios).

Además, de cara a estudiar zonas particulares del núcleo urbano como, por ejemplo, las Zonas Saturadas por Acumulación de Ruidos, grandes vías de circulación y núcleos urbanos secundarios, se ha realizado la designación en aquellos puntos de interés para caracterizar los niveles sonoros existentes, así como su evolución diaria.

Para el posicionamiento de los puntos de muestreo de corta duración, se procede de forma análoga a la asignación de los puntos de muestreo de larga duración.

Debido al carácter continuo y de larga duración de las medidas (>24h), los niveles obtenidos se han procesado para obtener los indicadores acústicos armonizados correspondientes a la molestia producida:

- **Ld**: Periodo diurno (12 horas: entre las 7h y las 19h)
- **Le**: Periodo vespertino (4 horas: entre las 19h y las 23h)
- **Ln**: Periodo nocturno (8 horas: entre las 23h y las 7h)
- **Lden**: Indicador global

6.2.- Metodología de cálculo

Para el desarrollo del proyecto se han seguido las indicaciones estipuladas en la RECOMENDACIÓN DE LA COMISIÓN de 6 de agosto de 2003 relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones correspondientes publicados de conformidad con lo indicado en el punto 2.2 del anexo II de 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 esta recomendación se indican los métodos de cálculo, que se deberían seguir, para los estudios predictivos de niveles de ruido en función de las diferentes fuentes de ruido a estudiar.

Se ha trabajado bajo los siguientes métodos:

- RUIDO DEL TRÁFICO RODADO: el método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC- CSTB)», contemplado en el «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6» y en la norma francesa «XPS 31-133».

- FUENTES INDUSTRIALES: ISO 9613-2: «Acoustics — Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation». ISO 9613 según nomenclatura de la Directiva Europea.

- RUIDO FERROVIARIO: el método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado en Reken -en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaï'96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 de Noviembre de 1996. RMR según nomenclatura de la Directiva Europea.

La elaboración de los Mapas de Ruido mediante cálculo predictivo ha sido mejorada mediante métodos de medición 'in situ' con el fin de ampliar el conocimiento de la situación acústica del Término Municipal de Badajoz y permitir una validación y aceptación de los resultados obtenidos mediante los métodos de cálculo.

En el siguiente gráfico se puede observar la metodología de cálculo:



Figura 5.1. Metodología de cálculo

Con los Mapas de Niveles Sonoros y las Zonas de Conflicto calculados con el modelo predictivo según la Directiva 2002/49/CE y calibrado con las medidas 'in situ', se pueden relacionar niveles sonoros con superación de objetivos de calidad y población afectada.

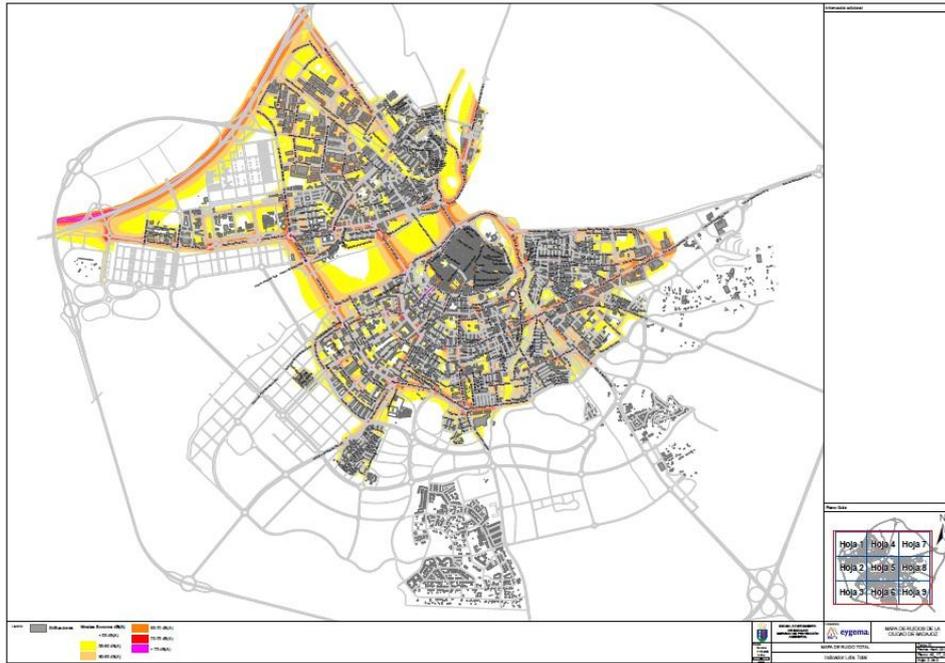


Figura 5.2. Indicador L_{día}. Mapa Ruido Total

6.3.- Herramienta software para cálculo predictivo

Para el cálculo predictivo se ha utilizado el Software Cadna A (Computer Aided Design Noise Abatement) diseñado para el cálculo, evaluación y predicción de la contaminación acústica generada por fuentes de ruido. Cadna A está programado en C/C++ bajo entorno Windows.

El software está validado para demostrar que sus cálculos son correctos en base a diferentes pruebas oficiales de la Administración Alemana mediante Cálculo Comparativo y Certificación correspondiente a una fuente de ruido de prueba de la Oficina Alemana Federal Ambiental de Berlín y según los procedimientos del 'Test Tasks for the checking of calculation programs according to the guidelines for Noise Abatement on roads - Test 94' by the Federal Ministry for Traffic, Germany', así como el 'Test de cálculo según la Norma Alemana DIN 45687/48'.

Este paquete ha sido creado por la empresa Alemana DataKustik que trabaja en el desarrollo de software, documentación técnica y herramientas de cálculo predictivo de ruido ambiental. DataKustik proviene de la firma ACCON GmbH, programadores de software específico de evaluación y control ruido y la vibración, que ha desarrollado aplicaciones informáticas para la acústica desde los años 80.

6.3.1.- Tratamiento de la información relativa al modelo

Para la realización del modelo predictivo se han insertado todos los elementos que influyen en la propagación del sonido en espacio abierto según la recomendación ISO 9613-2.

Para ello se ha reproducido a escala un escenario virtual donde se encuentran todos los elementos relevantes existentes en la actualidad. Las partes más relevantes que componen el modelo de simulación son:

- Modelo del Terreno y edificaciones
- Modelización del Tráfico Rodado
- Modelización de Tráfico Ferroviario
- Modelización de Actividades industriales y Terciarias
- Modelo de Cálculo. Configuración.

Para el modelo del terreno, se ha utilizado la cartografía digital de la zona de estudio disponible por el Centro de Información Cartográfica y Territorial de Extremadura. Estos mapas, con escala 1:10000, contienen información de curvas de nivel con pasos de 10 metros, además de puntos de cota. Las edificaciones han sido tratadas digitalmente, a partir de la información en formato CAD facilitada por el Área de Urbanismo del Excmo. Ayuntamiento de Badajoz, para la obtención de las alturas y el modelado final de la geometría. Posteriormente, a través de software SIG, se procede a la incorporación de la información de las características de los edificios (en cuanto a absorción de las fachadas y población del edificio). La capa tratada, es incorporada al software de predicción acústica a través del elemento “edificio” para ser tenida en cuenta en el cálculo de la propagación (reflexiones) y estimación de la población afectada. Puede apreciarse en la siguiente imagen el ajuste del modelo del terreno sobre las edificaciones.

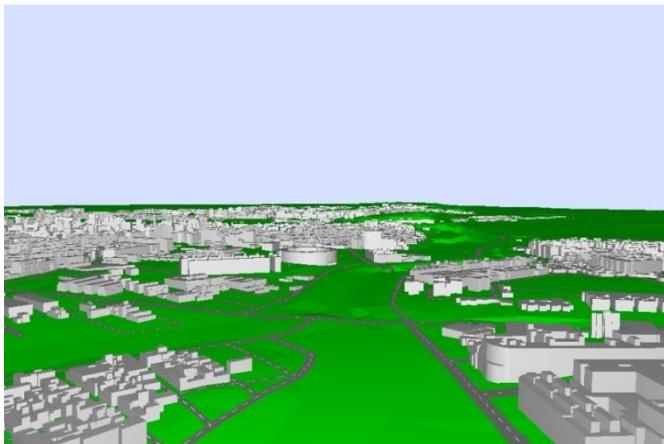


Figura 5.3. Modelo edificaciones

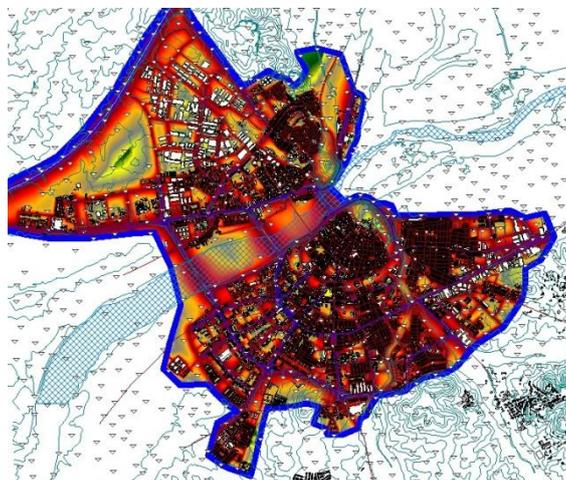


Figura 5.4. Vista en planta de ejes viarios con potencia sonora asignada y mapa de niveles generado

La población se ha asignado a los edificios residenciales, en base a los datos facilitados por la Sección de Estadística del Excmo. Ayuntamiento de Badajoz para las secciones y distritos de la ciudad, repartiéndose proporcionalmente en función del volumen de los edificios haciendo uso de la tecnología SIG

(Sistema de Información Geográfica), de acuerdo a lo establecido en la WG-AEN (Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure).

