



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**Trabajo final de master**

# **ELABORACIÓN DEL MAPA ACÚSTICO DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE PATERNA**

*Valencia, septiembre de 2017*

TITULACIÓN: Master en Ingeniería Ambiental

Curso: 2016/17

AUTOR: Diego Fernando Ruiz Tejada

TUTOR: Antonio Uris Martínez



*Todo comenzó en un Máster de Ingeniería Ambiental ...*

*Quién nos lo iba a decir!*

*Para mis dos amores,*

*Eva y Dídac*

*... Qué fuelines más grande!*



## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	OBJETIVOS .....	4
3.	EL PARQUE TECNOLÓGICO .....	5
3.1.	Ubicación.....	5
3.2.	Antecedentes. Origen del Parque Tecnológico.....	5
3.3.	El Parque Tecnológico en la actualidad.....	7
4.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	9
4.1.	El sonido .....	9
4.2.	Nivel de presión.....	9
4.3.	Análisis espectral.....	10
4.3.1.	Escala de ponderación en frecuencias A.....	12
4.4.	Parámetros de evaluación del ruido .....	13
5.	ENTORNO LEGISLATIVO.....	14
5.1.	Legislación europea.....	14
5.2.	Legislación nacional.....	15
5.3.	Legislación autonómica.....	15
5.4.	Legislación municipal .....	17
6.	EQUIPOS DE MEDICIÓN .....	18
6.1.	Equipo de medición empleado .....	20
7.	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO. CONCEPTOS .....	21
7.1.	Mapas de ruido .....	21
7.2.	Metodología de la toma de muestras.....	22
7.2.1.	Metodología estática.....	22
7.2.2.	Metodología dinámica.....	22
7.3.	Elección de los puntos de medida.....	23
8.	APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE TRABAJO .....	24
8.1.	Metodología de la toma de muestras.....	24
8.2.	Planificación de mediciones. Franjas horarias y planning de trabajo .....	24
8.3.	Emplazamiento de los puntos de muestreo .....	25
8.4.	Condiciones estándares para las mediciones .....	26
8.5.	Representación gráfica de los resultados .....	26

9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	28
10. CONCLUSIONES .....	32
11. BIBLIOGRAFÍA .....	34
ANEXO I. PLANNING DE MEDICIONES.....	37
ANEXO II. MEDICIONES POR PUNTO DE MUESTREO Y JORNADA.....	39
ANEXO III. MEDICIONES POR FRANJA HORARIA Y JORNADA.....	41
PLANO 1. UBICACIÓN PUNTOS DE MUESTREO Y DISTANCIAS .....	51
PLANO 2. MAPA ACÚSTICO FRANJA HORARIA 1 .....	53
PLANO 3. MAPA ACÚSTICO FRANJA HORARIA 2 .....	55
PLANO 4. MAPA ACÚSTICO FRANJA HORARIA 3 .....	57
PLANO 5. MAPA ACÚSTICO FRANJA HORARIA 4 .....	59

## TABLAS

Tabla 1.	Hogares que han sufrido problemas de ruido en su entorno.....	1
Tabla 2.	Contaminación acústica como principal problema ambiental Porcentaje de municipios de la Comunitat Valenciana.....	3
Tabla 3.	Contaminación acústica como principal problema ambiental. Porcentaje por edades. Habitantes de la Comunitat Valenciana.....	3
Tabla 4.	Bandas de octavas y tercios de octavas.....	4
Tabla 5.	Curva de ponderación A y valores para tercios de octava.....	5
Tabla 6.	Franjas horarias de muestreo.....	24
Tabla 7.	Colores asignados a las curvas isófonas .....	27
Tabla 8.	Objetivos de calidad acústica. Legislación estatal.....	28
Tabla 9.	Objetivos de calidad acústica. Legislación autonómica .....	28
Tabla 10.	Franjas horarias de muestreo y periodos de medición.....	29
Tabla 11.	Distribución porcentual de los niveles sonoros medidos.....	32

## FIGURAS

Figura 1.	Vista general del Parque Tecnológico.....	5
Figura 2.	Imagen aérea del Parque Tecnológico.....	6

## 1. INTRODUCCIÓN

El artículo 45 de la Constitución Española establece el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo.

En ese mismo sentido, el Estatut d'Autonomia de la Comunitat Valenciana, establece el derecho que toda persona tiene derecho a gozar de una vida y un medio ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

El entorno y el medioambiente afectan a la calidad de vida de las personas. Las personas son cada vez más conscientes de su derecho a vivir en un entorno de calidad elevada, no solo en aspectos básicos como la calidad del agua por ejemplo, sino también en la falta de contaminación, ruidos, etc., en las zonas donde viven y donde trabajan.

La Organización Mundial de la Salud ha identificado el ruido como uno de los principales agentes contaminantes en nuestra sociedad, el segundo en importancia, después de la contaminación atmosférica. El exceso de ruido deteriora la salud de las personas y afecta nuestro bienestar, y al desarrollo de nuestras actividades cotidianas en los colegios, en el trabajo, en casa o durante nuestro tiempo de esparcimiento. Además de afectar a nuestro descanso, reduciendo la duración y calidad de nuestro sueño nocturno, el ruido provoca efectos cardiovasculares y psicosociales, produce estrés, reduce el rendimiento en los estudios o en el trabajo, genera molestias y pérdida de calidad de vida, y altera el comportamiento social.

España es el segundo país más ruidoso del mundo, por detrás de Japón, según un ranking de la Organización Mundial de la Salud. A pesar de ello, sólo un pequeño porcentaje de la población, aquellos agredidos de forma más rotunda, son conscientes, en alguna medida, de lo dañino que puede llegar a ser el ruido. Y es precisamente éste, uno de los problemas más importantes en relación a la gestión de este contaminante. Es necesario potenciar la sensibilización, la concienciación y el compromiso de la población, de las administraciones, de los sectores productivos y del transporte, y en general de la sociedad en su conjunto para luchar contra la contaminación acústica.

El ruido es el contaminante más común, y puede definirse como cualquier sonido que sea calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado, inoportuno o desagradable. En un sentido más amplio, ruido es todo sonido percibido no deseado por el receptor.

La Real Academia de la Lengua Española, en este mismo sentido, define ruido como sonido inarticulado, por lo general desagradable.

El 29,0% de los habitantes de la Comunitat Valenciana mencionan el ruido como el principal problema ambiental de ámbito local, según datos de la Encuesta de Hogares y Medio Ambiente de 2008 elaborada por Instituto Nacional de Estadística (INE), y de la que se hace eco el Instituto Valenciano de Estadística Viviendas. Lo que la sitúa como la cuarta Comunidad Autónoma en la que se percibe la contaminación acústica como el problema ambiental prioritario.

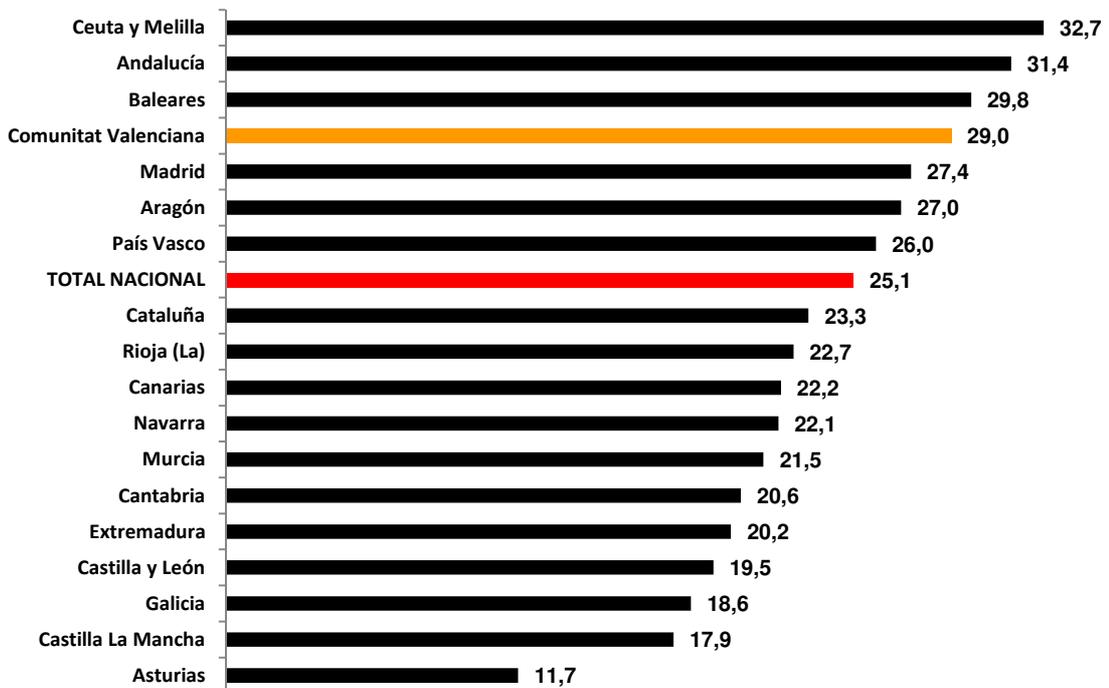
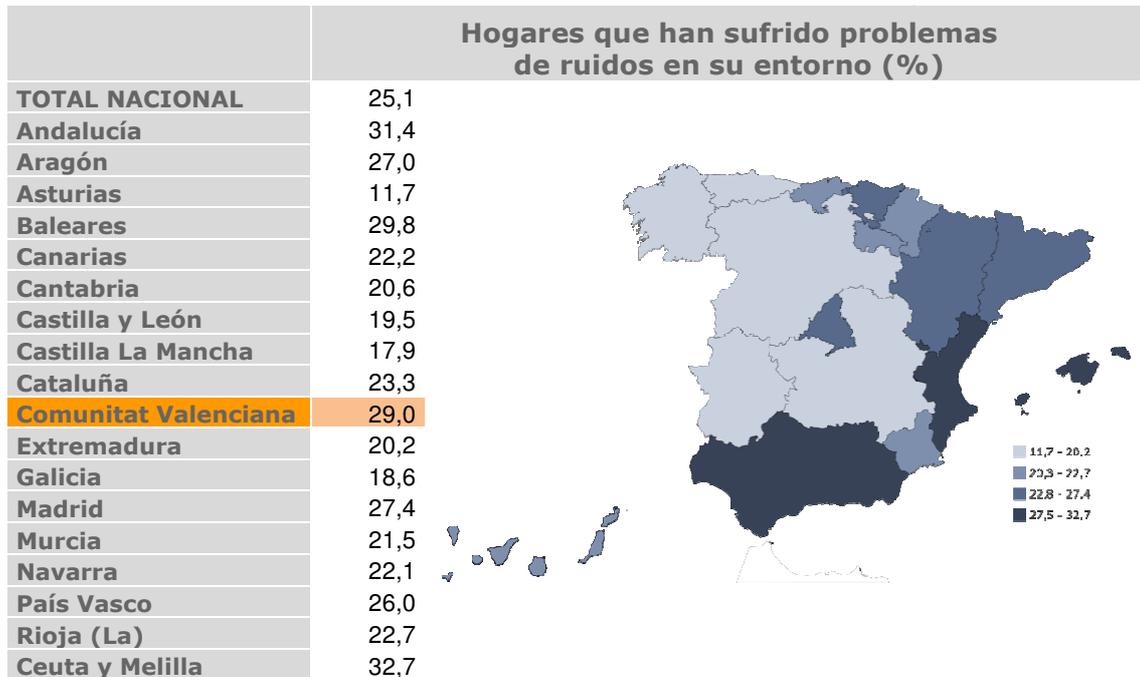


