

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ing. Sist. de Telecom., Sonido e Imagen



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes”

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor/a:
Amador Cuervo, Jose Rubén

Tutor/a:
Martínez Mora, Juan Antonio

GANDIA, 2019

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

Autor: **Amador Cuervo, Jose Rubén**
Director: **Martínez Mora, Juan Antonio**

RESUMEN - Torrent es una ciudad en continuo crecimiento por lo que en periodos cortos de tiempo deben realizarse estudios de contaminación acústica. Dicho crecimiento ha conllevado al aumento del tráfico rodado por las vías principales y algunas secundarias de la ciudad.

Cada día surgen más estudios relacionados con el ámbito de la salud y la acústica debido a los altos niveles de ruido. Por esta razón se presenta este estudio en el que se recogen los datos de ruido generado por el tráfico rodado a lo largo de la Avenida al Vedat y calles secundarias a esta.

Para poder observar los datos de una manera más simplificada, se ha obtenido un mapa sonoro donde se puede evaluar la contaminación acústica en niveles sonoros día y noche (dBA).

Finalmente se comparan los niveles obtenidos con los estipulados en la legislación vigente y el plan acústico municipal, realizando así la comprobación de su cumplimiento y propuestas de mejora.

PALABRAS CLAVE: Ruido, Contaminación Acústica, Torrent, Legislación, Mapa de Ruido

ABSTRACT - Torrent is a continuously growing city, therefore noise pollution studies should be carried out in short intervals of time. Said growth has led to an increase of traffic on the main roads and some secondary roads.

Nowadays there are more and more studies arising related to the health and acoustics fields due to high noise levels. Because of this we are presenting this study in which the data from the traffic generated noise along Avenida al Vedat and secondary streets is collected.

To make data observation a simpler task we have obtain a sound map where acoustic contamination levels, day and night (in dBA), can be evaluated.

Finally, the obtained results have been compared with the ones stipulated by law and by the local acoustic plan, thus verifying their compliance with them and proposing some improvement guidelines.

KEYWORDS: Noise, Acoustic Pollution, Torrent, Legislation, Noise Map

Índice	
1. Introducción	3
2. Objetivos	3
3. Efectos nocivos de la contaminación acústica.	4
3.1 El sonido.	4
3.2 El ruido y la salud	5
4. Torrent	6
4.1 Puntos sensibles	7
4.2 Puntos de medida	7
5. Legislación vigente	9
5.1 Estatal	9
5.2 Autonómica	11
5.2.1 Medición y evaluación de ruidos.	11
5.2.2 Aparatos de medición.	12
5.2.3 Normas Generales	12
5.3 Legislación Local	12
6. Campaña de medidas	13
6.1 Metodología en la toma de medidas.	13
6.2 Equipos utilizados para las medidas.	13
6.3 Caudal de tráfico rodado	14
6.4 Nivel sonoro equivalente medio	16
7. Cálculo de incertidumbre en las medidas.	19
7.1 Incertidumbre debido a la instrumentación.	20
7.2 Incertidumbre debida a las condiciones de operación.	23
7.3 Incertidumbre debido a las condiciones meteorológicas y del terreno.	26
7.4 Incertidumbre debido al sonido residual.	27
7.5 Incertidumbre combinada e incertidumbre expandida.	28
8. Simulación.	31
9. Análisis de resultados.	38
10. Conclusiones.	43
11. Explicaciones de puntos y propuesta de mejora.	44
Bibliografía	46

1. Introducción

Desde el año 2004, la ciudad de Torrent ha estado en continuo crecimiento, viéndose aumentado en 10.000 habitantes aproximadamente en menos de 15 años, resultando ser este el motivo del incremento del ruido creado en las vías principales de la ciudad, algo que afecta a la calidad de vida de los residentes y a la fauna y flora del lugar. [\[1\]](#)

Durante las mediciones, muchos vecinos de la zona se acercaron y recalcaron el ruido constante que existía en la zona y los problemas que causaban. El más señalado de ellos era la dificultad de conciliar el sueño.

El ruido causado por el tráfico rodado de la zona es el mayor causante de la contaminación acústica. Por esta razón y debido a que no se ha realizado un estudio en la ciudad en un gran periodo de tiempo, se efectúa el estudio de las calles más concurridas de Torrent y una simulación de los niveles sonoros en las mismas, llegando así a las conclusiones que se presentarán más adelante.

Para llevar a cabo el estudio de contaminación acústica, se debe acometer una campaña de medidas a lo largo de la zona seleccionada, en este caso la ciudad de Torrent, y con una instrumentación especializada, como lo es el sonómetro Brüel & Kjaer 2250. Por otra parte, se deberá tener conocimiento de la legislación vigente tanto municipal, como autonómica y estatal. Además se debe de estar familiarizado con las normas vigentes aplicadas al instrumental y en la toma de medidas.

A lo largo de esta memoria, se explican: los efectos nocivos de la contaminación acústica sobre la población, se pone en conocimiento las normativas por las que se rige la ciudad de Torrent. Se realiza una breve explicación de las características en relación al ruido de la ciudad y las zonas o puntos, en las que se han tomado las mediciones. Se explica también cómo se realizan las medidas y su posterior análisis de los resultados, al igual que los mapas sonoros elaborados con "Predictor" de Brüel & Kjaer. Finalmente se presentan las principales conclusiones del trabajo realizado, los resultados obtenidos y un listado sobre la bibliografía utilizada.

2. Objetivos

Los objetivos para abordar en este trabajo son:

- Realizar mediciones de la Avenida al Vedat según la Ley 7/2002 de 3 de diciembre de 2002, de la Generalitat Valenciana.
- Llevar a cabo una evaluación detallada de la incertidumbre típica, combinada y de medición expandida, el caudal de tráfico y los factores ambientales que tengan influencia importante en los resultados.
- Modelización mediante el Software Predictor B&K.
- Comparación de los niveles medidos en las distintas franjas horarias tanto diurna como nocturna.
- Comparación de los niveles sonoros obtenidos de las medidas con las legislaciones vigentes.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

3. Efectos nocivos de la contaminación acústica.

La Real Academia Española define *contaminar* como: “Alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos”. Si bien la contaminación acústica no se considera ningún agente químico, sí que es un alterante de un medio físico natural. Por ello puede provocar efectos nocivos tanto fisiológicamente como psicológicamente en los seres vivos.

A esta alteración la denominamos ruido. El cual aparte de ser generado por la naturaleza (viento, el sonido de las olas, los animales, etc.), también tiene su origen en máquinas y equipos creados por el ser humano (antropogénica).

3.1 El sonido.

El sonido es una onda que se propaga por un medio físico elástico. Principalmente se transmite por el aire.

El sonido podemos caracterizarlo por su intensidad en Pascales (Pa) o de forma logarítmica en dB y su frecuencia en hercios (Hz). Esto es Pa en caso de querer saber la diferencia de presión sonora o en Hz que miden la velocidad a la que se producen estos cambios.

Esta onda sonora se propaga a una velocidad constante c para unas condiciones ambientales determinadas por ejemplo $c=343,2$ metros por segundo (m/s) por el aire, 20 grados centígrados (°C), 1 atmósfera (atm) y 50 por ciento (%) de humedad. Al aumentar la temperatura aumenta de forma lineal su velocidad de propagación.

El oído de un humano (sano y joven) puede percibir las frecuencias que se encuentran entre los 20 Hz y 20 kHz, al igual que las frecuencias que superen un determinado nivel. Estas características se muestran resumidas en la siguiente figura.

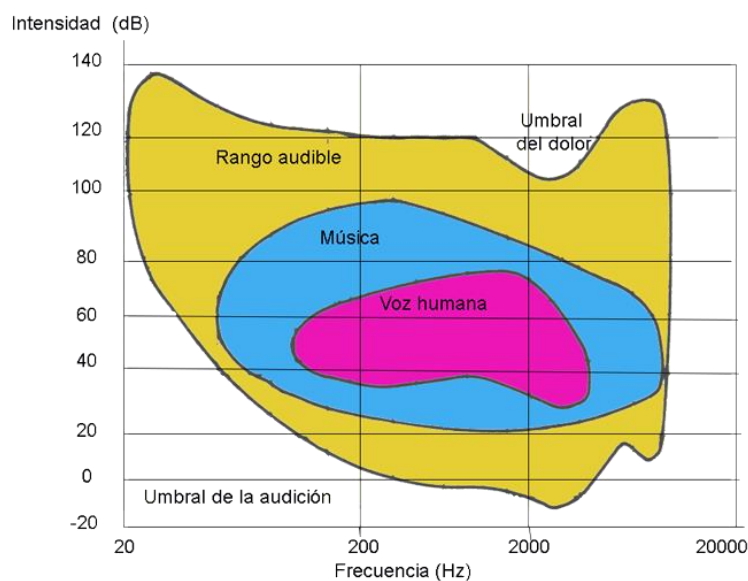


Ilustración 1: Respuesta auditiva del oído humano.
Fuente: Google Imágenes.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

3.2 El ruido y la salud

El ruido es un sonido que resulta molesto o dañino para la salud. Según los informes del Observatorio Salud y Medio Ambiente DKV - Salud y seguros médicos, en colaboración con Ecodes y GAES publicado en 2012, podemos diferenciar [\[2\]](#) [\[3\]](#):

- *Efectos auditivos*: Trauma acústico agudo, pérdida de capacidad auditiva, hipoacusia, sordera, trauma acústico crónico y acúfenos.
- *Efectos no auditivos*: Alteraciones del sueño (insomnio, alteración de ciclos, etapas y profundidad del sueño...), molestia, estrés, pérdida de relaciones sociales, aislamiento, soledad, depresión, pérdida auditiva, entre otros.

Este ruido se denomina contaminación acústica y puede deberse a muchas fuentes tanto naturales como artificiales. Los ruidos naturales no llegan a ser molestos para el ser humano ya que no son constantes ni molestas, en cambio las fuentes artificiales son las creadas por el ser humano como pueden ser las obras, el tráfico de vehículos, aviones, trenes, pirotecnia, sirenas, etc.

La causa principal de la contaminación acústica se debe al tráfico rodado al ser una forma de desplazamiento que utiliza la mayoría de la población mundial, siendo así que según la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su web en datos del año 2011, “el 40% de la población de los países de la Unión Europea (UE) está expuesta a niveles de ruido superiores a 55 dBA; el 20% a más de 65 dBA durante el día y el 30% a niveles superiores a 55 dBA por la noche.” [\[2\]](#) [\[4\]](#)

El ruido del tráfico rodado depende de varios factores como la cantidad de tráfico rodado de la vía, el tipo de vehículo y el mantenimiento de este, el estado de la calzada o la velocidad permitida y a la que se circula.

Todo lo mencionado con anterioridad se ve agravado por la poca cantidad de zonas absorbentes que podemos encontrar en las ciudades, como son las zonas verdes o barreras acústicas, agravando así la situación, debiendo contabilizar igualmente las construcciones antiguas que no han sido diseñadas para los tiempos y problemas actuales.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

4. Torrent

Torrent es una ciudad en constante crecimiento hacia la ciudad de Valencia. Está ha realizado su crecimiento desde la actual situación del ayuntamiento hacia la parte interior cerca de la zona del monte. Hoy en día, ya está extendiéndose hacia la parte de la costa, acercándose a Valencia. Actualmente consta de 81.245 habitantes divididas en tres grandes sectores, según el censo de 2018 [1] [5]. Esta ciudad se extiende sobre un área (incluyendo área urbano y el resto del término municipal) de 69,32 Km² encontrándose en la Huerta Oeste y Área Metropolitana de Valencia, exactamente en las coordenadas 39°25'56.2"N 0°28'23.9"W.