Modelo del Tráfico Rodado

Para modelizar los ejes viarios se han tenido en cuenta las siguientes particularidades:

- La situación y trayectoria de las vías se obtiene directamente de la cartografía existente en formato CAD de las vías de la ciudad facilitado por el Área de Urbanismo del Excmo. Ayuntamiento de Badajoz.
- Con motivo de obtener una mayor precisión en los resultados se introduce en el modelo una fuente de ruido lineal por cada carril.
- Para determinar el tránsito de vehículos de las distintas vías de circulación se procede de forma diferente en función de los datos disponibles: a través de los datos de intensidades medias diarias y horarias, facilitado por las distintas Administraciones implicadas en la gestión de las vías, y a través de la campaña de aforos diseñada y ejecutada por personal de Eygema en 26 puntos clave de la ciudad mediante conteos in situ.
- Los datos obtenidos a través de las Administraciones han sido tratados en origen por intensidades medias horarias, permitiendo extraer el dato medio de flujo para los distintos periodos día, tarde y noche. Para el resto de vías de las que no se disponía de información oficial, la campaña de conteos ha seguido las premisas de la herramienta 2.2 de la citada Guía de Buenas Prácticas, obteniendo datos in situ de flujo para el periodo día y noche y asignando proporcionalmente los totales obtenidos a los mismos acorde con su duración. Este procedimiento contempla una desviación estimada de 1 dB. Para el resto de vías, principalmente las pertenecientes a las zonas residenciales con baja carga de tráfico, se ha hecho una estimación del flujo por periodos temporales en función de su tipología y se han tomado valores por defecto adaptando la herramienta 2.5 de la Guía de Buenas Prácticas a la realidad del municipio. Dicho criterio presenta una incertidumbre aproximada de 4 dB. En cuanto a los porcentajes de vehículos pesados, éstos se han obtenido mediante la extrapolación de los datos de los conteos realizados in situ, a los diferentes tipos de vías restantes y siguiendo la recomendación 4.5 de la mencionada Guía de Buenas Prácticas.
- La velocidad de los vehículos que se introduce es la máxima permitida en la vía, siguiendo la recomendación de la Directiva Europea y la herramienta 3.5 de la guía WG-AEN asumiendo una incertidumbre de 2 dB como máximo.
- Otros datos necesarios para caracterizar este tipo de fuente de ruido como el tipo de calzada, se determinaron atendiendo a las características estándar que presentan vías de circulación semejantes a las tratadas en este estudio.

Modelización del Tráfico Ferroviario

El método empleado para el cálculo ha sido el recomendado para el ruido ferroviario: el método nacional de cálculo SMR II de los Países Bajos, publicado en "Reken -en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai'96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 de Noviembre

de 1996” que es el método propuesto por la Directiva 2002/49/CEE del Parlamento Europeo a la que alude la legislación española y autonómica, y que es el previsto en la normativa ADIF

Para modelar la vía férrea se ha tenido en cuenta lo estipulado en el modelo predictivo de ferrocarriles indicado anteriormente, lo indicado en la guía metodológica para la realización de mapas de ruido y en el documento *Caracterización de la emisión acústica de los trenes utilizados en el sistema ferroviario español* generado por Adif. Para la modelización del tráfico ferroviario, todos los vehículos que utilicen un tramo determinado de línea ferroviaria deberán ser asignados a una de las diez categorías de vehículos ferroviarios previstos en el método o, si procede, a categorías adicionales, obtenidas tal y como establece el método.

Las categorías existentes en la base de datos de emisiones neerlandesa se diferencian principalmente por su sistema de propulsión y de frenado. Para poder aplicar el método de cálculo SRM II, es necesario conocer la equivalencia acústica entre las categorías de trenes holandeses y los trenes operados en España.

Modelado del ruido procedente de las Actividades de Uso Industrial y Terciario.

Con el objeto de modelar el ruido provocado por las actividades de uso industrial y terciario existentes (representado por las grandes superficies del área de estudio) se ha supuesto que las fachadas de las construcciones Industriales y Terciarias radian ruido de manera que en el linde de las parcelas, los niveles de recepción sean los valores límites de inmisión aplicados a infraestructuras portuarias y actividades y establecidos por el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (B.O.E. nº 254 con fecha 23/10/07). Estos límites, para sectores de territorio con predominio de suelo de uso industrial y terciario son:

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		$L_{k,d}$	$L_{k,e}$	$L_{k,n}$
b	Suelo de uso industrial	65	65	55
d	Suelo de uso terciario	60	60	50

Tabla 5.1. Valores límites de inmisión: infraestructuras portuarias y actividades RD1367/2007

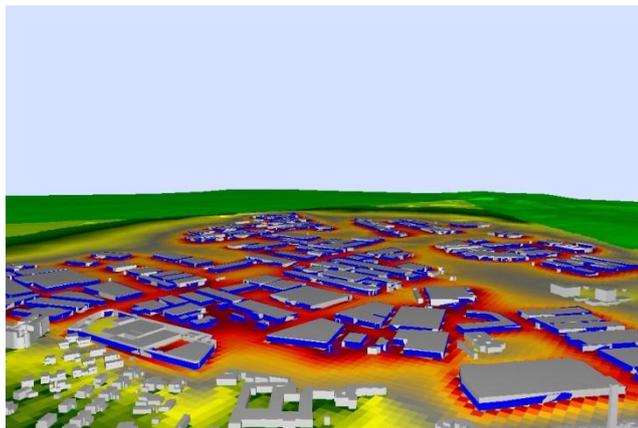


Figura 5.5. Modelado con fuentes superficiales: industria y actividades terciarias

Configuración del modelo

De forma general, para la configuración del modelo de cálculo se contemplan aspectos que van desde la definición del número de reflexiones de las ondas sonoras, las condiciones atmosféricas de propagación, configuración del modelo topográfico, la absorción del terreno y el tamaño de la malla de cálculo de los niveles sonoros.

El modelo, se configura para obtener los índices de ruidos establecidos por la Directiva 2002/49/CE y la legislación en materia de ruido $L_{\text{día}}$ (07:00 – 19:00), L_{tarde} (19:00-23:00h), L_{noche} (23:00 – 07:00) y L_{den} , en dB(A).

Configuración del Cálculo de Reflexiones

Se han seguido los principios de la Directiva Europea, estableciéndose para realizar el cálculo las reflexiones de 1^{er} orden.

Configuración de Condiciones Atmosféricas y Absorción del Terreno.

Para el cálculo de la influencia de las condiciones meteorológicas se han configurado los siguientes parámetros atendiendo a la información meteorológica del área de estudio y a las recomendaciones de la guía de la WG-AEN:

- Temperatura: 15°C
- Humedad Relativa: 70%.
- Condiciones meteorológicas que provocan la curvatura de los rayos sonoros:
 - Periodo diurno: Se considera 50% de probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables a la propagación del sonido en todas las direcciones de propagación.
 - Periodo Tarde: se considera 75% de probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables a la propagación del sonido en todas las direcciones de propagación.
 - Periodo nocturno: Se considera 100% de probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables a la propagación del sonido en todas las direcciones de propagación.

Toolkit 17: Occurrence of favourable sound propagation conditions				
Method		complexity	accuracy	cost
Use local meteorological data				
Use national regulations/standards (e.g. NMPB defines values for different regions of France)		depends on the regulations		
Use national meteorological default values				
Use the following default values:				
Time period	Average probability of occurrence during the year			
Day	50% favourable propagation conditions			
Evening	75% favourable propagation conditions			
Night	100% favourable propagation conditions			

Para modelar la absorción del terreno se ha introducido por defecto un factor de suelo de 0,67 atendiendo a las características del terreno de la zona de estudio.

Configuración del modelo digital del terreno

La obtención del modelo 3D se realiza a partir de la unión mediante planos triangulares (triangulación) de los puntos de cotas, uniendo unos con otros, generando la topografía del lugar.

Configuración de la Malla de Cálculo

Se ha elegido una malla de 10m x 10m por considerarse suficientemente representativa para las dimensiones de la zona de estudio. Los cálculos se efectúan a la altura de 4 m del suelo (tal como indica la Directiva Europea).

7.- Influencia de las distintas fuentes de ruido sobre la población expuesta. L_{DEN}

El índice de ruido día-tarde-noche, L_{DEN}, se expresa en decibelios (dB), y se determina aplicando la fórmula siguiente:

$$L_{DEN} = 10 \log \frac{1}{24} \left(12 \times 10^{\frac{L_{Day}}{10}} + 4 \times 10^{\frac{L_{Evening} + 5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_{Night} + 10}{10}} \right)$$

donde:

L_{Day} es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

L_{Evening} es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

L_{Night} es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

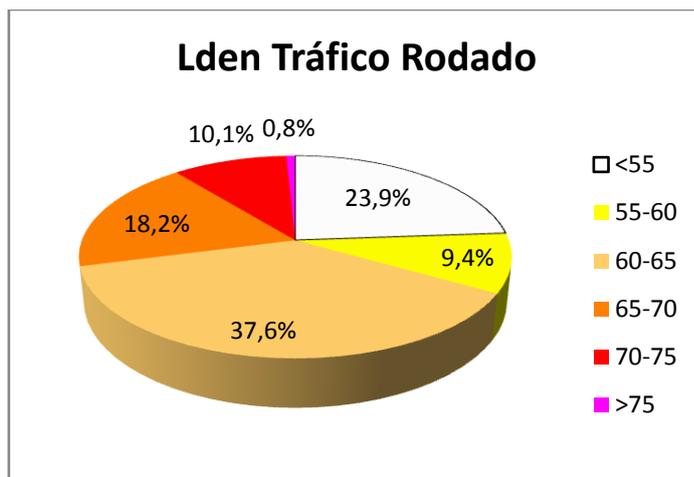
donde:

Al día le corresponden 12 horas, a la tarde 4 horas y a la noche 8 horas. Los valores horarios de comienzo y fin de los distintos períodos son 7:00-19:00, 19:00-23:00 y 23:00-7:00, hora local.

Un año corresponde al año considerado para la emisión de sonido y a un año medio por lo que se refiere a las circunstancias meteorológicas.