Tabla 1. Hogares que han sufrido problemas de ruido en su entorno.  
Fuente. Instituto Nacional de Estadística (INE)

Respecto a la Comunitat Valenciana, y según el tamaño de los municipios de residencia de los encuestados, la encuesta revela que el porcentaje de los ciudadanos residentes en municipios de más de 100.000 habitantes que consideran la contaminación acústica como el principal problema ambiental se eleva al 36,7%, dato muy superior al reflejado en los municipios de menos habitantes

<b>2008 Comunitat Valenciana</b>	
<b>Percepción de la contaminación acústica como principal problema ambiental</b>	
<b>% Municipios</b>	
<b>TOTAL</b>	29,0
<b>Municipios de más de 100.000 habitantes</b>	36,7
<b>De 50.000 a 100.000 habitantes</b>	28,4
<b>De 20.000 a 50.000 habitantes</b>	29,1
<b>De 10.000 a 20.000 habitantes</b>	29,9
<b>Menos de 10.000 habitantes</b>	13,2

*Tabla 2. Contaminación acústica como principal problema ambiental.  
Porcentaje de municipios de la Comunitat Valenciana  
Fuente. Institut Valencià d'Estadística (IVE)*

La preocupación de los ciudadanos por la contaminación acústica considerada como un problema ambiental varía también según la edad del encuestado. De esta manera, las personas de una edad comprendida entre los 25 y los 44 años son los que muestran una mayor preocupación por la contaminación acústica, el 32,7 % de los entrevistados lo mencionan como problema.

<b>2008 Comunitat Valenciana</b>	
<b>Percepción de la contaminación acústica como principal problema ambiental</b>	
<b>% por edad</b>	
<b>TOTAL</b>	29,0
<b>Menos de 25 años</b>	27,4
<b>De 25 a 44 años</b>	32,7
<b>De 45 a 64 años</b>	31,1
<b>65 o más años</b>	19,6

*Tabla 3. Contaminación acústica como principal problema ambiental.  
Porcentaje por edades. Habitantes de la Comunitat Valenciana  
Fuente. Institut Valencià d'Estadística (IVE)*

## 2. OBJETIVOS

El presente Trabajo Final de Máster, titulado "Elaboración del mapa acústico del Parque Tecnológico de Paterna", ha sido dirigido por D. Antonio Uris Martínez, catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia, del área de conocimiento Física Aplicada, adscrita al Departamento de Física Aplicada, y desarrollado por Diego Fernando Ruiz Tejada, estudiante del Máster de Ingeniería Ambiental, como requisito para la obtención del Título de Ingeniero Ambiental por la Universidad Politécnica de Valencia.

El trabajo consiste en la elaboración de un mapa de ruido, que permita describir la situación acústica del Parque Tecnológico, aplicando la metodología dinámica de toma de muestras.

El alcance de este trabajo está definido por la superficie territorial del Parque Tecnológico de Paterna, y los objetivos específicos son:

### 1. Medición de los niveles sonoros del Parque Tecnológico.

Para ello habrá que definir la ubicación de los puntos de medida. Trazar una malla cuadrículada sobre toda la superficie del Parque Tecnológico. El número de puntos variará en función de las dimensiones de las cuadrículas, que deberán ser lo más homogéneas posible, sin embargo, a veces será necesaria la modificación de la red trazada porque:

- No es posible la medición en los puntos exactos donde recae la malla.
- Es conveniente agregar posiciones para poder describir, más específicamente, la situación de una zona.

Asimismo, se deberá definir la pauta de medición y un período temporal de ejecución del trabajo, a cumplirse siempre que no se vea afectado por condiciones externas, tanto atmosféricas como de alguna otra índole.

### 2. Con los datos, la elaboración del mapa de ruido del Parque Tecnológico de Paterna.

La representación de los niveles sonoros obtenidos se hará mediante curvas isófonas que delimitarán bandas en intervalos de 5 dBA.

### 3. Definir la situación acústica del Parque Tecnológico, según la normativa vigente.

Comparación de los niveles sonoros obtenidos, con los valores límite establecidos en la legislación, en función del uso dominante. De acuerdo a los usos definidos en el Plan General de Paterna, y más concretamente, los definidos para el Parque Tecnológico.

### 4. Proponer medidas preventivas y correctivas, si es el caso, en búsqueda de alcanzar el confort ambiental acústico necesario de acuerdo a los usos definidos en el PGOU.

### 3. EL PARQUE TECNOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación

València Parc Tecnològic, está ubicado en Paterna, a 8 kilómetros de la ciudad de Valencia, en un entorno de zonas residenciales de alto y medio nivel, dotadas de instalaciones deportivas y ocio, guarderías, escuelas y centros comerciales, e integrado en un completo sistema de comunicaciones:

- Lazo de autovías: Autovía CV35 y Autovía AP7, que enlaza con la Autovía A3 de Madrid y con la red de autopistas europeas (Barcelona–Francia, Alicante), a 100 m.
- Aeropuerto Internacional de València (Manises), a 5 Km.
- Estaciones de ferrocarril: Estació del Nord y Estación Joaquín Sorolla, a 8 Km.:
- Puerto Internacional de València, a 12 Km.
- Transporte público: metro y autobús.



*Figura 1. Vista general del Parque Tecnológico.  
Fuente. [www.ptvalencia.es](http://www.ptvalencia.es).*

#### 3.2. Antecedentes. Origen del Parque Tecnológico

A principios de los años 80, con el primer Estatuto de Autonomía de la Comunitat Valenciana, y en pleno proceso de reconversión industrial, surgieron la Generalitat Valenciana y sus distintas Consellerias, como nuevas instituciones de gobierno autonómico.

De entre estas Consellerias destacó la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo, que con el objetivo de aplicar la política industrial de la Generalitat Valenciana, creó distintos

Organismos con el fin de agilizar y promocionar toda actividad relacionada con el desarrollo industrial de la empresa valenciana, caracterizada por ser una industria artesana y manufacturera.

Entre los Organismos creados, se encontraba el Instituto de la Pequeña y Mediana Industria de la Generalitat Valenciana (IMPIVA), entidad de derecho público de la Generalitat Valenciana creado por la Ley de la Generalitat Valenciana 2/84, y adscrita a la Conselleria con competencias en materia de industria.

Su función consistía en desarrollar la política de promoción industrial e innovación del Gobierno Valenciano en el ámbito de las pequeñas y medianas empresas, a través de programas de apoyo a empresas en los ámbitos de tecnología e I+D, desarrollo y creación de empresas, diseño, calidad y medio ambiente, organización y gestión, formación y cooperación tecnológica. Esta colaboración se extendía también a entidades públicas y privadas sin ánimo de lucro que prestaran servicios a las pequeñas y medianas empresas.

Asimismo, se creó también la llamada Red IMPIVA, una serie de institutos tecnológicos de carácter sectorial que con el fin de canalizar el desarrollo industrial de la Comunitat Valenciana.

