

# Estudio acústico de Plan Parcial de sector SUS-G1 San Julián (Málaga)

Código: T-13-177  
Versión: 01  
Fecha: 01/08/2013

Redactado por:  
Moisés Laguna

Delegado Andalucía

Revisado por:  
Alberto Hernández

Responsable Técnico de  
Laboratorio

Aprobado por:  
Moisés Laguna



Delegado Andalucía



Centro de Estudio y Control de Ruido S.L.

## INDICE

<b>1</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Normativa / Legislación de referencia</b> .....	<b>4</b>
2.1	<b>Legislación nacional</b> .....	<b>4</b>
2.2	<b>Legislación específica en Andalucía</b> .....	<b>5</b>
2.3	<b>Legislación local en Estepona</b> .....	<b>5</b>
2.4	<b>Otros documentos de referencia</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Cuantificación de las exigencias</b> .....	<b>6</b>
3.1	<b>Legislación en Andalucía</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Zona objeto de estudio</b> .....	<b>11</b>
4.1	<b>Descripción de la zona</b> .....	<b>11</b>
4.2	<b>Descripción de focos ruidosos considerados</b> .....	<b>18</b>
4.2.1	<b>Aforos</b> .....	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Modelización adoptada</b> .....	<b>21</b>
5.1	<b>Caracterización del entorno de estudio</b> .....	<b>21</b>
5.1.1	<b>Terreno</b> .....	<b>21</b>
5.1.2	<b>Líneas de ferrocarril y carreteras</b> .....	<b>22</b>
5.1.3	<b>Edificación y otros obstáculos</b> .....	<b>22</b>
5.1.4	<b>Meteorología</b> .....	<b>22</b>
5.1.5	<b>Tráfico rodado</b> .....	<b>23</b>
5.1.6	<b>Tráfico ferroviario</b> .....	<b>23</b>
5.2	<b>Modelo de predicción acústica</b> .....	<b>23</b>
5.2.1	<b>Definición de períodos horarios</b> .....	<b>24</b>
5.2.2	<b>Índices de evaluación</b> .....	<b>24</b>
5.3	<b>Validación del modelo</b> .....	<b>25</b>
5.4	<b>Presentación de resultados</b> .....	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>29</b>
6.1	<b>Situación actual</b> .....	<b>29</b>
6.2	<b>Situación operacional</b> .....	<b>31</b>
6.2.1	<b>Mapas de condicionantes acústicos al urbanismo</b> .....	<b>33</b>
6.3	<b>Mejoras requeridas</b> .....	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>Propuesta de zonificación acústica</b> .....	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>39</b>
<b>10</b>	<b>Anexo 1. Mapas de isófonas</b> .....	
<b>11</b>	<b>Anexo 2. Propuesta de zonificación acústica</b> .....	
<b>12</b>	<b>Anexo 3. Informe de ensayo de niveles sonoros en estado actual</b> .....	



<b>REGISTRO DE MODIFICACIONES</b>		
<b>Versión</b>	<b>Descripción de la Modificación</b>	<b>Fecha</b>
01	Elaboración del documento	01/08/2013

## 1 OBJETIVOS

El presente documento es un estudio acústico pormenorizado sobre la posible afección acústica sufrida en un sector de Suelo Urbanizable Sectorizado, en el cual se desarrolla un Plan Parcial para su ordenación pormenorizada con uso general *Productivo* en la zona de *San Julián*, en Málaga. En este sentido, se analizan los focos ruidosos más conflictivos y se proponen soluciones que garanticen el cumplimiento de los requisitos legales en cuanto a ruidos y vibraciones establecidos para este tipo de zonificaciones en la comunidad autónoma de Andalucía.

Para ello se emplea metodología de cálculo de emisión y propagación acústica legalmente aceptada, basada en los métodos de cálculo reconocidos e implementada en *software* de simulación acústica dedicado para tales fines.



El trabajo ha sido encargado por la empresa redactora del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, SFERA PROYECTO AMBIENTAL S.L., con CIF B-92334531 y domicilio social en Paseo Cerrado de Calderón, Edf. Mercurio, 18, H2 (Málaga)



La Entidad redactora del estudio es el CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DEL RUIDO S.L. (CECOR), con CIF B-47555958 y domicilio social en el Parque Tecnológico de Boecillo, parcela 209 (Boecillo, Valladolid).

La gestión del trabajo se realiza desde la Delegación comercial de Andalucía, ubicada en C/ Miguel Bueno Lara, 8, 2º2 (Málaga).

## 2 NORMATIVA / LEGISLACIÓN DE REFERENCIA

### 2.1 Legislación nacional

- **Ley 37/2003**, de 17 de noviembre, del Ruido.
- **Real Decreto 1513/2005**, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- **Real Decreto 1367/2007**, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

- **Real Decreto 1038/2012**, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas
- **Real Decreto 1371/2007**, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico *DB-HR Protección contra el Ruido* del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- **Real Decreto 1675/2008**, de 17 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el *Documento Básico DB-HR Protección frente al ruido* del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

## 2.2 Legislación específica en Andalucía

- **Ley 7/2007**, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- **Decreto 356/2010**, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- **Decreto 6/2012**, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la contaminación acústica en Andalucía y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

## 2.3 Legislación local en Málaga

- **Plan General de Ordenación Urbana** de Málaga (2011).
  - Usos del suelo y la edificación
  - Zonificación acústica

## 2.4 Otros documentos de referencia

- **NMPB – Routes 1996<sup>1</sup>**: *Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores.*
- **RML2<sup>2</sup>**: *Reken — en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996.*
- **ISO 9613-2:1996**. *Acoustics. Attenuation of sound during propagation outdoors. Part 2: General method of calculation.*
- **WG-AEN**: *European Commission. Assessment of Exposure to Noise. Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure. Version 2, 13 January 2006.*
- **AENA**. *Mapas Estratégicos de Ruido de Grandes Aeropuertos. Aeropuerto de Málaga. Mayo 2007.*
- **CEDEX 51-405-4-012**: *Informe Técnico para ADIF. Estudios relacionados con la elaboración de Mapas Estratégicos de Ruido de los grandes ejes ferroviarios. Octubre 2006.*

## 3 CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

Los criterios acústicos específicos a considerar son definidos en profundidad en el **Real Decreto 1367/2007**, de aplicación al caso en particular que se evalúa en el presente informe:

### CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES

#### Artículo 2. *Definiciones.*

A efectos de lo establecido en este real decreto, (...), se entenderá por:

- a) **Área urbanizada**: superficie del territorio que reúna los requisitos establecidos en la legislación urbanística aplicable para ser clasificada como suelo urbano o urbanizado y siempre que se encuentre ya integrada, de manera legal y efectiva, en la red de dotaciones y servicios propios de los núcleos de población. Se entenderá que así ocurre cuando las parcelas, estando o no edificadas, cuenten con las dotaciones y los servicios requeridos por la legislación urbanística o puedan llegar a contar con ellos sin otras obras que las de conexión a las instalaciones en funcionamiento.
- b) **Área urbanizada existente**: la superficie del territorio que sea área urbanizada antes de la entrada en vigor de este real decreto.  
(...)
- i) **Nuevo desarrollo urbanístico**: superficie del territorio en situación de suelo rural para la que los instrumentos de ordenación territorial y urbanística prevén o permiten su paso a la situación de suelo urbanizado (...), así como la de suelo ya urbanizado que esté sometido a actuaciones de reforma o renovación de la urbanización.

<sup>1</sup> Método nacional francés para cálculo de ruido de tráfico rodado.

<sup>2</sup> Método nacional holandés para cálculo de ruido de infraestructuras ferroviarias.

**CAPÍTULO III: ZONIFICACIÓN ACÚSTICA. OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.**
**SECCIÓN 1.ª ZONIFICACIÓN ACÚSTICA**
**Artículo 5. Delimitación de los distintos tipos de áreas acústicas.**

1. (...) Las áreas acústicas se clasificarán, en atención al uso predominante del suelo, en (...):
  - a) (...) uso residencial.
  - b) (...) uso industrial.
  - c) (...) uso recreativo y de espectáculos.
  - d) (...) uso **terciario** distinto del contemplado en el párrafo anterior.
  - e) (...) uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.
  - f) **Sectores de territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras** de transporte (...)
  - g) Espacios naturales (...).
2. (...).
3. (...)
4. (...)
5. Hasta tanto se establezca la zonificación acústica de un término municipal, las áreas acústicas vendrán delimitadas por el uso característico de la zona.

**SECCIÓN 2.ª OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA**
**Artículo 14. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas.**

1. En las áreas urbanizadas existentes (...).
2. **En el resto de áreas urbanizadas** se establece como objetivo de calidad acústica para ruido la no superación del valor que le sea de aplicación a la tabla A del Anexo II, **disminuido en 5 decibelios**.
3. (...) espacios naturales delimitados (...).
4. (...) zonas tranquilas en las aglomeraciones (...).

**Artículo 15. Cumplimiento de los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas.**

Se considerará que se respetan los objetivos de calidad acústica establecidos en el artículo 14, cuando, para cada uno de los índices de inmisión de ruido,  $L_d$ ,  $L_e$ , o  $L_n$ , los valores evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el anexo IV, cumplen, en el periodo de un año, que:

- a) Ningún valor supera los valores fijados en la correspondiente tabla A, del anexo II.
- b) El 97% de todos los valores diarios no superan en 3 dB los valores fijados en la correspondiente tabla A, del anexo II.

**ANEXO II**
**Objetivos de Calidad Acústica**

 Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes<sup>3</sup>.

	Tipo de área acústica	Índices de ruido		
		$L_d$	$L_e$	$L_n$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso <b>terciario</b> distinto del contemplado en c).	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>65</b>
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen <sup>4</sup>	5		

Los objetivos de calidad acústica (...) están referenciados a una altura de 4 m.

<sup>3</sup> Según artículo 14, los límites aplicables deben ser disminuidos en 5 dB.

<sup>4</sup> En estos sectores de territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia de entre las mejores técnicas disponibles (...).

<sup>5</sup> modificación de la Tabla A introducida en el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio: En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes con ellos.

### 3.1 Legislación en Andalucía

La legislación nacional detallada anteriormente constituye un documento legislativo de carácter básico al cual deben adaptarse las disposiciones legales transferidas a las Comunidades Autónomas. En el caso concreto de Andalucía, se tiene el **Decreto 6/2012**, el cual también es de aplicación al presente trabajo. Se cita a continuación el articulado de referencia para el caso evaluado:

#### TÍTULO II. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

##### CAPÍTULO I: ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA

###### Artículo 6. Áreas de sensibilidad acústica

1. Las áreas de sensibilidad acústica, serán aquellos ámbitos territoriales donde se pretenda que exista una calidad acústica homogénea. Dichas áreas serán determinadas por cada Ayuntamiento, (...).
2. (...).
3. (...), la zonificación acústica afectará al territorio del municipio al que se haya asignado uso global o pormenorizado del suelo (...).
4. (...).
5. Hasta tanto se establezca la zonificación acústica de un término municipal, las áreas de sensibilidad acústica vendrán delimitadas por el uso característico de la zona, (...).

###### Artículo 7. Clasificación de las áreas de sensibilidad acústica

(...) los Ayuntamientos deberán contemplar, al menos, las áreas de sensibilidad acústica clasificadas de acuerdo con la siguiente tipología:

- a. Tipo a. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
- b. Tipo b. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
- c. Tipo c. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
- d. **Tipo d.** Sectores del territorio con predominio de suelo de uso característico turístico o de otro uso **terciario** no contemplado en el tipo c.
- e. Tipo e. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requieran de especial protección contra la contaminación acústica.
- f. Tipo f. Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte u otros equipamientos públicos que los reclamen.
- g. Tipo g. Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

###### Artículo 8. Modificación y revisión de las áreas de sensibilidad acústica.

1. Las sucesivas modificaciones, revisiones y adaptaciones del planeamiento urbanístico general (...) conllevarán la necesaria revisión de la zonificación acústica en el correspondiente ámbito territorial. (...).
2. La delimitación de las áreas de sensibilidad acústica queda sujeta a revisión periódica, que deberá realizarse, como máximo, cada diez años desde la fecha de su aprobación.

###### Artículo 9. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas de sensibilidad acústica.

1. En las áreas urbanizadas existentes (...)
2. Para las **nuevas áreas urbanizadas**, es decir, aquellas que no reúnen la condición de existentes (...), se establece como objetivo de calidad acústica para ruido la no superación del valor que le sea de aplicación de la **tabla II**.

**TABLA II. OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA PARA RUIDO APLICABLES A LAS NUEVAS ÁREAS URBANIZADAS.**

	Tipo de área acústica	Índices de ruido		
		L <sub>d</sub>	L <sub>e</sub>	L <sub>n</sub>
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	70	70	60
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68	68	58
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso característico turístico u otro <b>uso terciario</b> distinto del contemplado en c).	65	65	60
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen <sup>6</sup>	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar
g	Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

Los objetivos de calidad acústica (...) están referenciados a una altura de 4 m.

3. (...)
4. (...)
5. (...)

#### Artículo 10. Cumplimiento de los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas de sensibilidad acústica.

Se considerará que se respetan los objetivos de calidad acústica establecidos en el artículo 9, cuando, para cada uno de los índices de inmisión de ruido, L<sub>d</sub>, L<sub>e</sub>, o L<sub>n</sub>, los valores evaluados conforme a los procedimientos establecidos en la **Instrucción Técnica 2**, cumplan en un periodo de un año, las siguientes condiciones:

- a. Ningún valor supera los valores fijados en las correspondientes tablas I o II del artículo 9.
- b. El 97% de todos los valores diarios no superan en 3 dB los valores fijados en las correspondientes tablas I o II.

### TÍTULO III. NORMAS DE CALIDAD ACÚSTICA

#### CAPÍTULO I: OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA EN EL ESPACIO INTERIOR DE LAS EDIFICACIONES

##### Artículo 27. Objetivos de calidad acústica aplicables al espacio interior.

1. (...), se establece como objetivo de calidad acústica para el ruido (...) la no superación en el espacio interior de las edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, **administrativo y de oficinas**, hospitalarios, educativos o culturales, de los correspondientes valores de los índices de inmisión de ruido (...):

**TABLA IV. OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA PARA RUIDOS APLICABLES AL ESPACIO INTERIOR HABITABLE DE EDIFICACIONES DESTINADAS A VIVIENDA, USOS RESIDENCIALES, HOSPITALARIOS, EDUCATIVOS O CULTURALES Y ADMINISTRATIVOS O DE OFICINAS (dBA)**

Uso del local	Tipo de recinto	Índices de ruido		
		L <sub>d</sub>	L <sub>e</sub>	L <sub>n</sub>
Residencial	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Administrativo y de oficinas	Despachos profesionales	40	40	40
	<b>Oficinas</b>	45	45	40
Sanitario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Educativo o cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35

Los objetivos de calidad acústica (...) están referenciados a una altura de entre 1,2 y 1,5 m.

<sup>6</sup> En estos sectores de territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia de entre las mejores técnicas disponibles (...).

#### TÍTULO IV. NORMAS DE PREVENCIÓN ACÚSTICA

##### CAPÍTULO II: EL ESTUDIO ACÚSTICO

Artículo 43. Exigencia y contenido mínimo de Estudios Acústicos para los instrumentos de planeamiento urbanístico.

2. Los instrumentos de planeamiento urbanístico sometidos a evaluación ambiental deben incluir entre la documentación comprensiva del estudio de impacto ambiental un **estudio acústico** para la consecución de los objetivos de calidad acústica previstos en este Reglamento.
3. El contenido mínimo de los estudios acústicos para los instrumentos de planeamiento urbanístico, será el establecido en la **Instrucción Técnica 3**.

##### IT.3. CONTENIDOS MÍNIMOS DE LOS ESTUDIOS ACÚSTICOS

El estudio acústico se define como «el conjunto de documentos acreditativos de la identificación y valoración de impactos ambientales en materia de ruidos y vibraciones». Se definen (...) tipos de estudios acústicos:

1. Estudios acústicos de actividades o proyectos distintos de los de infraestructuras sometidos a autorización ambiental unificada o a autorización ambiental integrada según el anexo de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (...)
2. Estudios Acústicos de actividades sujetas a calificación ambiental y de las no incluidas en el Anexo de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (...)
3. Estudios acústicos de infraestructuras (...)
4. Estudios acústicos de los **instrumentos de planeamiento urbanístico**.

El estudio acústico comprenderá, como mínimo:

1. Estudio y análisis acústico del territorio afectado por el instrumento de planeamiento, que comprenderá un análisis de la situación existente en el momento de elaboración del Plan y un estudio predictivo de la situación derivada de la ejecución del mismo, incluyendo en ambos casos la zonificación acústica y las servidumbres acústicas que correspondan, así como un breve resumen del estudio acústico.
2. Justificación de las decisiones urbanísticas adoptadas en coherencia con la zonificación acústica, los mapas de ruido y los planes de acción aprobados.
3. Demás contenido previsto en la normativa aplicable en materia de evaluación ambiental de los instrumentos de ordenación urbanística.
5. Estudios de Zonas Acústicas Especiales (...).

De la lectura de los documentos normativos anteriores se concluye que el Decreto 6/2012 está plenamente adaptado a las disposiciones de la legislación básica nacional, incluyendo además algunos conceptos específicos, como puede ser la definición del uso turístico o el contenido mínimo exigible a los estudios acústicos. Es por ello que se tomará como documento base para el presente trabajo el citado **Decreto 6/2012**.

## 4 ZONA OBJETO DE ESTUDIO

### 4.1 Descripción de la zona

El área objeto de estudio es un sector de 226.304 m<sup>2</sup> de superficie de forma irregular y orografía prácticamente llana, localizado al oeste del municipio de Málaga junto a la barriada de *San Julián*. Se trata de una zona eminentemente comercial y de servicios, con clasificación acústica formalmente definida como de uso *terciario*. El sector está enclavado en las inmediaciones del aeropuerto internacional de Málaga - Costa del Sol y bajo su huella acústica, junto con otras infraestructuras de transporte de acceso o de largo recorrido. El área, actualmente sin urbanizar, está delimitada por:

- Noreste: PA-G.2 (97), procedente del Plan Parcial G.7 *Comercial Villa Rosa*, suelo donde se ubican las grandes superficies comerciales de *Leroy Merlin* y *Decathlon*.
- Noroeste: Suelo urbano consolidado de la barriada de *La Loma de San Julián*. Además, parte del sector limita con la línea C-1 de cercanías Málaga – Fuengirola.
- Suroeste: PAM-BM.1 (97), procedente del PAU del SUNP-BM.3 *Centro Integral Servicios Turísticos Sector 3*, donde se ha desarrollado la 2ª fase del Centro Comercial *Plaza Mayor* y otros suelos urbanizados en donde recientemente se ha instalado la gran superficie comercial de *BricoMart*.
- Sureste: Autovía MA-20, antigua N-340, junto al nudo de *Guadalmar*, que ha sido ampliado con el nuevo acceso sur al aeropuerto de Málaga, vial de alta capacidad de muy reciente apertura al tráfico<sup>7</sup>.

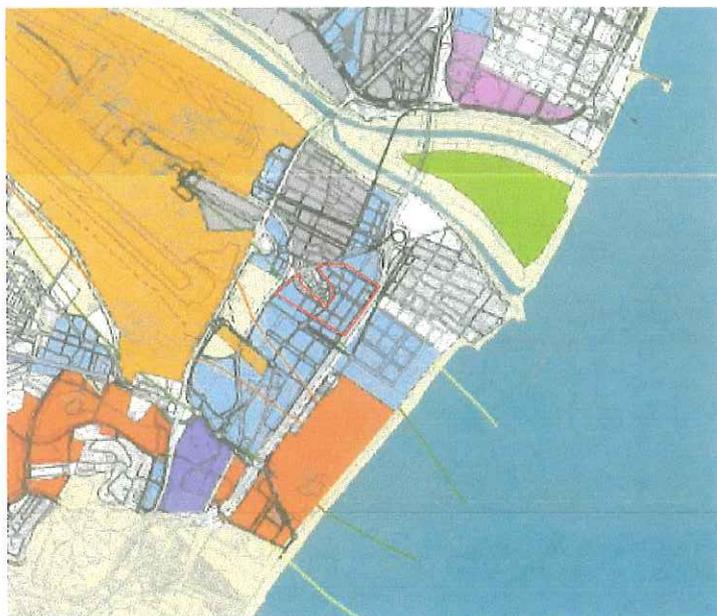
En las siguientes figuras se muestra el área de estudio, su clasificación acústica y la ordenación propuesta por los proyectistas, en compatibilidad con la ficha urbanística del sector:

---

<sup>7</sup> En el momento de redacción del presente trabajo no se dispone ni de cartografía ni de información relativa al aforo soportado por dicha infraestructura viaria, de modo que no se tiene en cuenta en los cálculos. No obstante, dada su relativa lejanía al sector evaluado, no se considera especialmente relevante.