Ilustración 2: Localización de Torrent en la Comunidad Valenciana.
Fuente: Google Imágenes

Los tres sectores en los que se divide la población son (nombrados de abajo a arriba), en Torrent centro bajo (donde se encuentra el Ayuntamiento), el Vedat y Santa Apolonia. Según se llega a la parte alta de la Avenida se encuentra menos ruido debido a la poca afluencia de tráfico en esta zona.

En la zona centro baja, se encuentra la salida y entrada de Valencia CV-366, donde contiguamente podemos encontrar los nuevos edificios habitados y los raíles del metro de Torrent. Debido a ello, en esta zona suele haber una gran afluencia de tráfico. Seguidamente hay que distinguir según la dirección tomada por los vehículos que entran por esta zona (la gran mayoría), se dividen en dos grupos: Un primer grupo que suben a la parte alta de Torrent o un segundo grupo que bajan a la parte del Ayuntamiento a lo largo de la Avenida. Este es el motivo principal de llevar a cabo el estudio acústico en la Avenida y sus zonas contiguas.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

4.1 Puntos sensibles

A lo largo de la Avenida al Vedat y sus calles contiguas, podemos localizar numerosos puntos sensibles, que deberían estar protegidos del ruido por los efectos nocivos nombrados en el apartado 2 de este documento.

Algunos de los puntos que se deben de tener en cuenta a la hora de realizar el estudio son centros educativos tanto infantiles como primarios o secundarios, residencias o centros de día (donde la mayoría son gente de tercera edad que buscan un descanso diario), centros de trabajo, centros médicos o el Ayuntamiento, al igual que las zonas residenciales formadas por las viviendas.

4.2 Puntos de medida

Una vez hemos observado las zonas que deberían estar protegidas, procedemos a la elección de los puntos que se consideran críticos debido a la elevada afluencia de tráfico en la zona. De esta forma se seleccionan 15 puntos a lo largo de Torrent donde se realizarán las medidas.

En la siguiente tabla podremos encontrar los puntos de medida, nombre de los edificios afectados por el ruido, su dirección, sus coordenadas y un número indicando el motivo de la elección del lugar.

Los motivos de la elección son numerados de la siguiente forma:

- 1: Por cercanía a un centro deportivo y viviendas
- 2: Por cercanía a una residencia de mayores o centro de día
- 3: Por cercanía a un centro educativo
- 4: Por cercanía a un centro educativo infantil
- 5: Por cercanía a un centro de trabajo y viviendas
- 6: Por cercanía a la biblioteca municipal
- 7: Por ser un punto de gran caudal de tráfico y encontrarse muy cerca de las viviendas
- 8: Por cercanía a un centro médico

En la tabla 1 se utilizarán las siguientes abreviaturas:

- Calle: C/
- Avenida: Avd.
- Plaza: Pza.
- Alameda: Alda.

Tabla 1: Puntos y descripción de los lugares de medición.

Punto	Edificio	Dirección	Coordenadas	Motivo
1	Viviendas colindantes al Pabellón Municipal	C/Sol	39°25'26.2"N 0°29'03.0"W	1,2
2	Bonaire Residencia de la Tercera Edad	Avd. al Vedat	39°25'27.6"N 0°29'05.2"W	1,2,3
3	Colegio Fasta Madre Sacramento	Avd. al Vedat	39°25'28.8"N 0°29'03.2"W	2,3
4	Escuela Infantil Maya	Alda. de la Reina Sofía	39°25'39.5"N 0°28'54.2"W	3,4
5	Colegio Santa Teresa de Jesús - El Vedat	C/ Constitución	39°25'42.5"N 0°28'57.2"W	3
6	Centro Educativo LES TERRETES	C/ Constitución	39°25'45.3"N 0°28'52.9"W	3
7	Dirección General de la Policía	C/ Cronista V Beguer E	39°25'48.7"N 0°28'45.2"W	5
8	Centro Educativo Infantil Sambori	C/ l'Ermíteta	39°25'50.1"N 0°29'06.6"W	1,4
9	Viviendas colindantes a la entrada de Valencia	CV - 366	39°25'33.3"N 0°27'58.9"W	7
10	Viviendas colindantes a la entrada de Valencia	Pza. de la Concordia	39°25'38.4"N 0°28'02.9"W	7
11	Residencia de Mayores Santa Elena	C/ Padre Méndez	39°25'53.9"N 0°28'15.4"W	2
12	Biblioteca Municipal	Avd. al Vedat	39°25'54.5"N 0°28'22.5"W	6
13	Clínica Montecarlo Torrent	Avd. al Vedat	39°26'08.8"N 0°28'00.3"W	8
14	Ayuntamiento de Torrent	C/ Ramón y Cajal	39°26'12.8"N 0°27'56.9"W	5
15	Colegio La Purísima de Torrent	C/ Ramón y Cajal	39°26'14.4"N 0°28'01.7"W	3

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

En la siguiente imagen se podrá observar a color rojo, los centros descritos en la “Tabla 1” que se encuentra arriba. En los círculos de color azul se encuentran los puntos de medida y en amarillo se puede observar las vías que se han tenido en cuenta para este estudio.

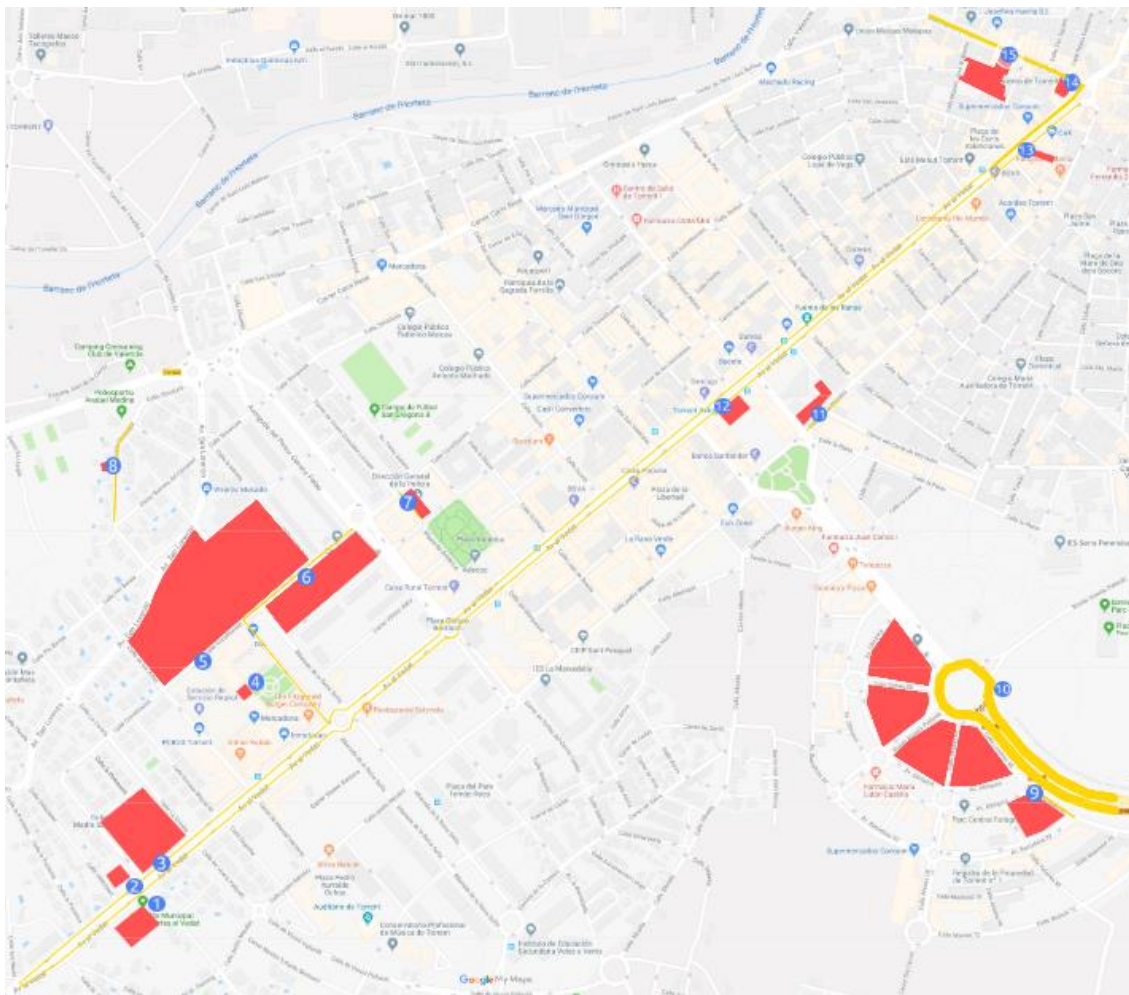


Ilustración 3: Mapa de puntos de medida (en azul del 1 al 15), centros protegidos (en rojo), vías y carreteras (en amarillo)

5. Legislación vigente

Se pueden encontrar distintas legislaciones sobre la contaminación acústica. Esto es debido a que cada ciudad se puede basar en las leyes Estatales, las Autonómicas o las Municipales, siguiendo el orden establecido. En caso de que la ciudad o pueblo no tuviese una Legislación Municipal, se debe aplicar la Autonómica. Si se quiere realizar una Legislación Municipal o Plan Acústico Municipal (PAM), se deberá tener en cuenta que no pueden sobrepasar los límites establecidos por la ley reguladora Autonómica y está a su vez de las Estatales, por lo que serán más restrictivas o muy parecidas.

A continuación se presentan las leyes de protección frente a la contaminación acústica en el ámbito Estatal, de la Comunidad de Valencia y Municipal.

5.1 Estatal

La legislación Nacional vigente aplicable que regula la protección ante la contaminación acústica en toda España, se encuentra en el Código del Ruido del 8 de noviembre de 2018 [\[6\]](#), el cual contempla la Ley 37/2003 del 17 de noviembre de 2003 [\[7\]](#). Esta ley también contempla los Reales Decretos siguientes: Real Decreto 1513/2005 de 16 de diciembre de 2005 [\[8\]](#) y Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre de 2007 [\[9\]](#).

La finalidad de esta ley es prevenir y sancionar los daños derivados por la contaminación acústica.

Dentro de esta ley se estipulan distintas fuentes acústicas generadoras como cualquier actividad, infraestructura, equipo, maquinaria o comportamiento que genere contaminación acústica. También se indican los niveles máximos de ruido permitidos según el tipo de zona, ya sea comercial, de residencia, lúdico... definido así junto con los horarios.

La zonas en las que se puede desglosar en este ámbito se pueden encontrar en el BOE 184 - Código del Ruido [\[6\]](#), donde se hace referencia a la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en el Capítulo II, Sección 1.ª, Artículo 7 [\[11\]](#). Estas zonas son:

- a) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
- b) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
- c) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
- d) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en el párrafo anterior.
- e) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.
- f) Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.
- g) Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

Esto también es nombrado en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, en el Capítulo III, Sección 1.ª, Artículo 5 [\[12\]](#).

Los periodos temporales de evaluación los podemos encontrar en el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en el Anexo I [\[13\]](#). El cual indica:

Los valores horarios de comienzo y fin de los distintos períodos son 7.00 - 19.00 h, 19.00 - 23.00 h y 23.00 - 7.00 h, hora local.

Esto se distingue en 12h para el periodo diurno (Ld), 4h para el periodo vespertino (Le) y 8h para el período nocturno (Ln).

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

Seguidamente en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, en el Anexo II [14] se puede observar la tabla 2 en la que se indican los niveles máximos permitidos en las distintas zonas definidas y los distintos periodos de tiempo definidos.

Tabla 2: Valores máximos de ruido en las distintas zonas y horarios.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		Ld (dBA)	Le (dBA)	Ln (dBA)
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 terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
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.	*	*	*

* 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.