Con el objetivo de propiciar la creación y desarrollo de nuevas empresas en base a parámetros de calidad e innovación tecnológica, y aglutinarlas en un entorno urbanístico único, la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo a través del IMPIVA, como brazo ejecutor de la política industrial de la Generalitat Valenciana, apostó por la creación de un Parque Tecnológico, tomando como referencia experiencias de Estados Unidos y otros países europeos, en los que este tipo de iniciativas habían tenido éxito.

Para ello, fue necesario crear una zona urbanística con un buen sistema de comunicaciones, entorno agradable y poco denso, con servicios, que permitiera el encuentro entre empresas y científicos para generar sinergias.

La Conselleria de Industria, a través de un convenio con la Entidad Pública Empresarial de Suelo (SEPES), sociedad estatal experta en el desarrollo del suelo, acordaron que ésta sociedad impulsará el PAI, siendo la Conselleria la encargada de diseñar el Parque Tecnológico.

A través de IMPIVA, se creó una sociedad anónima de capital público, denominada València Parc Tecnològic, S.A., encargada de promocionar y comercializar el suelo. Asimismo, el IMPIVA se encargó de la adquisición de suelo, donde realizar la construcción de edificios singulares en los que se ubicaran diferentes Institutos Tecnológicos, como elementos dinamizadores de los distintos sectores productivos. También se construye el Centro Rector, posteriormente sede de València Parc Tecnològic, S.A.

Estas actuaciones supusieron un importante esfuerzo inversor por parte de la Generalitat Valenciana. A ello se unió el apoyo financiero de los fondos estructurales comunitarios, FEDER y FSE, como instrumentos de financiación a los que se pudo optar con la integración de España en la Comunidad Europea en 1986, y la consiguiente aplicación de la Política Regional Comunitaria, encaminada a reducir las diferencias entre las diversas regiones europeas.

València Parc Tecnològic, S.A. y SEPES, firmaron un convenio de colaboración con relación a la comercialización del suelo, por el que la primera, a través de una comisión formada por expertos, se encargaba de analizar la viabilidad de los proyectos, para finalmente decidir si se aprobaba la instalación de una empresa en el Parque Tecnológico, en base a dos objetivos primordialmente: potenciar la diversificación industrial de la Comunitat Valenciana, y fomentar la incorporación de nuevas tecnologías.

La actuación urbanística “València Parc Tecnològic” fue inaugurada por el Príncipe de Asturias, el 19 de diciembre de 1990.

A nivel de gestión interna, la sociedad València Parc Tecnològic, S.A., se hacía cargo del gasto de seguridad, asumiendo SEPES todos los gastos derivados del mantenimiento y conservación de la actuación, y crea la Entidad de Conservación, que se encarga del mantenimiento y conservación del Parque Tecnológico.

### **3.3. El Parque Tecnológico en la actualidad**

A día de hoy, València Parc Tecnològic, cuenta con una superficie aproximada de 104 hectáreas en las que se distribuyen 262 parcelas con una superficie de entre 800 y 2500 m<sup>2</sup>, y en las que se emplazan más de 450 empresas que dan trabajo a unas 8.000 personas, en un entorno empresarial competitivo con infraestructuras modernas y recursos tecnológicos avanzados.

Los objetivos principales de València Parc Tecnològic son potenciar la diversificación industrial de la Comunitat Valenciana, fomentar la incorporación de nuevas tecnologías, y apoyar las iniciativas de I+D+i.



*Figura 2. Imagen aérea del Parque Tecnológico.  
Fuente. Google Earth.*

En el Parque se encuentran ubicados nueve Institutos Tecnológicos promovidos por el IMPIVA en colaboración con los empresarios de los sectores correspondientes y las universidades. Estos Institutos son centros destinados a apoyar directamente la modernización tecnológica de las empresas y la diversificación industrial. La concentración en València Parc Tecnològic de estos Institutos, permite a las empresas instaladas en el Parque mantener una estrecha relación con los mismos, beneficiándose del contacto directo con sus técnicos e investigadores.

Los tipos de empresas instaladas son:

- Institutos Tecnológicos.
- Incubadora de Empresas (CEEI).
- Centros de Formación Empresarial.
- Empresas con dedicación a I+D+I.
- Empresas de servicios y asesoramiento.
- Industrias limpias.

Las características urbanísticas del suelo de València Parc Tecnològic son:

- Superficie total: 1.038.290 m<sup>2</sup> (262 parcelas)
- Viales: 166.985 m<sup>2</sup>.
- Zonas verdes: 144.820 m<sup>2</sup>.
- Superficie para empresas e institutos tecnológicos: 687.115 m<sup>2</sup>.

## 4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 4.1. El sonido

El sonido es cualquier variación de la presión de aire que produce un movimiento vibratorio, que permanecen idénticas durante un tiempo y producen una sensación sensorial. Por el contrario, el ruido corresponde a la percepción auditiva breve o discontinua y, en definitiva, son los sonidos no deseados.

Las dos magnitudes que permiten evaluar un sonido son la presión y la frecuencia.

### 4.2. Nivel de presión

El oído humano detecta variaciones de presión comprendidas entre  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa, considerado como el umbral de audición, y 200 Pa, o umbral del dolor. Estos cambios de presión son procesados por el oído de forma logarítmica.

En la cuantificación de las magnitudes empleadas en acústica, se utiliza el concepto de nivel expresado en decibelios. Así, se define como nivel de una magnitud física a diez veces el logaritmo decimal del valor de dicha magnitud dividido por un valor de referencia. Por tanto, el nivel de presión sonora queda definido como:

$$L_p = 10 \cdot \log\left(\frac{p^2}{p_0^2}\right) \text{ [dB]}$$

Siendo  $p_0$  el umbral de audición,  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa(N/m<sup>2</sup>). Por tanto, el nivel de presión siempre será positivo, puesto que un nivel negativo supondría encontrarnos por debajo del umbral de audición.

La unidad de medida del sonido es el decibelio (dB) y es una unidad adimensional. Se emplea para comparar la presión sonora en el aire, con una presión de referencia, que como ya se ha indicado, corresponde con el umbral de audición.

El rango audible, empleando una escala logarítmica, pasa de  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa a 200 Pa, a ser de 0 a 140 dB.

El decibelio (dB) es adimensional y es la unidad de medida del sonido es el decibelio (dB). Se emplea para comparar la presión sonora, en el aire, con una presión de referencia. El nivel de referencia tomado es una aproximación al nivel de presión mínimo que hace que nuestro oído sea capaz de percibirlo.

En general, para n valores (fuentes), el nivel de presión será

$$L_p = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{(L_p)_i/10} \quad [\text{dB}]$$

Desarrollando la fórmula expuesta anteriormente, se puede concluir que si dos fuentes producen el mismo nivel de presión sonora, las dos juntas producen tres decibelios más que cuando funciona sólo una de ellas.

$$\begin{aligned} \xrightarrow{\text{para 2 fuentes}} L_p &= 10 \cdot \log \left[ 10^{(L_p)_1/10} + 10^{(L_p)_2/10} \right] \quad [\text{dB}] \\ L_p &= (L_p)_1 + (L_p)_2 = 10 \cdot \log \left[ 10^{(L_p)_1/10} + 10^{(L_p)_2/10} \right] \\ \xrightarrow{(L_p)_1=(L_p)_2} & 10 \cdot \log 2 \left[ 10^{(L_p)_1/10} \right] \quad [\text{dB}] \\ &= 10 \cdot \log 2 \left( 10^{(L_p)_1/10} \right) + 10 \cdot \log(2) = (L_p)_1 + 3 \quad [\text{dB}] \end{aligned}$$

### 4.3. Análisis espectral

Por lo que respecta a las frecuencias la banda de frecuencias audibles por el oído humano va de 20 a 20.000 Hercios (Hz).

El ruido está compuesto por un gran número de frecuencias no relacionadas entre sí, presentando un espectro continuo. El oído humano responde de forma desigual a ruidos con componentes espectrales de frecuencias distintas, como así reflejan las curvas isófonas, curvas de igual sonoridad. De su estudio se concluye que la sensación auditiva de variación de tono es mayor a bajas que a altas frecuencias. De esta forma, el umbral auditivo requiere mayor nivel de presión a bajas frecuencias, a 4000 Hz el oído humano presenta su máximo de sensibilidad requiriendo el mínimo nivel para ser detectado, y a altas frecuencias el mínimo audible aumenta.

Para analizar las componentes espectrales de un ruido, su espectro de frecuencias se divide en bandas que agrupan un cierto número de frecuencias. Las bandas normalizadas más utilizadas son las octavas y los tercios de octava. A este respecto indicar que:

- Bandas de octava. Se nombran como la frecuencia central de la banda, siendo ésta la media geométrica de las frecuencias extremas. La frecuencia superior de la banda es el doble de la inferior.
- Bandas de tercios de octava. Se nombran como la frecuencia central de la banda, siendo ésta la media geométrica de las frecuencias extremas. Son más estrechas que las bandas de octava puesto que la frecuencia superior de la banda es  $\sqrt[3]{2}$  veces la inferior.