Figura 1: Localización de la zona de estudio (ortofoto)



ZONIFICACIÓN ACÚSTICA DEL TERRITORIO	
[Yellow box]	SNU
[White box]	g- RESIDENCIAL
[Grey box]	h- INDUSTRIAL
[Purple box]	c- RECREATIVO Y DE ESPECTÁCULOS
[Blue box]	d- TERCIARIO
[Light blue box]	e- SANITARIO, DOCENTE Y CULTURAL
[Orange box]	f- SISTEMAS GENERALES DE INFRAESTRUCTURAS
[Green box]	g- ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
[Red box]	h- TURISTICO

Figura 2: Zonificación acústica del sector



Figura 3: Ordenación propuesta de zona de estudio

Tal como se observa en la figura anterior, el área se subdividirá en 10 parcelas para usos comercial, empresarial y equipamientos junto con áreas libres, viales y plazas de aparcamientos, zonificándose en las siguientes tipologías:

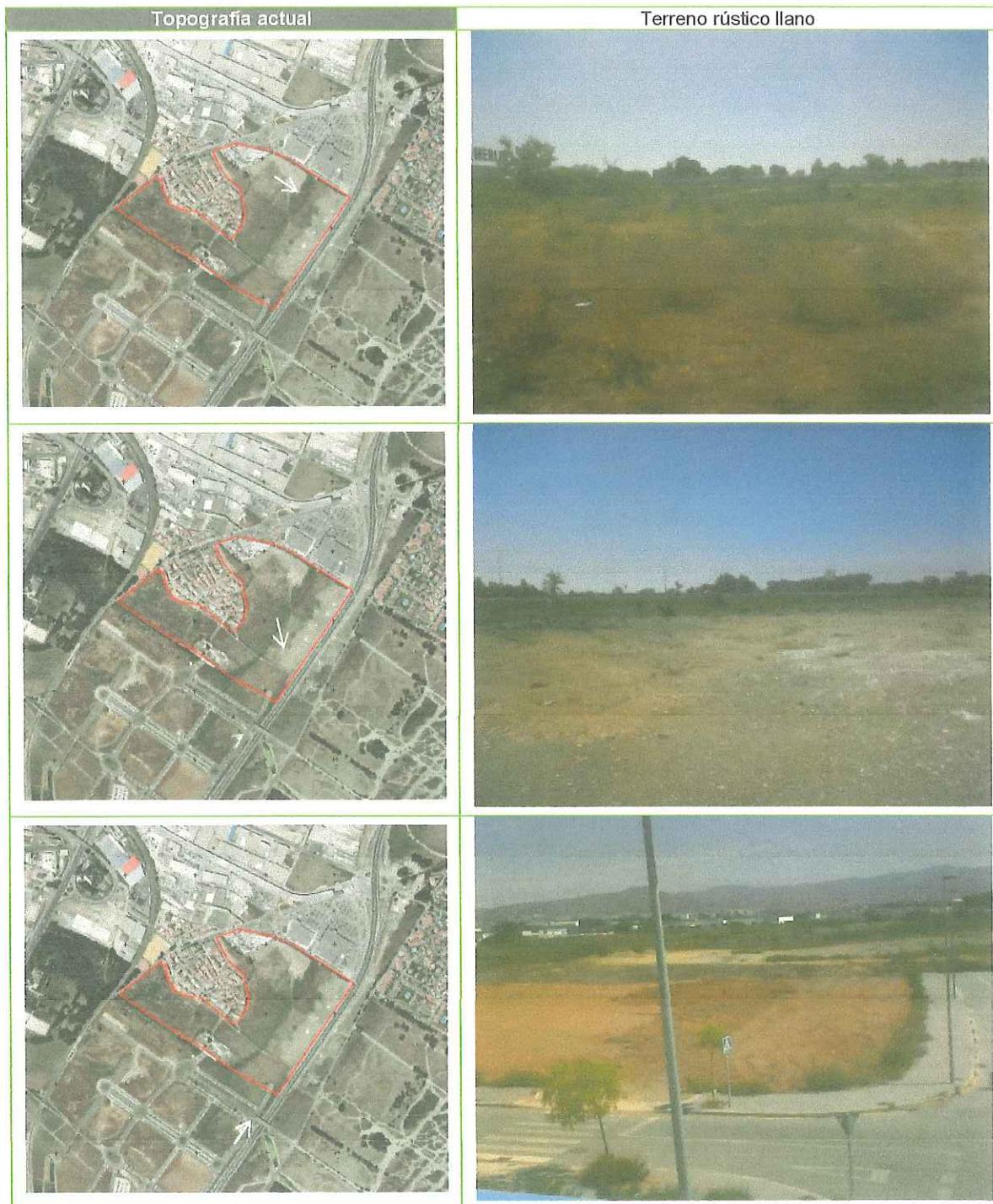
Uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> s)	Porcentaje del total (%)
Productivo	42146,48	18,5%
Empresarial	29141,77	12,8%
Comercial	18949,99	8,3%
Equipamientos	32163,87	14,1%
Zonas verdes	44428,66	19,5%
Varios	60708,36	26,7%

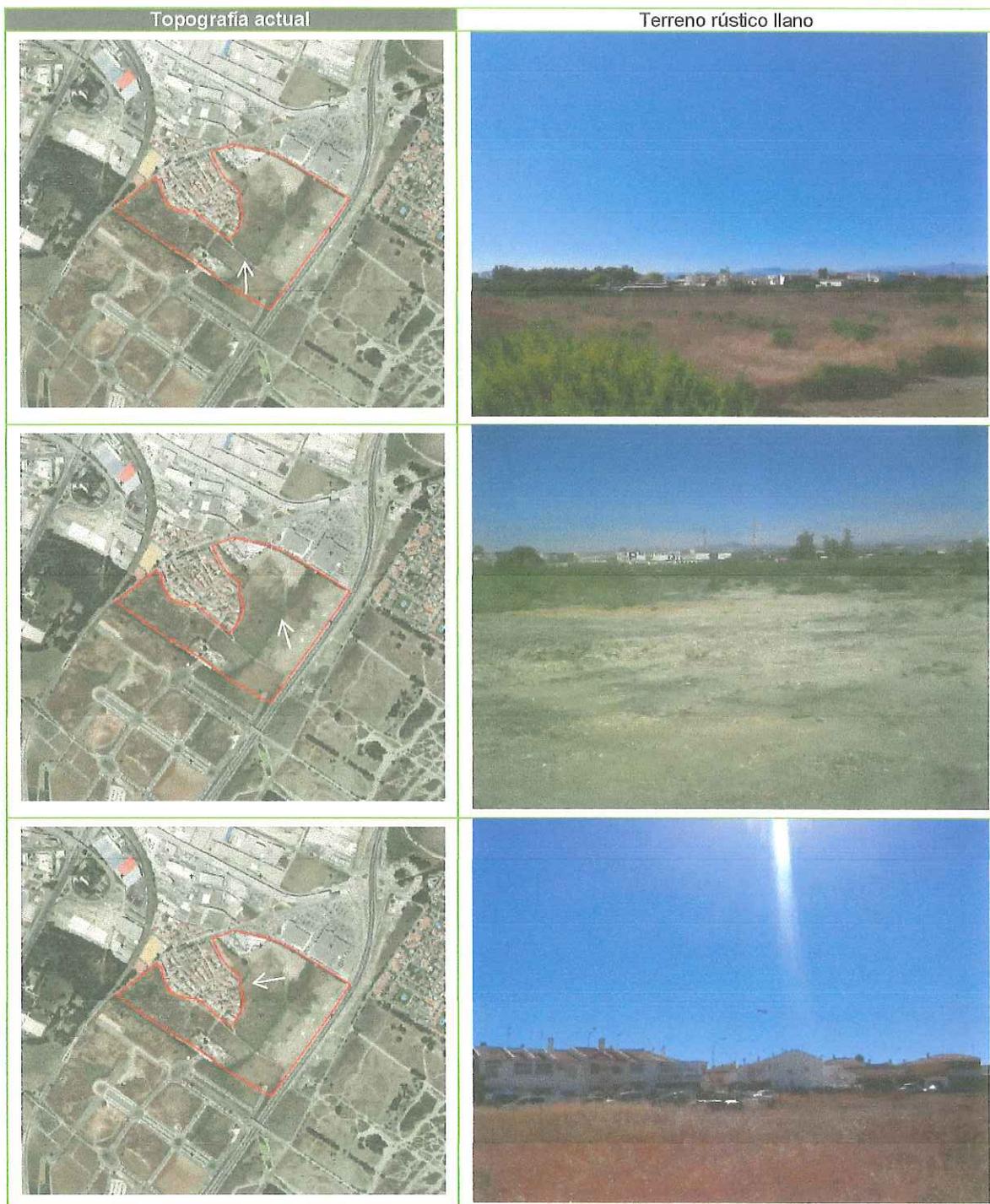
**Tabla 1:** Ordenación prevista

Como se puede comprobar, la mayor cantidad de espacio reservado se destinará a usos terciarios (englobaría los usos *Productivo*, *Empresarial* y *Comercial*). Además, se reserva el espacio mínimo exigido por la legislación urbanística para equipamientos, servicios y espacios libres. Como se ha mencionado anteriormente, la clasificación acústica global del sector será *terciaria*.

En las siguientes figuras puede verse un reportaje fotográfico del entorno del área estudiada en su estado actual:







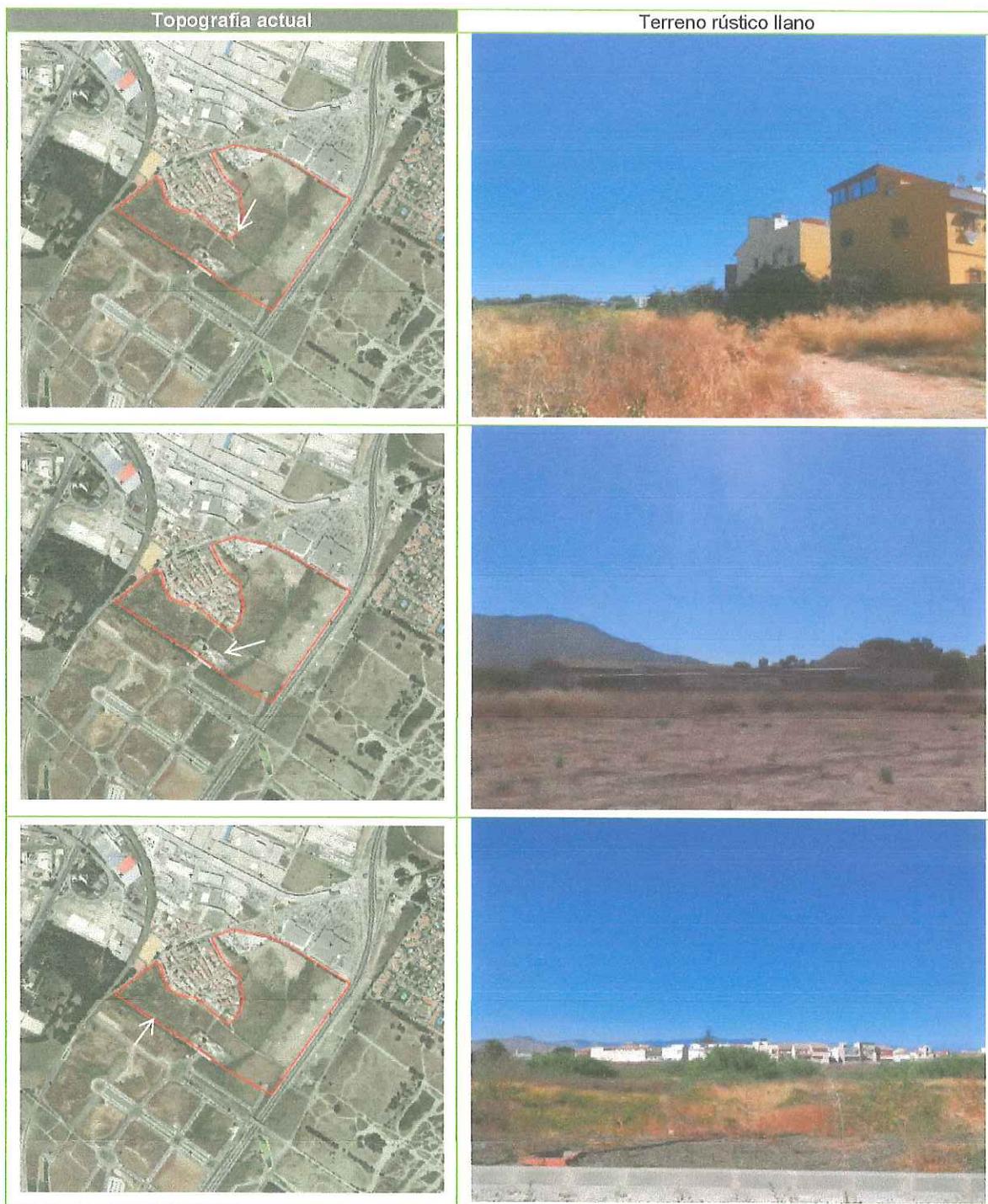


Figura 4: Reportaje fotográfico de zona de estudio

## 4.2 Descripción de focos ruidosos considerados

Según observación *in situ*, existen varios focos sonoros significativos que afectan al sector bajo evaluación:

- Ruido de tráfico rodado: El sector evaluado linda en su lado sureste con la autovía MA-20 a lo largo de, aproximadamente, 500 m lineales. Se trata de una infraestructura viaria de gran capacidad y elevado aforo. Se observan pantallas acústicas en el sentido opuesto del sector evaluado.
- Ruido de tráfico aéreo: El sector evaluado se encuentra bajo la *huella sonora* del aeropuerto internacional de la Costa del Sol, de modo que existe una clara afección por ruido de tráfico aéreo en la zona.
- Ruido de tráfico ferroviario: Por último, la zona noroeste del sector linda con el trazado de la línea C-1 del ferrocarril de cercanías Málaga – Fuengirola. La posible afección sonora por esta infraestructura ferroviaria también será evaluada.

El resto de caminos y viales que limitan el sector son de tipo local, para movimientos de acceso o en el interior de la propia barriada de La Loma de San Julián y zonas comerciales adyacentes, de modo que no se tomarán en consideración, al menos en comparación con el resto de grandes infraestructuras de transporte anteriormente citadas.

En la siguiente figura se muestra lo anteriormente comentado:



**Figura 5:** Focos ruidosos considerados: MA-20 (---), huella sonora del aeropuerto (■) y Cercanías C-1 (---)

#### 4.2.1 Aforos

##### 4.2.1.1 Tráfico rodado

Los aforos estimados en las carreteras observadas han sido obtenidos de fuentes oficiales y además ha sido contrastado en visitas de campo. En cuanto a la distribución del tráfico se toman como referencia las recomendaciones de la guía *WG-AEN*, con el siguiente criterio:

Período	Horario	IMD (%)	Nº de horas
Día	7:00 – 19:00	70%	12
Tarde	19:00 – 23:00	20%	4
Noche	23:00 – 7:00	10%	8

Teniendo en cuenta lo anterior, el número de vehículos / hora a ser implementado en el modelo será el siguiente:

Carretera	IMD	Número de vehículos / hora (Q)			% Pesados	Velocidad (km/h)	
		Día	Tarde	Noche		Ligeros	Pesados
Autovía MA-20 <sup>8</sup>	84402	4923,45	4220,1	1055,03	4,45	100	100

**Tabla 2:** Aforos de carreteras (ambos sentidos)

##### 4.2.1.2 Tráfico aéreo

El aeropuerto internacional de Málaga – Costa del Sol se encuentra a poca distancia del sector evaluado. Registra más de 100.000 operaciones de despegue y aterrizaje anuales<sup>9</sup>, de modo que se incluye dentro de la categoría de *grandes infraestructuras aeroportuarias* definidas en la Ley 37/2003, del Ruido. Por lo tanto, en cumplimiento con las disposiciones de la citada Ley y de sus reglamentos de desarrollo, este aeropuerto ha publicado oficialmente su Mapa Estratégico de Ruido y sus correspondientes mapas de isófonas. Dicho mapa está basado en el escenario del año 2005, fecha en la que se registraron 123.959 operaciones, una cantidad superior a la estimada para el año en curso. Por ello se considera que dicho mapa es conservador desde el punto de vista acústico, ya que refleja una situación con mayor emisión sonora que la actual, por su mayor número de movimientos.

En virtud de los resultados de dicho mapa de ruido las autoridades competentes (AENA y el Ayuntamiento de Málaga) declararon de forma oficial la zona de servidumbre acústica de dicha infraestructura aeroportuaria, resultando que la mayor parte del sector evaluado se encuentra dentro de dicha zona de afección (ver Figura 5).

En el presente trabajo no se implementará ningún modelo de predicción sonora de tráfico aeroportuario, sino que se emplearán las isófonas oficialmente declaradas en el MER para ser

<sup>8</sup> Fuente: Mapas provinciales de tráfico 2011. Ministerio de Fomento.

<sup>9</sup> Número de movimientos en 2012: 102.153. Fuente: AENA

incorporadas al modelo acústico, ajustando la cartografía acústica mediante muestreos sonoros representativos en la zona. Para más detalles, consúltese el Anexo 3.

#### 4.2.1.3 Tráfico ferroviario

El número de movimientos diarios previstos en la línea de cercanías C-1 se obtiene mediante consulta al Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif). En todos los casos se trata de convoyes de la serie *Civia* con una velocidad máxima declarada de 120 km/h, aunque circulando a mucha menor velocidad en las inmediaciones del sector evaluado al contar con una parada cercana:

Línea	Tipo de tren	Número de circulaciones			Velocidad (km/h)
		Día	Tarde	Noche	
Cercanías C-1 <sup>10</sup>	Serie <i>Civia</i>	71	22	11	60

**Tabla 3:** Aforos de infraestructuras ferroviarias (Ambos sentidos)

## 5 MODELIZACIÓN ADOPTADA

### 5.1 Caracterización del entorno de estudio

La implementación y configuración del modelo de cálculo sigue las recomendaciones generales dadas en la *WG-AEN*.

El área de estudio se caracteriza para su simulación mediante la definición de los siguientes elementos geométricos: terreno, líneas de ferrocarril, carreteras, edificios y obstáculos. Estos elementos deben ser obtenidos de distintas fuentes de información e integrados en un solo modelo simplificado y constituyen el escenario de propagación de ruido, objeto del estudio. Los mapas de ruido en el estudio han sido calculados a una escala única de 1:4000.

#### 5.1.1 Terreno

El terreno se modela a partir de la cartografía disponible y en 3D. Esta cartografía se complementa con datos públicos obtenidos desde el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, ente que depende de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía.

En cuanto absorciones de los diferentes materiales (G), se define un coeficiente general del 100% para el terreno salvo para edificios, asfaltos, muros y superficies cubiertas de agua, donde se ha supuesto una absorción del 0%.

<sup>10</sup> Fuente: ADIF.

### **5.1.2 Líneas de ferrocarril y carreteras**

Las vías de ferrocarril en el modelo se simulan como una única plataforma sobre la cual se sitúa la fuente de ruido, siendo caracterizada por el tráfico ferroviario. El ancho de la plataforma de la vía está definido por la línea particular en cada modelo. La plataforma de la vía se extiende desde el eje que figura en la cartografía y es adaptada al terreno. Los viaductos se modelan mediante un autoapantallamiento.

A partir de las visitas de inspección al área de estudio se ha evaluado la validez y adecuación de los documentos cartográficos disponibles a la situación real. Siempre que sea necesario se actualizan dichos documentos, incorporando a los mismos las edificaciones y otros elementos significativos que se detecten.

### **5.1.3 Edificación y otros obstáculos**

Los edificios están definidos por su cota de la base y el número de plantas.