7.1.- Fuente de ruido: Tráfico rodado

Global (0-24hs)		
Lden (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<55	301	23,9
55-60	119	9,4
60-65	475	37,6
65-70	230	18,2
70-75	127	10,1
>75	10	0,8
TOTAL	1262	100



Población expuesta. Indicador Lden, fuente tráfico rodado

7.1.1.- Contribución de los grandes ejes viarios. L_{DEN}

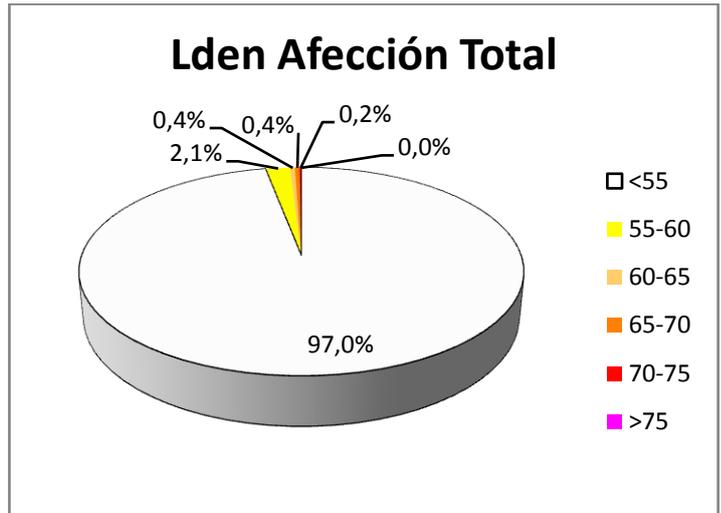
De acuerdo con la Directiva 2002/49/EC Anexo VI, sección 1.6 se debe indicar también la contribución de los grandes ejes viarios, grandes ejes ferroviarios y aeropuertos principales. En el caso de la Aglomeración de Badajoz los tramos de infraestructuras que han sido valorados, y por tanto sobre los que se ha calculado su influencia son:

- BA-20 Oeste (Av. de Elvas): enlace A-5, discurriendo frente al campus universitario y finalizando a la entrada del Puente de la Universidad.
- BA-11: enlace de la N-432-Enlace con la BA-20.
- BA-20 Este (Av. Ricardo Carapeto): Enlace de la A-5 y la conexión con la BA-11.
- Autovía A-5 (p.k. 405,6 – p.k. 401,2; al norte del campus universitario)

La exposición de la población debida a los grandes ejes viarios definidos según el artículo 3 de la Ley 37/2003 de 17 de Noviembre, del Ruido (“cualquier carretera con un tráfico superior a 3 millones de vehículos por año”) es la siguiente:

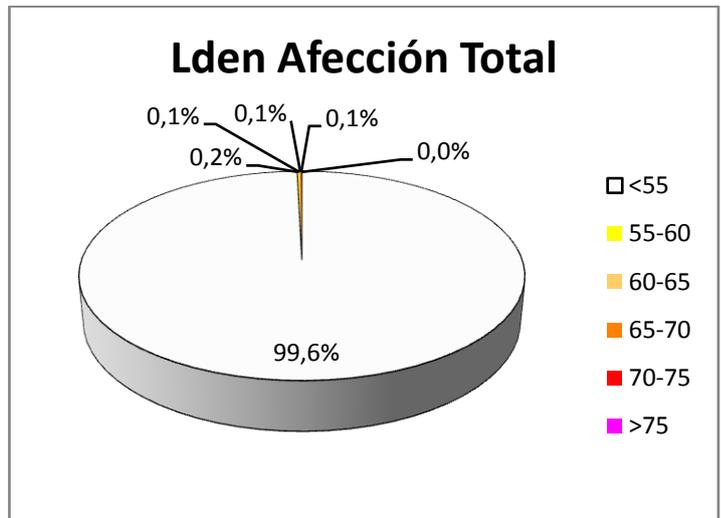
BA-20 (Av. de Elvas): enlace A-5-Margen derecha Río Guadiana

Global (0-24hs)		
Lden (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<55	1224	97,0
55-60	26	2,1
60-65	5	0,4
65-70	5	0,4
70-75	2	0,2
>75	0	0,0
TOTAL	1262	100



BA-11: enlace de la N-432-Enlace con la BA-20

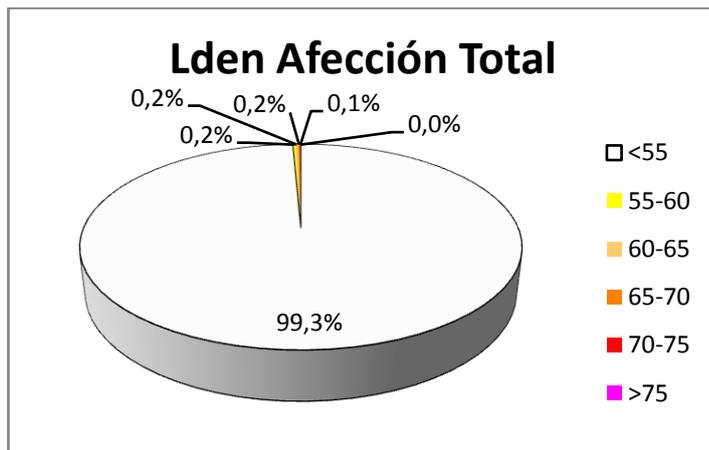
Global (0-24hs)		
Lden (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<55	1257	99,6
55-60	2	0,2
60-65	1	0,1
65-70	1	0,1
70-75	1	0,1
>75	0	0,0
TOTAL	1262	100



BA-20 Este (Av. Ricardo Carapeto): Enlace de la A-5 y la conexión con la BA-11

Global (0-24hs)		
Lden (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<55	1253	99,3
55-60	3	0,2
60-65	3	0,2
65-70	2	0,2
70-75	1	0,1
>75	0	0,0

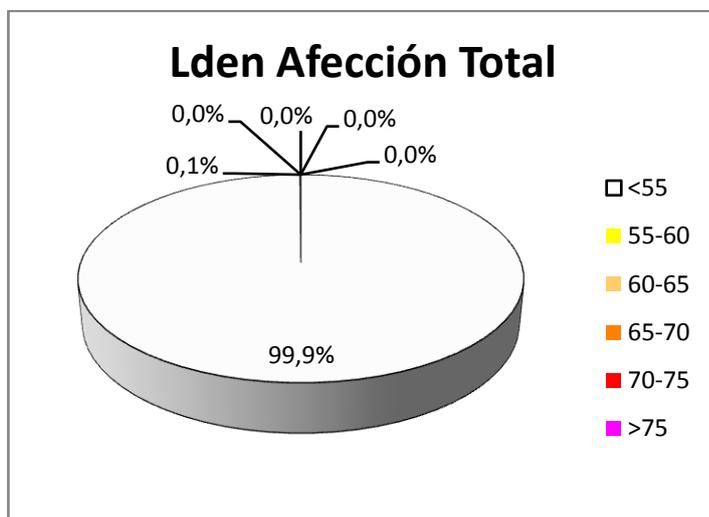
TOTAL	1262	100
-------	------	-----



Autovía A-5 (p.k. 405,6 – p.k. 401,2; al norte del campus universitario)

Global (0-24hs)		
Lden (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<55	1261	99,9
55-60	1	0,1
60-65	0	0,0
65-70	0	0,0
70-75	0	0,0
>75	0	0,0

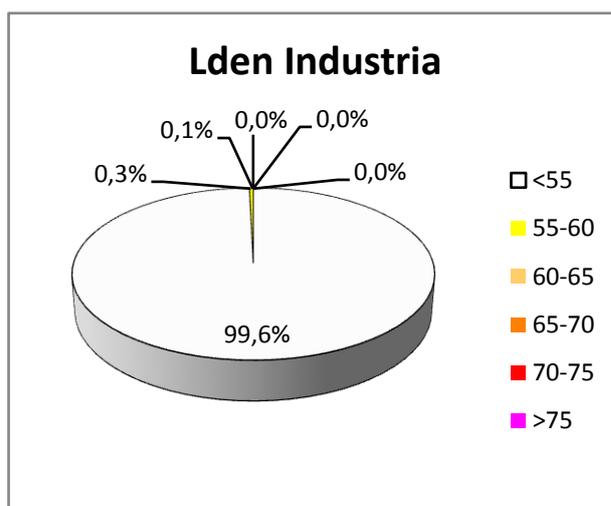
TOTAL	1262	100
-------	------	-----



7.2.- Fuente de ruido industrial y terciaria

Global (0-24hs)		
Lden (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<55	1257	99,6
55-60	4	0,3
60-65	1	0,1
65-70	0	0
70-75	0	0
>75	0	0

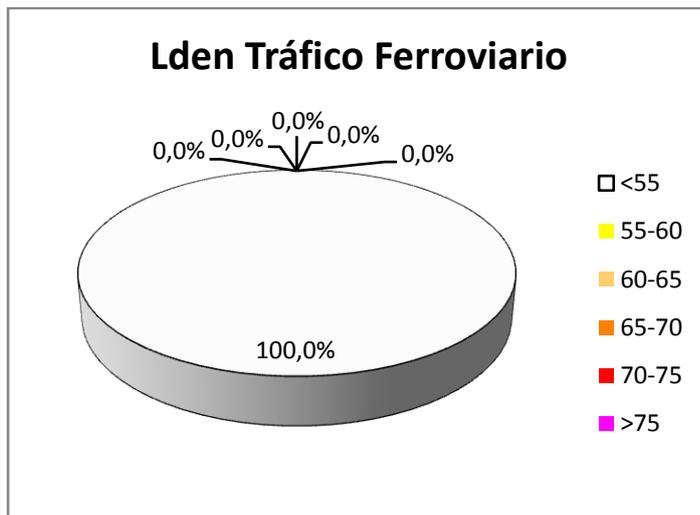
TOTAL	1262	100
-------	------	-----



Población expuesta. Indicador Lden, fuente industria-terciaria

7.3.- Fuente de ruido: Tráfico ferroviario

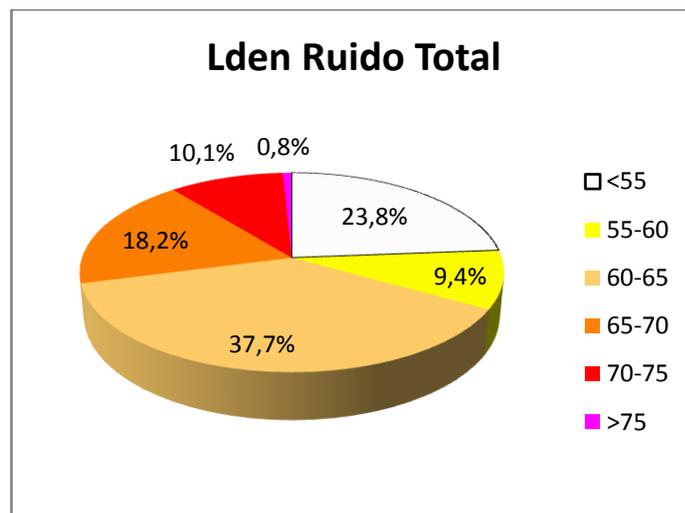
Global (0-24hs)		
Lden (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<55	1262	100
55-60	0	0
60-65	0	0
65-70	0	0
70-75	0	0
>75	0	0
TOTAL	1262	100



Población expuesta. Indicador Lden, fuente tráfico ferroviario

7.4.- Aspectos a destacar sobre el indicador L_{DEN}

Global (0-24hs)		
Lden (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<55	300	23,8
55-60	119	9,4
60-65	476	37,7
65-70	230	18,2
70-75	127	10,1
>75	10	0,8
TOTAL	1262	100



Población expuesta. Indicador Lden, Ruido Total

De la observación de la población afectada por segmento de niveles, la fuente de tráfico rodado es sin duda la que ejerce total influencia sobre el conjunto de fuentes estimada para el Ruido Total. Se puede afirmar que el tráfico urbano genera la mayor cantidad de población afectada ya que los conflictos por carreteras se localizan en las inmediaciones de éstas.