Estos índices acústicos se encuentran definidos en el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en el Anexo I [13]. El cual indica:

L_d 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 periodos día de un año.

L_e 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 periodos tarde de un año.

L_n 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 periodos noche de un año.

El índice de ruido L_{den} (día, tarde, noche), se expresa en dB mediante la siguiente expresión:

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right) \quad (1)$$

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

5.2 Autonómica

Hasta el momento a nivel autonómico en la Comunidad Valenciana se encuentra la actual Ley para la protección contra la contaminación acústica, que es la Ley 7/2002, de 3 de diciembre de 2002 [10] y que se puede contemplar en el BOE. Código de Ruido (2018) de España [6].

Según Agroambient de la Generalitat de Valencia, en el informe de Prevención y control de la contaminación acústica de la Comunidad Valenciana [15], se indica que posteriormente a la aprobación de la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, se aprobaron los siguientes decretos:

- Decreto 19/2004, de 13 de Febrero, del Consell de la Generalitat, por la que se establecen normas para el control del ruido producido por los vehículos a motor [16].
- Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en la relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios [17].
- Decreto 104/2006 de 14 de julio, del Consell, de Planificación y Gestión en materia de Contaminación Acústica [18].

La Ley 7/2002 tiene como objeto “prevenir, vigilar y corregir la contaminación acústica en el ámbito de la Comunidad Valenciana para proteger la salud de sus ciudadanos y mejorar la calidad de su medio ambiente.”

En dicha ley, también se establece en el Título II, Capítulo I, Artículo 7, punto 3 [10], que se entenderá por horario diurno el comprendido entre las 08.00 y las 22.00 horas y el nocturno cualquier intervalo comprendido entre las 22.00 y las 08.00 horas del día siguiente.

En esta misma Ley 7/2002, podemos encontrar en el Anexo II, Tabla 1 [10], la tabla que indica los niveles máximos de recepción externos. Se indica de la siguiente forma:

Tabla 3: Niveles de recepción externos.

Uso dominante	Nivel sonoro dB(A)	
	Día	Noche
Sanitario y docente	45	35
Residencial	55	45
Terciario	65	55
Industrial	70	60

Estos niveles, como se puede apreciar en la tabla, dependen del uso predominante del suelo.

Debido a motivos que se explican en el punto 5.3 de este mismo documento, el estudio de Contaminación Acústica de Torrent, se basará en la Ley 7/2002 de la Comunidad Valenciana.

Debido a la utilización de esta Ley, se deberá tener en cuenta los artículos nombrados en el Capítulo II de la Ley 7/2002 [10]. De los cuales se destacan:

5.2.1 Medición y evaluación de ruidos.

Los niveles de ruido se medirán y expresarán en decibelios con ponderación normalizada A, que se expresará con las siglas dB(A).

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

5.2.2 Aparatos de medición.

1. Las mediciones de niveles sonoros se realizarán utilizando sonómetros, sonómetros integradores-promediadores y calibradores sonoros que cumplan con la normativa vigente reguladora del control meteorológico del estado sobre los instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible.

2. Las mediciones de vibraciones se realizarán utilizando acelerómetros y analizadores de frecuencia, según los procedimientos establecidos reglamentariamente

5.2.3 Normas Generales

Ninguna fuente sonora podrá emitir o transmitir niveles de ruido y vibraciones superiores a los límites establecidos en el presente Título.

5.3 Legislación Local

En la Ley 7/2002, en el Capítulo III, Sección 1.^a, Artículo 22, punto 1 [\[10\]](#), se indica que los municipios superiores a 20.000 habitantes, deben elaborar sus respectivos planes acústicos municipales.

Debido a que Torrent es un municipio que cuadriplica dicha cantidad, este dispone de un Plan Acústico Municipal (PAM), el cual se encuentra en periodo de revisión desde mitades de diciembre debido a que se ha quedado obsoleto con el crecimiento que ha realizado la ciudad desde el 2012 [\[19\]](#).

En dicho documento se indica que, respecto a los niveles de recepción en las zonas predominantes, se acogen a lo estipulado en la Ley 7/2002 de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, sin contravenir con lo estipulado en la Ley 37/2003 de 17 de noviembre. Aplicando así en el documento las medidas de protección previstas a corto, medio y largo plazo. Debido este crecimiento y como se ha indicado en el párrafo anterior, se debe de revisar ya que muchas de estas soluciones no deben implantarse actualmente o el plazo de implantación no ha sido cumplido hasta el momento.

6. Campaña de medidas

A la hora de acometer la campaña de medidas *in situ*, se debe tener en cuenta varios factores que podrían afectar en la medición. Estos factores se ven especificados en el punto 6.1 de este documento.

Se han elegido un total de 15 puntos repartidos por la Avenida de Torrent y unos pocos puntos en las afueras de la ciudad, es decir a la entrada de ella. En cada punto se ha realizado una medida durante el día y otra durante la noche, durante una semana. Y durante una madrugada se ha realizado una medida por cada punto. Estas medidas corresponden a un tiempo de medida de diez minutos. Por lo que cada día se han realizado dos medidas por punto, alcanzando así un total de 225.

Estas medidas fueron rotatorias, es decir, se realizaron en días de la semana distintos y en horarios distintos, haciendo así que no fuesen medidas consecutivas ni en las mismas horas, consiguiendo que las medidas sean lo más representativas posibles desde el punto de vista estadístico.

6.1 Metodología en la toma de medidas.

Para la realización de las medidas se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- El equipo utilizado debe colocarse a más de 1,5 metros (m) del suelo y sustentado por un trípode.
- Durante las medidas se utiliza una pantalla antiviento debido a que se realizan medidas en el exterior.
- Antes y después de cada medida se realiza una revisión del equipo de medida.
- Antes de cada medida se tomará las medidas de las condiciones meteorológicas para saber si la medición se puede realizar sin alteraciones.
- Durante cada medida, se llevará la cuenta del tráfico rodado, diferenciando entre vehículos pesados (camiones, metro, autobús...) y vehículos ligeros (bicis, motocicletas, automóviles...).
- Si durante la toma de medida se percibe algún fenómeno externo que no sea probable que se produzca, posteriormente se debe analizar los valores obtenidos y desestimar la medida si fuese necesario.
- La duración de las medidas debe ser de diez minutos.

6.2 Equipos utilizados para las medidas.

Para las medidas en los 15 puntos y durante toda la semana, se han utilizado los siguientes equipos:

- Sonómetro Brüel & Kjaer 2250 Light. Tipo 1.
- Micrófono Brüel & Kjaer 4189 omnidireccional.
- Anemómetro Testo 410-2.
- Pantalla anti-viento Esférica UA-1650 90 mm Windscreen con detección automática para el sonómetro Brüel & Kjaer 2250. Tipo 1.
- Trípode Manfrotto Action con rótula 360°.
- Software BZ5503 - Measurement Partner Suite.
- Software Brüel & Kjaer Predictor.

Ambos programas son descritos más abajo de este informe en el punto 8.

6.3 Caudal de tráfico rodado

En la norma ISO 1996/2, se indica que se debe de llevar la cuenta del número de vehículos que pasen durante el intervalo de tiempo de medición, haciendo distinción en al menos vehículos ligeros y vehículos pesados.

En cada medida de las 225 mediciones realizadas, se ha llevado un cómputo de los vehículos que han circulado por la calzada durante los 10 minutos de duración de la medida.

A continuación se muestra una tabla en la que podemos observar el nombre de la vía, el punto, el periodo, el tipo de vehículo, el número (Nº) de vehículos en 10 minutos y en Nº de vehículos en una hora, al igual que la velocidad medida en kilómetros hora (km/h) de la vía.

Tabla 4: Caudal de tráfico rodado medio medido

Vía	Puntos	Periodo	Tipo de vehículo	Nº vehículo / 10 min	Nº vehículo / h	Velocidad km/h
C/ Sol, 2	1	Día	Ligero	11	66	50
			Pesado	0	0	50
		Noche	Ligero	1	6	50
			Pesado	0	0	50
Avd. al Vedat, 192	2	Día	Ligero	47	282	30
			Pesado	2	12	30
		Noche	Ligero	9	54	30
			Pesado	0	0	30
Avd. al Vedat, 188	3	Día	Ligero	57	342	30
			Pesado	1	6	30
		Noche	Ligero	14	84	30
			Pesado	0	0	30
Alda. de la Reina Sofía, 2	4	Día	Ligero	32	192	50
			Pesado	0	0	50
		Noche	Ligero	5	30	50
			Pesado	0	0	50
C/ de la Constitución, 76	5	Día	Ligero	57	342	30
			Pesado	0	0	30
		Noche	Ligero	20	120	30
			Pesado	0	0	30
C/ de la Constitución, 55	6	Día	Ligero	49	294	30
			Pesado	0	0	30
		Noche	Ligero	16	96	30
			Pesado	0	0	30

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

C/ Cronista V Beguer E, 49	7	Día	Ligero	9	54	30
			Pesado	0	0	30
		Noche	Ligero	1	6	30
			Pesado	0	0	30
C/ l'Ermíteta, 10	8	Día	Ligero	10	60	30
			Pesado	0	0	30
		Noche	Ligero	3	18	30
			Pesado	0	0	30
CV - 366	9	Día	Ligero	368	2208	100
			Pesado	6	36	100
		Noche	Ligero	43	258	100
			Pesado	0	0	100
Pza. de la Concordia, s/n	10	Día	Ligero	244	1464	40
			Pesado	3	18	40
		Noche	Ligero	20	120	40
			Pesado	0	0	40
C/ Padre Méndez, 118	11	Día	Ligero	65	390	30
			Pesado	1	6	30
		Noche	Ligero	8	48	30
			Pesado	0	0	30
Avd. al Vedat, 105	12	Día	Ligero	158	948	30
			Pesado	3	18	30
		Noche	Ligero	11	66	30
			Pesado	0	0	30
Avd. al Vedat, 21	13	Día	Ligero	91	546	30
			Pesado	3	18	30
		Noche	Ligero	12	72	30
			Pesado	0	0	30
C/ Ramón y Cajal, 1	14	Día	Ligero	63	378	30
			Pesado	1	6	30
		Noche	Ligero	13	78	30
			Pesado	0	0	30
C/ Ramón y Cajal, 15	15	Día	Ligero	65	390	30
			Pesado	2	12	30
		Noche	Ligero	10	60	30
			Pesado	0	0	30

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

6.4 Nivel sonoro equivalente medio

A la hora de obtener las medidas, primeramente se debe de configurar el sonómetro. Para ello, una vez encendido el sonómetro, se debe configurar este. Seguidamente, debemos establecer el temporizador con el tiempo que deseamos que se realice la medida, en este caso serán 10 minutos. Se debe configurar la ponderación frecuencial como AC y activamos la corrección por la utilización de la pantalla anti-viento. Por último se selecciona el modo de respuesta *FAST*, como se establece en la normativa UNE-ISO 1996-2, que fue anulada 19 de abril de 2018 [20], por ser idéntica a ISO 1996-2:2007.

En el BOE del 13 de diciembre de 2018 [21], se indica que los estudios se deben regir por lo estipulado en las normas ISO 1996-1:2003 e ISO 1996-2:2007. Dentro de la ISO 1996-1:2003 se indica que en la ISO 1996-2 se dan más directrices para algunos cálculos.

Indicar que la ISO 1996-2:2007 fue eliminada y se puso en vigor la ISO 1996-2:2017, la cual también fue derogada.

En la siguiente tabla se puede observar el nivel de presión sonora ponderado A equivalente medio que se ha obtenido en cada uno de los puntos medidos.