Toda la información relativa a la edificación (alturas de los edificios, áreas de los mismos, número de viviendas...) y usos del suelo de la zona de estudio se obtiene a partir de los datos cartográficos disponibles, de planos extraídos del Plan General de Ordenación Urbana de Málaga y se completan con los datos proporcionados por la oficina del Catastro del Ministerio de Hacienda. Adicionalmente, se han efectuado visitas de campo para determinar con exactitud la altura y tipo de cada edificio.

Adicionalmente, se identifican todos aquellos objetos y obstáculos que pudieran tener un efecto significativo sobre la propagación sonora, tales como muros, diques, apantallamientos, etc. Cabe destacar la presencia de una pantalla acústica de tipo acrílico en la autovía MA-20 en sentido Málaga (el contrario a la ubicación del sector bajo estudio), con una longitud aproximada de 300 m.

El campo sonoro es modelado teniendo en cuenta las posibles reflexiones en los diversos obstáculos existentes, descartando fuentes sonoras ubicadas a más de 1000 m del receptor considerado. Se ha limitado el número de reflexiones a un máximo de dos.

### **5.1.4 Meteorología**

Por defecto se tomará una temperatura de 15° C y una humedad relativa del 70%, similar a la climatología media de la ciudad de Málaga (según AEMET la temperatura media anual en Málaga es de 18°C, y la humedad media es 66%).

Además se introduce el siguiente criterio en lo relativo a los porcentajes de ocurrencia de condiciones favorables a la propagación del ruido: período día: 50%, período tarde: 75% y período noche: 100%.

No se introducen datos relativos a direcciones de viento predominantes por no disponer de información adecuada al respecto.

### 5.1.5 Tráficos

#### 5.1.5.1 Tráfico rodado

Los datos de tráfico están compuestos por el tipo de vehículo (porcentajes de vehículos ligeros y vehículos pesados para cada período del día), la velocidad media por cada período temporal del día y para cada tipo de vehículo, la intensidad media por cada período temporal del día y para cada tipo de vehículo y el tipo de flujo de tráfico (flujo continuo fluido, flujo continuo en pulsos, flujo acelerado en pulsos, flujo decelerado en pulsos). Los datos de los que se parte para las simulaciones son los disponibles a la fecha de redacción del proyecto (ver apartado 4.2.1.1).

#### 5.1.5.2 Tráfico ferroviario

Los datos de tráfico ferroviario están formados por el tipo de trenes y sus características, el número y la velocidad media de circulación por cada período temporal del día y para cada tipo de vehículo, el tipo de travesía y balastro, las discontinuidades y estructuras. Los datos de los que se parte para las simulaciones son los disponibles a la fecha de redacción del proyecto (ver apartado 4.2.1.3).

## 5.2 Modelo de predicción acústica

Los datos obtenidos en la fase anterior han sido implementados en bases de datos vinculadas a elementos geométricos de cartografía (Sistema de Información Geográfica, GIS).

Desde estas bases de datos los datos son exportados al *software* dedicado para proceder al cálculo de los mapas de propagación acústica, y que también es empleado como herramienta de salida del cartografiado acústico. En concreto, para la implementación del cartografiado acústico se emplean las siguientes herramientas:

- *Software Datakustik Cadna A XL 4.2.04.* Predicción sonora en exteriores.
- *Software de gestión de Sistema de Información Geográfica (GIS) Esri ArcVIEW 10.0.*




La herramienta fundamental de cálculo será **Datakustik Cadna A**, *software* de simulación de propagación acústica en el ambiente exterior en tres dimensiones, implementando los métodos estándares de cálculo establecidos legalmente en el Real Decreto 1513/2005. Los resultados son presentados como curvas isófonas en mapas horizontales o verticales.

A partir de los cálculos efectuados en el *software* anterior su implementación gráfica, tanto en formato papel como electrónico, se efectuará mediante la herramienta **Esri ArcVIEW**. Este programa facilita la edición y generación de mapas con las reseñas principales en el mapa.

En el Anexo II del Real Decreto 1513/2005 se establecen los métodos recomendados para la obtención de los índices de ruido aplicables para la cartografía acústica. Los niveles sonoros generados se refieren a un período normalizado de un año. Para el caso concreto de este estudio, los métodos a emplear serán:

- **Ruido de tráfico rodado:** modelo de cálculo nacional francés NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB) recogido 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.
- **Ruido de tráfico ferroviario:** modelo de cálculo nacional de los Países Bajos publicado en el *Reken - en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 de noviembre de 1996 denominado SRM II o RML2*.

### 5.2.1 Definición de períodos horarios

Los períodos horarios establecidos en la legislación de aplicación son:

- Período **día** (7:00 – 19:00h): 12 horas
- Período **tarde** (19:00h – 23:00h): 4 horas
- Período **noche** (23:00 – 7:00h): 8 horas.

### 5.2.2 Índices de evaluación

De acuerdo a los límites sonoros establecidos en la legislación de aplicación, los parámetros de cálculo del modelo serán los siguientes:

- **L<sub>d</sub>** (Nivel equivalente día): es el índice de ruido asociado a la molestia durante el período día, 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.

- $L_e$  (Nivel equivalente tarde): es el índice de ruido asociado a la molestia durante el período tarde, 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.
- $L_n$  (Nivel equivalente noche): es el índice de ruido asociado a la molestia durante el período noche, 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.

### 5.3 Validación del modelo

El modelo acústico descrito anteriormente ha sido validado mediante una serie de mediciones acústicas en varios puntos representativos de la parcela estudiada en estado actual, incluyendo dos puntos de muestreo de larga duración (24 y 16 horas) y cinco de corta duración.

Las mediciones acústicas tienen dos objetivos principales:

- Identificar, valorar y cuantificar las fuentes de ruido existentes en el área de estudio.
- Valorar la situación acústica en determinados puntos receptores con el fin de ajustar y validar el mapa acústico realizado mediante predicción.



La siguiente tabla presenta, la diferencia de nivel sonoro existente el nivel de ruido obtenido en las mediciones realizadas *in situ* y el nivel sonoro obtenido en el modelo de simulación (dBA), para los distintos períodos evaluados.

		<i>In situ</i> (dBA)	Modelo (dBA)	Diferencia (dB)
Punto 1	L <sub>d</sub>	61,9	63,0	1,1
	L <sub>e</sub>	62,7	63,0	0,3
	L <sub>n</sub>	54,7	55,0	0,3
Punto 2	L <sub>d</sub>	69,5	72,0	2,5
	L <sub>e</sub>	69,8	71,0	1,2
	L <sub>n</sub>	63,9	66,0	2,1
Punto 3	L <sub>d</sub>	65,8	67,0	1,2
	L <sub>e</sub>	-	-	-
	L <sub>n</sub>	-	-	-
Punto 4	L <sub>d</sub>	65,4	67,0	1,6
	L <sub>e</sub>	-	-	-
	L <sub>n</sub>	-	-	-
Punto 5	L <sub>d</sub>	60,0	59,5	0,5
	L <sub>e</sub>	-	-	-
	L <sub>n</sub>	-	-	-
Punto 6	L <sub>d</sub>	61,0	62,0	1,0
	L <sub>e</sub>	-	-	-
	L <sub>n</sub>	-	-	-
Punto 7	L <sub>d</sub>	63,7	64,0	0,3
	L <sub>e</sub>	-	-	-
	L <sub>n</sub>	-	-	-

**Tabla 4:** Niveles registrados *in situ* vs. modelo

Las diferencias de nivel sonoro entre los valores obtenidos en las mediciones *in situ* y el modelo de simulación están por debajo a 3 dBA en valor absoluto. Además, las estimaciones realizadas en el modelo están del lado de la seguridad, al ser en general mayores que los valores registrados *in situ*. El modelo, en general, se halla dentro del umbral mínimo de percepción humana, lo cual garantiza la robustez de cálculo en todo el modelo del estudio.

Por lo tanto, el modelo preoperacional quedaría validado, sirviendo como base fiable para la predicción de niveles sonoros en la situación operacional.

Para más detalles acerca de los ensayos, obsérvese el Anexo 3.

#### 5.4 Presentación de resultados

Los resultados del estudio se mostrarán en general de forma gráfica mediante curvas isófonas a color en 2D, representando los índices de evaluación descritos en el apartado 5.2.2 para los períodos día, tarde y noche a 4 m de altura, tanto en estado actual como a la finalización del proyecto de urbanización. Adicionalmente, si ha lugar, se mostrarían los resultados esperados tras la adopción de medidas correctoras.

Los cálculos se realizarán mediante análisis en bandas de frecuencia de octava. El espectro de emisión y propagación sonora estará definido entre 63 Hz y 8 kHz, si bien la representación de los resultados se realizará en banda ancha con ponderación frecuencial A.

Los mapas generados son presentados en el Anexo 1, siguiendo la siguiente numeración:

- **Plano 0:** Plano de localización.
- **Serie 1** (3 planos): Mapas de nivel, situación preoperacional (día, tarde y noche)
- **Serie 2** (3 planos): Mapas de nivel, situación operacional (día, tarde y noche)
- **Plano 3:** Propuesta de zonificación acústica.

La leyenda de colores empleada para la representación de los niveles sonoros es la siguiente:

Nivel sonoro (dB(A))		Nivel sonoro (dB(A))	
	45-50		60-65
	50-55		65-70
	55-60		>70
	40-45		55-60
	45-50		60-65
	50-55		>65

**Tabla 5:** Leyenda de colores

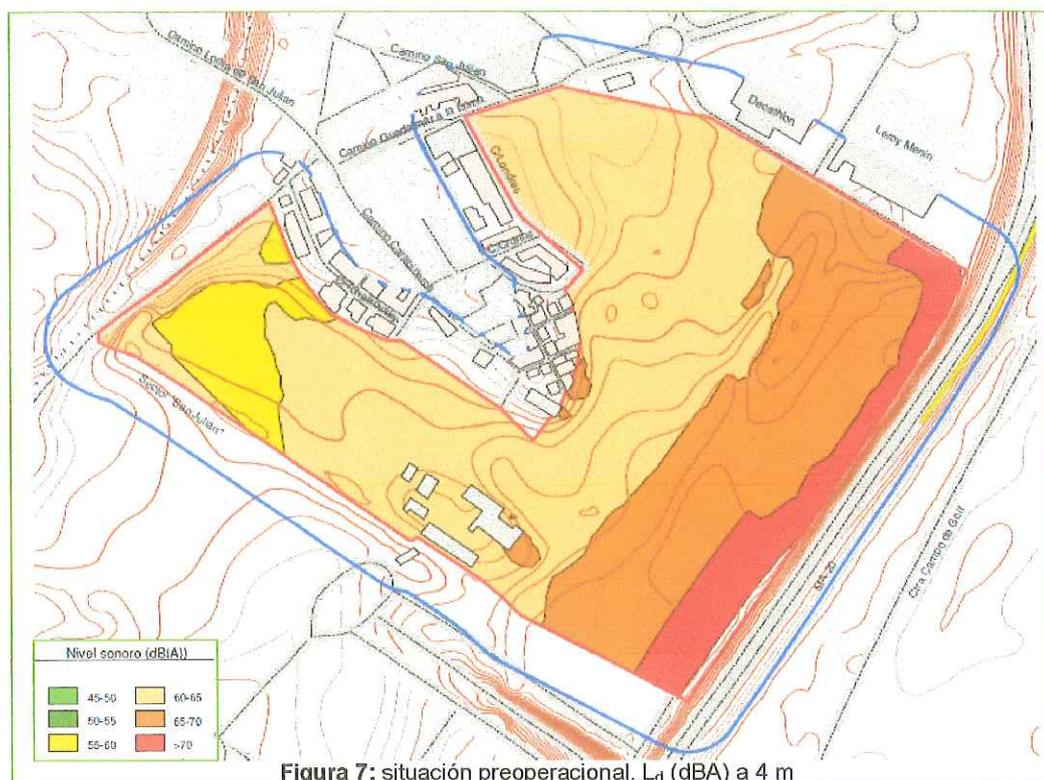
Cabe esperar cierta incertidumbre sobre los resultados presentados, que por experiencia puede estimarse en  $\pm 3$  dB.

## 6 RESULTADOS

En los siguientes apartados se comentan los resultados obtenidos en el modelo de simulación.

### 6.1 Situación actual

En las siguientes figuras se puede ver una muestra del resultado obtenido para la situación actual. El fin de este modelado es el de comprobar el ajuste de las predicciones respecto de los valores registrados *in situ*. Los mapas detallados y a escala normalizada pueden verse en el Anexo 1:



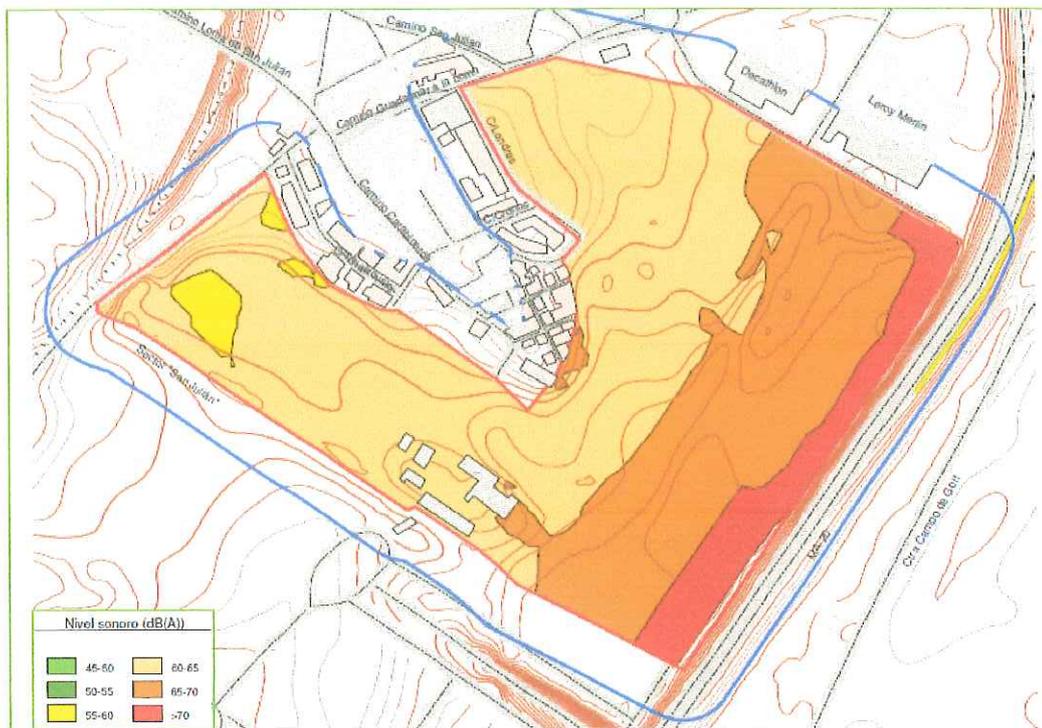


Figura 8: situación preoperacional.  $L_e$  (dBA) a 4 m

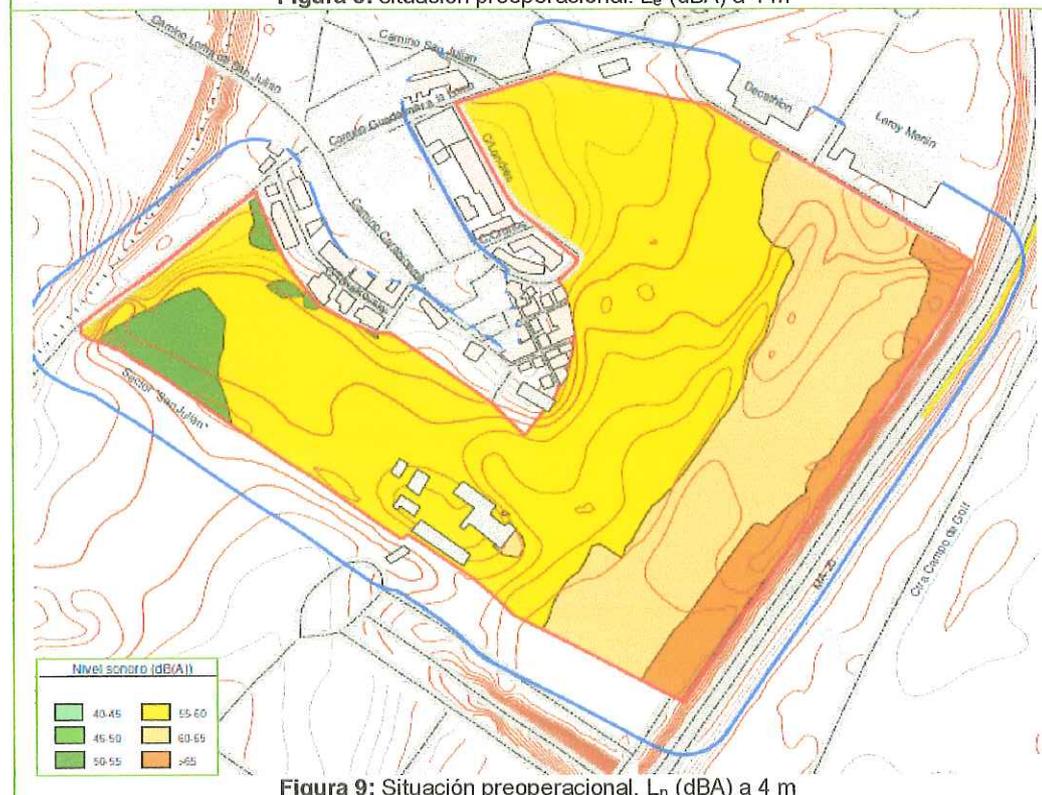


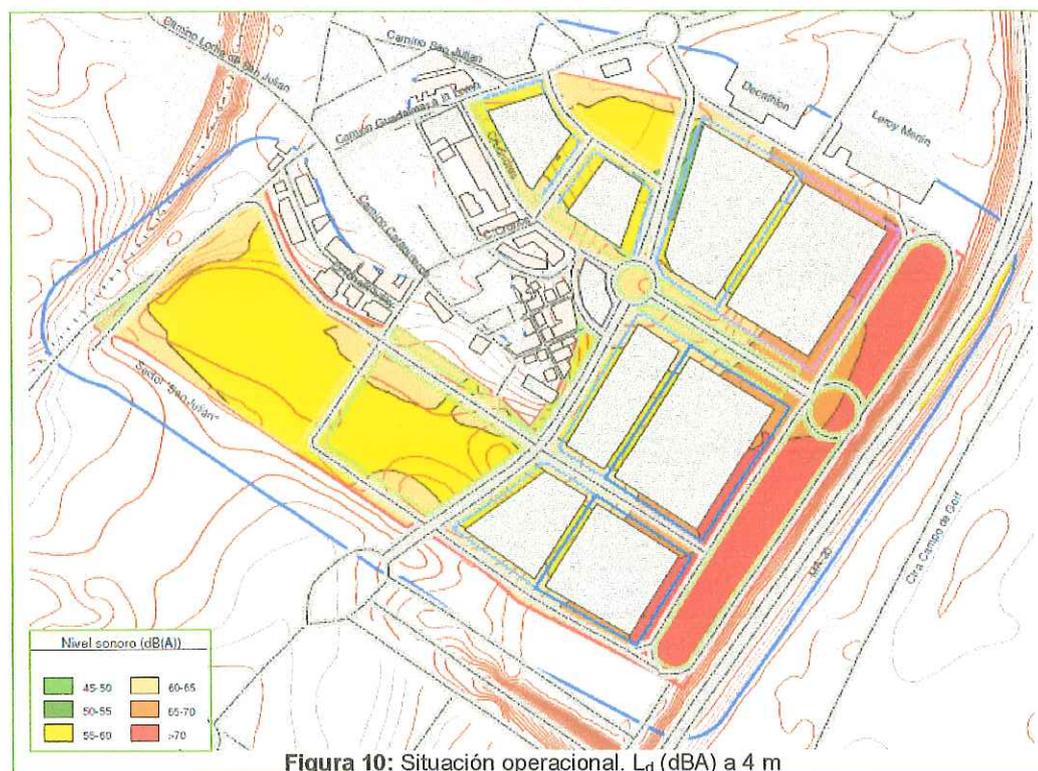
Figura 9: Situación preoperacional.  $L_n$  (dBA) a 4 m

Tal como se aprecia en las figuras anteriores el nivel sonoro actual en el interior de la parcela es más alto cuanto más cercana está la carretera MA-20, que es el principal foco de nivel sonoro en el sector evaluado. También se nota la influencia de la huella sonora del aeropuerto de Málaga – Costa del Sol, especialmente en la zona suroeste, la que colinda con el *Centro Integral Servicios Turísticos Sector 3*.