En cuanto al conjunto de fuentes sonoras, la franja de niveles entre los 60-65 dBA es la que concentra la mayor parte de la población expuesta, con casi el 40% de la población. Un 70,9 % de la misma o lo que es lo mismo 89.460 personas están por debajo de los 65 dB(A). Para el período nocturno un 74,2% de la población se encuentra por debajo de los 55 dB(A).

Únicamente un 0,8% de la población (≈1000 personas) se encuentra expuesto a niveles superiores a los 75 dB.

Tanto el ruido proveniente de la fuente ferroviaria como de las actividades industriales y terciarias, presentan un aporte mínimo al Ruido Total. En el caso de las fuentes industriales, este hecho se puede deber fundamentalmente a la situación geográfica de los diferentes centros industriales del municipio, dado que el grueso de la actividad en Badajoz queda relegado al área noroeste de la ciudad donde se sitúa el Polígono El Nevero y donde la interacción con viviendas residenciales es mínima. Además, se encuentra localizado otro grupo significativo de parcelas de tipo industrial sobre la Ctra. de Madrid, en el tramo situado entre la Ctra. de Sevilla y la bifurcación con la Av. Ricardo Carapeto. Dicha zona es la que se encuentra integrada dentro del barrio de Suerte de Saavedra y la que presenta mayor cercanía a viviendas de uso residencial.

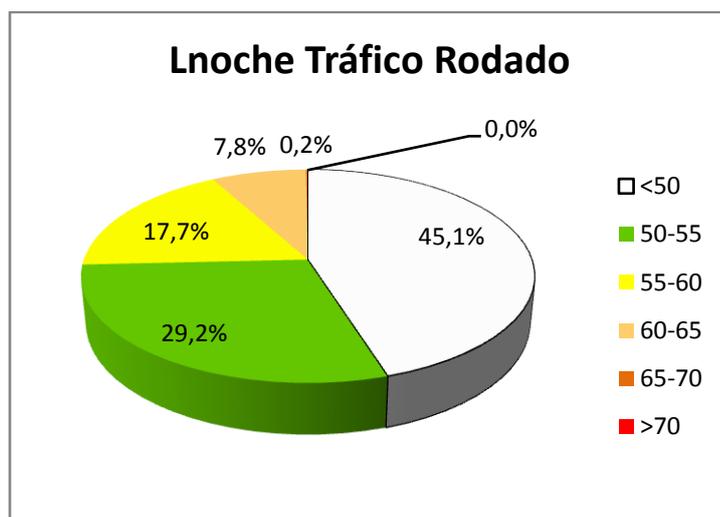
En cuanto a la baja incidencia del Tráfico Ferroviario, se debe a varios factores. En primer lugar, la ubicación de la estación de ferrocarril (zona noroeste) se encuentra alejada de zonas céntricas. El trazado de las vías férreas en dirección noreste (sentido Elvas) registra poco movimiento de vehículos con destino Portugal, limitándose al escaso tráfico de trenes de mercancías sobre una zona colindante de carácter industrial (Polígono El Nevero). Por otra parte, el tramo en sentido opuesto dirección Mérida, presenta bajas velocidades de circulación a su paso cercano al barrio del Gurugú, no existiendo en todo caso una gran densidad edificada en las proximidades inmediatas a la vía.

8.- Influencia de las distintas fuentes de ruido sobre la población expuesta. L_n

El índice de ruido utilizado para el período nocturno L_{night} es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos nocturnos de un año.

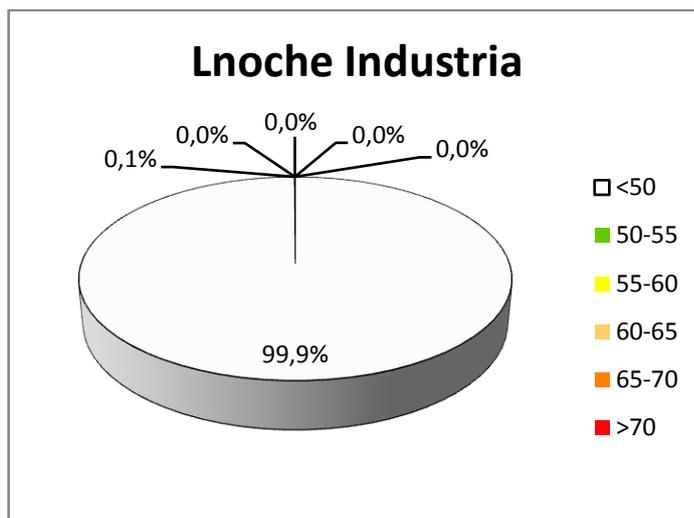
El periodo temporal nocturno abarca 8 horas, siendo el horario de comienzo y fin del período las 23.00-7.00 hs. respectivamente.

Noche (23-7hs)		
Lnoche (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<50	569	45,1
50-55	368	29,2
55-60	224	17,7
60-65	99	7,8
65-70	2	0,2
>70	0	0
TOTAL	1262	100



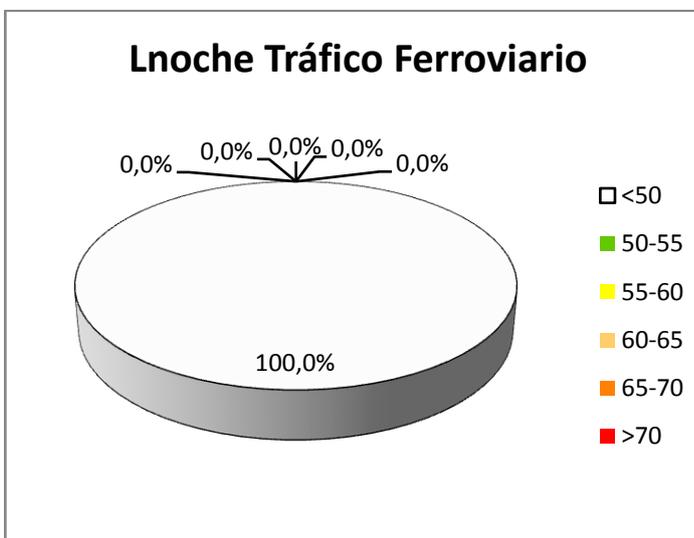
Población expuesta. Indicador Lnoche, fuente tráfico rodado

Noche (23-7hs)		
Lnoche (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<50	1261	99,9
50-55	1	0,1
55-60	0	0
60-65	0	0
65-70	0	0
>70	0	0
TOTAL	1262	100



Población expuesta. Indicador Lnoche, fuente industria-terciaria

Noche (23-7hs)		
Lnoche (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<50	1262	100
50-55	0	0
55-60	0	0
60-65	0	0
65-70	0	0
>70	0	0
TOTAL	1262	100



Población expuesta. Indicador Lnoche, fuente tráfico ferroviario

8.1.1.- Contribución de los grandes ejes viarios. L_n

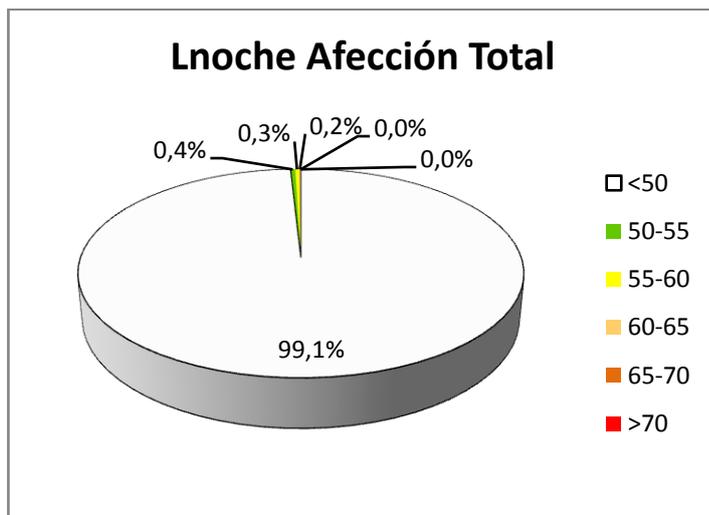
De acuerdo con la Directiva 2002/49/EC Anexo VI, sección 1.6 se debe indicar también la contribución de los grandes ejes viarios, grandes ejes ferroviarios y aeropuertos principales. En el caso de la Aglomeración de Badajoz los tramos de infraestructuras que han sido valorados, y por tanto sobre los que se ha calculado su influencia son:

- BA-20 Oeste (Av. de Elvas): enlace A-5, discurriendo frente al campus universitario y finalizando a la entrada del Puente de la Universidad.
- BA-11: enlace de la N-432-Enlace con la BA-20.
- BA-20 Este (Av. Ricardo Carapeto): Enlace de la A-5 y la conexión con la BA-11.
- Autovía A-5 (p.k. 405,6 – p.k. 401,2; al norte del campus universitario)