Tabla 5: Nivel de presión sonora medio medidos en cada punto.

Nivel Sonoro medido L_{aeq} (dBA)		
Punto	Día (8:00-22:00)	Noche (22:00-8:00)
1	61,1	52,0
2	63,8	57,0
3	65,0	56,3
4	54,7	50,9
5	64,5	60,5
6	65,6	61,2
7	59,6	49,0
8	60,0	55,3
9	67,1	56,6
10	70,0	59,8
11	64,5	55,4
12	73,3	55,7
13	65,6	55,8
14	66,6	59,6
15	65,7	56,4

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.



Il·lustració 4: Medición punto 5.
(Escuela infantil Maya)



Il·lustració 5: Medición punto 5.
(Escuela infantil Maya)



Il·lustració 6: Medición punto 1.
(Polideportivo)



Il·lustració 7: Medición punto 1.
(Polideportivo)



Il·lustració 8: Medición punto 13.
(Clínica Montecarlo)

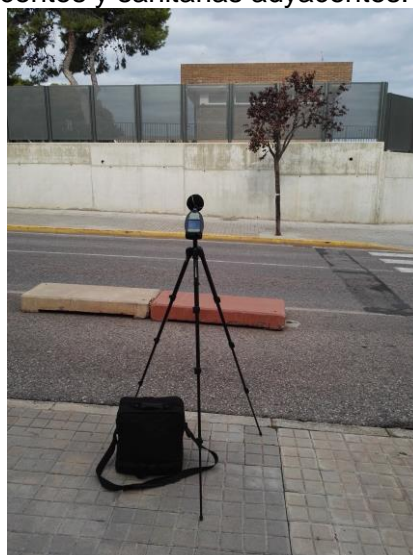


Il·lustració 9: Medición punto 13.
(Clínica Montecarlo)

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.



Il·lustració 10: Medición punto 8.
(Escuela Infantil Sambori)



Il·lustració 11: Medición punto 6.
(Instituto LES TERRETES)



Il·lustració 12: Medición punto 14.
(Ayuntamiento)



Il·lustració 13: Medición punto 14.
(Ayuntamiento)



Il·lustració 14: Medición punto 11.
(Residencia de Mayores Santa Elena)



Il·lustració 15: Medición punto 11.
(Residencia de Mayores Santa Elena)

7. Cálculo de incertidumbre en las medidas.

Cualquier medida de una magnitud física presenta una incertidumbre, debido a varios factores como pueden ser la persona que toma las medidas, el procedimiento seguidos la hora de la toma de medidas, el entorno en el momento que se realiza la medida, los instrumentos utilizados...

El cálculo de incertidumbre asociada a cada medida o conjunto de medidas, se puede realizar siguiendo un procedimiento normalizado para las medidas que se realicen. Como se ha indicado en el punto 6.4 de este mismo documento, para realizar el cálculo de las incertidumbres hay que regirse a la norma ISO 1996-2 y aunque está anulada, todas las leyes actuales hacen referencia a dicha ISO.

En la UNE-ISO 1996-2:2009, punto 4 [22], se especifica que la incertidumbre que afecta a las medidas dependerá de:

- Fuente sonora.
- Intervalo de tiempo de medición.
- Condiciones meteorológicas.
- La distancia desde la fuente al receptor.
- Método de medición.
- Instrumentación.
- Sonido residual.

La incertidumbre se expresa como una incertidumbre expandida, que se basa en una incertidumbre típica combinada multiplicada por un factor de cobertura igual a 2, alcanzando de esta forma una probabilidad de cobertura aproximadamente del 95%.

En la tabla 6 se puede observar de forma resumida el modo de obtener las incertidumbres en las medidas de L_{Aeq} :

Tabla 6: Resumen de la incertidumbre de medición para L_{Aeq} .

INCERTIDUMBRE TÍPICA				Incertidumbre típica combinada	Incertidumbre de medición expandida
Debida a la instrumentación	Debido a las condiciones de funcionamiento	Debido a las condiciones meteorológicas y del terreno	Debido al sonido residual	$\sigma_t = \sqrt{W^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$ (dB)	$\pm 2.0 \sigma_t \text{ (dB)}$
W^* (dB)	X (dB)	Y (dB)	Z (dB)		

* Para la instrumentación de clase 1 de la Norma IEC 61672-1:2002. Si se utiliza otra instrumentación o micrófonos direccionales, el valor será mayor.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

La incertidumbre se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$\sigma_t(dB) = \sqrt{(1 \cdot W)^2 + (1 \cdot X)^2 + (1 \cdot Y)^2 + (C \cdot Z)^2} \quad (2)$$

Donde:

- Incertidumbre debido al sonómetro (W)
- Incertidumbre debido a las condiciones de funcionamiento (X)
- Incertidumbre debido a las condiciones climáticas y del suelo (Y)
- Incertidumbre debido al sonido residual (Z)
- Coeficiente de sensibilidad del sonido residual (C)

7.1 Incertidumbre debido a la instrumentación.

Esta incertidumbre se debe a los posibles efectos que introduce la instrumentación en la medida.

De esta forma lo calculamos con la suma siguiente:

$$W = \delta_{PFE} + \delta_{PFA} + \delta_{LS} + \delta_{RMS} + \delta_{PT} + \delta_{CA} + \delta_{CC} + \delta_{ES} + \delta_{TS} + \delta_{PS} \quad (3)$$

Donde:

- δ_{PFE} : Corrección de calibración eléctrica del nivel de presión sonora con ponderación A.

$$u(\delta_{PFE}) = \frac{U_E}{K_n} = \frac{\pm 0.15}{2} = \pm 0.075 \text{ dB} \quad (4)$$

U_E : Incertidumbre de calibración eléctrica expandida certificada, se obtiene del certificado de calibración del sonómetro.

K_n : en la mayoría de los casos es dos.

- δ_{PFA} : Corrección de calibración acústica del nivel de presión sonora con ponderación A

$$u(\delta_{PFA}) = \frac{U_A}{K_n} = \frac{\pm 0.15}{2} = \pm 0.075 \text{ dB} \quad (5)$$

U_A : Incertidumbre de calibración acústica expandida certificada, se obtiene del certificado de calibración del sonómetro.

K_n : en la mayoría de los casos es igual a dos.

- δ_{LS} : Corrección asociada con la linealidad del sonómetro en su rango de referencia.

$$u(\delta_{LS}) = \sigma_L = 0.011 \text{ dB} \quad (6)$$

σ_L : Desviación típica de la media aritmética de las desviaciones a la característica ideal.

- δ_{RMS} : Corrección asociada con detector RMS del sonómetro evaluada eléctricamente.

$$u(\delta_{RMS}) = \sigma_R = 0.055 \text{ dB} \quad (7)$$

σ_R : Desviación típica de la media aritmética de las desviaciones a la característica ideal del detector.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

- δ_{PT} : Corrección asociada con la función de ponderación temporal.

$$u(\delta_{PT})|_{fast/slow} = \frac{\Delta_{PT}}{\sqrt{3}} = \frac{0.1}{\sqrt{3}} \geq 0.0577 \text{ dB} \quad (8)$$

Δ_{PT} : Desviación máxima de las constantes temporales.

- δ_{CA} : Corrección asociada al ajuste inicial del sonómetro utilizando un calibrador acústico.

$$u(\delta_{CA}) = \frac{E_s}{2\sqrt{3}} = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} = 0.00289 \text{ dB} \quad (9)$$

E_s : Resolución del sonómetro, se obtiene de la hoja de características técnicas del sonómetro.

- δ_{CC} : Corrección de utilización del calibrador acústico sobre su valor certificado.

$$u(\delta_{CC}) = \frac{U_c}{K_n} = \frac{\pm 0.11}{2} = \pm 0.055 \text{ dB} \quad (10)$$

U_c : Incertidumbre expandida del uso del calibrador, se obtiene del certificado de calibración del calibrador.

K_n : en la mayoría de los casos es dos.

- δ_{ES} : Corrección asociada a la resolución finita del valor de la indicación del sonómetro.

$$u(\delta_{ES}) = \frac{E_s}{2\sqrt{3}} = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.028 \text{ dB} \quad (11)$$

E_s : Resolución del sonómetro, se obtiene de la hoja de características técnicas del sonómetro.

- δ_{TS} : Corrección asociada a las variaciones de temperatura.

$$\delta_{TS} = \alpha_M \cdot (23^\circ\text{C} - T_M) \quad (12)$$

A partir del coeficiente de temperatura α_M , se valorará la componente de incertidumbre asociada a δ_{TS} , suponiendo una distribución de probabilidad rectangular sobre el intervalo de variación de la temperatura, $T_M \pm \Delta T$, siendo:

$$u(\delta_{TS}) = \frac{(\alpha_M \cdot \Delta T)}{\sqrt{3}} = \frac{0.015 \cdot (23^\circ\text{C} - T_M)}{\sqrt{3}} \quad (13)$$

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

- δ_{PS} : Corrección asociada con la influencia de las variaciones de la presión atmosférica.

$$\delta_{PS} = \gamma_M \cdot (1013hPa - P_m) \quad (14)$$

γ_M : Coeficiente de variación de la presión ponderado en frecuencia.

P_M : Presión atmosférica de medida.

Suponiendo una distribución de probabilidad rectangular sobre el intervalo de variación de la presión atmosférica, $P_M \pm \Delta P$, la componente de incertidumbre será:

$$u(\delta_{PS}) = \frac{\gamma_M \cdot \Delta P}{\sqrt{3}} = \frac{0.019 \cdot (1013hPa - P_M)}{\sqrt{3}} \quad (15)$$

Los datos de presión atmosférica se los días medidos se han obtenido desde www.meteoclimatic.net.

Los valores de temperatura para cada punto de medida se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 7: Temperatura (Grados centígrados) en los puntos de medida.

Punto	T (°C) día	T (°C) noche
1	20	19
2	19	20
3	20	19
4	20	19
5	17	24
6	18	19
7	18	18
8	19	17
9	19	20
10	19	19
11	20	20
12	20	20
13	20	19
14	20	20
15	20	21

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

A continuación se presenta en la tabla 8 la incertidumbre asociada a la instrumentación.

Tabla 8: Incertidumbre asociada a la instrumentación.

Punto	W _{día} (dB)	W _{noche} (dB)
1	0,36	0,37
2	0,37	0,36
3	0,36	0,36
4	0,36	0,35
5	0,39	0,32
6	0,38	0,36
7	0,38	0,37
8	0,37	0,38
9	0,37	0,35
10	0,37	0,36
11	0,36	0,35
12	0,36	0,35
13	0,36	0,36
14	0,36	0,35
15	0,36	0,34

7.2 Incertidumbre debida a las condiciones de operación.

Como se ha comentado anteriormente en este mismo documento, se debe de realizar un mínimo de tres medidas por punto, con el mismo equipo y en la misma posición pero en distintos horarios.

La incertidumbre estándar X para tráfico rodado viene dada por:

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

$$X = \frac{10}{\sqrt{n}} \quad (16)$$

Siendo n: número total de vehículos contabilizados, tanto ligeros como pesados.

Aplicando dicha fórmula con los datos contabilizados, obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 9: Caudal medio de los vehículos en cada punto.

Punto	Nº Vehículos/h día	Nº Vehículos/h noche
1	67	12
2	289	51
3	351	84
4	195	30
5	342	120
6	296	96
7	54	6
8	59	36
9	2245	258
10	1480	120
11	390	48
12	969	66
13	565	72
14	383	78
15	401	60

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

Tabla 10: Incertidumbre debida a las condiciones de operación.