BANDAS					
OCTAVAS			TERCIOS DE OCTAVA		
Límite inferior	Frecuencia Central	Límite superior	Límite inferior	Frecuencia Central	Límite superior
11	<b>16</b>	22	14.1	<b>16</b>	17.8
			17.8		22.4
			22.4		28.2
22	<b>31.5</b>	44	28.2	<b>31.5</b>	33.5
			33.5		44.7
			44.7		56.2
44	<b>63</b>	88	56.2	<b>63</b>	70.8
			70.8		89.1
			89.1		112
88	<b>125</b>	177	112	<b>125</b>	141
			141		178
			178		224
177	<b>250</b>	355	224	<b>250</b>	282
			282		355
			355		447
355	<b>500</b>	710	447	<b>500</b>	562
			562		708
			708		891
710	<b>1000</b>	1420	891	<b>1000</b>	1122
			1122		1413
			1413		1778
1420	<b>2000</b>	2840	1778	<b>2000</b>	2239
			2239		2818
			2818		3548
2840	<b>4000</b>	5680	3548	<b>4000</b>	4467
			4467		5623
			5623		7079
5680	<b>8000</b>	11360	7079	<b>8000</b>	8913
			8913		11220
			11220		14130
11360	<b>16000</b>	22720	14130	<b>16000</b>	17780
			17780		22390

*Tabla 4. Bandas de octavas y tercios de octavas. Fuente. Apuntes de clase.*

### 4.3.1. Escala de ponderación en frecuencias A

Como ya se ha comentado, el oído humano responde de forma desigual a ruidos con componentes espectrales de frecuencias distintas, por tanto, para evaluar el ruido y sus efectos, el nivel de presión sonora debe corregirse con el fin de modificar la respuesta en frecuencia del sonido, y aproximarla a la reacción del oído humano. Para ello, se emplea el nivel de presión sonora ponderado A.

El nivel de presión sonora ponderado A se expresa como (dBA), y la escala de ponderación A se ajusta a la curva isófona de 40 fonos.

$$L_{pA} = 10 \cdot \log\left(\frac{p_A^2}{p_0^2}\right) \text{ [dBA]}$$

La curva de ponderación A y los valores para tercios de octava son los siguientes.

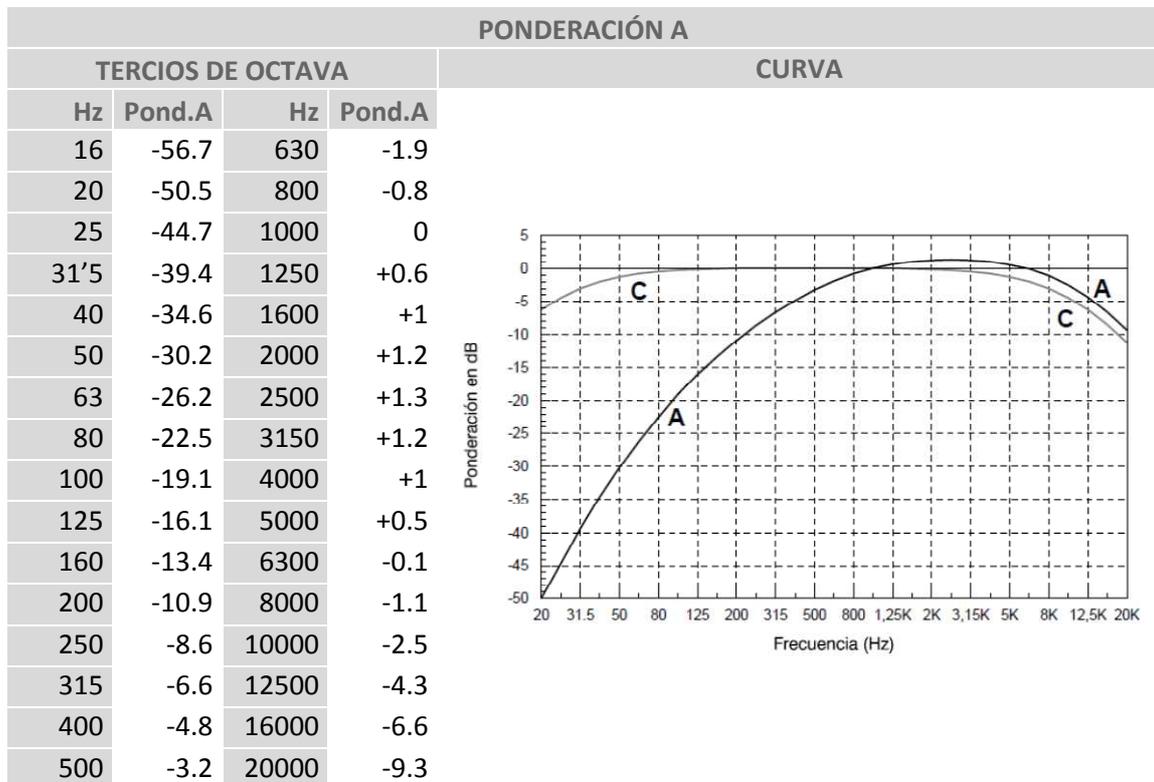


Tabla 5. Curva de ponderación A y valores para tercios de octava.  
Fuente. Apuntes de clase.

#### 4.4. Parámetros de evaluación del ruido

El Decreto 104/2006, de 14 de julio, del Consell, de planificación y gestión en materia de contaminación acústica, define los siguientes Niveles sonoros:

- $L_{Aeq,T}$ : Nivel sonoro continuo equivalente. Se define en la norma ISO 1996 como el valor del nivel de presión en dB en ponderación A, de un sonido estable que en un intervalo de tiempo T, posee la misma presión sonora cuadrática media que el sonido que se mide y cuyo nivel varía con el tiempo.
- $L_{Aeq,D}$ : Nivel equivalente diurno. Es el nivel sonoro continuo equivalente ponderado A, determinado a lo largo del horario diurno establecido en el Decreto 104/2006. También se puede representar como LAeq, 14 h.
- $L_{Aeq,N}$ : Nivel equivalente nocturno. Es el nivel sonoro continuo equivalente ponderado A, determinado a lo largo del horario nocturno establecido en el Decreto 104/2006. También se puede representar como LAeq, 10 h.

A este respecto, el Decreto 104/2006 define los siguientes periodos:

- Período diurno: el comprendido entre las 08.00 y las 22.00 horas.
- Período nocturno: intervalo comprendido entre las 22.00 y las 08.00 horas del día siguiente.

Estos periodos varían con respecto a los establecidos en la legislación estatal, donde:

- Período día (d): el comprendido entre 7:00 y las 19:00 horas. Franja horaria de 12 horas.
- Período tarde (e): periodo comprendido entre las 19:00 y las 23:00 horas. Franja horaria de 4 horas.
- Período noche (n): intervalo comprendido entre las 23:00 y las 7:00 horas. Franja horaria de 8 horas.

Si lo que se pretende es evaluar el impacto acústico generado por una actividad que genera niveles de ruido variables respecto al tiempo, se suelen emplear niveles estadísticos:

- $L_{N,T}$  ( $L_{AN,T}$  si se expresa en dBA): Es el nivel de presión sonora que ha sido excedido el N% del tiempo durante el periodo de observación T. Es un nivel estadístico. Los más comunes son:
  - +  $L_{10,T}$ : Nivel que ha sido superado durante el 10% del tiempo de medida T. Representa a los niveles más altos que se han producido durante el tiempo de medida T.
  - +  $L_{50,T}$ : Nivel que ha sido superado durante el 50% del tiempo de medida T.
  - +  $L_{90,T}$ : Nivel que ha sido superado durante el 90% del tiempo de medida T. Representa a los niveles más bajos que se han producido durante el tiempo de medida T.

## 5. ENTORNO LEGISLATIVO

Para la elaboración de este Trabajo Final de Máster, se ha tenido en cuenta la legislación aplicable, tanto autonómica, como nacional y europea, y las posibles ordenanzas municipales que regulen la materia.

En el marco de la legislación básica del Estado, y, en su caso, en los términos que la misma establezca, corresponde a la Generalitat, sin perjuicio de su facultad para establecer normas adicionales, el desarrollo legislativo y la ejecución de entre otras materias, la protección del medio ambiente. Por este motivo, las franjas horarias y los límites que se tendrán en cuenta en la realización de este trabajo, son los establecidos en la legislación autonómica.

En este caso la legislación aplicable es la siguiente:

### 5.1. Legislación europea

- a) Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

Base para el desarrollo de las medidas comunitarias contra el ruido emitido por determinadas fuentes. No determina los niveles máximos permitidos en lo referente a la contaminación acústica. Serán el desarrollo legislativo de cada Estado Miembro el que determine los objetivos de calidad acústica y la aplicación de los valores límite de emisión y recepción, tras el análisis de los mapas resultantes de la representación gráfica de las áreas acústicas sobre el territorio.

Se sintetiza en cinco puntos fundamentales:

- Definición de indicadores de ruido comunes para todos los Estados Miembros.
- Definición de métodos comunes de evaluación.
- Elaboración de mapas estratégicos de ruido con el fin de evaluar o prevenir la exposición al ruido en una zona determinada.
- Elaboración de planes de acción con el fin de evitar o reducir el ruido ambiental y sus efectos.
- Información a la población de los mapas estratégicos y de los planes de acción.

## 5.2. Legislación nacional

- a) Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido.

Esta ley tiene como objetivo prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica, para evitar o disminuir sus efectos sobre la salud humana, los bienes o el medioambiente.

- b) 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.