La exposición de la población debida a los grandes ejes viarios definidos según el artículo 3 de la Ley 37/2003 de 17 de Noviembre, del Ruido (“cualquier carretera con un tráfico superior a 3 millones de vehículos por año”) es la siguiente:

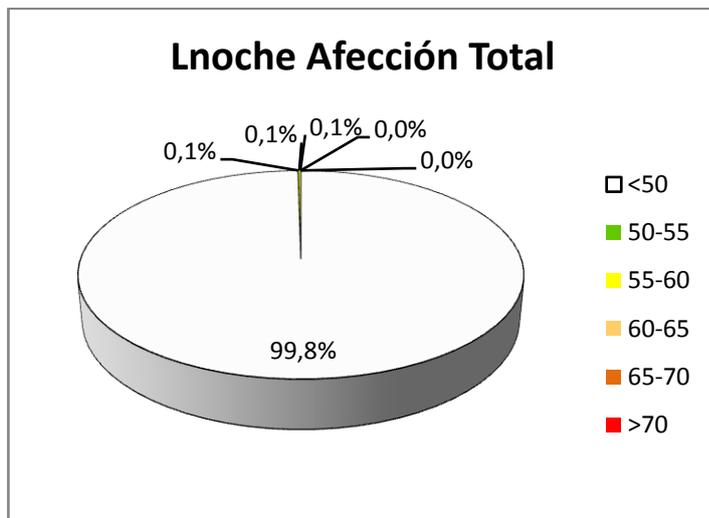
BA-20 Oeste (Av. de Elvas): enlace A-5-Margen derecha Río Guadiana

Noche (23-7hs)		
Lnoche (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<50	1251	99,1
50-55	5	0,4
55-60	4	0,3
60-65	2	0,2
65-70	0	0,0
>70	0	0,0
TOTAL	1262	100



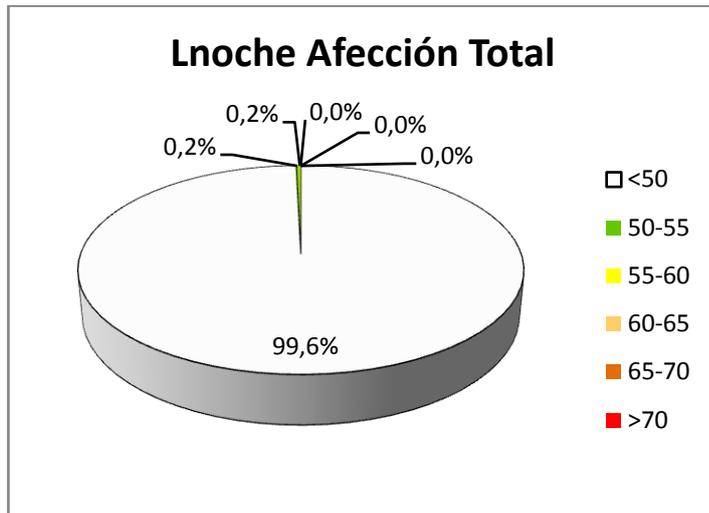
BA-11: enlace de la N-432-Enlace con la BA-20

Noche (23-7hs)		
Lnoche (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<50	1259	99,8
50-55	1	0,1
55-60	1	0,1
60-65	1	0,1
65-70	0	0,0
>70	0	0,0
TOTAL	1262	100



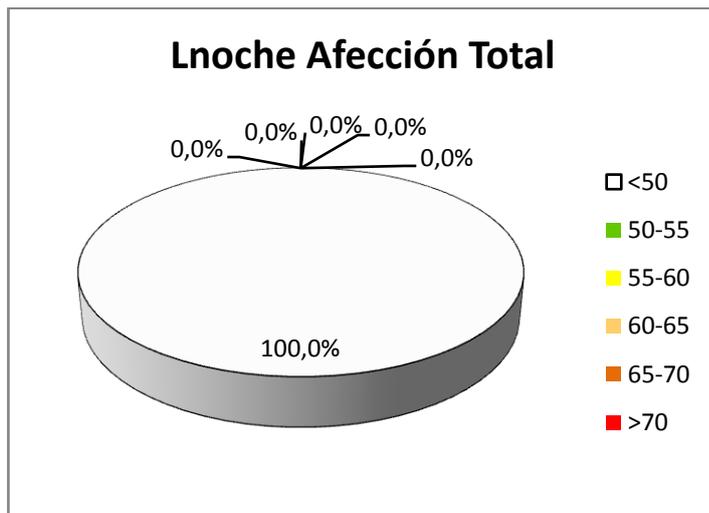
BA-20 Este (Av. Ricardo Carapeto): Enlace de la A-5 y la conexión con la BA-11

Noche (23-7hs)		
Lnoche (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<50	1257	99,6
50-55	3	0,2
55-60	2	0,2
60-65	0	0,0
65-70	0	0,0
>70	0	0,0
TOTAL	1262	100



Autovía A-5 (p.k. 405,6 – p.k. 401,2; al norte del campus universitario)

Noche (23-7hs)		
Lnoche (dBA)	Población expuesta (en centenas)	%
<50	1262	100,0
50-55	0	0,0
55-60	0	0,0
60-65	0	0,0
65-70	0	0,0
>70	0	0,0
TOTAL	1262	100



8.2.- Aspectos a destacar sobre el indicador L_n

Durante el periodo nocturno, el tráfico rodado continúa siendo la principal fuente de ruido que contribuye al clima sonoro del municipio. El segmento de niveles que aglutina el mayor porcentaje de población expuesta es el correspondiente a niveles menores a 50 dBA, siendo además un 74,3% el porcentaje de población que se encuentra en niveles por debajo de los 55 dBA.

La aportación de población expuesta por parte del resto de fuentes, representadas por el Tráfico Ferroviario y Fuentes Industriales y Terciarias, puede considerarse prácticamente nula, al encontrarse fundamentalmente el rango de niveles sonoros por debajo de los 50 dB(A) para el periodo noche.

9.- Descripción resumen del Plan de Acción

9.1.- Implantación y fases de los planes de acción del término municipal de Badajoz

Antes de la puesta en marcha del Plan de Acción se deben distribuir y asignar las tareas a realizar y trazar las líneas de cooperación y coordinación entre los distintos actores implicados. También ha de fijarse el marco normativo que contemple las medidas y actuaciones que se plantean en el Plan de Acción.

Desde el punto de vista operativo el plan se puede desarrollar en las siguientes fases:

➤ Fase 1: Diagnóstico de la situación acústica actual del municipio de Badajoz

Esta fase, previa a la elaboración de los Planes de Acción y recogida en el presente proyecto, comprende todos los trabajos necesarios para afrontar posteriormente la definición de las políticas y estrategias de prevención y corrección de la contaminación acústica. En la misma se analizan y evalúan, en base a los resultados del mapa estratégico de ruido y a la zonificación acústica del territorio, los lugares donde se superan los objetivos de calidad acústica. Paralelamente se pueden analizar otros aspectos, como la normativa de aplicación y otras informaciones complementarias al Mapa Estratégico que tienen repercusión acústica (por ejemplo la influencia del ocio nocturno) y que son necesarias para la elaboración de los planes.

➤ Fase 2: Establecimiento de la directrices generales para el desarrollo de los planes de acción

En esta fase se han de establecer las directrices básicas que guían los planes de acción en el municipio de Badajoz de una manera homogénea y coherente, y se han de establecer las líneas principales de actuación a nivel global. Esto se puede ver en el apartado cinco del presente documento.

➤ Fase 3: Elaboración de proyecto de los planes de acción

Esta última fase tiene que comprender la realización de los planes de acción específicos, con propuestas de actuación particulares, definición y desarrollo de planes zonales y planteamiento de planes piloto. Para el establecimiento de las prioridades de actuación han de emplearse herramientas de análisis multicriterio, basadas en atributos realistas, desarrolladas específicamente para modelizar los criterios de decisión y jerarquizar las actuaciones.

Los planes de acción se plantean no como un documento cerrado con un período de vigencia de cinco años, sino como un documento dinámico y abierto, en donde el seguimiento de las actuaciones propuestas es labor principal tanto para el correcto control de las acciones planteadas como para el planteamiento de nuevas actuaciones durante el período de vigencia de los planes.

9.2.- Pautas de carácter general

Se plantean las directrices del Plan de Acción contra la Contaminación acústica en la aglomeración de Badajoz teniendo en cuenta que para su ejecución deben contarse con los siguientes instrumentos:

- 1.- Implantación de un Sistema de Gestión Municipal del Ruido
- 2.- Plan de sensibilización de los ciudadanos
- 3.- Planificación de los usos del suelo
- 4.- Control y Gestión del Tráfico de vehículos
- 5.- Gestión de reclamaciones y atención al ciudadano

9.2.1.- Implantación de un Sistema de Gestión Municipal del Ruido

La **“herramienta de gestión municipal del ruido”** es una aplicación informática desarrollada siguiendo los procedimientos del **modelo de gestión EFQM** que servirá de soporte a los técnicos municipales para controlar y gestionar el ruido ambiental de la Ciudad de Badajoz.

Esta herramienta tomará como entrada el mapa de ruido estratégico del municipio, el mapa de ruido actualizable implantado y las áreas de sensibilidad u objetivos de calidad definidos por la legislación vigente y calculará e identificará las zonas del municipio donde existe un problema de niveles sonoros. Además, la herramienta analizará las encuestas sobre contaminación acústica realizadas a los ciudadanos y las quejas relacionadas con el ruido, identificando del mismo modo las zonas del municipio donde la percepción ciudadana es negativa. Presenta al técnico indicadores e informes que permiten la toma de decisiones sobre actuaciones para afrontar el problema, proponiendo además un catálogo de acciones a aplicar para la reducción del ruido.

La **“herramienta de gestión municipal del ruido”** accede directamente a los datos de los sonómetros de medida en continuo instalados en distintos puntos del municipio permitiendo el análisis de la información en tiempo real. Permite representar, no sólo los niveles sonoros del mapa de ruido estratégico, sino también los niveles sonoros resultados del mapa de ruido actualizable implantado en Badajoz. De esta forma, el usuario podrá navegar por el mapa de ruido de una fecha o período de fechas determinado.