En todo caso, el nivel sonoro estimado parece estar dentro de lo tolerable respecto a los Objetivos de Calidad Acústica establecidos en la legislación. En el siguiente apartado se comprobará si estos niveles son superiores a los límites en las zonas del sector designadas con uso Terciario.

## 6.2 Situación con ordenación prevista

En el presente apartado se evaluará si los niveles de ruido anteriores son adecuados para la implantación de los usos previstos en la propuesta de ordenación de los proyectistas. Para ello, se evalúan los niveles sonoros calculados respecto a la parcelación y volúmenes previstos:



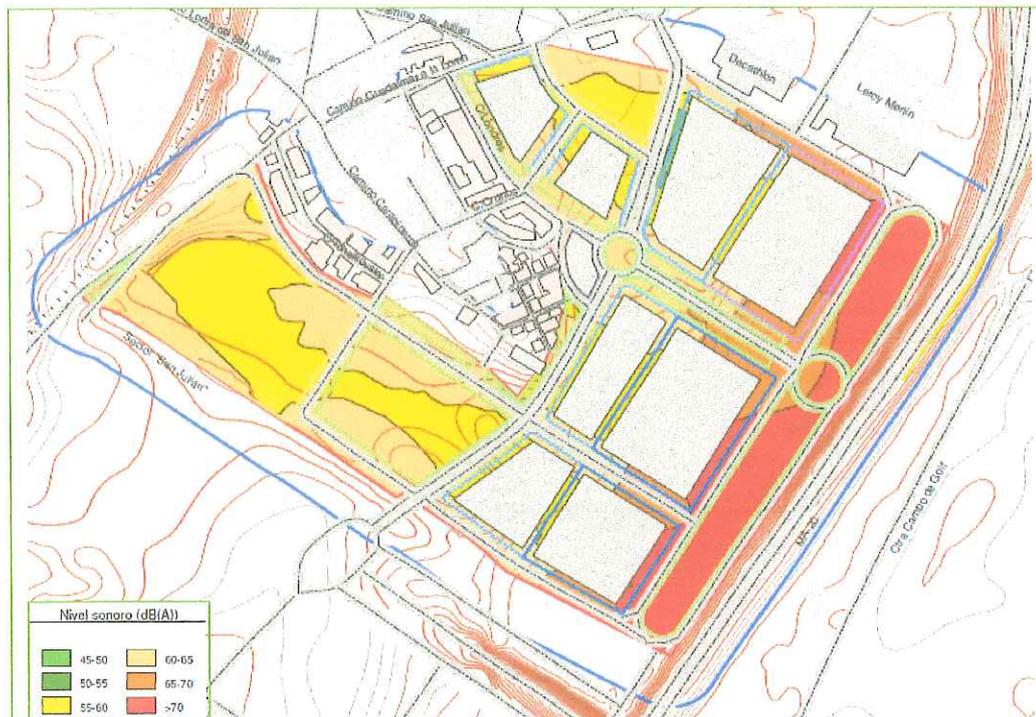


Figura 11: Situación operacional.  $L_e$  (dBA) a 4 m

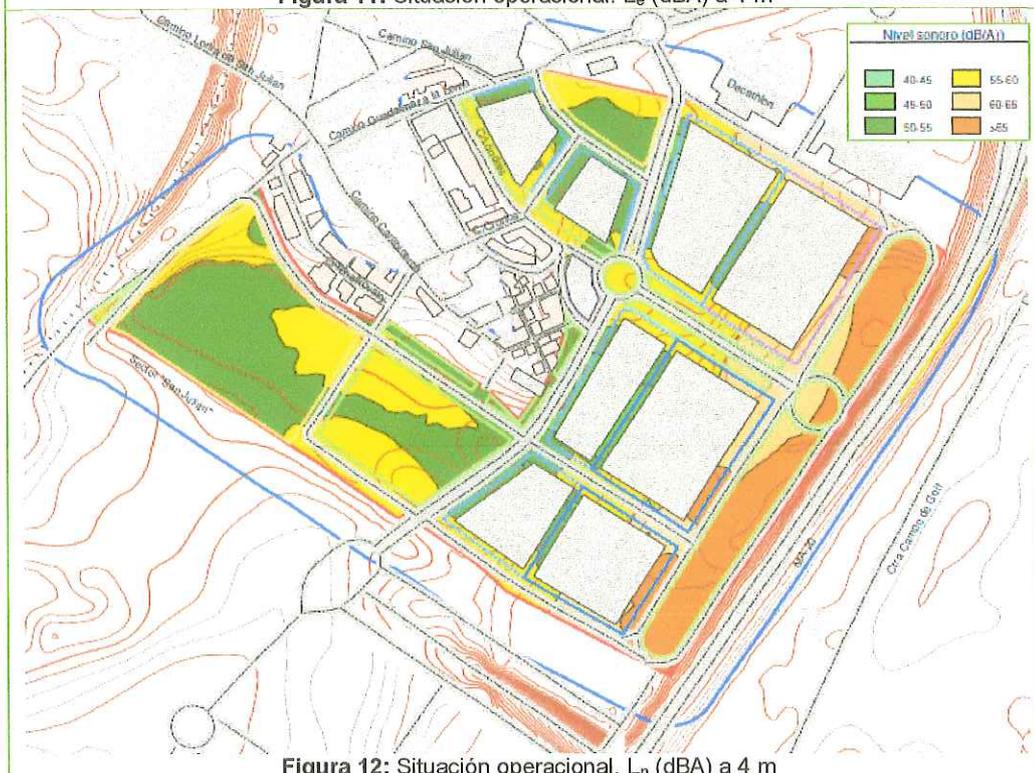


Figura 12: Situación operacional.  $L_n$  (dBA) a 4 m

La parcelación y volúmenes empleados para las edificaciones en la situación ya urbanizada corresponden a los límites establecidos por el Plan Parcial de ordenación del sector.

Puede comprobarse que en las inmediaciones de la autovía MA-20 son relativamente elevados en relación a los Objetivos de Calidad Acústica establecidos en la zonificación acústica de la zona, que corresponde a uso terciario. La valoración de estos resultados se detalla en el siguiente apartado.

### 6.2.1 Mapas de condicionantes acústicos al urbanismo

De acuerdo a los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta la ordenación prevista en proyecto, se calculan los mapas de condicionantes acústicos al urbanismo<sup>12</sup> o de *conflicto*. La representación es de tipo binaria, es decir, se somborean aquellas áreas donde se superan los objetivos de calidad acústica establecidos y, por lo tanto, debería limitarse su desarrollo urbanístico o estudiarse medidas correctoras:

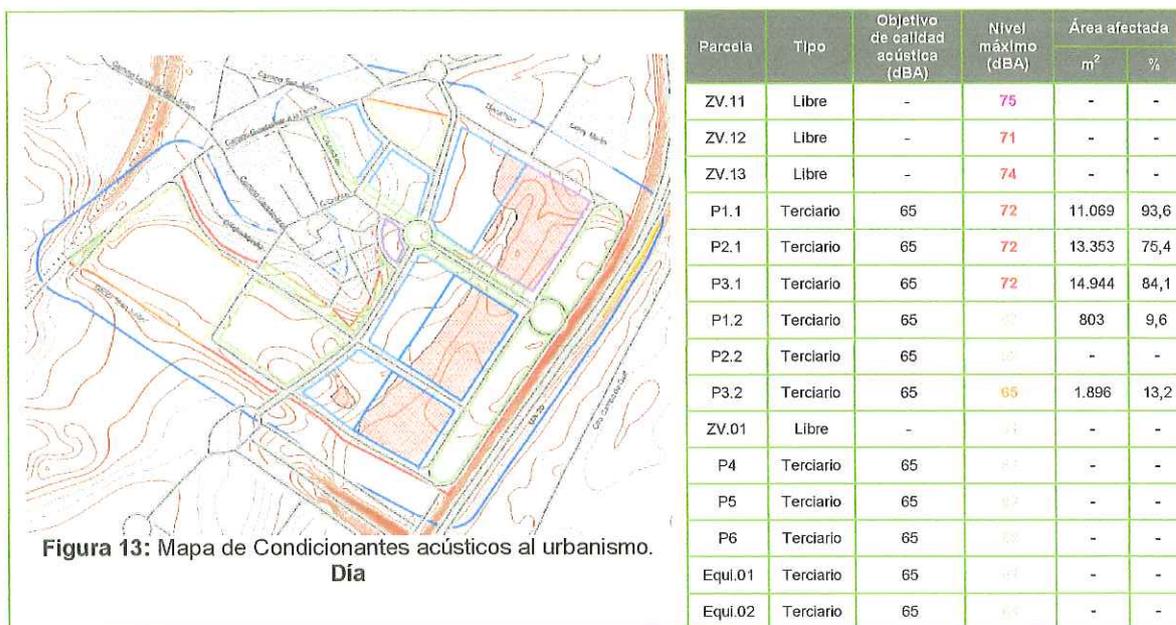
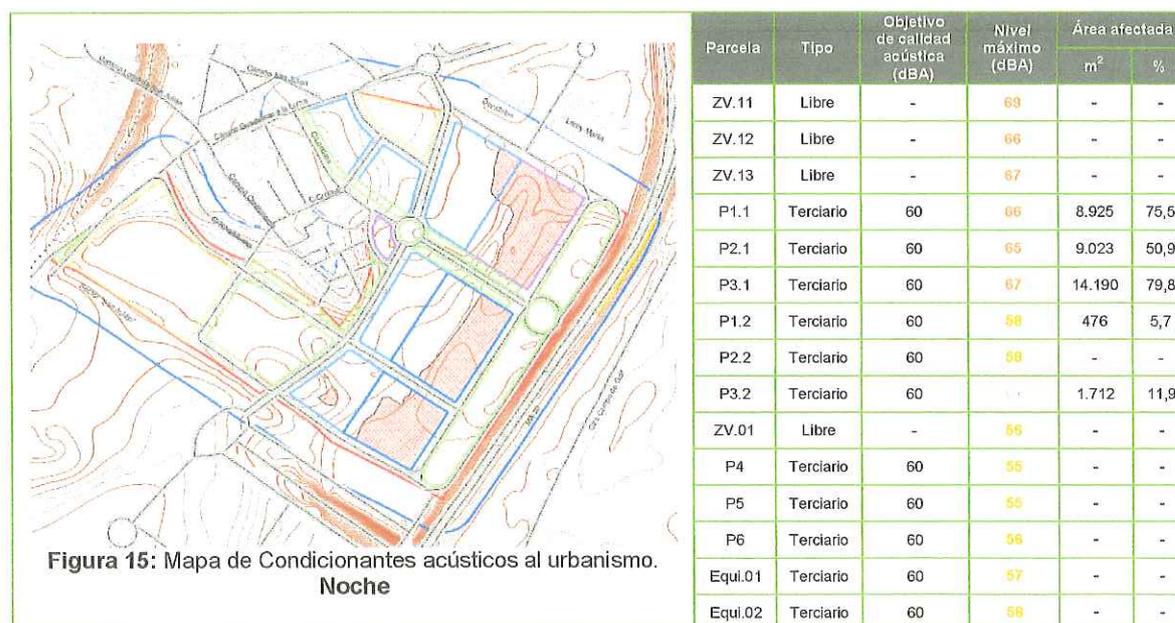
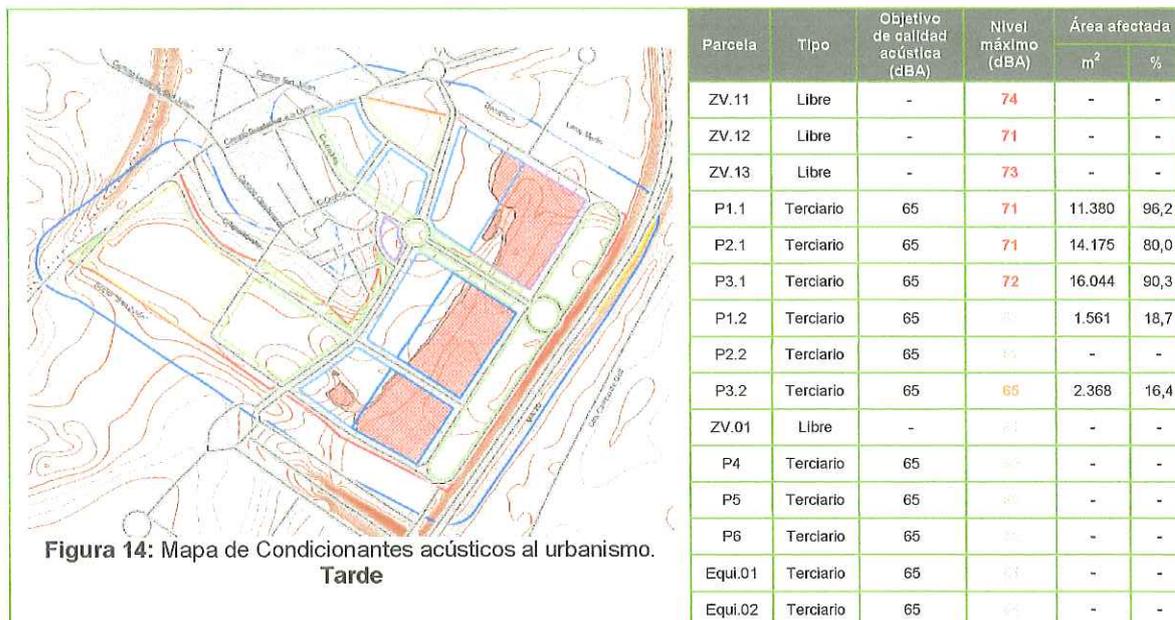


Figura 13: Mapa de Condicionantes acústicos al urbanismo. Día

<sup>12</sup> Representación gráfica de áreas donde se superan los objetivos de calidad acústica.



Como puede observarse en las figuras anteriores, buena parte de las parcelas con uso terciario más cercanas a la autovía MA-20 (obviando las zonas verdes) sufren niveles sonoros por encima de los Objetivos de Calidad Acústica establecidos para dicho uso, con un exceso de nivel de, aproximadamente, 6 dBA en los casos más extremos.

Cabría, pues, la definición de medidas correctoras contra el ruido para mejorar dicha situación respecto al foco sonoro más representativo, que en este caso es la citada autovía MA-20, siendo la más obvia la definición de una pantalla acústica.

Sin embargo, se estima que la adopción de dicha medida correctora puede conllevar perjuicios económicos adicionales al coste de instalación de la pantalla en sí, como sería la formación de una barrera visual artificial que dificultaría la visibilidad de los negocios que deban implantarse en la zona y que, en consecuencia, haría al suelo proyectado menos atractivo para empresas e inversores.

Por otro lado, en los parques comerciales colindantes al sector y ya en funcionamiento (*Comercial Villa Rosa* y *Centro Integral Servicios Turísticos Sector 3*) no se ha definido esta clase de medida correctora, teniendo un nivel de afectación por ruido de tráfico muy similar al caso de estudio.

Por último, aunque el nivel sonoro debido al tráfico rodado puede considerarse el más relevante dentro del área de estudio, dado su carácter cuasi – continuo, bien es cierto que los valores máximos y por lo tanto más perceptibles son debidos a las operaciones puntuales de despegue y aterrizaje de aeronaves, que sobrevuelan el sector. Desde el punto de vista de este foco sonoro una pantalla acústica carece de utilidad.

Por todo ello, se estima más útil y apropiado a la realidad de la zona la definición de medidas correctoras encaminadas a lograr el cumplimiento de los Objetivos de Calidad Acústica en el espacio *interior* de los edificios a proyectar, estableciendo un aislamiento acústico mínimo que deberían garantizar sus envolventes. Se describe con mayor detalle en el siguiente apartado.

### 6.3 Mejoras requeridas

De acuerdo a las estimaciones realizadas en apartados anteriores, se prescribirán unos aislamientos de fachada y cubierta mínimos, de tal modo que, al menos, se garantice el cumplimiento de los Objetivos de Calidad Acústica para el espacio interior de los edificios que deban construirse en el futuro en el sector evaluado.

Dichos aislamientos serán estimados en función del nivel sonoro máximo alcanzado en cada parcela afectada, teniendo en cuenta el límite establecido para el espacio interior. Dado que en la legislación aplicable no existe un Objetivo de Calidad Acústica para interior en edificios comerciales (ver apartado 3), se establecerá como criterio de diseño los objetivos correspondientes a un uso *Administrativo y de Oficinas*.

Los aislamientos acústicos establecidos como mínimos provienen de la tabla 2.1 del Documento Básico de Protección contra el Ruido del Código Técnico de la Edificación (DB-HR), donde definen los valores requeridos en función del nivel sonoro diurno en fachada del edificio, aunque se refiere en todo momento a usos *sensibles* y recintos protegidos, es decir, no aplica al tipo de edificios a implantar en el área de estudio. Se transcribe dicha tabla:

**Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{2m,nT,Air}$ , en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día,  $L_d$ .**

$L_d$ dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario <sup>(1)</sup> , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

<sup>(1)</sup> En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

Cabe destacar, por último, que el propio DB-HR establece que, cuando en la zona donde se ubique el edificio el *ruido exterior dominante* sea el de aeronaves<sup>13</sup>, deben incrementarse los valores anteriores en 4 dBA. Por seguridad, se prescribirá dicho incremento.

Los resultados del cruce de la información anterior pueden verse a continuación:

Parcela	Tipo	Nivel Exterior			Límite exterior			Límite interior			Aislamiento requerido en fachada y cubierta
		Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche	
P1.1	Terciario	72	71	66							36 dBA
P2.1	Terciario	72	71	65							36 dBA
P3.1	Terciario	72	72	67							36 dBA
P1.2	Terciario	70	69	58							34 dBA
P2.2	Terciario	69	68	58							34 dBA
P3.2	Terciario	65	65	57	65	65	60	40	40	40	35 dBA
P4	Terciario	63	62	55							34 dBA
P5	Terciario	62	62	55							34 dBA
P6	Terciario	60	60	56							34 dBA
Equi.01	Terciario	61	61	57							34 dBA
Equi.02	Terciario	63	62	58							34 dBA

**Tabla 6:** Aislamientos acústicos requeridos en fachadas y cubiertas

<sup>13</sup> Es decir, se encuentre bajo la *huella acústica* declarada

## 7 PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN ACÚSTICA

En este apartado se justifica la propuesta de Zonificación Acústica resultante de la evaluación acústica efectuada en el sector a urbanizar. Para ello, se toman los resultados de las simulaciones y se cruzan con las zonas acústicas definidas en la legislación aplicable, que en el ámbito de Andalucía es el Decreto 6/2012. Las zonas acústicas establecidas en la legislación son:

	a - Residencial
	b - Industrial
	c - Recreativo y de espectáculos
	d - Terciario
	e - Sanitario, docente y cultural
	f - Afección por sistemas generales de infraestructura
	g - espacios naturales protegidos
	h - Turístico

Figura 16: Representación de zonas acústicas del Decreto 6/2012

En las zonas acústicas resultantes se vela por el cumplimiento de los Objetivos de Calidad Acústica establecidos, bien mediante la creación de áreas de transición, bien mediante la adopción de medidas correctoras que compatibilicen los usos previstos con los niveles sonoros estimados. Tal como se mostró en el apartado 3, dichos objetivos son:

ESPACIO EXTERIOR						
Áreas urbanizadas						
Objetivos de calidad acústica						
Tipo de área acústica	Tabla I. Áreas urbanizadas existentes			Tabla II. Nuevas áreas urbanizadas		
	Índices de ruido			Índices de ruido		
	L <sub>d</sub>	L <sub>e</sub>	L <sub>n</sub>	L <sub>d</sub>	L <sub>e</sub>	L <sub>n</sub>
a Residencial	65	65	55	60	60	50
b Industrial	75	75	65	70	70	60
c Recreativo y espectáculos	73	73	63	68	68	58
d Turístico o terciario distinto de c	70	70	65	65	65	60
e Sanitario, docente y cultural	60	60	50	55	55	45
f Infraestructuras de transporte u otros equipamientos públicos	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
g Espacios naturales protegidos	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)

<sup>(1)</sup> Aplicación de mejores técnicas disponibles para la reducción de la contaminación acústica (Ley 37/2007, artículo 18.2, párrafo a). En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas

<sup>(2)</sup> A definir por los Ayuntamientos mediante informe justificado y aprobado por Consejería de Medioambiente

Tabla 7: Objetivos de Calidad Acústica aplicables al sector

En cuanto a la Zonificación Acústica asignada, se establece en función de la ordenación pormenorizada definida por los proyectistas, resultando una zona general de **tipo d** (terciario), aun existiendo usos pormenorizados con una sensibilidad acústica posiblemente inferior. La zonificación propuesta, tal como se especifica en el Real Decreto 1367/2007, incluye las zonas anexas destinadas

a aparcamiento de vehículos. También se contemplan los espacios libres y zonas verdes. Esta clasificación coincide con la definida por el Ayuntamiento de Málaga en su PGOU para la zona de evaluación.

