



Casuística derivada de las molestias por contaminación acústica en la provincia de Barcelona

Autor: Ángel Moreno Duran

Institución: Diputación de Barcelona

Resumen

La Diputación de Barcelona ofrece fundamentalmente apoyo técnico, económico y tecnológico a los municipios de la provincia, para que éstos puedan prestar servicios de calidad de forma equitativa y homogénea a la ciudadanía. Así, dentro del ámbito de la gestión ambiental municipal, se ofrecen diversos productos relacionados con la evaluación y control de la contaminación acústica, como son la elaboración de mapas de ruido ambiental, la cesión temporal de equipos de medida del ruido, la realización de cursos de formación y la ejecución de medidas de ruido y vibraciones con el objetivo de comprobar el cumplimiento de la normativa aplicable por parte las actividades, del comportamiento vecinal o de determinadas infraestructuras.

Por lo que se refiere a la realización de medidas de ruido, en los últimos cinco años, desde la Oficina Técnica de Evaluación y Gestión Ambiental de la Diputación se han realizado más de 200 mediciones de ruido y vibraciones, ya sea a través de medios propios o bien mediante el encargo a empresas especializadas. Cabe decir que en todos los casos las mediciones se han realizado como consecuencia de solicitudes de apoyo técnico formuladas por ayuntamientos, derivadas de quejas vecinales por ruido, de manera que se dispone de una muestra que podemos considerar representativa de las molestias causadas por la contaminación acústica en la provincia.

Con esta comunicación se pretende hacer un análisis de los datos obtenidos hasta el momento, con el objetivo de caracterizar las principales causas de las molestias por contaminación acústica y sus fuentes, analizar cuáles son los niveles de ruido obtenidos en cada caso, así como valorar el grado de cumplimiento de la normativa.

Palabras claves: contaminación acústica, ruido, vibraciones.

1. INTRODUCCIÓN

En el entorno urbano en el que nos movemos a diario, el ruido que nos rodea, queramos o no, nos acompaña a lo largo del día y de la noche. No podemos dejar de percibirlo porque, a diferencia del sentido de la vista, que nos permite cerrar los ojos ante lo que no queremos ver, el sentido del oído no nos deja cerrar nuestras orejas para dejar de oír aquello que nos molesta. Esta circunstancia hace del ruido un contaminante inmaterial, presente en el ambiente cotidiano de nuestras ciudades. En realidad, ese ruido ambiental que nos envuelve, resulta de la suma de numerosos emisores acústicos, que actúan simultáneamente y tienen intensidades distintas en el espacio y el tiempo, de manera que nuestro cerebro, que recibe toda esa información casi sin poder procesarla, se ve mermado en su capacidad de concentración y de reacción. Pero los efectos de la contaminación acústica van más allá, estudios realizados hace ya algunos años llevaron a la Organización Mundial de la Salud a establecer unos valores guía para el ruido, que tienen en cuenta tanto el nivel medido como el tiempo de exposición al mismo. La superación de esos valores guía puede suponer la aparición de efectos críticos sobre la salud, que van desde la molestia o la perturbación del sueño, hasta la pérdida de capacidad auditiva. Más recientemente, además de la constatación de efectos como los cambios en la actividad cardiovascular o el incremento de la irritabilidad, se ha advertido también de la existencia de una evidencia, aunque limitada, de posibles casos de hipertensión y de infarto de miocardio relacionados con la exposición a determinados niveles de ruido durante prolongados periodos de tiempo.

La fuente que más contribuye al ruido ambiental en entornos urbanos es, con diferencia, el ruido del tráfico rodado, seguido de la actividad industrial y, en menor medida, de ferrocarriles y actividades de ocio. Claro está que, según en que barrio de que determinada ciudad, las actividades de ocio o el paso de trenes, por poner un ejemplo, pueden tener también su relevancia. En los últimos años, se ha profundizado en el conocimiento de todas estas fuentes, sobre todo gracias a la Directiva 2002/48/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, que incluye la elaboración de mapas de ruido urbano dentro los mapas estratégicos de ruido que las aglomeraciones urbanas están obligadas a realizar. Sin embargo, como veremos a lo largo de este trabajo, no es el ruido ambiental la preocupación principal de los ciudadanos, sino los niveles de ruido a los que éstos están expuestos cuando se encuentran en el interior de su domicilio.

En efecto, en la actualidad se dispone de cierta información sobre el ruido ambiental de nuestras ciudades, sobre todo en lo que se refiere a niveles de ruido y, en menor medida, a la contribución de las distintas fuentes. No obstante, el conocimiento que tenemos del ruido que los ciudadanos soportan en su propio domicilio, causado en muchas ocasiones por emisores no considerados en el ruido ambiental, es mucho menor. Este trabajo pretende, pues, hacer una modesta contribución a la mejora del conocimiento que en la actualidad tenemos sobre la incidencia de la contaminación acústica en nuestros hogares.