Los datos de los sonómetros y el mapa de ruido dinámico permitirán al técnico, desde la herramienta, comprobar el éxito de las medidas llevadas a cabo para disminuir el problema. Esto último, junto con el módulo de reuniones técnicas que incorpora facilitará el seguimiento del Plan de Acción municipal contra el ruido. Es de destacar, que en la herramienta de gestión quedarán registradas todas las actuaciones municipales en “pro” a la reducción del problema ruido

En el trabajo diario con la herramienta, se observará cómo ésta muestra gráficamente al usuario los elementos a través de un visor de información (visor GIS) y calcula los conflictos acústicos en la zona deseada. Los conflictos pueden ser de nivel o de percepción, frente a ambos casos, la herramienta presenta informes al mismo tiempo que propone un catálogo de acciones y procedimientos para la intervención sobre ellos.

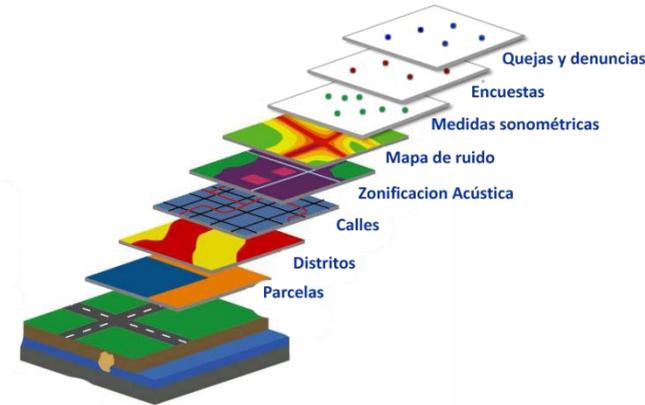
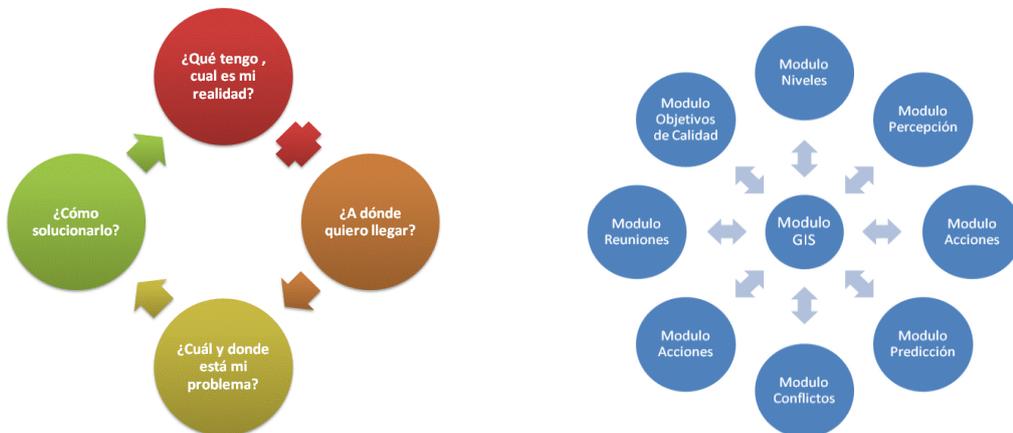


Figura 9.1. Capas de información manejadas por la herramienta de gestión

Existe la posibilidad de hacer uso de la herramienta para obtener una nueva realidad acústica, permitiendo incorporar la simulación de una determinada medida correctora o preventiva. A su vez, permite realizar el seguimiento de las acciones implantadas para la reducción del ruido.

La herramienta de gestión municipal del ruido diseñada pretende proporcionar un sistema de control y gestión que organice la información, la analice automáticamente y presente estados y desviaciones sobre lo previsto, facilitando la función de control por los técnicos. De esta manera, adicionalmente se consigue optimizar los recursos humanos dentro del área técnica del Ayuntamiento.



Es de destacar que la herramienta de gestión municipal del ruido se puede conectar con la red de medición de niveles sonoros instalada en la ciudad, así como puede estar conectada con la red de aforadores de tráfico. También permite efectuar consultas al mapa de ruido actualizable.



Los **mapas de ruido actualizables** son mapas que renuevan periódicamente los niveles de emisión de las principales fuentes sonoras, generando sobre intervalos temporales, una representación 'dinámica' del ruido. La realización de mapas de ruido actualizables interesa no sólo por conocer el valor promediado del clima de ruido, sino también por su variabilidad y localización de los máximos y mínimos diarios, semanales, anuales, etc. Esta actualización periódica de los niveles de emisión se obtiene a partir de la caracterización de las fuentes de ruido de forma individual, del establecimiento de las relaciones entre las mismas, del cálculo del campo de propagación y de la relación de todos los anteriores con los datos recogidos por los **sensores acústicos**. Por tanto, los mapas dinámicos permiten la elaboración de mapas de niveles sonoros para periodos relativamente cortos de tiempo, permitiendo evaluar situaciones en momentos concretos del día y estudiar tendencias en la evolución de la realidad sonora.

La diferencia más importante entre un mapa de ruido estratégico y uno actualizable es la constante actualización de las potencias de emisión de las principales fuentes de ruido, en función de los datos registrados por una red de sensores acústicos estratégicamente localizados de forma permanente. Mientras que la representación del mapa estratégico de ruido está definida para mostrar la situación acústica global para un periodo representativo de larga duración, el mapa dinámico está pensado para ofrecer un seguimiento de la situación acústica en intervalos más cortos de tiempo, incidiendo sobre la variabilidad y en la evolución espacio-temporal del ruido en un área de estudio.

9.2.2.- Acciones formativas e informativas: sensibilización ciudadana

Información

El Ayuntamiento de Badajoz informará de cuál es la situación acústica real del municipio, qué incidencias puede tener sobre el medio ambiente urbano y la convivencia ciudadana, qué medios se ponen (o pondrán) para mitigar los posibles problemas de ruido, ... Uno de los objetivos de esta estrategia es que

esta información sienta los pilares de un cambio de concepto en cuanto al ruido, intentando introducir en la sociedad unos nuevos valores que hagan posible el cambio de la cultura del ruido a la cultura del silencio.

Formación

Otro de los pilares fundamentales para que este cambio se produzca es la formación. Se debe incluir dentro de las estrategias a largo plazo, la formación del ciudadano y, en especial, la de los más pequeños, los niños. Para ello, se potenciarán aulas de formación medioambiental desde las que se dirigirán campañas educativas sobre contaminación acústica en colegios, escuelas y universidades, asociaciones de vecinos, etc. con el objetivo de que se creen nuevos valores que intercedan a favor del bienestar común y de una calidad de vida mayor.

9.2.3.- Estrategias de control sobre el tráfico rodado

Gran parte del ruido que se genera en Badajoz depende del uso que se hace de los vehículos y de la forma de circular del conductor. Será objetivo de esta línea estratégica educar y formar a los conductores, haciendo especial hincapié en el sector más joven de la población, que en algunos casos, consideran normal la perturbación hacia los vecinos.

Se realizarán campañas para educar a la población, en las que además se informe y justifique, de que el ruido es una molestia y perjudica a los demás. La meta será la reducción de la velocidad de circulación de los vehículos, evitar pavimentos en mal estado o empedrados, potenciar el transporte público, carriles bici, etc.

La reducción del ruido del tráfico se convierte en una de las prioridades. Para su consecución, se han de plantear acciones encaminadas:

1. A la reducción de la emisión del ruido de los motores de los vehículos
2. Al control de la rodadura de los neumáticos sobre los distintos tipos de asfaltos
3. Control del tráfico de vehículos:
 - a. Sensibilización del conductor
 - b. Disminución de la velocidad de circulación
 - c. Creación de chicanes
 - d. Aprovechar los cambios (renovaciones de vehículos)
 - e. Modos de transporte más silenciosos – cambio modal
 - f. Influir sobre el comportamiento del conductor
 - g. Plan de gestión del tráfico
 - h. etc.

Cabe señalar que todas las medidas encaminadas a reducir el ruido producido por el tráfico rodado, por lo general tienden a reducir también otros problemas medioambientales añadidos tales como las emisiones de gases a la atmósfera, el consumo de energía y el riesgo de accidentes de tráfico.

Los dos primeros puntos de esta numeración escapan al control del Ayuntamiento. Ahora bien, los ítems siguientes son los que otorgan un papel activo a las actuaciones municipales.

9.2.4.- Planificación de los usos del suelo

Una de las formas más eficientes que se pueden plantear para la reducción del ruido es la correcta planificación de los usos del suelo. A la hora de realizar las revisiones de los Planes Generales de Ordenación Urbana y los Planes Parciales, se tendrán en cuenta aspectos importantes como:

- Reducción y/o control de la implantación de nuevas fuentes generadoras de ruido
- Evitar la creación de tráfico adicional distribuyendo de forma lógica las categorías de usos
- Restricción en la utilización de los suelos donde se hayan detectado niveles de ruido elevados
- Preservación de zonas con niveles de ruido bajos o aceptables

9.2.5.- Gestión de reclamaciones y atención al ciudadano

Será objetivo el hecho de poder atender todas las quejas y/o demandas de las asociaciones y vecinos de Badajoz relativas al ruido, facilitar el acceso a la información, consultar a las asociaciones antes de llevar a cabo alguna acción de lucha contra el ruido que conlleve algún cambio significativo en las rutinas diarias de los ciudadanos para conocer su opinión y predisposición a la hora de colaborar con los agentes implicados.

9.3.- Medidas de actuación propuestas

Con el objetivo final de reducir el número de personas expuestas a niveles sonoros superiores al objetivo de calidad acústica y mejorar la percepción social del ciudadano, se deben plantear acciones e incorporarlas al correspondiente plan.

Las acciones planteadas inicialmente como susceptibles de llevarse a cabo para cada una de las áreas conflictivas detectadas, se seleccionan y clasifican para mejorar la situación acústica de las Áreas de Sensibilidad Acústica y los Distritos en particular y del municipio en general, en base a su prioridad:

- Las fuentes de ruido. Actuaciones sobre su morfología, potencia y directividad.