En conclusión, la propuesta de zonificación acústica establecida en el presente trabajo es la siguiente (el plano a escala normalizada puede verse en el Anexo 2):

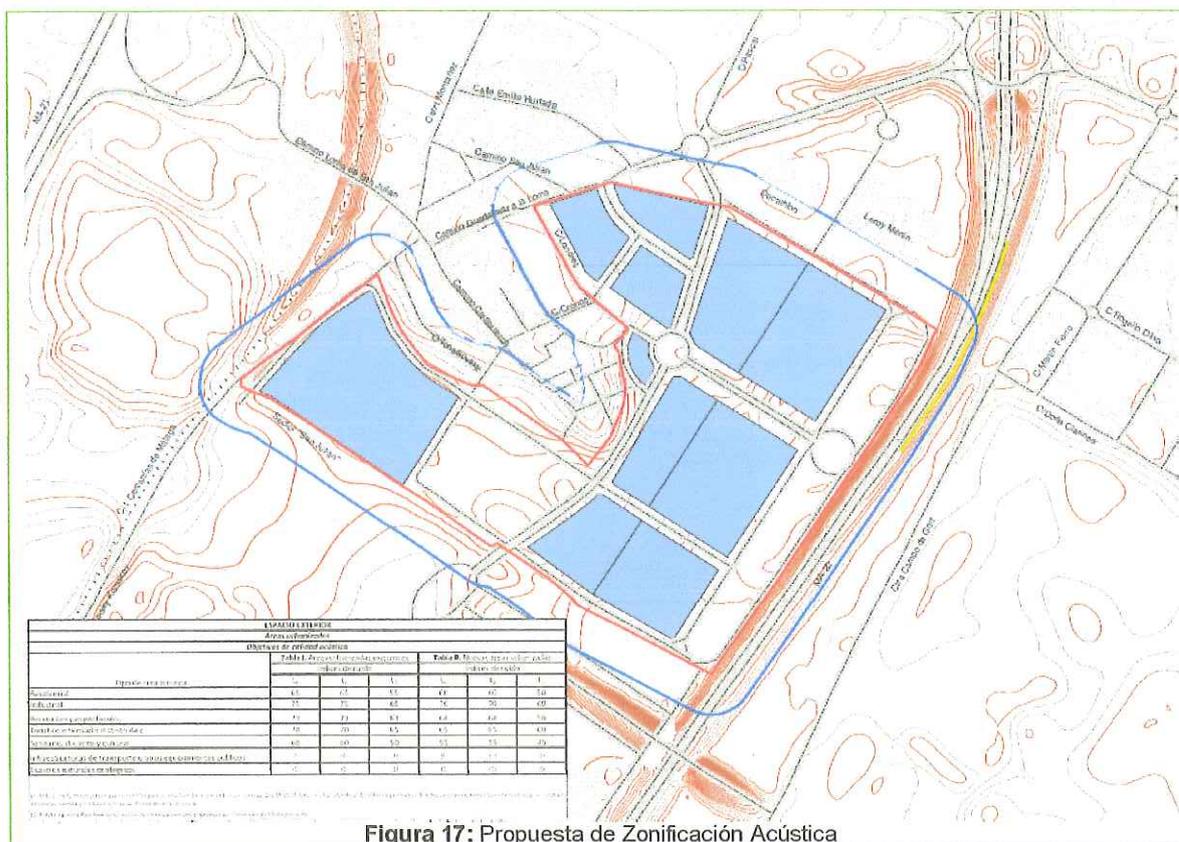


Figura 17: Propuesta de Zonificación Acústica

## 8 CONCLUSIONES

Se evalúa un sector de territorio urbanizable en el término municipal de Málaga, colindante con una gran infraestructura viaria (la autovía MA-20) y bajo la zona de afección del aeropuerto internacional de Málaga – Costa del Sol, sobre el que se propone una ordenación pormenorizada con el fin de dotar a la zona de usos de tipo terciario.

Dado el elevado aforo de las grandes infraestructuras de transporte que afectan al sector, como son la autovía MA-20 y la huella acústica del aeropuerto de Málaga – Costa del Sol, se han detectado algunas parcelas donde se estima un incumplimiento de los Objetivos de Calidad Acústica para uso terciario. Sin embargo, en previsión del elevado impacto económico que tendría la ejecución de una pantalla acústica y que los usos previstos no son especialmente sensibles, se decide descartar dicha medida correctora, sustituyéndola por una mejora en los aislamientos acústicos de las envolventes de los futuros edificios.

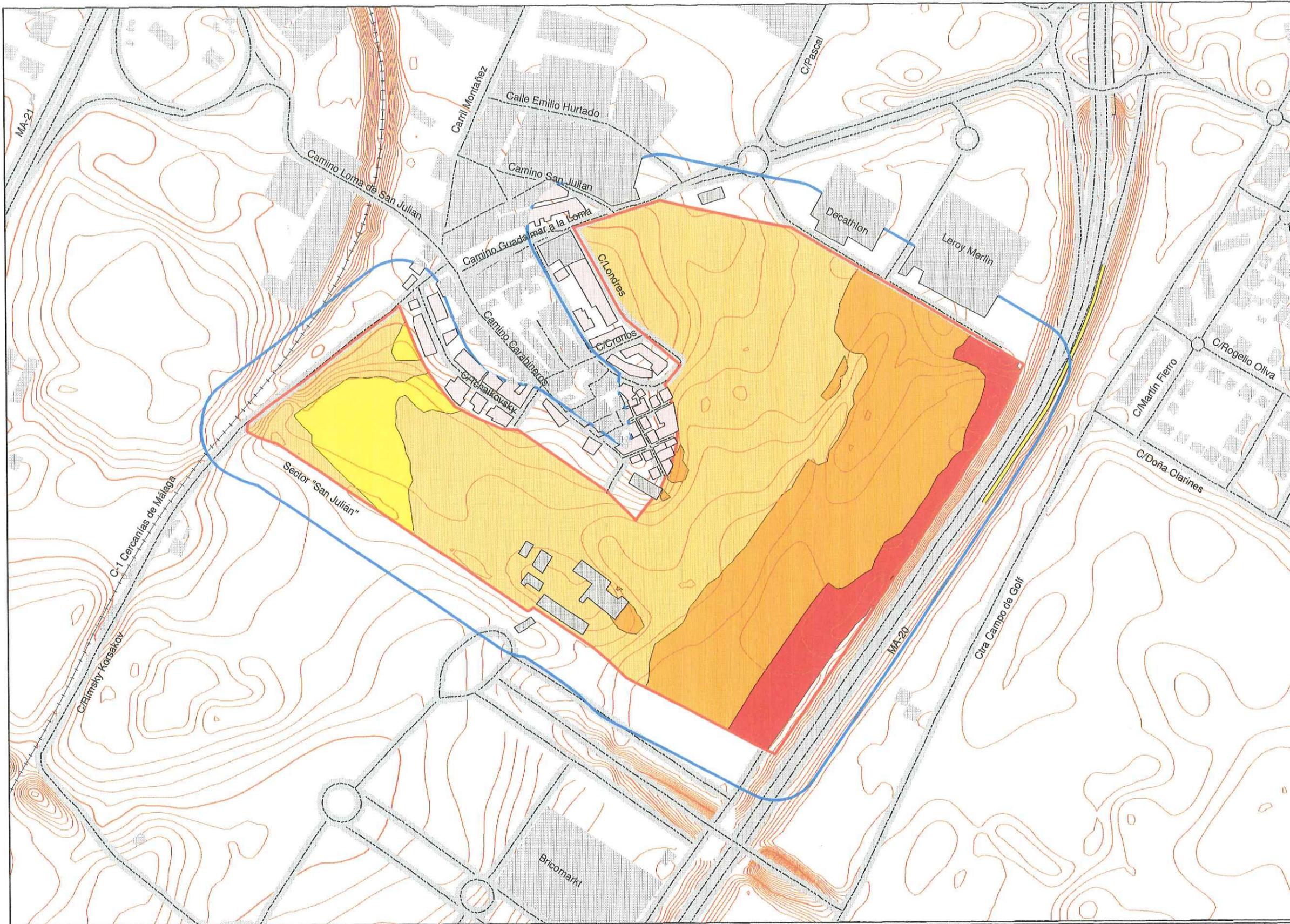
Por lo tanto, teniendo en cuenta lo anterior, el sector evaluado **sería adecuado** para la implantación de los usos definidos en la propuesta de ordenación diseñada por los proyectistas.

El presente informe se basa en cálculos teóricos y por tanto los resultados deben comprobarse mediante mediciones acústicas *in situ* una vez la actuación se encuentre finalizada. Dada la distribución prevista en el sector, las mediciones que serán necesarias son estas:

- Medición acústica de nivel de inmisión de ruido (al menos durante 24 horas) en fachadas más afectadas por el ruido ambiental en la zona. Según la nomenclatura establecida en este trabajo, se trataría de las parcelas 1.1, 1.2 y 1.3.

## 10 ANEXO 1. MAPAS DE ISÓFONAS





T-13-177

LEYENDA TEMÁTICA

Nivel sonoro (dB(A))

45-50	60-65
50-55	65-70
55-60	>70

Tipos de edificio

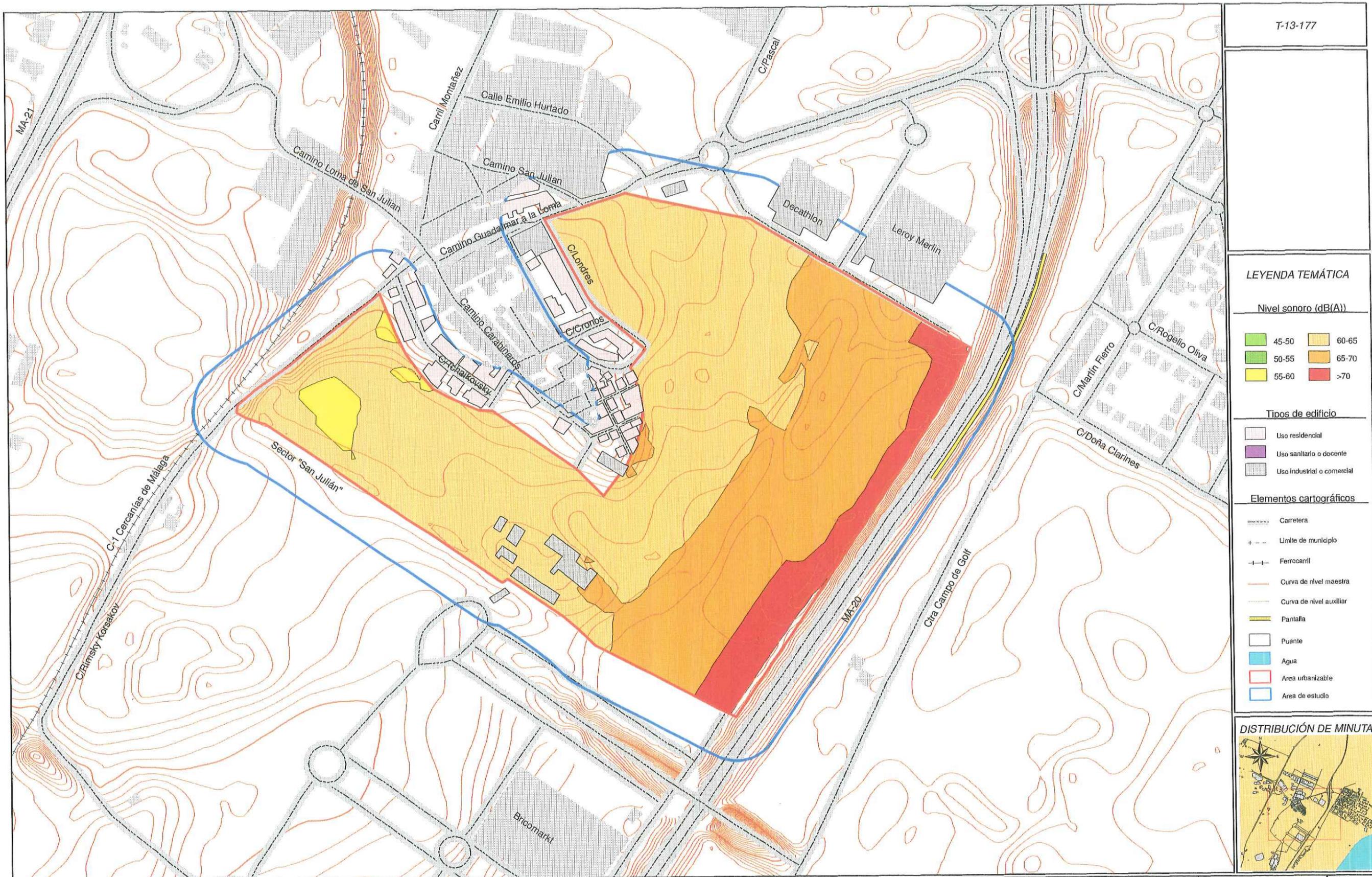
[Grey box]	Uso residencial
[Purple box]	Uso sanitario o docente
[Hatched box]	Uso industrial o comercial

Elementos cartográficos

[Dashed line]	Carretera
[Dashed line with cross]	Límite de municipio
[Line with cross]	Ferrocarril
[Orange line]	Curva de nivel maestra
[Light orange line]	Curva de nivel auxiliar
[Green line]	Pantalla
[White box]	Puente
[Blue box]	Agua
[Red box]	Área urbanizable
[Blue box]	Área de estudio

DISTRIBUCIÓN DE MINUTA





T-13-177

LEYENDA TEMÁTICA

Nivel sonoro (dB(A))

45-50	60-65
50-55	65-70
55-60	>70

Tipos de edificio

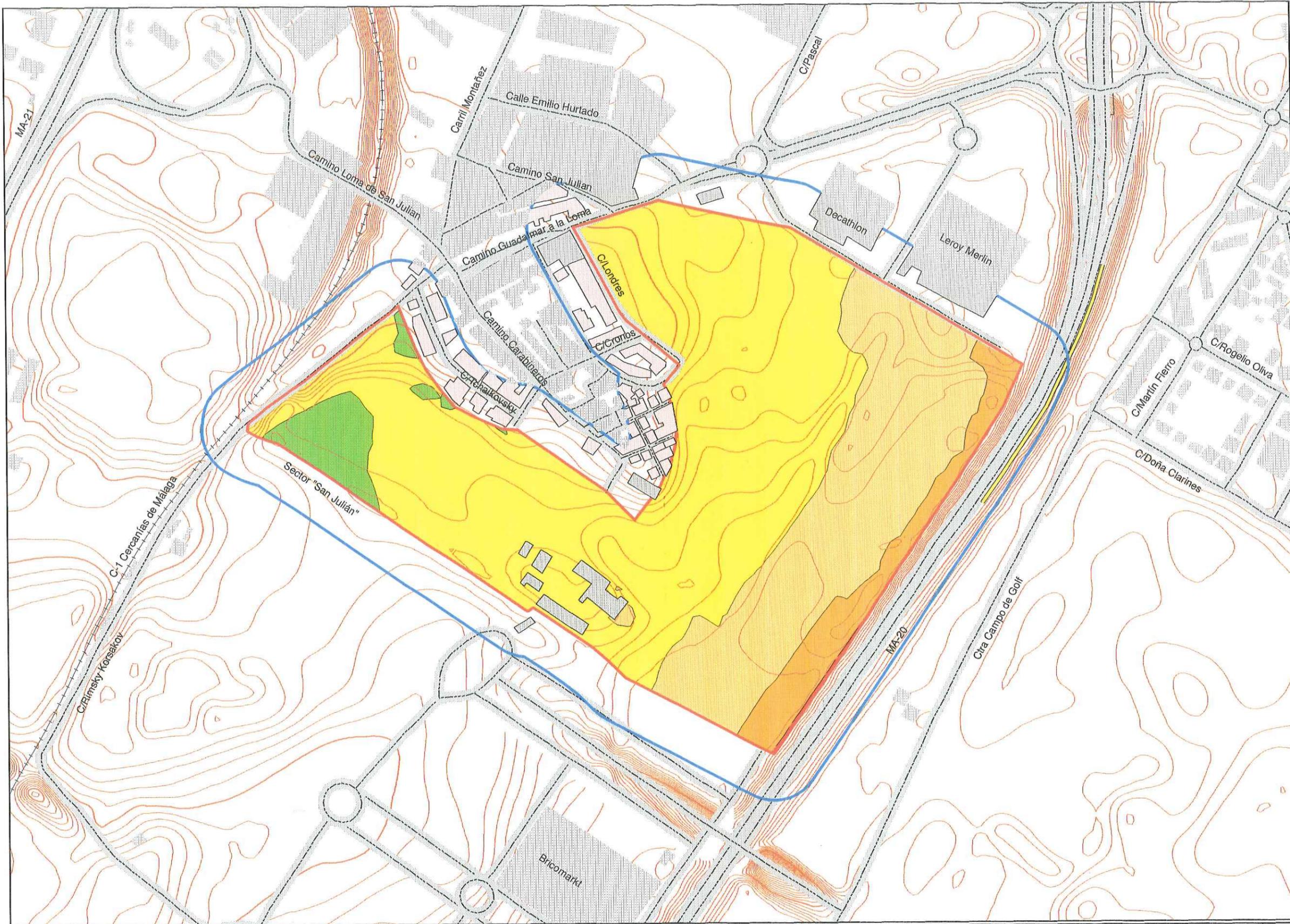
[Grey box]	Uso residencial
[Purple box]	Uso sanitario o docente
[White box]	Uso industrial o comercial

Elementos cartográficos

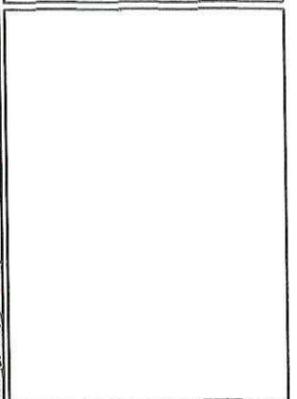
[Dashed line]	Carretera
[Dashed line with dots]	Limite de municipio
[Line with cross-ticks]	Ferrocarril
[Solid line]	Curva de nivel maestra
[Dashed line]	Curva de nivel auxiliar
[Green line]	Pantalla
[White box]	Puente
[Blue box]	Agua
[Red box]	Area urbanizable
[Blue box]	Area de estudio