Este Real Decreto persigue prevenir y en última instancia reducir los efectos nocivos derivados de la exposición al ruido ambiental mediante la evaluación y gestión del mismo. Comprende únicamente la contaminación acústica derivada del ruido ambiental, y en él se definen y desarrollan el concepto de ruido ambiental, métodos de evaluación y determinación de índices acústicos y de sus efectos sobre la población, y procedimientos para la elaboración de mapas estratégicos, planes de acción e información a la población.

- c) 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

Este Real Decreto tiene como objeto prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica con la finalidad de evitar y reducir los daños que puedan derivarse para la salud humana, los bienes o el medio ambiente. Aborda la contaminación acústica no sólo desde el punto de vista del ruido ambiental y también de las vibraciones. Desarrolla la Ley 37/2003 en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Define índices de ruido y de vibraciones, delimita los tipos de áreas y servidumbres acústicas definidas en la Ley 37/2003, establece objetivos de calidad acústica para cada área, regula los emisores acústicos marcando valores límite de emisión/inmisión, y establece procedimientos y métodos de evaluación de ruidos y vibraciones.

## 5.3. Legislación autonómica

- a) Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica.

Adelantándose a la legislación estatal y con el fin de reducir la contaminación acústica, esta Ley contempló la valoración del ruido y de las vibraciones, y los niveles de perturbación. Estableció ámbitos de regulación específica, entre otros, la edificación, las actividades comerciales, industriales y de servicios, los espectáculos, los establecimientos públicos y las actividades recreativas, los trabajos en la vía pública y en la edificación, los sistemas de alarma y los ruidos producidos por infraestructuras de transporte.

Además se desarrollan, entre otros aspectos:

- Aplicación de métodos para la ordenación acústica de municipios, diferenciando entre áreas con necesidades especiales de protección debido a la sensibilidad acústica de los usos que en ellas se desarrollan, y áreas sujetas a una mayor intensidad sonora a causa de las actividades existentes.
  - Identificación de problemas e implantación de instrumentos preventivos para mantener los niveles sonoros por debajo de los previstos en esta ley (Planes acústicos autonómicos y municipales, declaración de zonas acústicamente saturadas, etc.).
  - Implantación de instrumentos preventivos con el fin de la no superación de los niveles sonoros previstos en la ley, como pueden ser planes acústicos autonómicos y municipales, declaración de zonas acústicamente saturadas (ZAS) ..., en aquellas zonas o áreas en las que previamente se hayan diagnosticado o identificado problemas.
  - Regulación del ruido generado por los medios de transporte.
  - Respecto a la obtención de la licencia de ocupación de los edificios, se estableció la obligatoriedad de aportar los certificados acreditativos del aislamiento acústico de los elementos que los constituyen, como son fachadas, cerramientos horizontales ...
- b) Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios.

El DECRETO 266/2004. Este Decreto tiene por objeto establecer los mecanismos de control del ruido originado en actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios, así como las limitaciones y procedimientos de evaluación. Se excluyen del mismo la regulación del ruido producido por los medios de transporte, tanto los vehículos a motor, como los ruidos producidos por infraestructuras de transporte.

- c) Decreto 104/2006, de 14 de julio, del Consell, de planificación y gestión en materia de contaminación acústica.

La finalidad de este Decreto es la regulación de los distintos instrumentos de planificación y gestión acústica y el establecimiento de procedimientos de evaluación de diversos emisores

acústicos. Destacan la figura del Plan Acústico de Acción Autonómica y los Planes Acústicos Municipales en los que se integran los Mapas Acústicos.

Concretamente, los artículos 6 y 7 de este Decreto, definen los instrumentos y condiciones específicas de medición para la elaboración de mapas estratégicos de ruido. Asimismo, su anexo II dicta el procedimiento de evaluación de los niveles sonoros.

#### **5.4. Legislación municipal**

a) Ordenanza sobre protección contra ruidos y vibraciones de Paterna.

El objeto de esta Ordenanza es establecer los criterios para prevenir y evitar los efectos nocivos de cualquier naturaleza y gravedad, que sobre las personas, sus bienes, y sobre el medio ambiente en general, puedan ser causados por ruidos y vibraciones procedentes de cualquier fuente relacionada con la actividad humana, y es de obligado cumplimiento para todas aquellas actividades, instalaciones, aparatos, infraestructuras, construcciones, obras, vías de comunicación, vehículos, comportamientos individuales o colectivos, y en general para cualquier causa relacionada de manera directa o indirecta con alguna actividad o hábito humano, que sea origen de ruidos y vibraciones capaces de producir efectos perjudiciales. Así mismo, es de aplicación también a cualquier elemento constructivo u ornamental, en cuanto a su capacidad como aislante o intensificador de ruidos y vibraciones se refiere, y a cualquier elemento que amplifique o facilite la transmisión de ruidos y vibraciones, aun cuando no sea la fuente causante de los mismos, pero pueda atribuírsele en exclusiva la causa de los efectos perjudiciales.

## 6. EQUIPOS DE MEDICIÓN

El artículo 10 de la Ley /2002, en su apartado 1, establece que “las mediciones de niveles sonoros se realizarán utilizando sonómetros, sonómetros integradores - promediadores y calibradores sonoros que cumplan con la normativa vigente reguladora del control metrológico del estado sobre los instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible”.

Asimismo, el artículo 8 de la Ley 7/2002 indica que “los niveles de ruido se medirán y expresarán en decibelios con ponderación normalizada A, que se expresará con las siglas dB(A)”.

Complementando lo indicado anteriormente, el apartado 2 del artículo 6 del Decreto 104/2006, indica que “los sonómetros empleados en las mediciones serán, al menos, de Tipo 1”.

El sonómetro es un instrumento que se utiliza para medición de niveles de presión sonora. Cuantifica el nivel de ruido existente en un determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio.

De acuerdo a su tipología existen los siguientes sonómetros:

- Sonómetro de clase 0: se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia.
- Sonómetro de clase 1: permite el trabajo de campo con precisión.
- Sonómetro de clase 2: permite realizar mediciones generales en los trabajos de campo.
- Sonómetro de clase 3: es el menos preciso y sólo permite realizar mediciones aproximadas.

O dicho de otra forma:

- Sonómetro integrador analizador.
- Sonómetro integrador programable.
- Sonómetro integrador.
- Sonómetro básico.

Un sonómetro está formado por los siguientes elementos:

- Un micrófono con una respuesta en frecuencia similar a la de las audiofrecuencias.
- Un circuito que procesa electrónicamente la señal.
- Las redes de ponderación en frecuencia que hacen que la respuesta en frecuencia del sonómetro sea semejante a la del oído humano.
- Una unidad de lectura (pantalla digital.).

Los sonómetros permiten elegir un rango dinámico de amplitudes específico, con el fin de obtener una relación señal-ruido en la lectura óptima y poder conocer, asimismo, cuándo se está saturando una medición.

Los sonómetros integradores permiten seleccionar:

- La curva de ponderación de frecuencia que va a ser usada (A, B, C, D).
- La velocidad con que son tomadas las muestras (ponderación en el tiempo). Es una característica del detector y existen cuatro posiciones normalizadas:
  - + Lento (Slow, S): Tiempo de respuesta del detector 1 segundo (respuesta lenta). Valor promedio.
  - + Rápido (Fast, F): Tiempo de respuesta del detector 125 ms (respuesta rápida). Valor promedio.
  - + Por Impulso (Impulse, I): Tiempo de respuesta del detector 35 milisegundos. Valor promedio eficaz. Mide la respuesta del oído humano ante sonidos de corta duración.
  - + Por Pico (Peak, P): Muy similar al anterior pero el intervalo es más corto. Tiempo de respuesta del detector entre 50 y 100 microsegundos. Valor pico. Evalúa el riesgo de daños en el oído, ante un impulso muy corto pero muy intenso.

Por lo general, los sonómetros captan los siguientes niveles sonoros:

- $L_{eq,T}$ : Nivel sonoro continuo equivalente. Se define en la norma ISO 1996 como el valor del nivel de presión en dB, de un sonido estable que en un intervalo de tiempo T, posee la misma presión sonora cuadrática media que el sonido que se mide y cuyo nivel varía con el tiempo. Si se emplea la ponderación A, los valores de presión se definen en dBA y las siglas del nivel sonoro equivalente son  $L_{Aeq,T}$ .
- $L_{10,T}$ : Nivel que ha sido superado durante el 10% del tiempo de medida T. Representa a los niveles más altos que se han producido durante el tiempo de medida T.
- $L_{50,T}$ : Nivel que ha sido superado durante el 50% del tiempo de medida T.
- $L_{90,T}$ : Nivel que ha sido superado durante el 90% del tiempo de medida T. Representa a los niveles más bajos que se han producido durante el tiempo de medida T.
- $L_{MAXT}$ : Nivel máximo durante el tiempo de medida.
- $L_{MIN}$ : Nivel mínimo durante el tiempo de medida.

## 6.1. Equipo de medición empleado

El equipo empleado para la realización del Trabajo Final de Máster es propiedad del Departamento de Física Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia, y cumple tanto lo establecido en la legislación autonómica, en cuanto a la exigencia de que los analizadores acústicos ambientales pertenezcan a la Clase 1, como lo exigido en la Orden de 16 diciembre 1998, del Ministerio de Fomento, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible.