Punto	X_{día} (dB)	X_{noche} (dB)
1	1,23	2,89
2	0,59	1,40
3	0,53	1,09
4	0,72	1,83
5	0,54	0,91
6	0,58	1,02
7	1,36	4,08
8	1,30	1,67
9	0,21	0,62
10	0,26	0,91
11	0,51	1,44
12	0,32	1,23
13	0,42	1,18
14	0,51	1,13
15	0,50	1,29

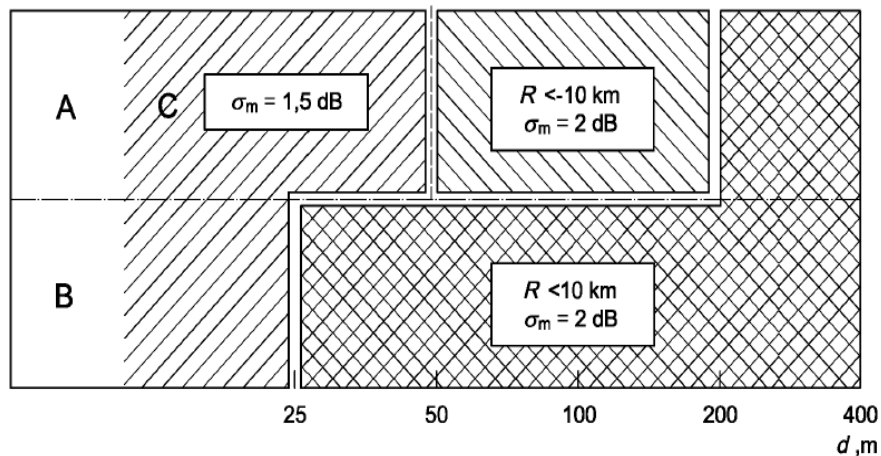
Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

7.3 Incertidumbre debido a las condiciones meteorológicas y del terreno.

Los factores principales que intervienen en las medidas son las mencionadas anteriormente. En mediciones de corto plazo las variaciones en las medidas son casi inexistentes.

Para la superficie del terreno duro entre la fuente y el receptor es de $\sigma_m = 0,5$ dB hasta los 25 m en situación baja y hasta 50 m en situación alta.

Podemos encontrar en la norma UNE ISO 1996-2 una imagen explicativa que resume los coeficientes de la incertidumbre debida a las condiciones meteorológicas dependiendo tanto si es situación baja o alta y de la distancia entre la fuente y el receptor.



Leyenda

- A alto
- B bajo
- C sin restricciones

Ilustración 16: Radio de curvatura de la trayectoria sonora.

- Situación alta: $h_s \geq 1.5$ m y $h_r \geq 1.5$ m, o $h_s < 1.5$ m y $h_r \leq 4$ m
- Situación baja: $h_s < 1.5$ m y $h_r \leq 1.5$ m

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

7.4 Incertidumbre debido al sonido residual.

Para evaluar la contribución a la incertidumbre de medida del ruido de fondo se considerará este como el percentil L_{A95} .

Comprobaremos en primer lugar la diferencia entre el nivel de presión sonora residual y el nivel de presión sonora medido. Esta diferencia debe ser mayor a 10 dB o menor a 3 dB. En caso de ser así, no debe hacerse ninguna corrección. En caso de que oscile entre estos valores, habrá que aplicar la siguiente fórmula:

$$L_c = 10 \log(10^{\frac{L_m}{10}} - 10^{\frac{L_r}{10}}) \quad (17)$$

L_c : Presión sonora medida corregida.

L_m : Presión sonora medida.

L_r : Presión sonora residual.

A continuación se calcula la sensibilidad del nivel sonoro residual C, mediante la expresión.

$$C = \frac{10^{\frac{L_r}{10}}}{10^{\frac{L_c}{10}} - 10^{\frac{L_r}{10}}} \quad (18)$$

Para obtener todo correctamente se debe calcular también la incertidumbre del nivel sonoro residual Z, la cual se puede calcular de la siguiente forma:

$$Z_r = \sqrt{\sigma_s^2 - \sigma_o^2} \quad (19)$$

σ_s : Incertidumbre específica debida a la desviación de los niveles sonoros corregidos.

σ_o : Incertidumbre real debida a la desviación de los niveles sonoros medidos.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

Tabla 11: Cálculo de la incertidumbre del nivel sonoro residual.

Punto	C día (dB)	Z _r día (dB)	C-Z día (dB)	C noche (dB)	Z _r noche (dB)	C-Z noche (dB)
1	0,04	0,73	0,03	0,04	1,43	0,05
2	0,03	0,73	0,03	0,04	1,43	0,06
3	0,03	0,73	0,02	0,02	1,43	0,02
4	0,22	0,73	0,16	0,48	1,43	0,68
5	0,06	0,73	0,05	0,02	1,43	0,03
6	0,09	0,73	0,07	0,01	1,43	0,01
7	0,18	0,73	0,13	0,14	1,43	0,20
8	0,05	0,73	0,04	0,02	1,43	0,03
9	0,26	0,73	0,19	0,01	1,43	0,02
10	0,30	0,73	0,22	0,01	1,43	0,01
11	0,14	0,73	0,10	0,03	1,43	0,04
12	0,05	0,73	0,04	0,04	1,43	0,05
13	0,14	0,73	0,10	0,03	1,43	0,05
14	0,09	0,73	0,07	0,03	1,43	0,04
15	0,05	0,73	0,03	0,01	1,43	0,01

7.5 Incertidumbre combinada e incertidumbre expandida.

Teniendo ya todas las incertidumbres influyentes calculadas de los apartados anteriores, podemos calcular la incertidumbre típica combinada y que nos aportará la incerteza en la medida. También se calcula la incertidumbre típica expandida con un factor de dos para proporcionar una cobertura del 95% de los casos.

$$\sigma_t(dB) = \sqrt{(1 \cdot W)^2 + (1 \cdot X)^2 + (1 \cdot Y)^2 + (C \cdot Z)^2} \quad (20)$$

$$\pm 2.0 \sigma_t \quad (21)$$

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

Tabla 12: Cálculo de la incertidumbre típica combinada y típica expandida.

Punto	σ_t (dB) día	$\pm 2\sigma_t$ (dB) día	σ_t (dB) noche	$\pm 2\sigma_t$ (dB) noche
1	1,38	2,75	2,96	5,91
2	0,86	1,72	1,53	3,06
3	0,81	1,63	1,25	2,50
4	0,96	1,92	2,05	4,09
5	0,83	1,67	1,09	2,17
6	0,86	1,72	1,19	2,38
7	1,50	3,01	4,13	8,26
8	1,44	2,88	1,78	3,57
9	0,68	1,37	0,87	1,74
10	0,71	1,42	1,10	2,20
11	0,81	1,61	1,56	3,13
12	0,70	1,39	1,37	2,75
13	0,75	1,50	1,33	2,66
14	0,80	1,61	1,28	2,57
15	0,79	1,59	1,42	2,85

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

Una vez tenemos las incertidumbres, debemos combinarlas junto con nuestras medidas, quedando de la siguiente forma:

Tabla 13: Niveles de presión sonora con incertidumbres calculadas.

Punto	L_{Aeq} día (dBA)	L_{Aeq} noche (dBA)
1	61,1±2,75	52,0±5,91
2	63,8±1,72	57,0±3,06
3	65,0±1,63	56,3±2,50
4	54,7±1,92	50,9±4,09
5	64,5±1,67	60,5±2,17
6	65,6±1,72	61,2±2,38
7	59,6±3,01	49,0±8,26
8	60,0±2,88	55,3±3,57
9	67,1±1,37	56,6±1,74
10	70,0±1,42	59,8±2,20
11	64,5±1,61	55,4±3,13
12	73,3±1,39	55,7±2,75
13	65,6±1,50	55,8±2,66
14	66,6±1,61	59,6±2,57
15	65,7±1,59	56,4±2,85

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

8. Simulación.

La simulación se realiza con el Software "Predictor" de la misma empresa que el sonómetro (Büel & Kjaer). Dicho programa sirve para la realización de mapas de ruido a escala muy detallado.

Este software incluye varios métodos de simulación para la predicción de la presión sonora de ruido industrial, de tráfico o ferroviario. Estas son:

- ISO 9613.½ (Internacional - Método de propagación del ruido de exteriores).
- DAL 32 (Método nórdico de ruido industrial).
- XPS/NMPB (Método francés de ruido de tráfico)
- XPS-FER (Método francés de ruido ferroviario)
- CRTN (Método británico (UK) y Nueva Zelanda para ruido de tráfico)
- RMR/SRM2 (Método armonizado europeo para el ruido de tráfico ferroviario)

Este programa es utilizado para realizar estudios acústicos en zonas de tráfico saturado o antes de la realización de una nueva construcción.

Para el actual estudio se ha realizado con este programa un dibujo ajustado de las manzanas y edificios de la ciudad. Se le ha establecido las alturas pertinentes a cada manzana o edificio, al igual que se han posicionado el sonómetro en los puntos de medida, a una altura de 1,5, y las calles con el caudal de tráfico rodado y su velocidad media de circulación. De esta forma se ha conseguido simplificar la geometría agilizando la simulación sin afectar prácticamente a los resultados.

Para la absorción acústica se han tenido en cuenta únicamente dos tipos de suelo. Uno referido a zonas verdes como parques, jardines, monte, el cual tiene un factor de absorción de suelo de $G=1$ y el segundo, la zona urbana donde tiene un factor de absorbencia del suelo de $G=0$ que representa el suelo reflectante.



Ilustración 17: Vista 3D de Torrent realizado con el software Predictor.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes. A continuación se compararán los resultados de los niveles sonoros medidos con los obtenidos mediante simulación con "Predictor". De esta forma validamos el modelo de simulación.

Tabla 14: Comparativa entre niveles sonoros medidos y simulados.

Punto	L _{Aeq} Medido (dBA)		L _{Aeq} Simulado (dBA)		Diferencia Absoluta	
	L _d	L _n	L _d	L _n	L _d	L _n
1	61,1	52,0	58,5	48,2	2,6	3,8
2	63,8	57,0	66,2	56,1	2,4	0,9
3	65,0	56,3	67,6	57,9	2,6	1,6
4	54,7	50,9	52,4	45,6	2,3	5,3
5	64,5	60,5	66,9	62,2	2,4	1,7
6	65,6	61,2	65,1	60,3	0,5	0,9
7	59,6	49,0	57	47,4	2,6	1,6
8	60,0	55,3	58,1	52,9	1,9	2,4
9	67,1	56,6	69,1	59,5	2	2,9
10	70,0	59,8	69,5	57,6	0,5	2,2
11	64,5	55,4	68,2	57,1	3,7	1,7
12	73,3	55,7	72	58,3	1,3	2,6
13	65,6	55,8	69,2	56,9	3,6	1,1
14	66,6	59,6	67,6	57,9	1	1,7
15	65,7	56,4	68,9	56,5	3,2	0,1

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

Con la siguiente gráfica se puede apreciar de una mejor forma la diferencia entre la simulación y las medidas.