Dentro de otro orden de cosas, el control de la contaminación acústica es una competencia municipal establecida en la ley 37/2003, del ruido, así como en la Ley catalana 16/2002, de protección contra la contaminación acústica. Así, en este contexto, la Diputación de Barcelona, que ofrece fundamentalmente apoyo técnico, económico y jurídico a los municipios de la provincia, para que éstos puedan prestar servicios de calidad de forma equitativa y homogénea a la ciudadanía, ofrece diversos productos relacionados con la evaluación y control de la contaminación acústica, como son la elaboración de mapas de ruido ambiental, la cesión temporal de equipos de medida del

ruido, la realización de cursos de formación dirigidos a técnicos municipales y la ejecución de medidas de ruido (incluidas medidas de aislamiento al ruido entre locales), así como de vibraciones. En el caso de realización de medidas, el objetivo fundamental del informe que se deriva es el de comprobar el cumplimiento de la normativa aplicable por parte las actividades, del comportamiento vecinal¹ o de determinadas infraestructuras.

Así, por lo que se refiere a la realización de medidas de ruido y vibraciones, en los últimos años, desde la Oficina Técnica de Evaluación y Gestión Ambiental de la Diputación de Barcelona se han realizado más de 200 mediciones de ruido y vibraciones, ya sea a través de personal propio o bien mediante el encargo a empresas especializadas. Cabe decir que en todos los casos la mediciones se han realizado como consecuencia de solicitudes de apoyo técnico formuladas por ayuntamientos, derivadas de quejas vecinales por ruido, de manera que se dispone de una muestra que podemos considerar representativa de las molestias causadas por la contaminación acústica en la provincia.

2. OBJETIVOS

En esta comunicación se hace un análisis de las mediciones de ruido y vibraciones, realizadas los últimos cinco años y medio en los municipios de la provincia de Barcelona con el apoyo técnico de la Diputación, con el objetivo de caracterizar las principales causas de las molestias por contaminación acústica y sus fuentes, analizar cuáles son los niveles de ruido obtenidos en cada caso, así como valorar el grado de cumplimiento de la normativa.

3. METODOLOGÍA

3.1. Metodología general

La base para la realización de este estudio son un total de 231 informes de evaluación, correspondientes a otras tantas mediciones realizadas en municipios de la provincia de Barcelona desde enero de 2007 hasta junio de 2012. Recogen, por tanto, quejas de ciudadanos debidas al ruido o las vibraciones en un periodo total de cinco años y medio.

De cada uno de los informes, se ha extraído la información relacionada con las variables seleccionadas, que son las que se describen en el apartado siguiente. Se ha considerado que el estudio de estas variables era necesario para llegar a los objetivos del trabajo. La recogida de la información presente en cada uno de los informes se ha sistematizado mediante la introducción de los datos en una hoja de Excel, para posteriormente efectuar los cálculos necesarios y confeccionar los gráficos correspondientes.

¹ Es necesario aclarar que, mientras que la Ley estatal (37/2003, del ruido) excluye la relación entre vecinos del ámbito de aplicación de la misma, la Ley catalana (16/2002, de protección contra la contaminación acústica) incluye el ruido derivado de las relaciones vecinales en su ámbito de aplicación, de ahí que, como se verá en el apartado de resultados, un número no despreciable de evaluaciones corresponde al ruido generado por unos vecinos sobre otros.

3.2. Variables consideradas

A continuación se hace una descripción de cuales han sido las variables consideradas, así como las categorías en las que se ha clasificado cada una de ellas:

Código de identificación: se trata de un código numérico que identifica el informe en cuestión.

Año: hace referencia al año de redacción del informe, en alguna ocasión, y para mediciones efectuadas en los meses finales del año, es posible que la fecha de realización de las mediciones sea del año anterior.

Municipio: nombre del municipio donde se encuentra el domicilio de las personas afectadas por el ruido. Mayoritariamente coincide con el municipio donde se origina el ruido, no obstante, en contadas ocasiones, el término municipal donde se origina el ruido es distinto de donde éste causa la molestia.

Población: es el número de habitantes del municipio en el mes de diciembre de 2011, según datos del *Institut Català d'Estadística*.

Ambiente: describe la forma de transmisión del ruido entre la fuente contaminante y el receptor. Siguiendo la nomenclatura que figura en la normativa aplicable, que se cita en el apartado siguiente, el ambiente incluye dos categorías: ambiente exterior y ambiente interior. La circunstancias de ambiente exterior se dan cuando el ruido se transmite a través del aire, y penetra en el domicilio a través de los cerramientos del mismo. Por el contrario, cuando el ruido se genera el mismo edificio o en un edificio contiguo, y éste se transmite a través de los elementos estructurales de la edificación, nos encontramos en condiciones de ambiente interior. Los valores límite son muy distintos para uno y otro ambiente.