DISTRIBUCIÓN DE MINUTA





T-13-177



**LEYENDA TEMÁTICA**

**Nivel sonoro (dB(A))**

40-45	55-60
45-50	60-65
50-55	>65

**Tipos de edificio**

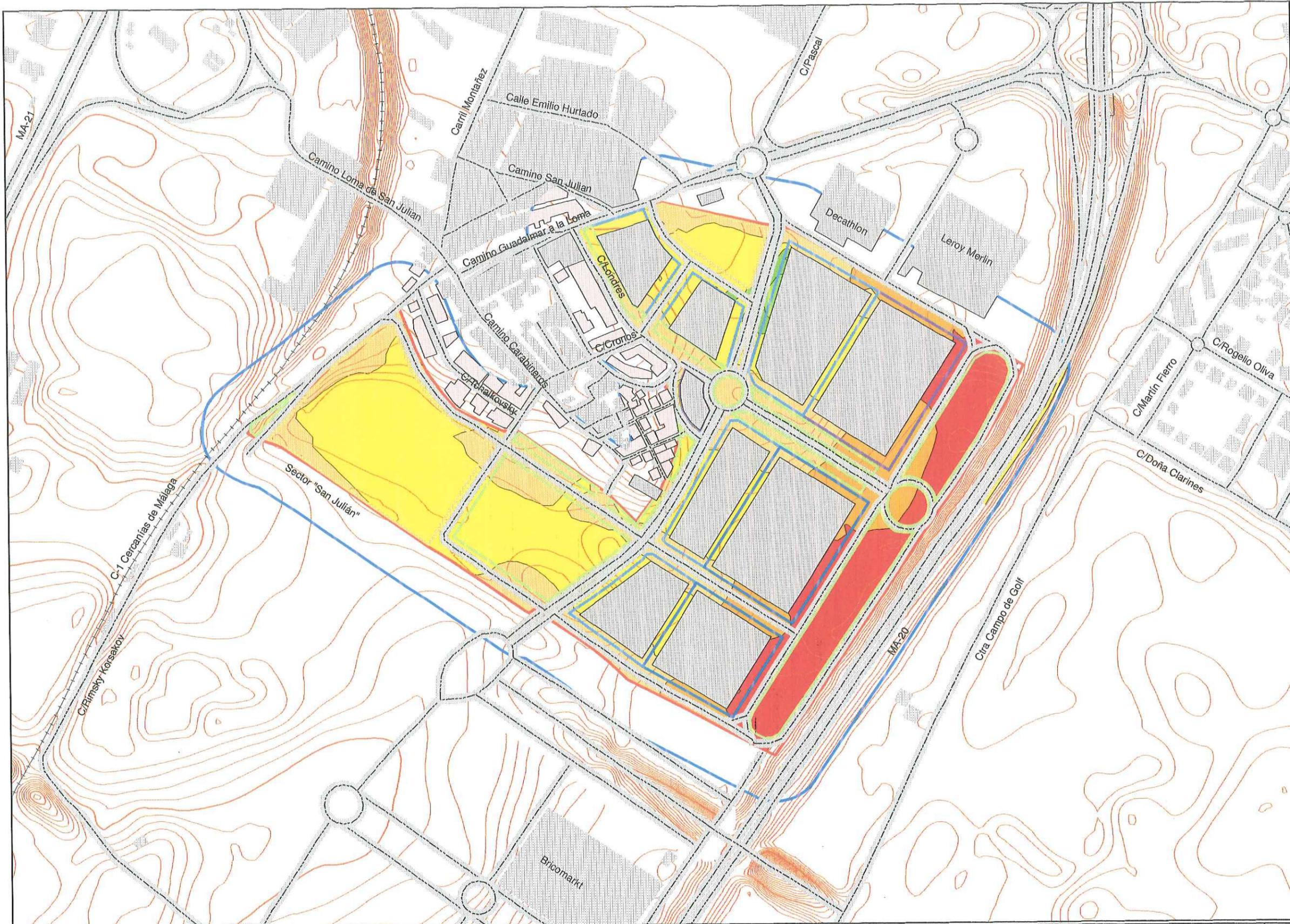
- Usos residencial
- Usos sanitario o docente
- Usos industrial o comercial

**Elementos cartográficos**

- Carretera
- Límite de municipio
- Ferrocarril
- Curva de nivel maestra
- Curva de nivel auxiliar
- Pantalla
- Puente
- Agua
- Área urbanizable
- Área de estudio



T-13-177



LEYENDA TEMÁTICA

Nivel sonoro (dB(A))

45-50	60-65
50-55	65-70
55-60	>70

Tipos de edificio

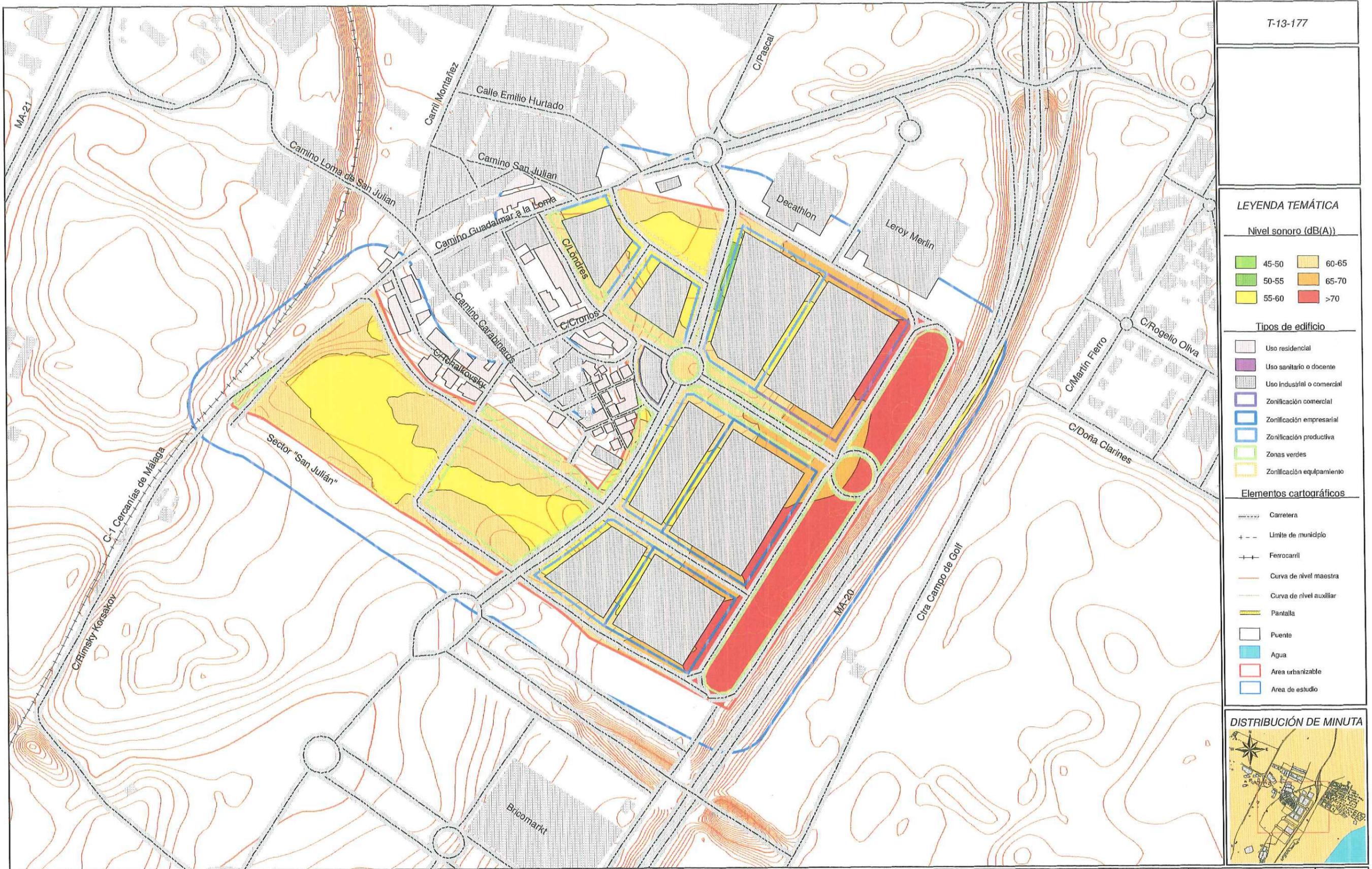
[Icon]	Uso residencial
[Icon]	Uso sanitario o docente
[Icon]	Uso industrial o comercial
[Icon]	Zonificación comercial
[Icon]	Zonificación empresarial
[Icon]	Zonificación productiva
[Icon]	Zonas verdes
[Icon]	Zonificación equipamiento

Elementos cartográficos

[Icon]	Carretera
[Icon]	Limite de municipio
[Icon]	Ferrocarril
[Icon]	Curva de nivel maestra
[Icon]	Curva de nivel auxiliar
[Icon]	Pantalla
[Icon]	Puente
[Icon]	Agua
[Icon]	Área urbanizable
[Icon]	Área de estudio

DISTRIBUCIÓN DE MINUTA





T-13-177

**LEYENDA TEMÁTICA**

**Nivel sonoro (dB(A))**

45-50	60-65
50-55	65-70
55-60	>70

**Tipos de edificio**

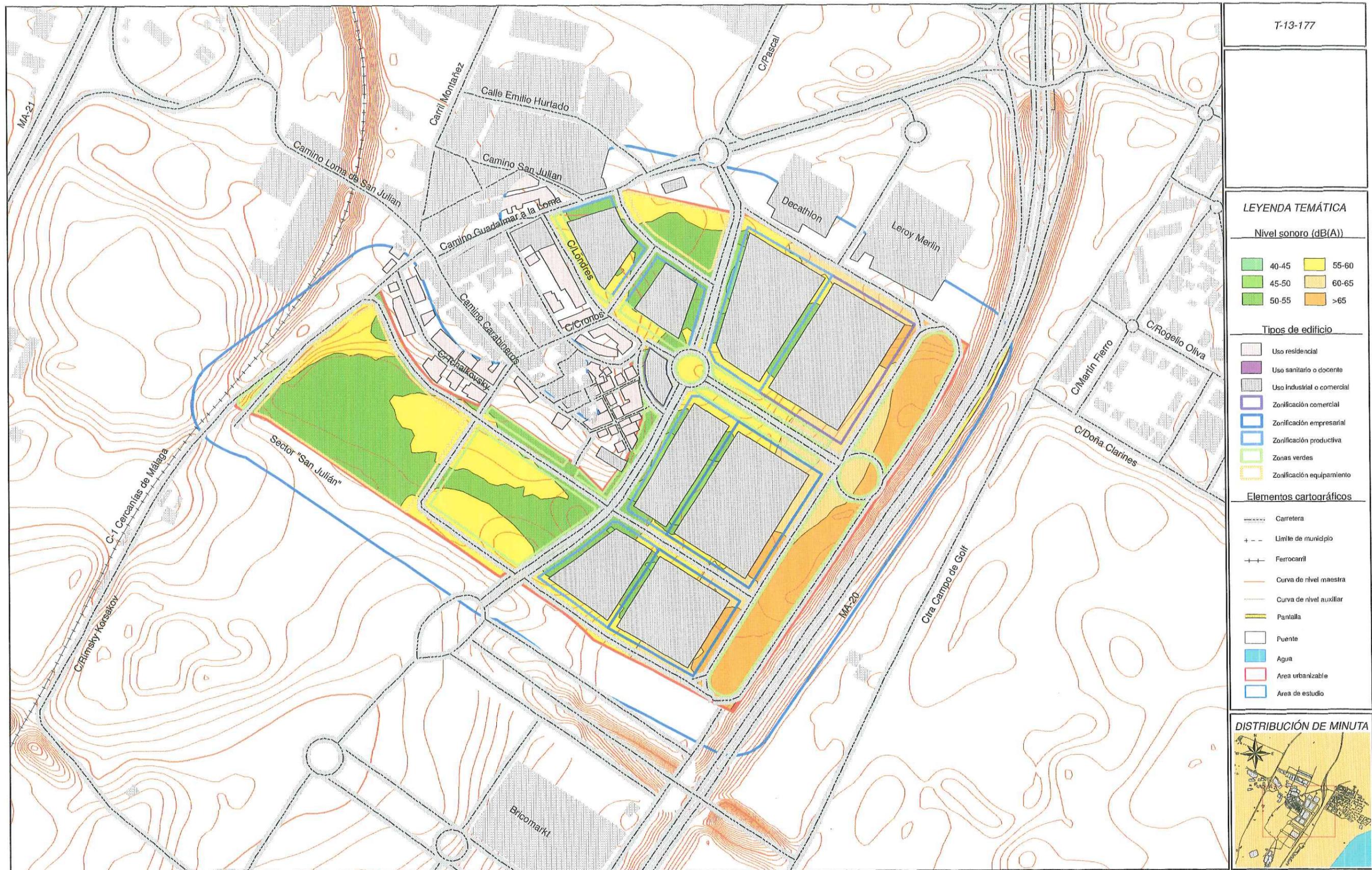
[Pink box]	Uso residencial
[Purple box]	Uso sanitario o docente
[Grey box]	Uso Industrial o comercial
[Light purple box]	Zonificación comercial
[Blue box]	Zonificación empresarial
[Light blue box]	Zonificación productiva
[Light green box]	Zonas verdes
[Yellow box]	Zonificación equipamiento

**Elementos cartográficos**

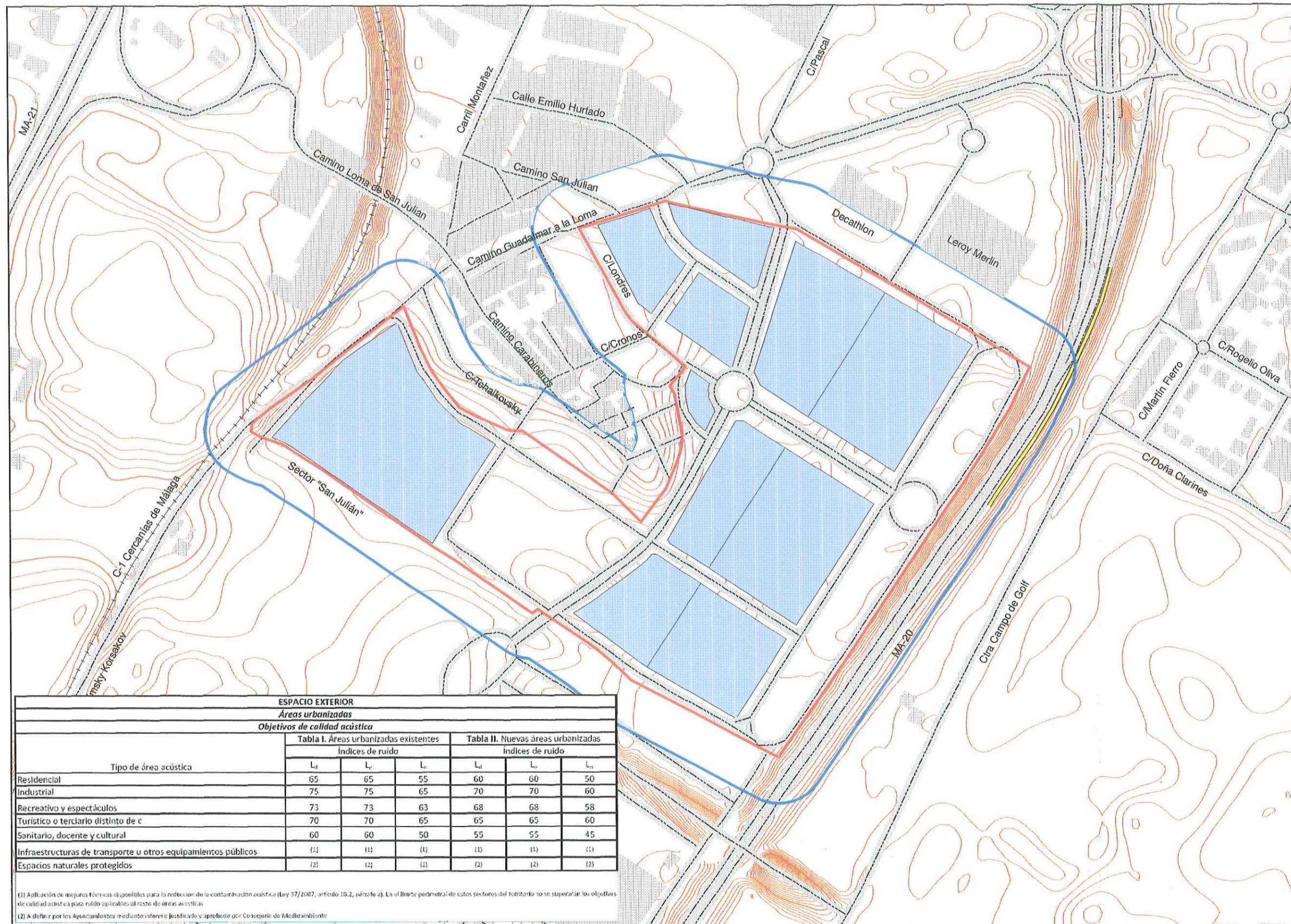
[Dashed line]	Carretera
[Dashed line with cross]	Limite de municipio
[Cross symbol]	Ferrocarril
[Orange line]	Curva de nivel maestra
[Light orange line]	Curva de nivel auxiliar
[Green line]	Pantalla
[White box]	Puente
[Blue box]	Agua
[Red box]	Area urbanizable
[Blue box]	Area de estudio

**DISTRIBUCIÓN DE MINUTA**





## 11 ANEXO 2. PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN ACÚSTICA



T-13-177

**LEYENDA TEMÁTICA**

**Tipos de edificio**

- Uso residencial
- Uso sanitario o docente
- Uso industrial o comercial

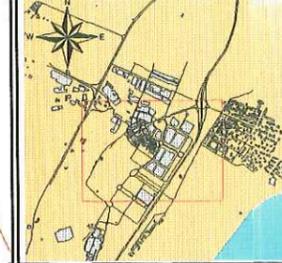
**Zonificación Acústica del Territorio**

- SNU
- a - Residencial
- b - Industrial
- c - Recreativo y de espectáculos
- d - Terciario
- e - Sanitario, docente y cultural
- f - Sistemas generales de infraestructura
- g - espacios naturales protegidos
- h - Turístico

**Elementos cartográficos**

- Carretera
- Limite de municipio
- Ferrocarril
- Curva de nivel maestra
- Curva de nivel auxiliar
- Pantalla
- Puente
- Agua
- Área urbanizable
- Área de estudio
- Área con condicionantes acústicos al Urbanismo

**DISTRIBUCIÓN DE MINUTA**



ESPACIO EXTERIOR						
Áreas urbanizadas						
Objetivos de calidad acústica						
Tipo de área acústica	Tabla I. Áreas urbanizadas existentes			Tabla II. Nuevas áreas urbanizadas		
	Índices de ruido			Índices de ruido		
	L <sub>d</sub>	L <sub>n</sub>	L <sub>n</sub>	L <sub>d</sub>	L <sub>n</sub>	L <sub>n</sub>
Residencial	65	65	55	60	60	50
Industrial	75	75	65	70	70	60
Recreativo y espectáculos	73	73	63	68	68	58
Turístico o terciario distinto de c	70	70	65	65	65	60
Sanitario, docente y cultural	60	60	50	55	55	45
Infraestructuras de transporte u otros equipamientos públicos	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Espacios naturales protegidos	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)

(1) Aplicación de mejores técnicas disponibles para la reducción de la contaminación acústica (Ley 37/2007, artículo 18.2, párrafo a). En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas.  
 (2) A definir por los Ayuntamientos mediante informe justificado y aprobado por Consejo de Medioambiente.

## **12 ANEXO 3. INFORME DE ENSAYO DE NIVELES SONOROS EN ESTADO ACTUAL**



**CECOR**



**CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO**

Parque tecnológico de Boecillo, parcela 209  
47151 Boecillo Valladolid España  
Tfno. [+34] 983 13 23 33  
Fax [+34] 902 91 05 04

**ACRONIMO: ESTUDIO ACÚSTICO DEL SECTOR SUS-G1 SAN JULIÁN (MÁLAGA)**

**CLIENTE: SFERA PROYECTO AMBIENTAL S.L.**

**CODIGO TRABAJO: T-13-177**

**CODIGO INFORME: T-13-177-01**

**Redactado por:**

**Fecha:** 31/07/2013

**Firmado:** Moisés Laguna Gámez

**Responsable de Ensayo**

**Revisado y aprobado por:**

**Fecha:** 31/07/2013

**Firmado:** Alberto Hernández Martín

**Responsable Técnico de Laboratorio**

## ***Informe de ensayo***

**Centro de Estudio y Control de Ruido S.L.**



CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO

Parque tecnológico de Boecillo, parcela 209

47151 Boecillo Valladolid España

Tfno. [+34] 983 13 23 33

Fax [+34] 902 91 05 04

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

REGISTRO DE MODIFICACIONES		
Versión	Descripción de la Modificación	Fecha
01	Elaboración del documento	31/07/2013



CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO

Parque tecnológico de Boecillo, parcela 209

47151 Boecillo Valladolid España

Tfno. [+ 34] 983 13 23 33

Fax [+ 34] 902 91 05 04

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

## ÍNDICE

### DATOS GENERALES

1. OBJETO DEL INFORME .....	5
2. LABORATORIO DE ENSAYO .....	5
3. TÉCNICO DE ENSAYO .....	6
4. CLIENTE .....	6

### PROCEDIMIENTOS DE INTERVENCIÓN

5. NORMAS DE REFERENCIA .....	8
5.1. Metodología de ensayo .....	8
5.1.1. Niveles de inmisión de ruido.....	8
6. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN.....	9
6.1. Lugar de ensayo .....	9
6.2. Plan de muestreo.....	10
6.3. Condiciones ambientales .....	12
7. INSTRUMENTACIÓN.....	13

### RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN

8. COMENTARIOS GENERALES .....	15
9. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS .....	16
9.1. Niveles de inmisión de ruido.....	16

### ANEXOS

10. ANEXO I: CALIBRADOR ACÚSTICO.....	25
11. ANEXO II: EQUIPOS DE MEDIDA .....	26



CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO

Parque tecnológico de Boecillo, parcela 209

47151 Boecillo Valladolid España

Tfno. [+34] 983 13 23 33

Fax [+34] 902 91 05 04

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

## DATOS GENERALES



CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO

Parque tecnológico de Boecillo, parcela 209

47151 Boecillo Valladolid España

Tíno. [+ 34] 983 13 23 33

Fax [+ 34] 902 91 05 04

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

## 1. OBJETO DEL INFORME

Medición *in situ* de los niveles de inmisión sonora ambiental en la zona correspondiente al emplazamiento del sector SUS-G1 *San Julián* en Málaga.