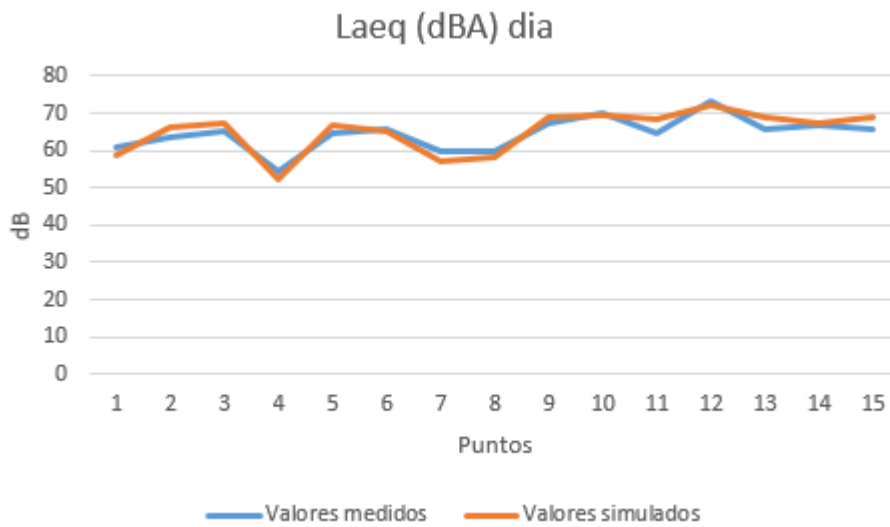


Ilustración 18: Gráfica diferencia entre niveles simulados y medidos. Periodo diurno.

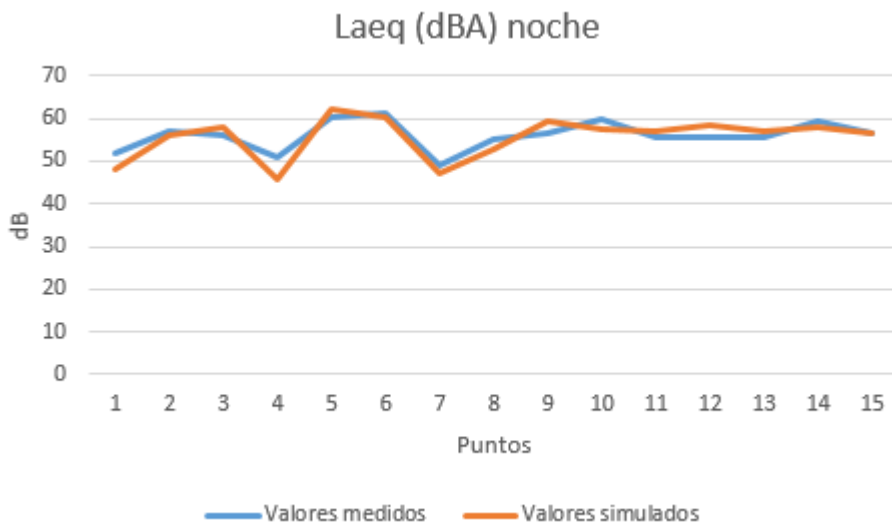


Ilustración 19: Gráfica diferencia entre niveles simulados y medidos. Periodo nocturno.

Como se puede observar, la diferencia de niveles es pequeña (menos de 3 dB en casi todos los puntos) excepto en algunos casos (entre 3 y 6,3 dB) que se explican a continuación.

El punto 1 corresponde al polideportivo municipal, donde desde el punto de medición se podía escuchar a la gente que practicaba deporte dentro del pabellón.

El punto cuatro por la noche se ve afectado por uno de los paneles luminosos de alta tensión de la zona. El cual emite una frecuencia constante hasta que este panel se apaga al hacerse de día.

El punto 11 consta de una residencia de día, está construida de tal forma que queda un gran porche con una única pared, bastante alejada del sonómetro, al igual que el sonómetro se posicionó entre coches aparcados para poder realizar la medición.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

El punto 13 consta de un gran patio interior, por lo que se tiene el mismo problema que en el 11, la pared está muy distanciada del sonómetro.

Por último el punto 15, donde a la hora de realizar la medición se encontraban muchos coches aparcados muy cerca del sonómetro y la pared se encontraba bastante alejada del sonómetro.

Teniendo en cuenta estos factores, podemos indicar que son muy parecidos, por lo que podemos determinar que el modelo es válido y los mapas acústicos que se han obtenido son representativos de los valores de la ciudad de Torrent.

A continuación se puede observar los dos mapas acústicos, tanto en periodo diurno como nocturno. Ambos disponen de una leyenda en la que cada color del mapa se asocia con un intervalo de niveles sonoros. Se puede percibir los puntos de medida, las zonas verdes, las carreteras y los edificios.

Para apreciar mejor los niveles de ruido que afectan a la zona, se han obtenido imágenes con el Predictor de Torrent, durante el periodo diurno y nocturno.

También se presentan imágenes de las zonas medidas y afectadas en 3D obtenidas mediante simulación.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

Modelo día Torrent
TFG

Trabajo Fin de Grado de Jose Rubén Amador Cuervo

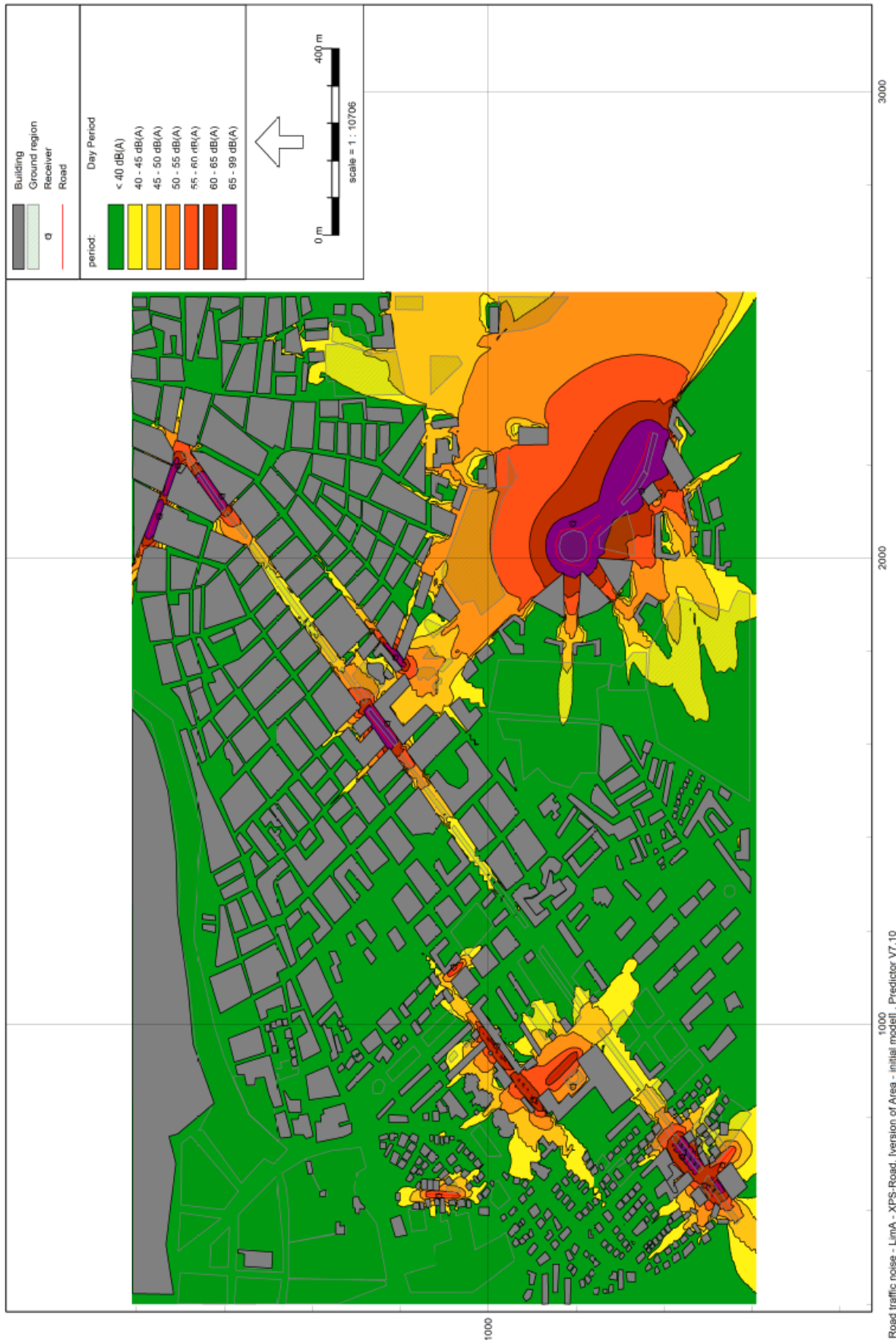


Ilustración 20: Mapa de ruido simulado con Predictor. Periodo diurno.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

Modelo noche Torrent

Trabajo Fin de Grado de Jose Rubén Amador Cuervo

TFG

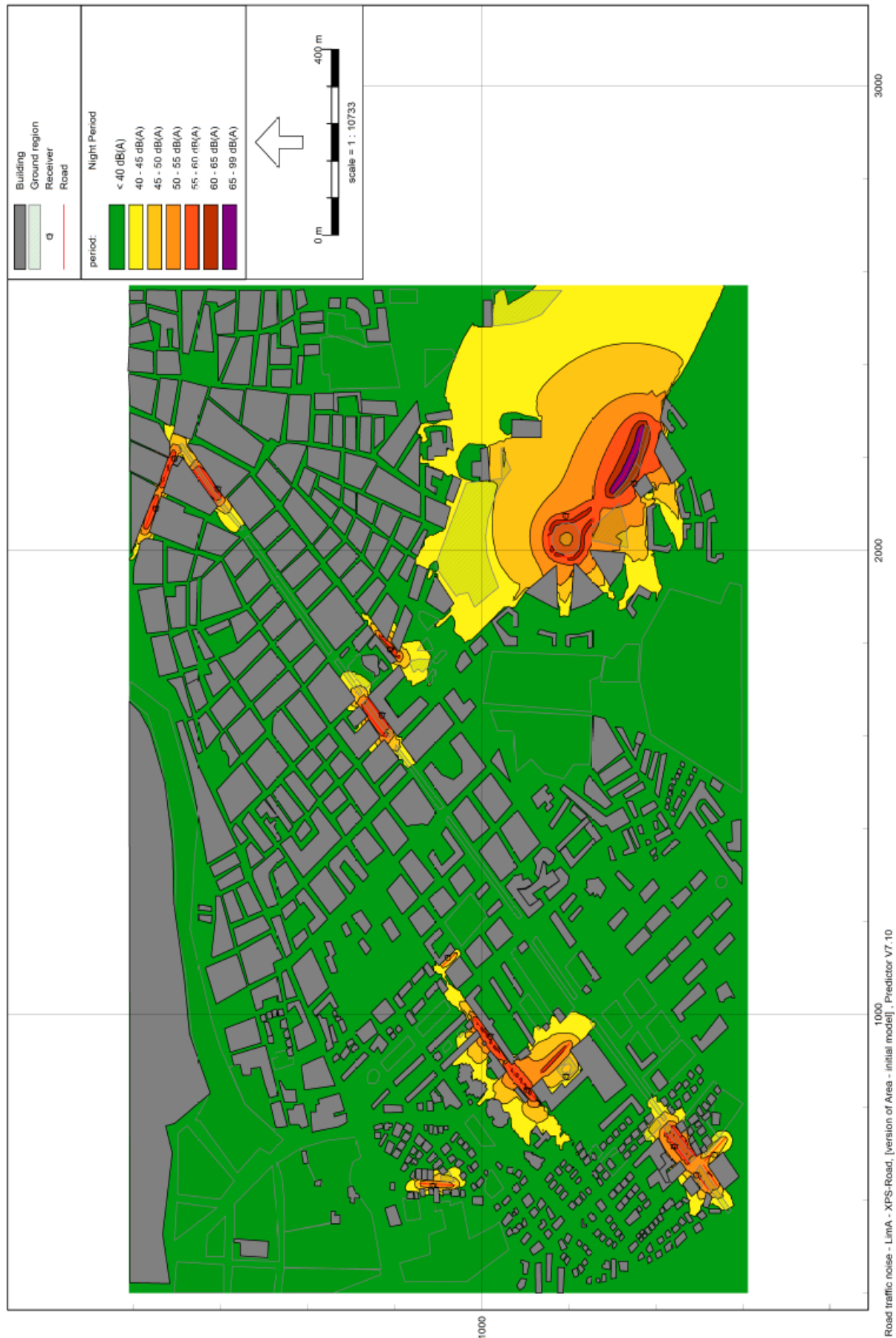


Ilustración 21: Mapa de ruido simulado con Predictor. Periodo nocturno.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

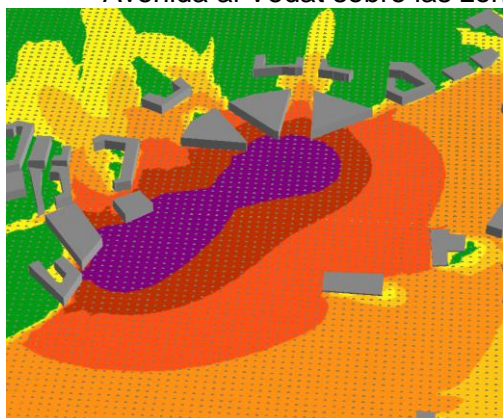


Ilustración 22: Puntos 9 y 10.
Periodo diurno.