Periodo: el periodo son los intervalos temporales en que se dividen las 24 horas del día (día, tarde o noche), a los cuales corresponden diferentes valores límite. La hora de inicio y finalización de cada periodo depende de la norma que se aplique (ver tabla 1).

Tipología de informe: esta variable incluye cuatro categorías que reflejan la naturaleza de la medición: ruido, vibraciones, aislamiento al ruido aéreo y aislamiento al ruido de impactos.

Emisor acústico: hace referencia a la actividad donde se origina el ruido causante de las molestias vecinales. Para evitar un exceso de categorías, todas aquellas con menos de tres repeticiones se han incluido en un único apartado (otros). Esta variable incluye un total de 12 categorías que son las siguientes:

- Actividades en suelo industrial: incluye industrias cárnicas, cerámicas, de transformación de la madera, mataderos, chatarrerías, mineras, elaboración de pienso para alimentación animal o metalúrgicas, todas con la característica común de estar situadas en polígonos industriales en emplazamientos cercanos a viviendas.
- Talleres e industrias en suelo urbano: se han incluido aquí talleres mecánicos, textiles, de carpintería, panificadoras, todos normalmente ocupando los bajos de edificios de viviendas o bien en edificios separados pero con contacto estructural con viviendas.
- Actividades deportivas: incluye básicamente la práctica de deportes que se realizan en pista al aire libre en entornos urbanos, como el padel o el frontón.
- Bares y restaurantes: son bares y restaurantes que mayoritariamente se encuentran en los bajos de los edificios, dentro de la trama urbana.

- **Conciertos al aire libre:** se trata de conciertos organizados por entidades privadas o municipales y carpas al aire libre.
- **Discotecas y bares musicales:** locales de ocio nocturno, mayoritariamente también dentro de la trama urbana.
- **Equipamientos y servicios municipales:** en realidad incluye diversos emisores acústicos distintos, como el tráfico en vías urbanas, ascensor público, máquinas barredoras del servicio de limpieza, elemento reductor de velocidad o instalación de bombeo de agua de la red municipal de agua potable. A pesar de la disparidad de orígenes del ruido en esta categoría, todos los casos tienen claramente una característica en común: la competencia en la adopción de medidas correctoras recae en el propio ayuntamiento, por eso se han agrupado todas estas actividades tan distintas dentro de la misma categoría.
- **Establecimientos de venta de productos de alimentación:** se trata de establecimientos bastante diversos como la supermercados, hornos de pan, carnicerías, panaderías, pastelerías y establecimientos de venta de jamones. Todos ellos tienen la necesidad de conservar productos frescos a baja temperatura mediante la utilización de cámaras frigoríficas.
- **Instalaciones de antenas de radiocomunicación:** normalmente son pequeñas instalaciones situadas en las azoteas de los edificios, provistas de aire acondicionado para evitar el sobrecalentamiento de los dispositivos electrónicos que se encuentran en su interior.
- **Infraestructuras:** incluye tres tipos de infraestructuras distintas, como son las viarias, las ferroviarias y las aeroportuarias.
- **Relación entre vecinos:** se trata de ruidos provocados por instalaciones situadas en domicilios particulares, o bien por la conducta de determinados vecinos, excluida la molestia por animales domésticos, que por su baja incidencia se ha incluido en otras actividades.
- **Otras actividades:** se han englobado aquí todos aquellos emisores que se repiten menos de tres veces, y que básicamente son un parque eólico, una central mini hidráulica, dos escuelas de baile, un queja por ruido ambiental, dos quejas por ruido del toque de campanas, una clínica dental, el ruido de una estación de trenes y un remolque de venta de productos de alimentación situado en la vía pública.

Fuente emisora: hace referencia al origen físico del ruido (emisor de la perturbación). Igual que en el caso anterior, todas aquellas fuentes que no se repiten al menos tres veces se han incluido dentro de la categoría de otras fuentes. Hay que tener en cuenta la diferencia entre lo que aquí se denomina emisor acústico y la fuente emisora: una misma actividad o emisor acústico puede generar molestias a través de diferentes fuentes emisoras. Por ejemplo, un bar puede perturbar el descanso de los vecinos por el ruido del extractor de la cocina, la televisión, música ambiente o los chillidos y carcajadas de sus clientes, mientras que un aire acondicionado puede provocar una inmisión acústica excesiva ya sea colocado en un equipamiento municipal, en un bar, en una instalación de radiocomunicación o en casa del vecino, de forma que la manera de atajar el problema será bien distinta en cada caso. Se han identificado un total de once categorías para la variable fuente emisora, a saber: aire acondicionado, bomba de impulsión, cámara frigorífica, golpes de pelota, extractor de humos o ventilación, maquinaria industrial, música, circulación de trenes, circulación de vehículos, voces y actividad humana (incluye la generación de ruidos por arrastre de sillas y mesas en el interior de bares y restaurantes, golpes, etc.) y otras fuentes, donde se incluyen todas aquellas que se

repiten menos de tres veces, como ladridos, billar, toques de campana, carritos de transporte de materiales, barredoras, motor de ascensor público, paso de aviones, sistema de iluminación de un restaurante o conjunto de emisores acústicos.