Para determinar los niveles sonoros que afectan al sector objeto de estudio se efectúan varias medidas de nivel de ruido percibido, incluyendo dos de larga duración en ubicaciones representativas de los principales focos sonoros que afectan al sector:

- El primer punto de medida de larga duración (24 horas) se encuentra hacia el perímetro suroeste del sector evaluado. Esta posición se considera representativa del nivel de inmisión sonora debido a uno de los principales focos que afectan al sector, el tráfico aéreo del cercano aeropuerto de Málaga – Costa del Sol. El ruido de las operaciones de despegue y aterrizaje es elevado aunque de carácter puntual.
- El segundo punto de medida de larga duración (16 horas) se dispone en el perímetro más cercano al otro foco de ruido más importante que afecta al sector, el tráfico rodado de la autovía MA-20 que, por su elevado aforo, origina un nivel de ruido cuasi – continuo, justificando la menor duración de la prueba. Este punto se sitúa en el perímetro sureste del sector, en las inmediaciones de dicha infraestructura con el fin de obtener una caracterización precisa.
- Además, se toman muestras de corta duración en otras ubicaciones del sector donde el nivel de ruido percibido puede ser diferente, a modo de muestreo espacial.

Los ensayos se realizan para validar los cálculos realizados en el trabajo T-13-177, referente al estudio acústico del Plan Parcial del sector SUS-G1 *San Julián* del PGOU de Málaga, para regularización de un nuevo desarrollo urbanístico de tipo terciario.

## 2. LABORATORIO DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO			
Organización	Centro de Estudio y Control de Ruido 		
N.I.F.	B-47555958		
Dirección	Parque Tecnológico de Boecillo, parcela 209 47151 Boecillo, Valladolid (España)		
Teléfono	(+ 34) 983 13 23 33	Fax	(+ 34) 902 91 05 04
e-mail	<a href="mailto:informacion@cecorsl.com">informacion@cecorsl.com</a>		

Acreditaciones de referencia		Nº registro de intervención	N/A
------------------------------	---	-----------------------------	-----



CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO

Parque tecnológico de Boecillo, parcela 209

47151 Boecillo Valladolid España

Tfno. [+34] 983 13 23 33

Fax [+34] 902 91 05 04

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

### 3. TÉCNICO DE ENSAYO

ANDALUCIA			
Técnico	La dirección del laboratorio de CECOR, designa a uno de sus técnicos cualificados para abordar el presente trabajo. En concreto al Técnico Desplazado Moisés Laguna Gámez.		
Dirección	C/ Miguel Bueno Lara 8, 2º2 29013 Málaga (España)		
Teléfono	(+ 34) 661 48 26 27	Fax	(+ 34) 983 54 80 62
e-mail	<a href="mailto:andalucia@cecorsl.com">andalucia@cecorsl.com</a>		

### 4. CLIENTE

CLIENTE			
Organización	Sfera Proyecto Ambiental S.L.		
Persona de contacto	Rafael González		
C.I.F.	B-92334531		
Dirección	Paseo Cerrado de Calderón, Edf. Mercurio, 18, H2 29018 Málaga (España)		
Teléfono	(+34) 952 207 189	Fax	-



CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO

Parque tecnológico de Boecillo, parcela 209

47151 Boecillo Valladolid España

Tfno. [+ 34] 983 13 23 33

Fax [+ 34] 902 91 05 04

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

## PROCEDIMIENTOS DE INTERVENCIÓN



CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO

Parque tecnológico de Boecillo, parcela 209

47151 Boecillo Valladolid España

Tfno. [+ 34] 983 13 23 33

Fax [+ 34] 902 91 05 04

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

## 5. NORMAS DE REFERENCIA

El ensayo realizado y presentado en este informe se ha elaborado según el método de ensayo descrito en el *Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la contaminación acústica en Andalucía y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.*

### 5.1. Metodología de ensayo

#### 5.1.1. Niveles de inmisión de ruido

Para la realización de este ensayo se sigue la metodología descrita en el Procedimiento de Ensayo **PE-004: Medición y evaluación del ruido ambiental**. El muestreo sigue las pautas descritas en la Instrucción Técnica **IT-007: Muestreo para la evaluación del ruido ambiental**.

Se obtienen los niveles de inmisión en siete puntos de evaluación, de forma que los niveles registrados se aproximen a la realidad acústica del sector objeto de estudio.

- En la posición 1 se procede a un registro de niveles en continuo durante 24 horas, almacenando una muestra cada 5 minutos, obteniendo así niveles en período día, tarde y noche. Este punto se sitúa en una posición hacia el perímetro suroeste del sector, donde se observa una clara influencia del nivel sonoro debido a tráfico aéreo, en la práctica el único foco sonoro en este punto.
- En la posición 2, se procede a un registro de niveles en continuo durante unas 16 horas, almacenando una muestra cada 5 minutos, obteniendo así niveles en período día, tarde y noche. Este punto se encuentra en las inmediaciones de la autovía MA-20 que, junto con el tráfico aéreo, constituye el principal foco sonoro que afecta al sector. El hecho de que el ruido evaluado debido al foco ruidoso sea relativamente constante justifica una menor duración del ensayo respecto al punto 1. Este punto también está afectado por ruido de tráfico aéreo.
- En las posiciones 3, 4, 5, 6 y 7 se procede a un registro de nivel sonoro equivalente de entre 15 y 30 minutos en período diurno. Estos puntos se distribuyen por las zonas accesibles del interior sector, a modo de muestreo espacial del resto de posibles focos sonoros. En general, todos los puntos de muestreo están afectados por ruido de tráfico aéreo. En el punto 7, además, se obtienen muestras de nivel sonoro del ferrocarril de cercanías Málaga – Fuengirola.

Los parámetros registrados son:

- Nivel continuo equivalente ponderado A y C.
- Niveles máximos, mínimos y estadísticos ponderados A, medidos con constante de tiempo Rápida.

Las medidas se realizaron con un equipo de clase 1, con micrófono posicionado a una altura de unos 4 metros sobre el nivel del suelo en las medidas de larga duración, y a 1,3 m del suelo para los muestreos de corta duración. Ver detalles en siguiente apartado.





Código Trabajo: T-13-177

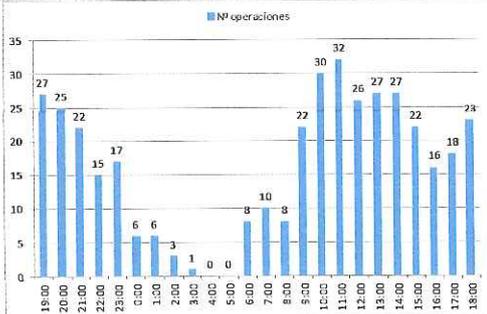
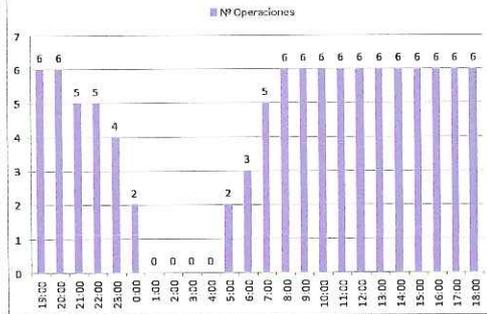
Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

Coordenadas:	Punto 1 (24 horas)	36.66444°N ,4.47638°O (h ≈ 4 m)
	Punto 2 (16 horas)	36.663002°N, 4.471255° (h ≈ 4 m)
	Punto 3 (15 minutos)	36.66362°N ,4.47075°O (h ≈ 1.3 m)
	Punto 4 (17 minutos)	36.66612°N ,4.46839°O (h ≈ 1.3 m)
	Punto 5 (15 minutos)	36.66671°N ,4.47193°O (h ≈ 1.3 m)
	Punto 6 (15 minutos)	36.66448°N ,4.47264°O (h ≈ 1.3 m)
	Punto 7 (30 minutos)	36.66604°N ,4.47721°O (h ≈ 1.3 m)

En general, todos los puntos están influenciados por las operaciones de despegue del aeropuerto de Málaga – Costa del Sol. Los puntos 2, 3 y 4 son más representativos del ruido de la autovía MA-20, aunque también presenta valores debidos al paso de aviones. El punto 7 se sitúa en las inmediaciones de la línea de ferrocarril de cercanías Málaga – Fuengirola, aunque los niveles registrados se deben más bien al paso de vehículos ligeros por la calle Rimsky Korsakov.

El régimen y periodo de funcionamiento de cada fuente de ruido se recogen en la siguiente tabla:

Foco sonoro	Régimen de funcionamiento	Horario de funcionamiento	Número de operaciones
Aeropuerto Málaga – Costa del Sol	Operaciones de despegue / aterrizaje puntuales <sup>1</sup>	22 horas	
Carretera MA-20	Tráfico fluido (cuasi – continuo)	24 horas	-
Ferrocarril cercanías C-1	Operaciones puntuales (ambos sentidos) <sup>2</sup>	20 horas	
C/ Rimsky Korsakov	Aleatorio	24 horas	-

<sup>1</sup> Fuente: Sistema *Brüel & Kjaer WebTrak*, con seguimiento de vuelos en tiempo real y almacenamiento de histórico. Operaciones contabilizadas durante las 24 horas del ensayo de larga duración en el punto de medida 1.

<sup>2</sup> Fuente: Horarios programados por ADIF

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

### 6.3. Condiciones ambientales

Posición	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)		Velocidad viento (m/s)		Precipitación	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
P1	30.0	29.8	42.1	44.3	3.8	3.0	No	
P2	29.7	28.9	43.8	46.6	2.8	2.9	No	
P3	29.3		46.3		3.1		No	
P4	30.2		43.2		3.3		No	
P5	30.4		42.4		2.9		No	
P6	30.6		42.1		3.2		No	
P7	31.5		41.3		2.5		No	

Tabla 1. Cuadro resumen de las condiciones ambientales en la localización de estudio

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

## 7. INSTRUMENTACIÓN

Las medidas efectuadas tienen garantizada su trazabilidad a través de patrones de referencia nacionales o internacionales calibrados periódicamente.

INSTRUMENTACIÓN						
Transductor				Sistema de Adquisición		
Ensayo	Marca	Modelo	Número de serie	Marca	Modelo	Número de serie
E-13-323	Rion	UC-53A <sup>3</sup>	315987	Rion	NL-32 <sup>4</sup>	00493073

INSTRUMENTACIÓN AUXILIAR						
Calibrador acústico				Telémetro laser		
Ensayo	Marca	Modelo	Número de serie	Marca	Modelo	Número de serie
E-13-323	Rion	NC-74	34104525	Bosch	DLE 70	888584406
Termohigrómetro				Anemómetro		
Ensayo	Marca	Modelo	Número de serie	Marca	Modelo	Número de serie
E-13-323	Lutron	ABH-4225	90078	Lutron	ABH-4225	90078

Todos estos equipos son sometidos a un programa de calibración y/o control periódico que garantiza la trazabilidad de las medidas.

Además, el sonómetro y calibrador acústico cuentan con su correspondiente certificado de calibración emitido por una entidad acreditada y su certificado de verificación periódica emitido por Organismo de Verificación Metrológica Autorizado que certifica el cumplimiento de la *Disposición Transitoria primera de la Orden ITC/2845/2007, de 25 de septiembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos.*

<sup>3</sup> Montado sobre trípode telescópico de 3 m de altura, conectado a sistema de adquisición mediante cable prolongador y protegido con borla de intemperie Rion WS-03.

<sup>4</sup> Protegido con caja estanca.



CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO

Parque tecnológico de Boecillo, parcela 209

47151 Boecillo Valladolid España

Tfno. [+34] 983 13 23 33

Fax [+34] 902 91 05 04

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

## RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN



CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO

Parque tecnológico de Boecillo, parcela 209

47151 Boecillo Valladolid España

Tfno. [+34] 983 13 23 33

Fax [+34] 902 91 05 04

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

## 8. COMENTARIOS GENERALES

- La incertidumbre expandida de los ensayos se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $K=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.
  - La incertidumbre típica de las evaluaciones de ruido ambiental se ha determinado conforme al procedimiento interno IT-005.

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

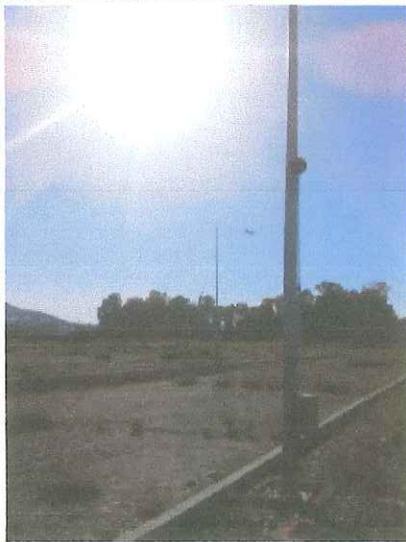
Fecha: 31/07/2013

## 9. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

### 9.1. Niveles de inmisión de ruido

Método de ensayo:		Decreto 6/2012	
Código de Ensayo	E-13-323	Fecha Ensayo	29/07/2013 – 31/07/2013

#### ZONA EVALUACIÓN 1

IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTE SONORA	
Descripción de las fuentes de ruido existentes	<b>F1:</b> Aeropuerto <b>F2:</b> MA-20 <b>F3:</b> Cercanías C-1 <b>F4:</b> C/ Rimsky Korsakov
Condiciones de operación de la fuente sonora	<b>F1, F3, F4:</b> Puntual / <b>F2:</b> Cuasi-continuo
IDENTIFICACIÓN DEL RECEPTOR	
Codificación	P1 (24 h), P2 (16h), P3, P4, P5, P6 (15 m), P7 (30 m)
Foco emisor	Receptor
	
	<b>P1: Altura ≈ 4 m</b>

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013



**P2: Altura ≈ 4 m**



**P3: Altura ≈ 1,3 m**



**P4: Altura ≈ 1,3 m**

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013



**P5: Altura ≈ 1,3 m**



**P6: Altura ≈ 1,3 m**

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013



P7: P6: Altura  $\approx$  1,3 m

**RESULTADOS**

Localización	Fecha y hora				L <sub>Aeq</sub>			Conteo eventos aleatorios		
	Inicio		Fin		L <sub>d</sub>	L <sub>e</sub>	L <sub>n</sub>	Aviones	Trenes	Automóviles
	Día	Horario	Día	Horario				Día	Día	Día
P1	29/07/2013	18:59:50	30/07/2013	18:59:50	61,9	62,7	54,7	-	-	-

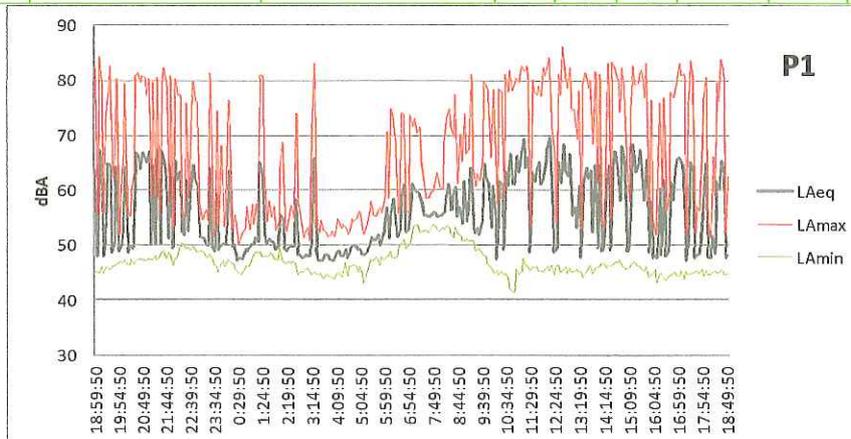


Figura 3: Registro de niveles sonoros de larga duración en P1 (24 h)

L<sub>Aeq</sub>: Nivel de presión sonora continuo equivalente (dBA)

L<sub>d</sub>: Nivel de presión sonora en período diurno (7:00 – 19:00) (dBA)

L<sub>e</sub>: Nivel de presión sonora en período vespertino (19:00 – 23:00) (dBA)

L<sub>n</sub>: Nivel de presión sonora en período nocturno (23:00 – 7:00) (dBA)

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

Localización	Fecha y hora				L <sub>Aeq</sub>			Conteo eventos aleatorios		
	Inicio		Fin		L <sub>d</sub>	L <sub>e</sub>	L <sub>n</sub>	Aviones	Trenes	Automóviles
								Día	Día	Día
P2	30/07/2013	19:28:01	31/07/2013	11:23:01	69,5	69,8	63,9	-	-	-

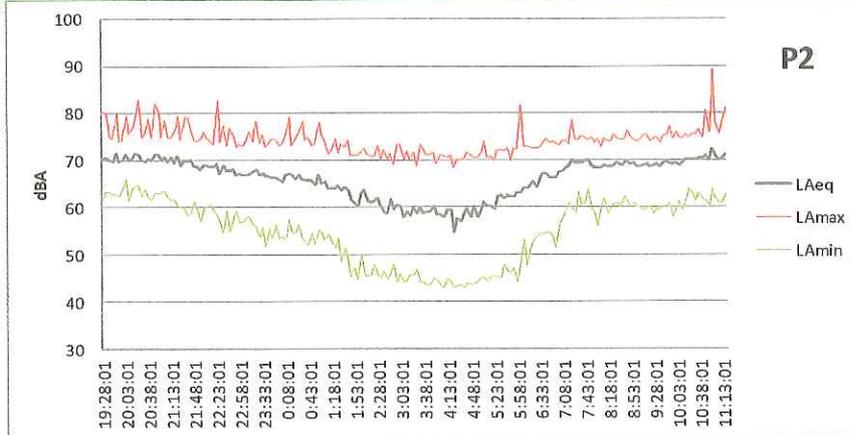


Figura 4: Registro de niveles sonoros de larga duración en P2 (16 h)

Localización	Fecha y hora				L <sub>Aeq</sub>			Conteo eventos aleatorios		
	Inicio		Fin		L <sub>d</sub>	L <sub>e</sub>	L <sub>n</sub>	Aviones	Trenes	Automóviles
								Día	Día	Día
P3	31/07/2013	11:42:06	31/07/2013	11:57:06	65,8	-	-	3	-	-

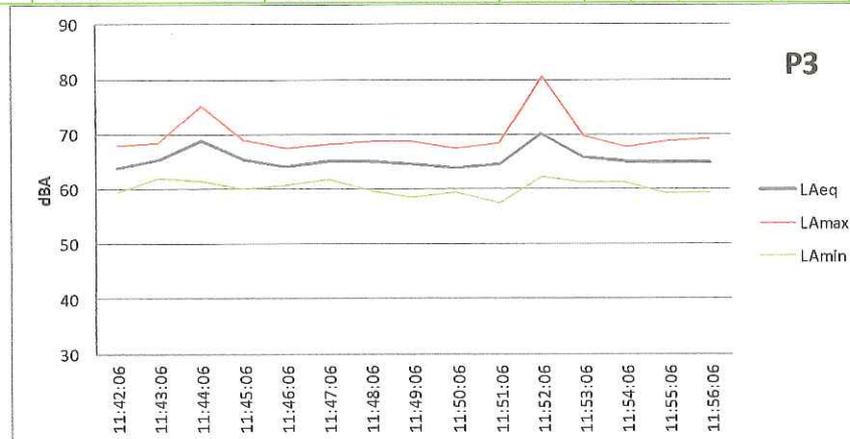


Figura 5: Muestreo de niveles sonoros en P3 (15 m)

L<sub>Aeq</sub>: Nivel de presión sonora continuo equivalente (dBA)