- Caminos de propagación. Actuaciones sobre el medio, mejoras el aislamiento de las fuentes, solapamientos de zonas de sensibilidad.
- Exposición de las personas a las fuentes, efectos sobre su salud, análisis de percepción, evaluación de la molestia.
- Análisis de costos / beneficios de las posibles acciones

Para llevar a cabo el plan de acción de forma satisfactoria, es necesaria la implicación de todas las áreas del Ayuntamiento. Por tanto, es necesaria la implantación de un sistema común de trabajo en el que se pueda identificar el problema, conocer su magnitud y abordar de forma conjunta las medidas necesarias para su solución o reducción, adquiriendo el compromiso de su ejecución. De ahí surge la necesidad de adoptar como primera y más importante acción de lucha contra el ruido en Badajoz, la **Implantación de un sistema de Gestión Municipal del Ruido** y la creación de la “**Mesa del ruido**”.

Se plantean como instrumentos básicos en los que fijar sus actuaciones los siguientes:

- 1º.- Reducir el ruido en la fuente
- 2º.- Reducir el ruido a través de los caminos de propagación
- 3º.- Reducir el ruido en el punto de recepción
- 4º.- Protección de las zonas tranquilas

A continuación se indican las actuaciones previstas para cada uno de los cuatro apartados anteriores:

1º.- Reducir el ruido en la fuente

Para reducir los niveles de ruido en la fuente, se plantea llevar a cabo las siguientes actuaciones:

Tráfico

- Las superficies por donde circulan los vehículos influyen en el ruido que genera la rodadura del neumático sobre la carretera y en la propagación del ruido que proviene del motor del vehículo. El asfalto poroso absorbe más el ruido, pero para su uso en áreas urbanas sigue sin ser efectivo por su durabilidad, sistemas de drenaje, costes, dificultades en las reparaciones, etc. Es recomendado para velocidades superiores a 60km/h y flujos de tráfico homogéneos sin excesivos semáforos o cruces y sin pendientes elevadas. Por tanto, en aquellas zonas del municipio donde las velocidades de paso sean superiores a 60Km/h y se consideren cambios del pavimento, se utilizarán asfaltos porosos.

- Otro aspecto importante que se tendrá en cuenta es el mantenimiento de las vías. Como es conocido, las irregularidades en las superficies por donde circulan los vehículos aumenta los niveles de emisión de ruido. Por ello es necesario siempre un buen mantenimiento. De ahí que se realizarán comprobaciones rutinarias para detectar irregularidades y discontinuidades en las superficies de circulación con el fin de repararlas y conseguir mejoras en las emisiones de ruido.
- Limitar la velocidad de los vehículos en aquellas zonas sensibles utilizando señales de tráfico convencionales, implantando plataformas elevadas, instalando mayor número de radares de velocidad, utilizando paneles luminosos, ...
- Controles por parte de la Policía Local de los niveles de emisión de ruidos de las motocicletas.
- Restringir el horario de paso de camiones por zonas sensibles (salvo servicios especiales) a determinadas horas del día.
- Regulación óptima de los semáforos.
- Ampliación de la peatonalización del centro de la ciudad.
- Implantación de radares de control de velocidad.
- Rediseño de la fisonomía de calles con aceras altas o elementos disuasorios que fuercen a ejercer una conducción más atenta y segura.

Obras

- Se establecerán controles de las licencias de obras y se exigirán que los licitadores realicen las comprobaciones legales de los niveles máximos de emisión de la maquinaria utilizada en obra y lleven a cabo revisiones periódicas de la maquinaria para evitar ruidos por desacople y desgaste de piezas. En los pliegos de licitaciones de obra, se valorará con mejor puntuación aquellas empresas que justifiquen que la emisión de ruidos de las máquinas que emplearán son menores. Selección de fuentes más silenciosas mediante vehículos, equipos y maquinaria que cumplan con la Directiva 2000/14/CE (emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre).
- Concienciación al trabajador de la necesidad de atenuar la emisión acústica en la obra.
- No se permitirán los trabajos nocturnos de obras salvo en aquellas que por interés general sean necesarios.

Recogida de Basuras

- Se adquirirán vehículos con tecnología más silenciosa a la hora de llevar a cabo los cambios de vehículos por motivos de renovación de flota.
- Se ajustarán los horarios de recogidas de basura.
- Limitadores de velocidad para vehículos de servicios municipales (limpieza).

Actividades de ocio

- Control del ruido de actividades de ocio mediante sistemas de inspección telemáticos de actividades y control del funcionamiento de los limitadores de emisión fónica.
- Se exigirá que todos los locales con licencia de música deberán disponer de vestíbulo y se deberá garantizar que, al menos, una puerta de las dos siempre esté cerrada.
- Control de la situación legal en materia de ruido y vibraciones de las actividades de ocio.

Aglomeraciones

- Regulación del número de terrazas y veladores de verano, el número de mesas autorizadas en ellas y sus horarios de funcionamiento.
- Controlar los eventos y Actividades Públicas.

Autobuses urbanos

- Se implantarán medidas de seguimiento y control de los niveles de emisión sonora del transporte urbano (Autobuses)
- Se optará por la utilización de vehículos más silenciosos a la hora de las renovaciones de flota.

2º.- Reducir el ruido a través de los caminos de propagación

- En cuanto a la reducción a través de los caminos de propagación, se planteará como alternativa la implantación de barreras entre las fuentes y los afectados, en su mayoría, los habitantes de los edificios.

3º.- Reducir el ruido en el punto de recepción

- La reducción del ruido en los puntos de recepción se llevará a cabo solicitando adecuados aislamientos acústicos en los edificios acordes al nivel de protección requerido en el

interior. Para ello, se solicitará al promotor un estudio acústico donde se justifique, en base a la predicción de los niveles sonoros en la fachada del edificio, los valores del aislamiento acústico de las fachadas del edificio de manera que se cumplan en el interior los objetivos de calidad acústica.

- Se propondrá la desestimación de la construcción de edificaciones en zonas de servidumbre.
- Se establecerán en ordenanzas las distancias mínimas que deberán mantener los nuevos edificios a las carreteras dependiendo de las características de éstas.

4º.- Protección de las zonas tranquilas

- Posibilidad de instalar contenedores de basuras soterrados
- Se limitará la concesión de licencias de actividades de ocio.

Otras acciones comunes a varios o a todos los apartados anteriores:

- Instalación de una red de monitorizado en la Aglomeración
- Aplicación rápida y eficiente de las normas vigentes.
- Publicación con las recomendaciones de niveles de exposición diurna y nocturna para una vida saludable.
- Aprobación de la ordenanza sobre ruidos adaptada a la normativa sobre el ruido
- Acuerdos de colaboración con AENA, ADIF y Ministerio de Fomento para utilizar un marco común en la lucha por la disminución de la contaminación acústica en aquellas zonas donde las infraestructuras lindan con zonas de titularidad local.
- Se potenciarán las Aulas de Formación medioambiental para mejorar la formación y sensibilización ciudadana, especialmente de los más jóvenes, sobre la contaminación acústica.
- Preservación de "Paisajes Sonoros": fomentar la participación ciudadana mediante encuestas o tomas de opinión sobre sonidos a preservar haciéndolos partícipes del diseño sonoro de espacios protegidos o zonas cuyos ambientes se desea recuperar.

Todas las actuaciones previstas por el Ayuntamiento, serán controladas a través de una herramienta de Gestión Municipal de Ruido.

Anexo I. Declaración de Zonas Acústicamente Saturadas por acumulación de ruidos. Planos de delimitación definitiva

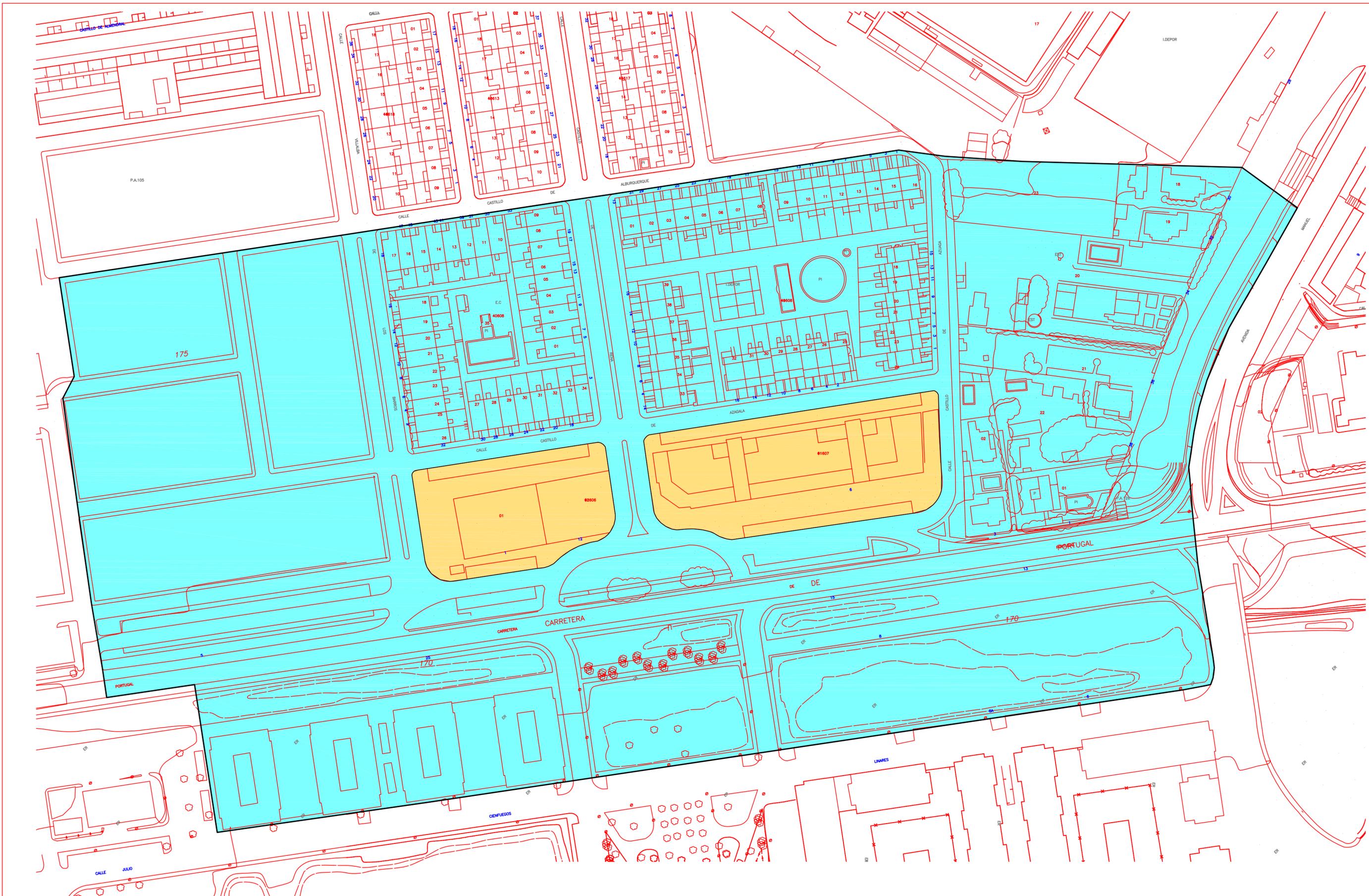
A) ZAS_01: URBANIZACIÓN GUADIANA (2008)