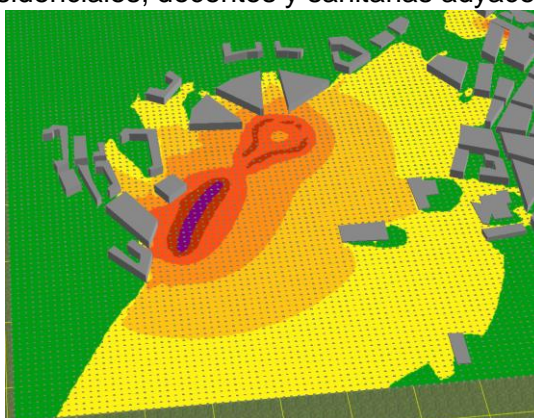


Ilustración 23: Puntos 9 y 10.
Periodo nocturno.

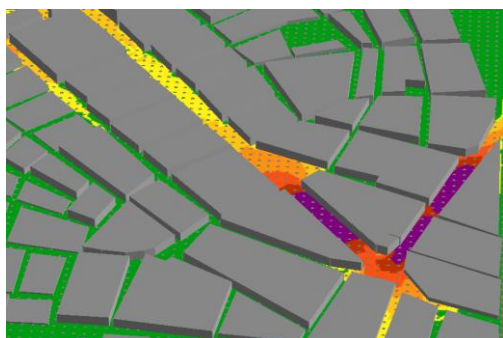


Ilustración 24: Puntos 13, 14 y 15.
Periodo diurno.

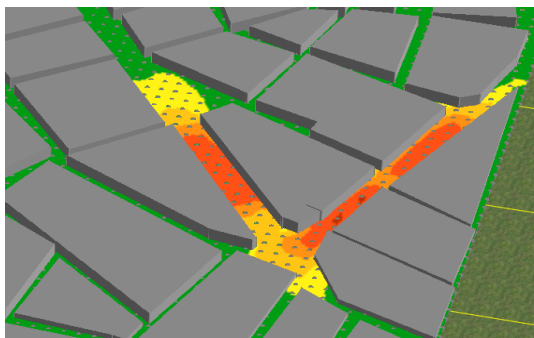


Ilustración 25: Puntos 13, 14 y 15.
Periodo nocturno.

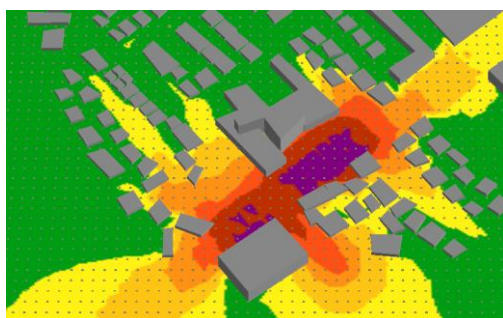


Ilustración 26: Puntos 1, 2 y 3.
Periodo diurno.

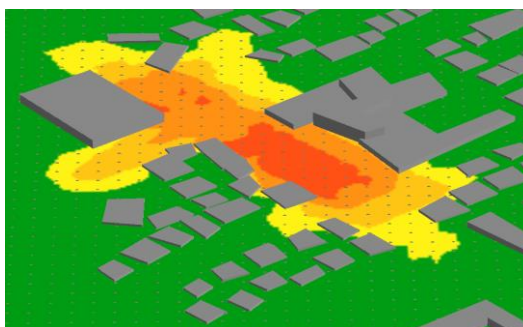


Ilustración 27: Puntos 1,2 y 3.
Periodo nocturno.

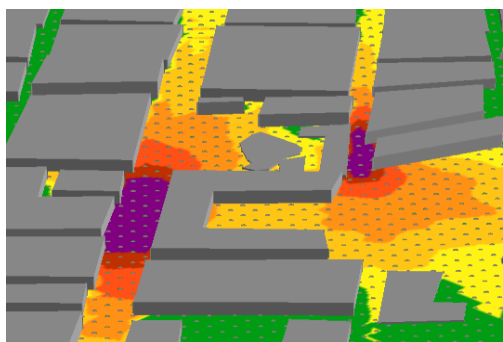


Ilustración 28: Puntos 11 y 12.
Periodo diurno.

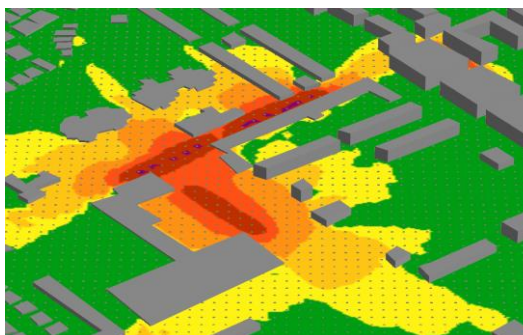


Ilustración 29: Puntos 4, 5 y 6.
Periodo diurno.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

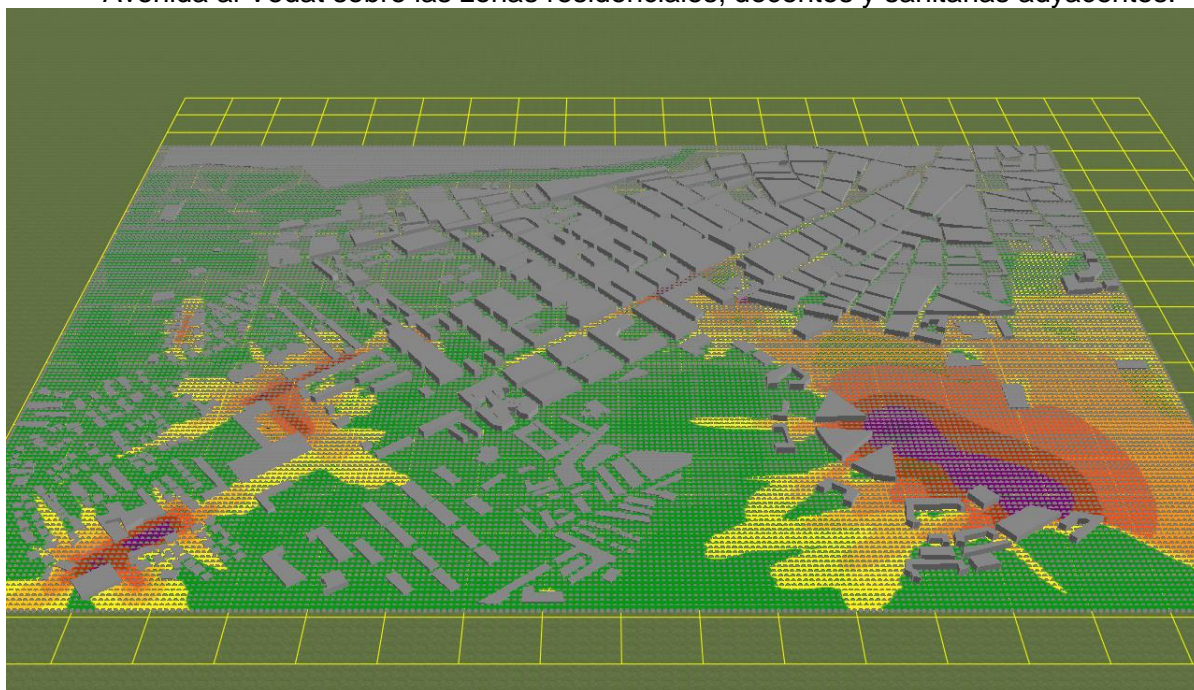


Ilustración 30: Mapa sonoro en periodo diurno en la ciudad de Torrent.

9. Análisis de resultados.

Teniendo en cuenta todos los datos aportados en los puntos anteriores y con las leyes vigentes que se explican en el capítulo 4, se procede al análisis de los resultados obtenidos con las medidas.

Primeramente se comparan todos los puntos con la Ley 7/2002 de la Comunidad Valenciana. En caso de no cumplimiento, se compararán con la Ley 37/2003 del Estado Español.

- **Punto 1**
Zona de uso residencial.

Tabla 15: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 1.

	L_{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	61,1	55	65	NO	SI
Noche	52	45	55	NO	SI

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

- **Punto 2**

Zona de uso sanitario.

Tabla 16: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 2.

	L_{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	63,8	45	60	NO	NO
Noche	57	35	50	NO	NO

- **Punto 3**

Zona de uso docente.

Tabla 17: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 3.

	L_{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	65	45	60	NO	NO
Noche	56,3	35	50	NO	NO

- **Punto 4**

Zona de uso docente.

Tabla 18: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 4.

	L_{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	54,7	45	60	NO	NO
Noche	50,9	35	50	NO	NO

- **Punto 5**

Zona de uso docente.

Tabla 19: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 5.

	L_{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	64,5	45	60	NO	NO
Noche	60,5	35	50	NO	NO

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

- **Punto 6**

Zona de uso docente.

Tabla 20: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 6.

	L _{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	65,6	45	60	NO	NO
Noche	61,2	35	50	NO	NO

- **Punto 7**

Zona de uso residencial.

Tabla 21: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 7.

	L _{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	59,6	55	65	NO	SI
Noche	49	45	55	NO	SI

- **Punto 8**

Zona de uso docente.

Tabla 22: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 8.

	L _{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	60	45	60	NO	SI
Noche	55,3	35	50	NO	NO

- **Punto 9**

Zona de uso residencial.

Tabla 23: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 9.

	L _{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	67,1	55	65	NO	NO
Noche	56,6	45	55	NO	NO

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

- **Punto 10**
Zona de uso residencial.

Tabla 24: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 10.

	L _{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	70	55	65	NO	NO
Noche	59,8	45	55	NO	NO

- **Punto 11**
Zona de uso sanitario.

Tabla 25: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 11.

	L _{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	64,5	45	60	NO	NO
Noche	55,4	35	50	NO	NO

- **Punto 12**
Zona de uso docente.

Tabla 26: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 12.

	L _{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	73,3	45	60	NO	NO
Noche	55,7	35	50	NO	NO

- **Punto 13**
Zona de uso sanitario.

Tabla 27: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 13.

	L _{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	65,6	45	60	NO	NO
Noche	55,8	35	50	NO	NO

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

- **Punto 14**

Zona de uso residencial.

Tabla 28: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 14.

	L_{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	66,6	55	65	NO	NO
Noche	59,6	45	55	NO	NO

- **Punto 15**

Zona de uso docente.

Tabla 29: Cumplimiento de la legislación de la C.C.V.V. y normativa española en el punto 15.