Concretamente, las características del equipo son las siguientes:

- Sonómetro integrador con filtros de 1/1 Y 1/3 e octavas incorporado.
  - + Marca: Brüel & Kjær
  - + Modelo: 2238
  - + Serial: 1575256
  - + Modulo SLM Integrado: BZ7710
  - + Clase 1
  
- Micrófono Tipo Condensador Prepolarizado.
  - + Marca: Brüel & Kjær
  - + Tipo: 4155
  - + Serial: 1215052
  - + Diámetro: 13.2 mm
  - + Altura: 17.3 mm
  
- Trípode para colocar el sonómetro.

Asimismo, indicar que las condiciones de calibración son las que se indican a continuación.

Presión atmosférica estática: 1013 mBar

Temperatura Ambiente: 22°C

Humedad Relativa: 39%

## 7. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO. CONCEPTOS

### 7.1. Mapas de ruido

El Decreto 104/2006, de 14 de julio, del Consell, de planificación y gestión en materia de contaminación acústica, define Mapa de ruido como aquella “presentación de datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en la que se indicará el rebasamiento de cualquier valor límite pertinente vigente, el número de personas afectadas en una zona específica o el número de viviendas expuestas a determinados valores de un indicador de ruido en una zona específica”.

Un mapa de ruido es una herramienta que proporciona información sobre la que basarse para políticas de control de niveles de ruido ambiental y lucha contra la contaminación acústica, y a su vez, de planificación y desarrollo urbanístico.

Los mapas acústicos se clasifican atendiendo, entre otras cuestiones, a la extensión territorial objeto de estudio, o al tipo o cantidad de fuentes a estudiar. Así pues, se pueden distinguir:

- Atendiendo a su extensión territorial:
  - + Estudios de Detalle: Estudios en sección o mapa en altura. Comprende uno o varios edificios con una problemática sonora especial e incluye la evaluación del ruido exterior e interior de los edificios.
  - + De urbanización o barrio: Estudio de mayor precisión que evalúa detalladamente el entorno de una actividad acústicamente conflictiva. Se incrementa la densidad de puntos de medición con el objetivo de evaluar el ruido en espacios abiertos exteriores e interiores privados.
  - + Municipal: Instrumento en el que se basan las políticas municipales de control y reducción de ruido urbano. Comprende el casco urbano de una población.
  - + Comarcal: Comprende uno o más términos municipales, completos o parciales, afectados por una causa común de ruido.
  
- Atendiendo al tipo o cantidad de fuentes a estudiar:
  - + Mapas para estudio de impacto ambiental: Detallan los niveles sonoros producidos por una fuente o un grupo de fuentes de ruido.

- + Mapas de ruido urbano: Detallan los niveles sonoros de emisión de un municipio o área urbana, considerando todas las fuentes.
- + Mapas de ruido tráfico: Evalúan únicamente los niveles sonoros causados por el tráfico rodado en las diferentes calles del área urbana objeto de estudio.

## **7.2. Metodología de la toma de muestras**

La validez de las conclusiones obtenidas en la elaboración de un mapa sonoro, vendrá determinada por la medición de los niveles de ruido y por su fiabilidad.

Aunque en las distintas metodologías de toma de muestras parten de una selección de puntos de medida (muestreo espacial) y de periodos de trabajo o ciclos de evolución del ruido (muestreo temporal), la elección de una metodología en concreto estará fundamentada en las necesidades de información y en la disponibilidad de instrumentación y de recursos humanos.

En ambas metodologías se realiza un muestreo espacial (distintos puntos de medida) y un muestreo temporal pero la forma de hacerlo es distinta.

### **7.2.1. Metodología estática**

Consiste en la instalación de estaciones de medida fijas en los puntos de medición seleccionados. Esta metodología evalúa ininterrumpidamente la evolución temporal del ruido durante como mínimo un día completo, siendo lo aconsejable una semana.

- Ventaja: Aporta información exhaustiva sobre el ruido medio.
- Inconveniente: Lenta e inviable económicamente para el estudio de grandes áreas territoriales. El elevado número de puntos de medida conlleva a exceder el tiempo razonable de realización de las mediciones, lo que implica a su vez grandes desfases entre las medidas iniciales y finales durante el proceso de toma de muestras.

### **7.2.2. Metodología dinámica**

Esta metodología responde a tres pautas de trabajo:

- 1º Determinación de franjas de medida en las que se produzcan niveles de ruido uniformes, en función de ciclos de actividad.
  - 2º Medición del ruido en cada uno de estos periodos durante un corto espacio de tiempo, y extrapolación posterior de esta única medida al total del periodo. El número de medidas en cada punto coincidirá con el número de ciclos en que se haya dividido el día.
  - 3º Realización de las medidas en días distintos con el fin de asegurar la aleatoriedad de los resultados.
- Ventaja: Evaluación de áreas territoriales extensas sin grandes desfases entre las medidas iniciales y finales, y reducción de la inversión en equipos de medida (un único equipo de medida puede ser suficiente).
  - Inconveniente: Planteamiento teórico mayor y proceso de medida y control de los resultados más cuidadoso.

### **7.3. Elección de los puntos de medida**

Dado que no resulta viable realizar mediciones en todos los puntos de la zona objeto del estudio, es necesario seleccionar una serie de puntos de medida representativos de la misma.

Los criterios a seguir para tal selección son los siguientes:

- Un primer criterio consiste en trazar una retícula que contemple toda la zona de estudio y designar los puntos de medida sobre la misma, por ejemplo en los nudos de la retícula, los centros de la cuadrícula o los centros de los lados. De esta manera se consigue una distribución espacial homogénea de los puntos de medida. Sin embargo, al ser una distribución aleatoria, habrá puntos a los que no se pueda acceder y por lo tanto no podrán realizarse mediciones, y no todos los puntos obtenidos serán representativos del ruido de la zona que muestrean.
- Un segundo criterio es, respetando en lo posible la homogeneidad de la distribución de los puntos de medida, desplazar la posición de aquellos puntos de la retícula no adecuados.
- Un tercer criterio consiste en aumentar la densidad de la retícula en zonas que presentan una mayor variación de ruido.
- Un cuarto criterio consiste en emplazar puntos adicionales de medida en las proximidades de las fuentes de ruido más importantes. Este criterio suele emplearse en vías de tráfico principales con el fin de determinar con mayor precisión su influencia.

## 8. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

### 8.1. Metodología de la toma de muestras

De acuerdo a lo comentado en el apartado 7.2., y dada la naturaleza del presente estudio y que:

- Se dispone únicamente de un sonómetro.
- Una única persona realizará la campaña de mediciones.
- La campaña de mediciones se realizará aproximadamente durante 10 días laborales, con el fin de evitar desfases significativos de las medidas realizadas en cada uno de los puntos en las diferentes franjas consideradas.

La metodología de la toma de muestras adecuada para la realización de este Trabajo Final de Máster, es la metodología dinámica.

### 8.2. Planificación de mediciones. Franjas horarias y planning de trabajo

Establecido el procedimiento de medición, es necesario fijar un planning de trabajo en el que debe constar, descompuesto, punto de medición, franja horaria, y día en el que, salvo afecciones externas, climatológicas o de otra índole, deberán realizarse las mediciones.

En base a la actividad empresarial e industrial de las empresas ubicadas en el Parque Tecnológico se han establecido las siguientes franjas horarias de muestreo:

FRANJA	HORAS	
1	07:30	09:30
2	09:30	13:30
3	13:30	15:30
4	15:30	19:30

*Tabla 6. Franjas horarias de muestreo.  
Fuente. Elaboración propia.*

Por su parte, el registro de medidas ha tenido lugar en las dos primeras semanas de julio de 2016, de lunes a viernes. Durante el fin de semana, por motivos obvios, no se realizaron mediciones.

Las fechas han estado condicionadas a la disponibilidad de sonómetros, concretamente a la finalización del periodo de clases. Admitiendo que la actividad del polígono en estas fechas puede disminuir ligeramente respecto a la normal del mismo, se ha pretendido evitar las últimas semanas del mes de julio y el mes de agosto. Fechas estas últimas en las que, debido al periodo vacacional estival, la disminución de la actividad del polígono es mucho más notable y la validez de las mediciones podría quedar en entredicho.

Atendiendo a lo indicado anteriormente, el registro de medidas se ha realizado entre los días 4 y 15 de julio de 2016, exceptuando los días 10 y 11 de julio de 2016, correspondientes al fin de semana.

Asimismo, y con el fin de evitar posibles afecciones diarias en las mediciones, otra premisa que se ha establecido en la realización del presente trabajo, ha sido el de efectuar las mediciones de las franjas horarias de un punto en concreto en distintos días.

De acuerdo a lo anterior, y teniendo en cuenta todo lo expuesto, el planning de trabajo en el que se registraron las mediciones refleja en el Anexo I del presente Trabajo Final de Máster.

### **8.3. Emplazamiento de los puntos de muestreo**

Para la ubicación de los puntos de muestreo inicialmente se trazó una malla rectangular de aproximadamente 180 x 160 metros, que abarcara la totalidad de la superficie del Parque Tecnológico.

Previo al comienzo de la campaña de mediciones, se hizo un trabajo de campo con el fin de inspeccionar los puntos teóricos de la malla propuesta, y los posibles inconvenientes a la ubicación de los mismos. Fruto de este trabajo de campo, y con el fin de representar detalladamente la situación acústica de la zona de estudio, se constató la necesidad de modificar la malla inicialmente propuesta desplazando el emplazamiento de varios puntos de muestreo, agregando nuevos puntos, y asignando una nueva codificación a los puntos resultantes de la nueva malla.