L<sub>d</sub>: Nivel de presión sonora en período diurno (7:00 – 19:00) (dBA)

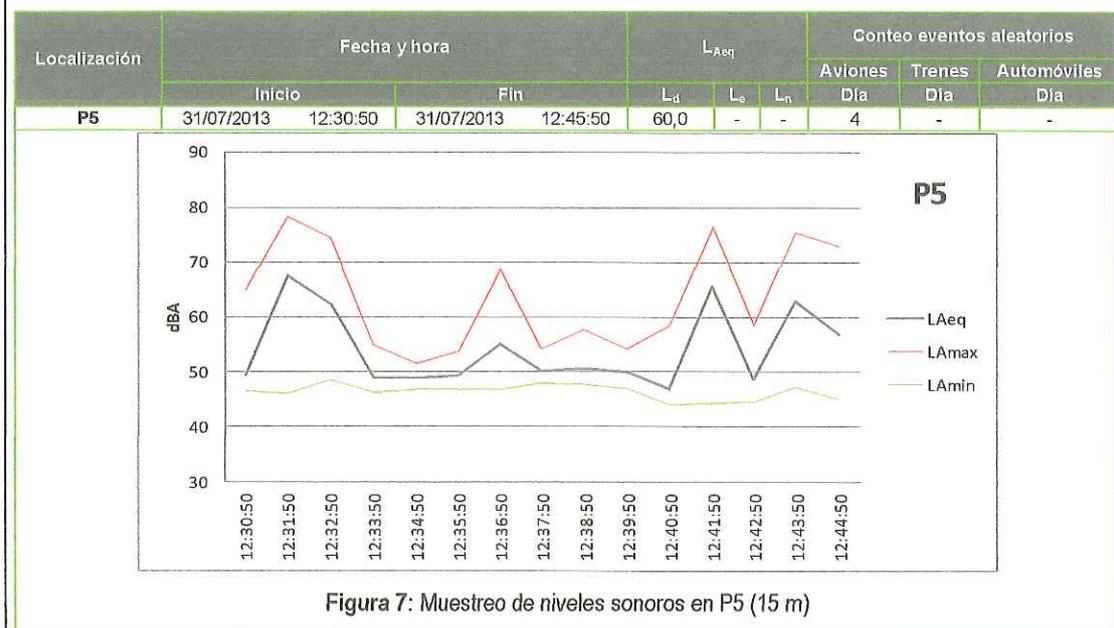
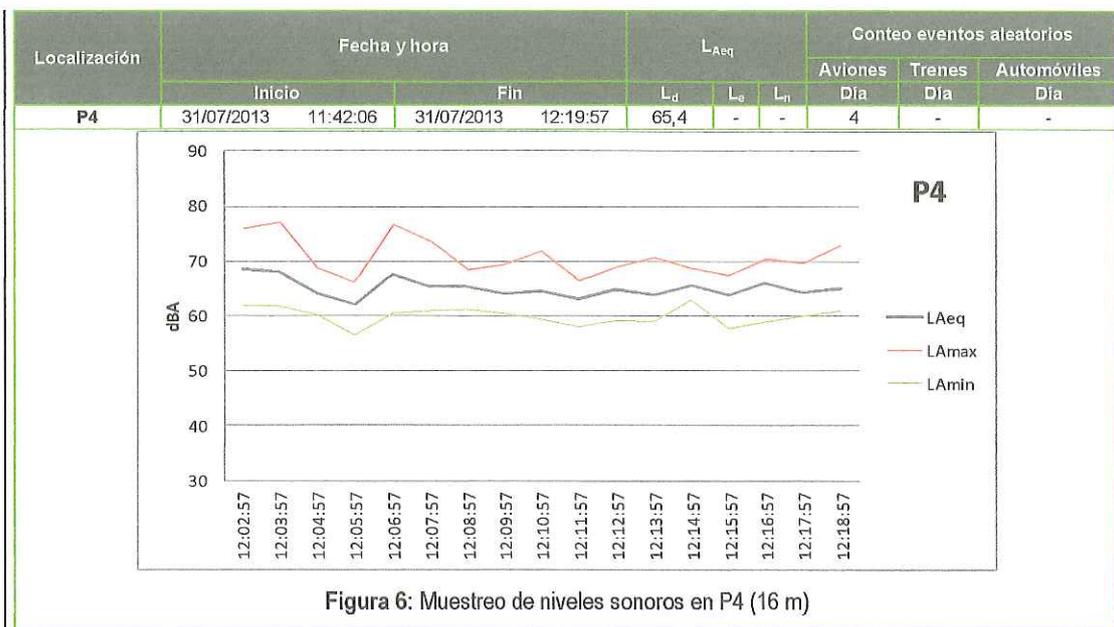
L<sub>e</sub>: Nivel de presión sonora en período vespertino (19:00 – 23:00) (dBA)

L<sub>n</sub>: Nivel de presión sonora en período nocturno (23:00 – 7:00) (dBA)

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

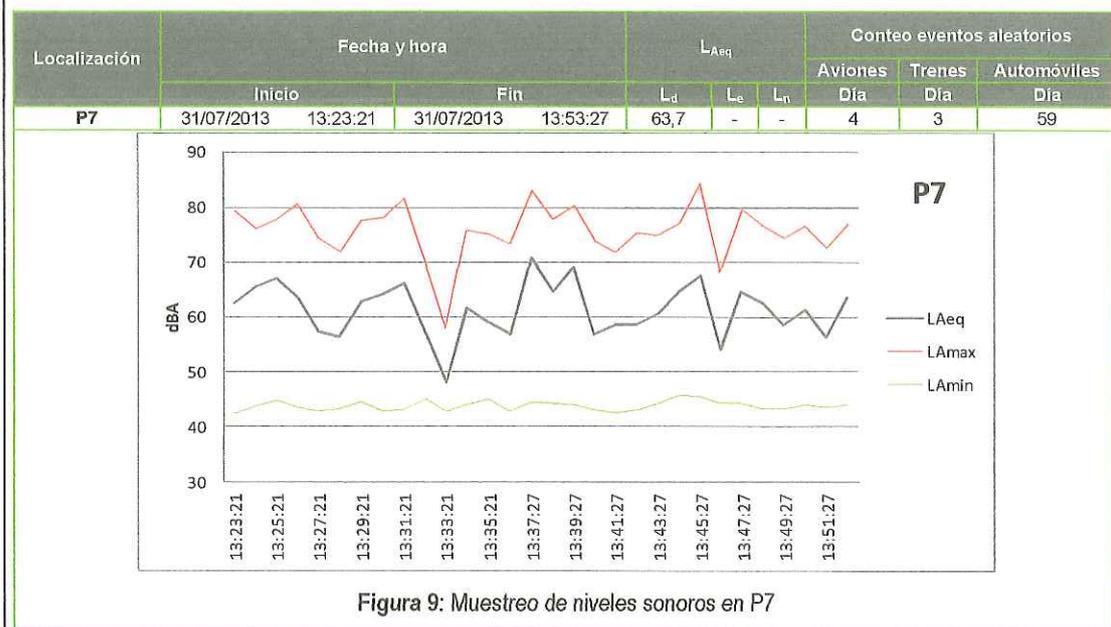
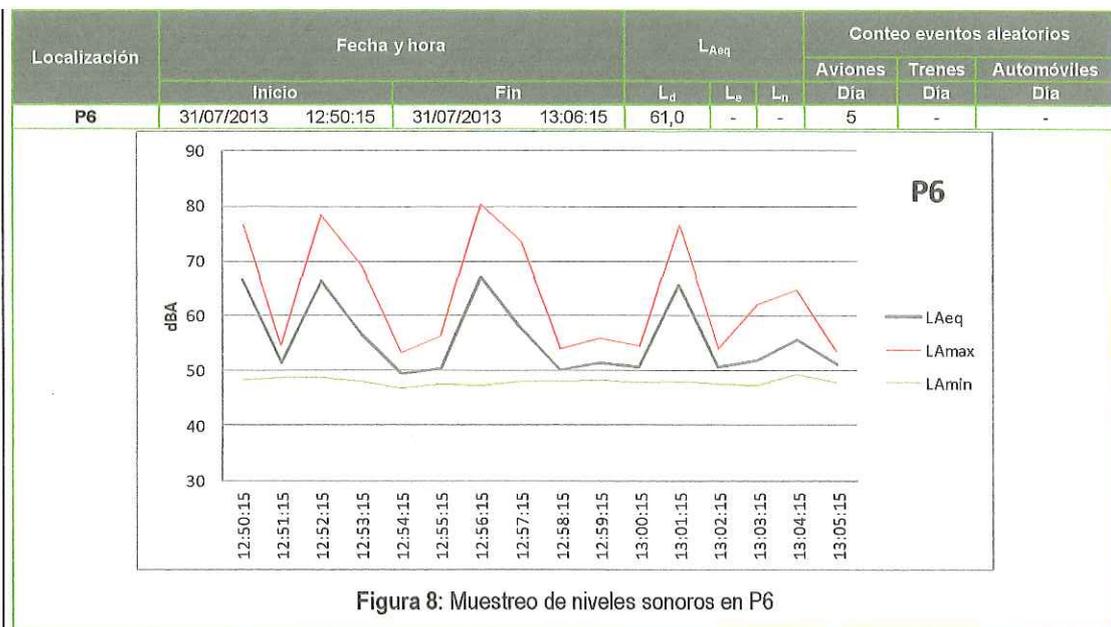


L<sub>Aeq</sub>: Nivel de presión sonora continuo equivalente (dBA)  
 L<sub>d</sub>: Nivel de presión sonora en período diurno (7:00 – 19:00) (dBA)  
 L<sub>e</sub>: Nivel de presión sonora en período vespertino (19:00 – 23:00) (dBA)  
 L<sub>n</sub>: Nivel de presión sonora en período nocturno (23:00 – 7:00) (dBA)

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013



L<sub>Aeq</sub>: Nivel de presión sonora continuo equivalente (dBA)

L<sub>d</sub>: Nivel de presión sonora en período diurno (7:00 – 19:00) (dBA)

L<sub>e</sub>: Nivel de presión sonora en período vespertino (19:00 – 23:00) (dBA)

L<sub>n</sub>: Nivel de presión sonora en período nocturno (23:00 – 7:00) (dBA)



CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO

Parque tecnológico de Boecillo, parcela 209

47151 Boecillo Valladolid España

Tfno. [+34] 983 13 23 33

Fax [+34] 902 91 05 04

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

## OBSERVACIONES

Durante todos los días en que han tenido lugar los ensayos el aeropuerto operó en su pista 13<sup>5</sup>, es decir, se efectuaron los aterrizajes desde el noroeste y los despegues hacia el sureste. En esta configuración, las operaciones que afectaban al sector evaluado fueron las de despegue. Todos los puntos de evaluación están afectados por ruido de tráfico aéreo.

Los puntos 2, 3 y 4 son especialmente representativos del ruido de tráfico rodado de la autovía MA-20, aunque con cierta afectación por operaciones puntuales de despegue de aviones.

Los puntos 1, 5 y 6 son representativos, en la práctica, de las operaciones de despegue y aterrizaje de aviones, ya que el resto de focos sonoros tenidos en cuenta en este trabajo están muy alejados.

El punto 7 es representativo del nivel sonoro debido a pasos puntuales de vehículos (todos ligeros) por la calle Rimsky Korsakov. También se registran pasos puntuales de ferrocarriles de mercancías así como operaciones de despegue de aviones. Esta aleatoriedad hizo aconsejable prologar el muestreo de corta duración respecto al resto de puntos evaluados.

<sup>5</sup> Orientación de la cabecera: 133°MAG



CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO

Parque tecnológico de Boecillo, parcela 209

47151 Boecillo Valladolid España

Tfno. [+34] 983 13 23 33

Fax [+34] 902 91 05 04

- 5 AGO. 2013

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

## ANEXOS

Código Trabajo: T-13-177

Código Informe: T-13-177-01

Fecha: 31/07/2013

### 10. ANEXO I: CALIBRADOR ACÚSTICO

Certificado de verificación periódica y calibración acreditada del calibrador acústico empleado.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
Número: 0853093-4  
Página 1 de 3 páginas  
Página 1 de 3 pages

**LABORATORIO CENTRAL**  
C/ Miguel J. Mera, s/n Edificio VEIASA  
Eda de la Cañiga  
41091 MALAGA  
Tfno.: 953 041100 Fax: 953 011 029

**VEIASA**

INSTRUMENTO:	Calibrador sónico
MARCA:	RION
MODELO:	NC74
Nº DE SERIE:	34104525
PELIGROSO:	CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO, S.L. C/ MIGUEL BUENO LARA, 3, 2º 29013 MALAGA MALAGA

FECHA DE CALIBRACIÓN: 12/07/13  
Firma y sello del calibrador: [Firma y Sello]

Este certificado se expide de acuerdo con los resultados de la precisión verificada por ENAC que ha comparado los pesos de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales a NIST en Base del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MRA) verificadas de calibración de Company Corporation for Accreditation (UK) de International Laboratory Association (ILAC) con el protocolo ENAC. This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC, which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to international measurement standards. ENAC is part of the organization of the International Association of the European Cooperation (IEC) and International Laboratory Association (ILAC).

Página 1 de 3

Certificado de calibración del calibrador acústico

**CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN PERIÓDICA**

Informe número: 0853093-4-2013

<b>TITULAR:</b> Fundido E CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO, S.L. Dirección: C/ MIGUEL BUENO LARA, 3, 2º Localidad: 29013 MALAGA Provincia: MALAGA	<b>EQUIPO:</b> Instrumento: CALIBRADOR ACÚSTICO Marca: RION Modelo: NC74 (Clase 1) Número: 34104525
---	---

Realizados los ajustes establecidos en la Orden ITC/2007/2097, de 28 de septiembre, B.O.E.E. nº 243, de fecha 03/10/07, por la que se regula el Control Metrológico del Estado de los Instrumentos destinados a la medición de sonido ambiente y de las calibradoras acústicas, de acuerdo con los procedimientos ITC/2007/2097 y ITC/01/12 determinados por VEIASA, se verifica que el equipo objeto del presente Informe, cumple con los requisitos de los criterios de verificación periódica especificados en el capítulo IV de la citada Orden.

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones, afirmando correspondencia a la máxima exactitud verificada.

No se permite la explotación posterior de este informe de acreditación expresa para dicho **Objetivo:**

Sevilla, a 18 de Mayo de 2013.

Firma: [Firma] Verificador del Laboratorio Central  
Firma: [Firma] Acta del Laboratorio Central de Emisores y Receptores

Comprobar resultados con fecha: 12 de Mayo de 2013

0853093-4-2013 CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO, S.L.

Certificado de verificación del calibrador acústico



**CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO**  
 Parque tecnológico de Boecillo, parcela 209  
 47151 Boecillo Valladolid España  
 Tfno. [+34] 983 13 23 33  
 Fax [+34] 902 91 05 04

Código Trabajo: T-13-177 | Código Informe: T-13-177-01 | Fecha: 31/07/2013

## 11. ANEXO II: EQUIPOS DE MEDIDA

Certificado de verificación periódica y calibración acreditada del sonómetro empleado.

 <p><b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>          Certificación acreditada          Número: 0053001-3          Página 1 de 12 páginas          Page 1 of 12 pages</p> <p><b>Laboratorio Central</b>          C/ Miguel Buenolara, s/n Edificio VEIASA          29013 MALAGA          (409233001)          (Hons. 955 01 14 00) Fax: 955 01 14 09</p> <p><b>VEIASA</b></p> <table border="0"> <tr> <td><b>INSTRUMENTO:</b> Integrador</td> <td>Sonómetro integrador promediador</td> </tr> <tr> <td><b>MARCA:</b> Mitsubishi</td> <td>Riwa</td> </tr> <tr> <td><b>MODELO:</b> 4624</td> <td>NI-12</td> </tr> <tr> <td><b>Nº DE SERIE:</b> Serial number</td> <td>493073</td> </tr> <tr> <td><b>PETICIONARIO:</b> Cliente</td> <td>CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO, SL                  C/ MIGUEL BUENOLARA, S, 2º 2                  29013 MALAGA                  MALAGA</td> </tr> </table> <p><b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b> 12/03/2013          Date of calibration</p> <p>Signature and authorized official          Date of issue</p> <p>Fdo: Bruno Santos Jurado          Verificador del Laboratorio</p> <p>Fdo: María Fernández Vailillo          Jefe del Laboratorio Central de Estudios y Control</p> <p><small>Este certificado se expide de acuerdo con los procedimientos de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del Laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales e internacionales. ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Múltiple (MLA) de certificador de calibración de Europa Cooperation for Accreditation (CA) and International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC). This certificate is issued in accordance with the standards of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurement capability of the Laboratory and its traceability to national or international standards. ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation (EA) and International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC).</small></p>	<b>INSTRUMENTO:</b> Integrador	Sonómetro integrador promediador	<b>MARCA:</b> Mitsubishi	Riwa	<b>MODELO:</b> 4624	NI-12	<b>Nº DE SERIE:</b> Serial number	493073	<b>PETICIONARIO:</b> Cliente	CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO, SL C/ MIGUEL BUENOLARA, S, 2º 2 29013 MALAGA MALAGA	 <p><b>CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN PERIÓDICA</b></p> <p>Informe: 0605280-1-2013</p> <table border="0"> <tr> <td><b>EMISOR:</b> Entidad: CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO, SL                  Dirección: C/ MIGUEL BUENOLARA, S, 2º 2                  Localidad: 29013 MALAGA                  Provincia: MALAGA</td> <td><b>RECEPTOR:</b> Instrumento: Sonómetro Integrador                  Marca: RIWA                  Modelo: NI-12                  Nº serie: 493073                  Clase: I                  Marca/Modelo: 4624/50A                  Nº serie: 315987                  Presión/Emisión tipo: NI-12 Nº serie: 30913</td> </tr> </table> <p><small>Realizado en los ensayos establecidos en la Orden IT/29245/2007, de 25 de septiembre, de I.D.E. nº 312, de fecha 23/10/07, por la que se regula el Control Metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de ruidos ambiente y de sus calibraciones análogas, de acuerdo a los procedimientos (ENAC I-27) y (IT/29245/2007) de la ENAC, se certifica que el receptor objeto del presente informe, cumple con los requisitos de los ensayos de verificación periódica especificados en el capítulo IV de la Orden.</small></p> <p><small>Los resultados se refieren al numerario y estándares en que se efectuaron las mediciones, atendiendo únicamente a la muestra sometida a verificación.</small></p> <p><small>Reservados todos los derechos que no estén expresamente autorizados por escrito.</small></p> <p><b>Observaciones:</b></p> <p>Fecha de emisión: 31/07/2013</p> <p>Fdo: Bruno Santos Jurado          Verificador del Laboratorio Central</p> <p>Fdo: María Fernández Vailillo          Jefe del Laboratorio Central de Estudios y Control</p> <p>Imágenes realizadas con fecha: 12 de Marzo de 2013</p> <p>065280-1-2013 CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO, SL</p>	<b>EMISOR:</b> Entidad: CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO, SL Dirección: C/ MIGUEL BUENOLARA, S, 2º 2 Localidad: 29013 MALAGA Provincia: MALAGA	<b>RECEPTOR:</b> Instrumento: Sonómetro Integrador Marca: RIWA Modelo: NI-12 Nº serie: 493073 Clase: I Marca/Modelo: 4624/50A Nº serie: 315987 Presión/Emisión tipo: NI-12 Nº serie: 30913
<b>INSTRUMENTO:</b> Integrador	Sonómetro integrador promediador												
<b>MARCA:</b> Mitsubishi	Riwa												
<b>MODELO:</b> 4624	NI-12												
<b>Nº DE SERIE:</b> Serial number	493073												
<b>PETICIONARIO:</b> Cliente	CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO, SL C/ MIGUEL BUENOLARA, S, 2º 2 29013 MALAGA MALAGA												
<b>EMISOR:</b> Entidad: CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DE RUIDO, SL Dirección: C/ MIGUEL BUENOLARA, S, 2º 2 Localidad: 29013 MALAGA Provincia: MALAGA	<b>RECEPTOR:</b> Instrumento: Sonómetro Integrador Marca: RIWA Modelo: NI-12 Nº serie: 493073 Clase: I Marca/Modelo: 4624/50A Nº serie: 315987 Presión/Emisión tipo: NI-12 Nº serie: 30913												

Certificado de calibración del sonómetro

Certificado de verificación del sonómetro