	L_{Aeq} medido (dBA)	7/2002 (dBA)	Ley 37/2003 (dBA)	Cumple 7/2002 (dBA)	Cumple Ley 37/2003 (dBA)
Día	65,7	45	60	NO	NO
Noche	56,4	35	50	NO	NO

Como puede observarse no se cumple la Ley autonómica en ninguno de los casos, al igual que tampoco se cumple en su gran mayoría la Ley Estatal.

10. Conclusiones.

Tras finalizar el estudio de la Contaminación Acústica de Torrent, se puede comprobar el incumplimiento de la legislación vigente nacional y autonómica. Esto implica que hay una gran contaminación acústica en zonas protegidas, que conllevan consecuencias negativas sobre la salud y bienestar de las personas.

A lo largo del documento, con la ayuda de las mediciones tomadas y de los mapas acústicos realizados, puede observarse que la mayoría del ruido es provocado por el tráfico rodado. La localización de estos puntos son críticos debido a que se pueden encontrar en ellos la mayor parte de los centros docentes, guarderías, centros de día o residencias, centros médicos aparte de viviendas residenciales a proteger en la ciudad de Torrent.

De las zonas más afectadas, se ve comprometida la Avenida en toda su longitud y sobretodo la entrada a Torrent desde Valencia por la CV-366, ya que ahí se encuentran ubicados edificios habitables de grandes alturas a los que les llega el ruido generado por la CV-366 y vías del metro.

Si bien es verdad que el estudio se ha llevado a cabo en puntos a lo largo de la Avenida al Vedat de Torrent, la contaminación acústica a lo largo de la misma, está uniformemente distribuida.

Se han validado los resultados de simulación con Predictor, mediante las medidas experimentales, lo que nos confirma que Predictor es una buena herramienta a la hora de hacer previsiones actuales o de futuro que servirán para llevar a cabo planes de acción con el fin de alcanzar los objetivos de calidad acústica.

Respecto a la legislación se ha visto en el punto 5 de este mismo documento, que muchas de las leyes han sido derogadas pero siguen en uso hasta la entrada en vigor de las leyes y decretos nuevos que puedan sustituirlos. Aun así, con estas leyes, se puede observar que las leyes autonómicas en cuanto a los niveles máximos permitidos son más restrictivas que las estatales, resultando muy difíciles de cumplir por el momento.

Finalmente se debe indicar que el Ayuntamiento de Torrent, ha llevado a revisión el PAM ello es debido a que se encuentra desactualizado. Se han llevado a cabo la mayoría de las mejoras propuestas en dicho documento, pero no se ha realizado concienciación ni difusión alguna aún después de comunicarles que se estaba realizando este estudio y avisarles de los incumplimientos que se estaban encontrando.

Por lo expuesto con anterioridad, este documento se presentará al Ayuntamiento de Torrent para tenerlo en cuenta durante el estudio y revisión del PAM si lo viesen necesario.

11. Explicaciones de puntos y propuesta de mejora.

Si bien existe ya un Plan Acústico Municipal, se proponen mejoras y objetivos a tener en cuenta para posicionarlos durante la revisión de este.

Debido a que son distintas vías, primeramente se comentarán las mejoras a realizar en algunas de las vías que tengan una solución no generalizada y seguidamente unas grupales que podrían paliar la mayoría de la Contaminación Acústica en todo Torrent.

Todos los locales y viviendas que se encuentran a lo largo de la Avenida al Vedat, sufren elevada Contaminación Acústica incluso teniendo un asfalto con mezcla fonoabsorbente y con zonas verdes a lo largo de ella. Esto se debe al mal estado del asfaltado y de las zonas verdes. Por lo que con un simple cuidado de las zonas verdes y una ampliación de estas junto con una mejora y mantenimiento del asfalto de la vía, se podría reducir la contaminación.

En el punto 4 existe una guardería, al lado se encuentra un lavadero de coches, el cual, por la mañana está en constante uso. Por la noche incluso estando la guardería fuera del horario de apertura, existe una discoteca que está ubicada al otro lateral, la cual mantiene las puertas abiertas, superando de esta forma los límites sonoros permitidos para un local. Este ruido se une al ruido del panel publicitario del supermercado, el cual tiene una frecuencia constante debido al fallo de uno de los focos.

A lo largo de los puntos 5 y 6, dependiendo de la hora encontramos más o menos ruido. Uno de los inconvenientes que se encuentra, es a la hora del recreo de ambos colegios, ya que son a horas distintas por lo que uno de los timbres molesta a un colegio y viceversa. Encontramos el mismo problema a la salida y entrada, debido a la entrada de los escolares y el tráfico que esto genera.

En comisaría situada en el punto 7, nos encontramos el problema de la gente al estar esperando y hablando en su acceso de entrada, existiendo viviendas enfrente. Por la noche, sucede lo mismo junto a un pub que abre hasta las tres de la mañana. Aun así, cumple los requisitos exigidos por la legislación nacional.

En la guardería Sambori en punto 8, el problema viene del polideportivo que se encuentra a una distancia de cuatro viviendas. Al no haber casi vegetación, se escucha a la gente practicando deporte. Según pasan las horas y con la tranquilidad de la noche, el ruido es mayor.

Los puntos más conflictivos son el 9 y 10, debido a la poca vegetación que se encuentra y a la cercanía a la CV-366. Por todo lo expuesto, se infiere que la solución más viable para la eliminación de la contaminación acústica, sería la instalación de pantallas acústicas a lo largo de la CV-366 hasta llegar a la altura de la última vivienda. Otra solución, pero más inviable, sería desviar el tráfico por otras vías.

En el punto 11 se ubica una residencia de mayores. El problema reside en la carretera y el eco que crea el porche que tienen por todo el edificio. Además concurre la problemática de la existencia de un cruce de cuatro vías generando mucho más ruido.

En los últimos puntos el problema se agrava al tratarse de calles muy concurridas por ser una de las entradas de Torrent y cuyo tráfico se incorpora directamente a la Avenida principal. Esto provoca junto con los semáforos y el mal pavimento de la calzada un exceso de ruido en el tráfico rodado.

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

Por último citemos algunas de las mejoras generales que se pueden ofrecer son:

- **Informar a la ciudadanía:** Se debe de realizar una difusión de todos los tipos de vehículos alternativos a los turismos que se pueden utilizar en el pueblo y sus respectivos precios.
- **Precios de transporte:** Estipular unos precios asequibles para todo tipo de personas y así fomentar de esta forma el uso del transporte público.
- **Concienciación:** Los ciudadanos no están informados de los problemas que conlleva el exceso de ruido y el cómo solucionarlo, algo que es fácil de realizar con difusión.
- **Bicicleta:** El ayuntamiento pone a la disposición de los ciudadanos un servicio de bicicletas. Estas son poco utilizadas debido a la complejidad del sistema y el precio. A parte de las pocas vías para ciclistas que se encuentran por la ciudad, creando así un problema de circulación para ellas.
- **Ciclomotores:** Debido al poco consumo y la facilidad de manejo, los jóvenes de la ciudad utilizan ciclomotores. El problema que encontramos es la poca regulación que existe sobre ellos, encontrando así muchos ciclomotores de escape libre.
- **Vegetación:** A lo largo de la Avenida en su zona central se encuentra una zona verde. El problema que se encuentra es la falta de árboles y arbustos por la falta de tratamiento y replantación a lo largo de los años.
- **Limitar la velocidad:** Los límites de velocidad por todo Torrent, no son respetados, creando así los problemas de ruido.
- **Asfalto:** Uno de los problemas del asfalto existente es la mezcla con fonoabsorbente. Esto junto al poco mantenimiento y la obturación de los poros, crea un aumento en el ruido. Por lo que la manera más efectiva es usar un asfalto completamente fonoabsorbente. También se deben de sustituir el adoquinado creado en las calles peatonales, debido al incremento de ruido que se genera con las rodadas de los vehículos.

Bibliografía

- [1] Foro-ciudad.com (2018). Demografía de la ciudad de Torrent. Retrieved from <https://www.foro-ciudad.com/valencia/torrent/habitantes.html>
- [2] DKV Seguros (2012). Observatorio DKV Salud y Medio Ambiente 2011-2012. Retrieved from <https://ecodes.org/salud-y-medio-ambiente-ecodes/observatorio-dkv-salud-y-medio-ambiente-2011-2012#.XDduay1xKjIU>
- [3] Fernández Muerza, Alex (2017). Ruidos y salud en Madrid. Retrieved from <https://www.gaes.es/uploads/imagen/753-observatorio-ruido-madrid.pdf>
- [4] World Health Organization Europe (2018). Datos y estadísticas de ruido. Retrieved from <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/data-and-statistics>
- [5] ARGOS GVA (2018). Demografía de Torrent. Retrieved from http://www.argos.gva.es/bdmun/pls/argos_mun/DMEDB_MUNDATOSINDICADORES.DibujaPagina?aNMunId=46244&aNIndicador=2&aVLengua=c
- [6] BOE. Código del Ruido (2018). España. <https://www.boe.es/legislacion/codigos/codigo.php?id=184&modo=1¬a=0>
- [7] BOE. Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido (2003). España. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-20976>
- [8] BOE. Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre (2005). España. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2005-20792>
- [9] BOE. Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre (2007). España. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-18397>
- [10] BOE. Ley 7/2002, de 3 de diciembre (2002). Comunidad Valenciana. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2003/BOE-A-2003-613-consolidado.pdf>
- [11] BOE. Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, Capítulo II, Sección 1.ª, Artículo 7. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-20976&tn=1&p=20110707#cii>
- [12] Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, Capítulo III, Sección 1.ª, Artículo 5. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-18397&tn=1&p=20120726#cii>
- [13] Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, Anexo I. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2005-20792&tn=1&p=20181213#ani>
- [14] Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, en el Anexo II. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-18397&tn=1&p=20120726#anii>
- [15] Agroambient de la Generalitat Valenciana. Prevención y control de la contaminación acústica en la Comunitat Valenciana. <http://www.agroambient.gva.es/documents/20550103/91058131/PrevControl Contam Acustica/c3c39ff7-cdfb-4d33-bbf0-8efec718a17>
- [16] Decreto 19/2004, de 13 de Febrero, del Consell de la Generalitat (2004). http://www.dogv.gva.es/datos/2004/02/18/pdf/2004_1555.pdf
- [17] Decreto 266/2004, de 3 de diciembre (2004). http://www.dogv.gva.es/datos/2004/12/13/pdf/2004_12624.pdf

Estudio del impacto acústico en la ciudad de Torrent generado por el tráfico existente en la Avenida al Vedat sobre las zonas residenciales, docentes y sanitarias adyacentes.

[18] Decreto 104/2006 de 14 de julio, del Consell, de Planificación y Gestión en materia de Contaminación Acústica (2006). http://www.dogv.gva.es/datos/2006/07/18/pdf/2006_8572.pdf

[19] Plan Acústico Municipal del Municipio de Torrent (2012)
<https://www.torrent.es/torrentPublic/docroot/repositorio/Serveis%20admin/Medi%20Ambient/Pla%20Acustic/Programa%20actuacio/Programa%20de%20Actuacion%20del%20PAM.pdf>

[20] Anulación por disposición del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.
<https://www.boe.es/boe/dias/2018/05/19/pdfs/BOE-A-2018-6717.pdf>

[21] BOE. 13 diciembre 2018, Disposiciones Generales.
<https://www.boe.es/boe/dias/2018/12/13/pdfs/BOE-A-2018-17008.pdf>

[22] UNE ISO 1992-2:2009, punto 4, Incertidumbre de medición.

[23] Meteoclimatic. <https://www.meteoclimatic.net/mapinfo/ESPVA?d=20181105>