Por Resolución de la Ilma. Alcaldía de fecha 23/07/2008, se declara el área de la Urbanización Guadiana delimitada, básicamente, por C/ Castillo de Albuquerque, Avda. Manuel Saavedra Martínez, C/ Julio Cienfuegos Linares y C/ Castillo de Olivenza, respectivamente -según PLANO DE DELIMITACIÓN DEFINITIVA adjunto-, como ZONA SATURADA POR ACUMULACIÓN DE RUIDOS con los siguientes **efectos** durante un plazo de **tres años**:

1. Queda **suspendida** la **concesión** de **nuevas licencias** de los tipos de actividades que, en el expediente, han sido consideradas como origen de la saturación, en concreto, las seguidamente expuestas:

Actividades incluidas en los **grupos a) y b)** del **Artículo 25º** de Decreto 19/1997, de 4 de febrero, de Reglamentación de Ruidos y Vibraciones, coincidentes con las actividades comprendidas en los grupos a) y b) del Artículo 29 de la Ordenanza Municipal de Protección Ambiental en materia de Contaminación Acústica.

2. En las comunicaciones de **cambio de titularidad** de establecimientos pertenecientes a los citados **grupos a) y b)** del **artículo 25º** situados en la **zona delimitada**, se deberá aportar **certificación técnica** acreditativa de que se han adoptado en las instalaciones los requerimientos exigidos en los apartados 23.5 y 23.6 del artículo 23º, además de la certificación exigida en el artículo 26º.



ZONA DECLARADA COMO
SATURADA POR ACUMULACION DE RUIDOS
EN URBANIZACION GUADIANA
DELIMITACION DEFINITIVA

ESCALA:
1/1.000

0 10 20 30m

PLANO:
DD.1

JULIO 2008

EXPEDIENTE:
ZAS.01.UG/06

B) ZAS_02: ZONA CENTRO (2010)

Por Resolución de la Ilma. Alcaldía de fecha 14/12/2010, se declara el área de la Zona Centro de la ciudad, delimitada perimetralmente por las siguientes avenidas, calles y/o plazas,

- Avda. Juan Carlos I (desde C/ Francisco Pizarro hasta Plaza de San Atón),
- Plaza de San Antón,
- C/ San Sisenando (desde Plaza de San Antón hasta C/ Ramón Albarrán),
- C/ Ramón Albarrán (desde San Sisenando hasta Martín Cansado),
- C/ Martín Cansado (desde Ramón Albarrán hasta C/ Madre de Dios),
- C/ Madre de Dios (desde Martín Cansado hasta Plaza de Cervantes),
- Plaza de Cervantes,
- C/ Tardío,
- C/ Afligidos (desde C/ Tardío hasta C/ Arcoagüero),
- C/ Arcoagüero (desde C/ Afligidos hasta C/ San Gabriel),
- C/ San Gabriel,
- C/ Soto Mancera (desde C/ San Gabriel hasta C/ Montesinos),
- C/ Montesinos (desde C/ Soto Mancera hasta C/ Arias Montano),
- C/ Arias montano (desde C/ Montesinos hasta Plaza de la Soledad),
- Plaza de la Soledad, y
- C/ Francisco Pizarro (desde Plaza de la Soledad hasta Avda. Juan Carlos I),

respectivamente -según PLANO DE DELIMITACIÓN DEFINITIVA adjunto-, como ZONA SATURADA POR ACUMULACIÓN DE RUIDOS con los siguientes **efectos** durante un **plazo de tres años**:

1. Queda **suspendida** la **concesión** de **nuevas licencias** de los tipos de actividades que, en el expediente, han sido consideradas como origen de la saturación, en concreto, las seguidamente expuestas:

➤ ZONA a/b

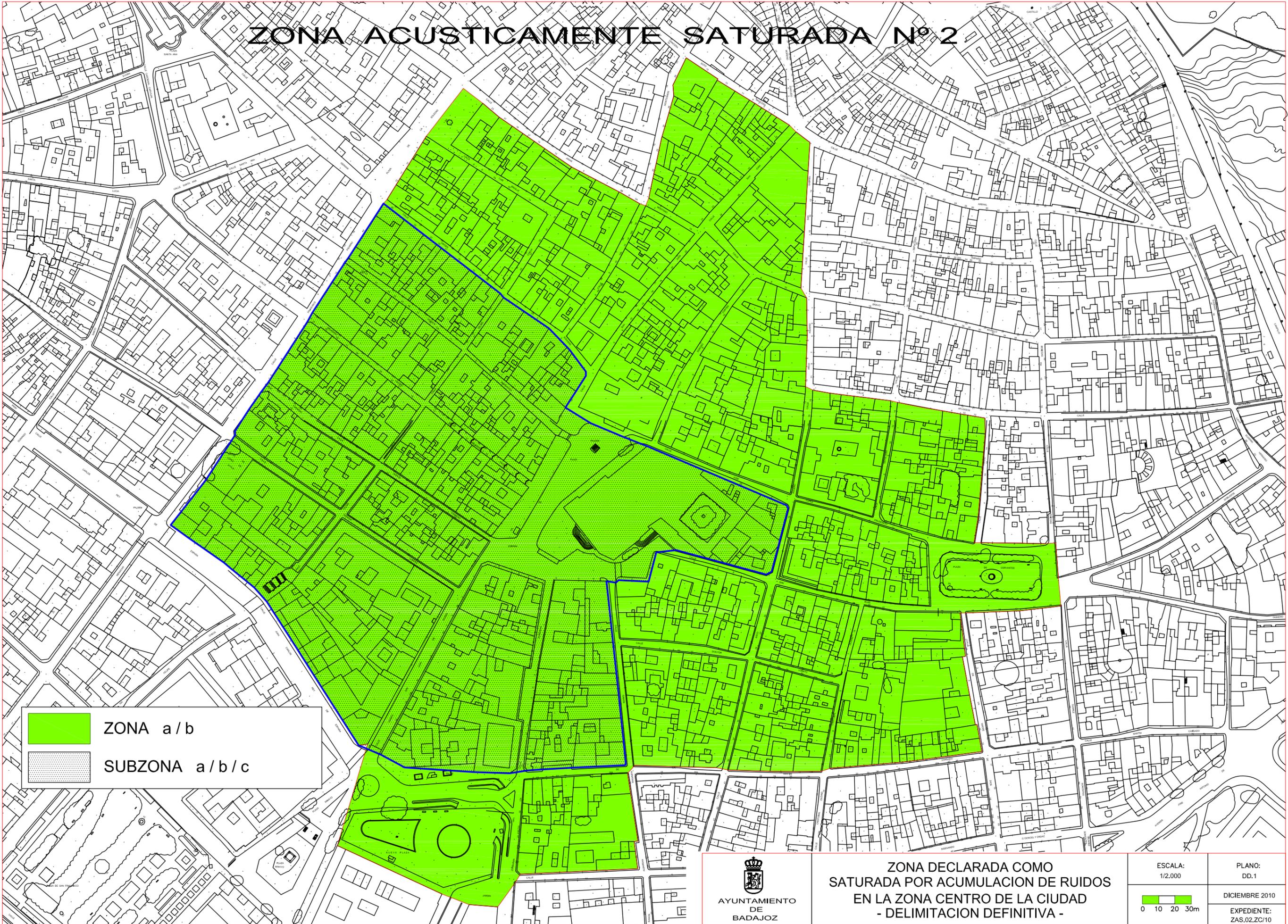
Actividades incluidas en los **grupos a) y b)** del **Artículo 25º** de Decreto 19/1997, de 4 de febrero, de Reglamentación de Ruidos y Vibraciones, coincidentes con las actividades comprendidas en los grupos a) y b) del Artículo 29 de la Ordenanza Municipal de Protección Ambiental en materia de Contaminación Acústica.

➤ **SUBZONA a/b/c**

Actividades incluidas en los **grupos a), b) y c)** del **Artículo 25º** de Decreto 19/1997, de 4 de febrero, de Reglamentación de Ruidos y Vibraciones, coincidentes con las actividades comprendidas en los grupos a) y b) del Artículo 29 de la Ordenanza Municipal de Protección Ambiental en materia de Contaminación Acústica.

2. En las comunicaciones de **cambio de titularidad** de establecimientos pertenecientes a los citados **grupos a), b)** del **artículo 25º** situados en la **zona delimitada**, se deberá aportar **certificación técnica** acreditativa de que se han adoptado en las instalaciones los requerimientos exigidos en los apartados 23.5 y 23.6 del artículo 23º, además de la certificación exigida en el artículo 26º, respectivamente, del citado Decreto 19/1997.

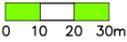
ZONA ACUSTICAMENTE SATURADA Nº 2



	ZONA a/b
	SUBZONA a/b/c



ZONA DECLARADA COMO SATURADA POR ACUMULACION DE RUIDOS EN LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD - DELIMITACION DEFINITIVA -

ESCALA: 1/2.000	PLANO: DD.1
	DICIEMBRE 2010
	EXPEDIENTE: ZAS.02.ZC/10