A este respecto, se han desplazado los puntos I03, I08, I13, I18, I23, I25, I31, I36, I44 y P25, y se han agregado los puntos I02, I09, I12, I19, I22, I26, I32 e I35, respetando en la medida de lo posible la distribución espacial general.

La malla resultante de las modificaciones indicadas, está integrada por una totalidad de 70 puntos de muestreo, y se han representado en los planos del Trabajo Final de Máster.

## 8.4. Condiciones estándares para las mediciones

Las condiciones de medición se han estandarizado con el objetivo de representar lo más homogéneamente posible la situación acústica del Parque Tecnológico.

Por lo que respecta a los ajustes del sonómetro, y de acuerdo a lo establecido por la legislación, indicar que:

- La curva de ponderación de frecuencia empleada ha sido la A. Por tanto, los valores de muestreo vendrán en dBA.
- La velocidad normalizada de toma de muestras se ha ajustado a la posición fast, es decir, el tiempo de respuesta del detector es de 125 ms (respuesta rápida). Valor promedio.

Por su parte, el tiempo de estabilización de la medición por cada punto de muestreo es de 10 minutos y se registrarán tanto el  $L_{EQ}$  como el  $L_{MAX}$ .

El sonómetro se colocará sobre un trípode, con un ángulo de inclinación de 45° respecto del plano horizontal. Asimismo, la altura vertical del micrófono respecto del suelo será de 1,80 metros.

Deberá mantenerse un control continuo del rango de medición, y si es caso, modificar el rango dinámico, con el fin de evitar la saturación del módulo del sonómetro.

## 8.5. Representación gráfica de los resultados

Respecto a la representación gráfica de los niveles sonoros obtenidos se ha hecho mediante curvas isófonas que delimitan bandas en intervalos de 5 dBA.

Los datos utilizados para la elaboración de los mapas acústicos corresponden al  $L_{EQ}$ , nivel empleado en la evaluación del ruido ambiental durante el período de medida.

Dado que no se dispone de software de predicción que permita realizar una simulación de los niveles sonoros con la que determinar la afección sonora soportada, la representación gráfica de los datos registrados se realizará mediante software formato CAD o compatible, y se han representando los viales interiores del Parque Tecnológico.

A este respecto, la representación de las isófonas se ha hecho por interpolación de los valores obtenidos en cada uno de los puntos de muestreo, a excepción de lo indicado en el siguiente párrafo, siguiendo las instrucciones dadas por el Director Académico del presente Trabajo Final de Máster.

Respecto a los puntos perimétricos P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P14, P15, P16, P17, P20, P21, P22, P23, P24 y P25, y dado que no se dispone de software de predicción, se ha optado únicamente por reflejar el valor de muestreo obtenido en la campaña de mediciones. A este respecto, indicar que:

- Los puntos P1, P2, P3, P4, P5, P7, P8, P9 y P14, son de acceso restringido, si bien se consideró necesario realizar mediciones al ser colindantes con carreteras limítrofes al Parque Tecnológico.
- Los puntos P10, P15, P16 y P17, están ubicados en zona boscosa o jardines, perimetrales al Parque Tecnológico.
- Los puntos P20, P21, P22 y P23, son puntos emplazados en vías peatonales perimetrales que separan la Urbanización Mas Camarena y el Parque Tecnológico.
- El punto P24 está ubicado en un camino agrícola limítrofe al Parque Tecnológico.
- El punto P25 está ubicado en una carretera limítrofe al Parque Tecnológico.

Los colores asignados a las curvas isófonas se ajustan a lo establecido en la legislación y son los siguientes:

	40 – 45 dBA
	45 – 50 dBA
	50 – 55 dBA
	55 – 60 dBA
	60 – 65 dBA
	65 – 70 dBA
	70 – 75 dBA

*Tabla 7. Colores asignados a las curvas isófonas.  
Fuente. Elaboración propia.*

## 9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para analizar los resultados es necesario tener en cuenta los objetivos de calidad acústica establecidos en la legislación vigente.

De este modo, 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, en su Anexo II, establece los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes. Y concretamente, para sectores del territorio con predominio de uso industrial, estos objetivos son los siguientes:

	OBJETIVOS DE CALIDAD	USO DOMINANTE
$L_d$	75	Sectores del territorio con predominio del suelo de USO INDUSTRIAL
$L_e$	75	
$L_n$	60	

*Tabla 8. Objetivos de calidad acústica. Legislación estatal.  
Fuente. RD 1367/2007*

A este respecto, recordar las franjas horarias correspondientes a los diferentes periodos establecidos en la legislación estatal.

- Periodo día (d): Franja horaria de 12 horas. 7:00 - 19:00 horas.
- Periodo tarde (e): Franja horaria de 4 horas. 19:00 - 23:00 horas.
- Periodo noche (n): Franja horaria de 8 horas. 23:00 - 7:00 horas.

En cuanto a la legislación autonómica, el Anexo II de la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de protección contra la contaminación acústica, establece los siguientes objetivos de calidad:

	OBJETIVOS DE CALIDAD	USO DOMINANTE
$L_d$	70	INDUSTRIAL
$L_n$	60	

*Tabla 9. Objetivos de calidad acústica. Legislación autonómica.  
Fuente. Ley 7/2002*

Las franjas horarias correspondientes a los diferentes periodos establecidos en la legislación autonómica son los siguientes.

- Periodo día (d): Franja horaria de 14 horas. 8:00 - 22:00 horas.
- Periodo noche (n): Franja horaria de 10 horas. 22:00 - 8:00 horas.

El artículo 50 del Estatuto de Autonomía de la Comunitat Valenciana establece que, en el marco de la legislación básica del Estado, y, en su caso, en los términos que la misma establezca, corresponde a la Generalitat el desarrollo legislativo y la ejecución de la protección del medio ambiente. En este sentido, tal y como se ha reflejado anteriormente, la legislación autonómica es más restrictiva que la legislación básica estatal, motivo por el que el análisis de los resultados, se hará tomando como referencia los objetivos de calidad dictados por la legislación autonómica.

Respecto a los periodos de evaluación, de acuerdo a las definiciones de la legislación autonómica, Ley 7/2002, y las franjas horarias de muestreo establecidas en base a la actividad empresarial e industrial de las empresas ubicadas en el Parque Tecnológico, se han de tener en cuenta los dos periodos establecidos en la legislación autonómica son los siguientes.

Franja horaria	Periodos	
	DIURNO	NOCTURNO
<b>1</b>	8:00 – 9:30	7:30 – 8:00
<b>2</b>	9:30 – 13:30	
<b>3</b>	13:30 – 15:30	
<b>4</b>	15:30 – 19:30	

*Tabla 10. Franjas horarias de muestreo y periodos de medición.  
Fuente. Ley 7/2002 y elaboración propia.*

Como primera aproximación indicar que del total de las cuatro franjas horarias, únicamente los primeros 30 minutos de la franja horaria de muestreo 1, están incluidos en el periodo nocturno. Debido al poco margen de tiempo, no han podido realizarse mediciones en periodo nocturno en todos los puntos de muestreo, concretamente se han realizado mediciones en 20 puntos. El análisis se realizará únicamente de aquéllos puntos en los que sí constan mediciones, sin embargo, pueden

Del análisis de los mismos, se desprende el incumplimiento del objetivo de calidad acústica de 60 dBA, en las siguientes zonas:

- Avenida de Benjamín Franklin, arteria principal del Parque Tecnológico.
- Acceso al Parque Tecnológico por la Urbanización Mas Camarena, donde llega a alcanzarse un LEQ de 70,6 dBA, y Avenida Juan de la Cierva, en su sector limítrofe a la citada urbanización.
- Acceso al Parque Tecnológico por la carretera de la salida 9AB de la CV35. Indicar que esta carretera es únicamente de acceso al Parque Tecnológico.
- Calles Louis Pasteur y calle Charles Robert Darwin en la rotonda con calle de Sir Alexander Fleming. Acceso al Parque Tecnológico por la carretera de la salida 9AB de la CV35.

La mayor parte de los trabajadores del Parque Tecnológico, acceden a su puesto de trabajo empleando vehículo privado. La superación del límite legal acústico establecido en los accesos al Parque Tecnológico, es debido a que en este primer periodo de 30 minutos, al igual que ocurrirá con prácticamente la totalidad de la Franja 1, comienza la jornada laboral, luego hay una afluencia constante de vehículos. Por su parte, la Avenida de Benjamin Franklin, es de doble sentido en su totalidad, transcurre longitudinalmente por la parte central del Parque Tecnológico, y sirve de vía de distribución y de paso de estos vehículos hasta sus lugares de trabajo, lo que explica que el límite de 60 dBA se supere también en esta avenida.

Continuando con el análisis de los niveles obtenidos en los muestreos, el valor de referencia a tener en cuenta para el periodo diurno es el establecido en la legislación autonómica, y corresponde a 70 dBA.

A este respecto, y en cuanto al resto de los valores muestreados de la franja horaria 1, este valor es superado en:

- La totalidad de la Avenida Juan de la Cierva. Esta avenida es el acceso este al Parque Tecnológico y finaliza en la rotonda de acceso al Parque Tecnológico en su parte central, desde la Urbanización Mas Camarena.
- Acceso central al Parque Tecnológico desde el puente atirantado que se eleva sobre la CV35. Este es el acceso principal al Parque Tecnológico puesto que supone la puerta de entrada o de salida de la práctica totalidad de los vehículos que circulan por la CV35, o que acceden desde núcleos poblacionales próximos como La Canyada.
- Calle de Charles Robert Darwin en los puntos próximos a la rotonda de acceso al Parque Tecnológico indicado anteriormente como acceso central. Dos terceras partes de esta calle es de doble sentido, luego sirve de distribución de vehículos.

En estos puntos se exceden los 70 dBA, y el motivo es el mismo que el expuesto anteriormente. Los vehículos que acceden al Parque Tecnológico en el inicio de la jornada laboral, y su posterior distribución por los viales interiores del Parque Tecnológico hasta alcanzar su lugar de trabajo.

El análisis de la franja horaria 1 debe realizarse no obstante en su totalidad. De esta manera, queda claro que esta franja horaria supone el inicio de la jornada laboral, lo que implica una gran afluencia de vehículos, y la superación de los objetivos de calidad acústicos en los accesos principales al Parque Tecnológico, acceso central (puente atirantado CV35), acceso este (Avenida Juan de la Cierva) y acceso por la carretera de la salida 9AB de la CV35 (esta carretera es únicamente de acceso al PT) único sentido, el acceso desde la Urbanización Mas Camarena, y las vías interiores de doble sentido del Parque Tecnológico (Avenida de Benjamin Franklin, Calle de

Charles Robert Darwin y Avenida Juan de la Cierva), y que sirven como principales vías de circulación de vehículos dentro del mismo.

En cuanto a la franja horaria 2, de 9:30 a 13:30, indicar que la jornada laboral ya ha empezado y los trabajadores ya están en sus lugares de trabajo, lo que supone una reducción en la afluencia de vehículos al Parque Tecnológico, y por lo tanto del tráfico rodado dentro del mismo. El único punto donde se supera el límite de los 70 dBA es en el acceso central al Parque Tecnológico (desde el puente atirantado) alcanzándose los 71,5 dBA. Como ya se ha indicado, este acceso es, en su mayoría el empleado por los vehículos que circulan por la CV35 y además es el que sirve de conexión con otros polígonos industriales

La franja horaria 3, de 13:30 a 15:30, se caracteriza por la interrupción de la jornada laboral para comer, o la finalización de la misma. El objetivo de calidad acústica de 70 dB se supera en las siguientes zonas:

- Acceso/Salida este del Parque Tecnológico (Avenida Juan de la Cierva).
- Calle de Charles Robert Darwin. Punto inmediatamente colindante al acceso del Parque Tecnológico del puente atirantado de la CV35.

Al contrario de lo que cabría esperar, los objetivos de calidad acústica en el acceso al Parque Tecnológico desde el puente atirantado de la CV35, no se superan. No obstante, los valores muestreados en este acceso, 69,7 dBA, reflejan la elevada intensidad de vehículos accediendo y saliendo del Parque Tecnológico. Asimismo, por lo que respecta a la carretera de la Salida 9AB de la CV35, se alcanza un valor de 69,8 dBA, valor generado por la entrada de los vehículos al Parque.

La intensidad del tráfico rodado aumenta en el acceso a este del Parque Tecnológico, primero en sentido salida, y posteriormente en sentido entrada respecto a la reincorporación al puesto de trabajo para continuar con la jornada laboral.

Para finalizar, en cuanto a la franja horaria 4, el objetivo de calidad acústica de 70 dBA se incumple en las siguientes zonas.

- Acceso/Salida este del Parque Tecnológico (Avenida Juan de la Cierva).
- Acceso/Salida central del Parque Tecnológico de la CV35.

Finalización de la jornada laboral e intensidad en sentido salida del Parque Tecnológico.

## 10. CONCLUSIONES

La distribución porcentual de los niveles sonoros medidos es la siguiente:

	FRANJA 1	FRANJA 2	FRANJA 3	FRANJA 4	TOTAL
40 - 45	1,4%	1,4%	2,9%	1,4%	1,8%
45 - 50	8,6%	8,6%	4,3%	8,6%	7,5%
50 - 55	4,3%	4,3%	7,1%	5,7%	5,4%
55 - 60	18,6%	30,0%	17,1%	30,0%	23,9%
60 - 65	31,4%	32,9%	30,0%	31,4%	31,4%
65 - 70	22,9%	21,4%	34,3%	18,6%	24,3%
70 - 75	12,9%	1,4%	4,3%	4,3%	5,7%

*Tabla 11. Distribución porcentual de los niveles sonoros medidos.  
Fuente. Elaboración propia*

Los niveles sonoros predominantes en el Parque Tecnológico están comprendidos entre los 60 y 65 dBA, y suponen un 31,4%.

El incumplimiento de los objetivos de calidad fijados por la legislación es bajo, si bien, analizados los niveles muestreados y los planos elaborados a partir de los mismos, se concluye que el Parque Tecnológico no cumple con los objetivos de calidad exigidos por la legislación en los accesos principales al mismo, esto es, el acceso central desde el puente atirantado de la CV35, y el acceso este, que corresponde a la entrada/salida del Parque Tecnológico por la Avenida Juan de la Cierva, y, en menor medida, en el acceso al Parque Tecnológico desde la carretera de la Salida 9AB de la CV35.

Asimismo, también presentan problemas acústicos las vías interiores de doble sentido del Parque Tecnológico, esto es, la Avenida de Benjamin Franklin, la Calle de Charles Robert Darwin y la Avenida Juan de la Cierva), y que son los viales más importantes de circulación y distribución de los vehículos dentro del Parque Tecnológico.

Dadas las características del Parque Tecnológico, y el tipo de actividad empresarial e industrial que se desarrolla en el mismo, como cabía esperar, es el comienzo de la jornada laboral, su pausa y su finalización, marcan en gran medida, la movilización de vehículos, y el incremento de los niveles acústicos dentro del Parque Tecnológico.

Indicar también, que del análisis de los niveles sonoros medidos, se descarta que tanto la A7 como la CV35, afecten de una manera destacada al confort acústico global del Parque Tecnológico.

Indicar que durante la campaña de mediciones las condiciones climatológicas fueron correctas: el viento y la temperatura no afectaron a los equipos de medición y tampoco se produjeron precipitaciones que pudieran afectar negativamente los registros.

En base al trabajo realizado, y con el fin de cumplir, o como mínimo, mejorar con de confort acústico del Parque Tecnológico, se recomiendan las siguientes acciones con:

- Limitar la velocidad máxima de los vehículos permitida para el conjunto de los viales hasta un máximo de 30 km/hora.
- Fijación de todas las trapas del sistema de alcantarillado de las calles.
- Empleo de pavimento poroso que disminuya el ruido generado por el tráfico tanto en los accesos al Parque Tecnológico, como en las tres principales vías de circulación internas, la Avenida de Benjamin Franklin, la calle Charles Robert Darwin y la Avenida Juan de la Cierva.
- En este último caso, debería contemplarse también la instalación de badenes o pasos de cebra elevados.
- Estudiar la modificación del sentido de circulación de ciertas calles con el fin de evitar atascos tanto en el comienzo como en el final de la jornada laboral.
- El acceso Oeste al Parque Tecnológico, por el Camino de los Brocheros, está infrautilizado. Debería potenciarse al acceso al Parque desde este acceso con el fin de aligerar la carga de vehículos que acceden al Parque desde otros accesos. Para ello, podría contemplarse la necesidad de ampliar el ancho de la calzada.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

### *Memorias, ponencias, congresos y artículos*

- JUNTA DE ANADALUCÍA. CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE. Guía de contaminación acústica. 2012.
- DIAZ, E.J. Trabajo Final Máster. Elaboración del mapa acústico del campus de Vera. Universidad Politécnica de Valencia. 2009
- GAJA, P. Estudio acústico de la versión preliminar del Plan General de Mutxamel. SILENS Servicios y Tecnología Acústica. 2010.
- SERRANO. M, ABAD. L, MAGRO, R. y GARCÍA, T. Estudio de la tipología de las pantallas acústicas. Universidad Alfonso X El Sabio. 2009.
- BAÑUELOS, A. y NAVAS, N. Estudio acústico de la revisión del PGOU de Arrigorriaga. Elaboración de mapas de ruido. AAC Centro de Acústica Aplicada, S.L. 2011.
- BAÑUELOS, A. y NAVAS, N. Estudio acústico de la revisión del PGOU de Olaberria. Elaboración de mapas de ruido. AAC Centro de Acústica Aplicada, S.L. 2012.
- BAÑUELOS, A. y NAVAS, N. Estudio acústico de la revisión del PGOU de Gordexola. Elaboración de mapas de ruido. AAC Centro de Acústica Aplicada, S.L. 2012.

### *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

### ***Legislación autonómica***

- Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica.
- Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios.
- Decreto 104/2006, de 14 de julio, del Consell, de planificación y gestión en materia de contaminación acústica.

### ***Legislación municipal***

- Ordenanza sobre protección contra ruidos y vibraciones de Paterna.
- Texto refundido del Plan Parcial de Ordenación de la actuación "Parque Tecnológico" de Paterna (Valencia).