Normativa: es la norma aplicada en el cálculo del nivel de evaluación, se han utilizado tres fuentes normativas distintas (ver tabla 1).

Nivel equivalente: índice o valor medio que pondera e integra la intensidad del ruido i el tiempo de exposición. Para un determinado período temporal, se define como el nivel constante de un ruido que tiene la misma energía que el ruido fluctuante. El valor incluye el ruido generado por el emisor acústico que se está estudiando, más el ruido residual.

Nivel de ruido residual o de fondo: es el nivel equivalente medido cuando cesa la actividad del emisor acústico que se pretende evaluar.

Nivel equivalente corregido: es el nivel equivalente una vez que se ha substraído el valor del ruido residual. Es el ruido atribuible a la actividad que lo genera.

Nivel de evaluación: es el valor que resulta de sumar al nivel equivalente determinados coeficientes de penalización, si es el caso. Su fórmula de cálculo depende de la normativa que se aplique, pero siempre es éste el valor que debe compararse con las tablas de valores límite para determinar la superación o no de los mismos (consultar también la tabla 1).

K_1 : coeficiente de penalización por razón del tipo de emisor acústico, toma los valores que se indican en los anexos 3 y 4 de la Ley 16/2002 (BOE nº 177 de fecha 25/07/2002), antes de ser modificada por el Decreto 176/2009 (DOGC nº 5506 de fecha 16/11/2009).

K_f : coeficiente de penalización por razón de bajas frecuencias. Se calcula según se indica en los anexos 3 y 4 de la Ley 16/2002, modificados mediante el Decreto 16/2009, o bien siguiendo la metodología indicada en el anexo IV del Real Decreto 1367/2007, según el caso.

K_t ; K_2 : coeficientes de penalización por razón de componentes tonales emergentes. K_t se calcula según se indica en los anexos 3 y 4 de la Ley 16/2002, modificados mediante el Decreto 176/2009, o bien siguiendo la metodología indicada en el anexo IV del Real Decreto 1367/2007. K_2 se describe en la Ley 16/2002.

K_i ; K_3 : coeficientes de penalización por razón de componentes impulsivas. Se calculan según se indica en los mismos anexos indicados para el caso de las penalizaciones por razón de componentes tonales.

Superación de valores límite: indica si el nivel de evaluación calculado supera o no el valor límite establecido en la norma que se aplica.

3.3. Normativa

Una de las principales variables consideradas en este trabajo es el nivel de evaluación del ruido causado por los emisores acústicos. Puesto que el nivel de evaluación (L_{Ar}) es un valor legal, definido en la norma correspondiente, que resulta de tener en cuenta el nivel de ruido equivalente (L_{Aeq}) más la adición, en caso necesario, de determinadas penalizaciones, y teniendo además en cuenta que el cálculo de este valor puede diferir sustancialmente según la norma que se aplique, se ha considerado necesario hacer, aunque sea someramente, una breve explicación de la normativa que se ha tenido en cuenta en cada caso.

En materia de contaminación acústica, dentro del ámbito estatal, es de aplicación la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, así como su posterior desarrollo reglamentario

(Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre y Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre). La citada Ley tiene carácter de legislación básica (art. 149.1.16ª y 23ª de la Constitución). No obstante, Catalunya, junto con otras comunidades autónomas como Murcia, Valencia, Andalucía, Baleares, el País Vasco o Aragón, por citar algún ejemplo, tienen sus propias leyes de ruido, que aplican en su ámbito territorial, dejando únicamente la aplicación de la Ley 37/2003 para los casos en que no hay regulación en la normativa autonómica, o bien existe una laguna legal en la misma.

Así, teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, en la gran mayoría de los informes que sirven de base para la elaboración de este trabajo, el nivel de evaluación se ha calculado siguiendo la metodología establecida en normativa autonómica, concretamente la Ley 16/2002, de 28 de junio, de protección contra la contaminación acústica, así como el Decreto 176/2009, mediante el cual se aprueba el reglamento que desarrolla la Ley 16/2002. La aplicación de la normativa estatal, en concreto el Real Decreto 1367/2007, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, ha sido de aplicación únicamente en la evaluación del ruido provocado por las infraestructuras de titularidad estatal.

En lo que respecta a la citada normativa catalana, cabe señalar que el Decreto 176/2009 introdujo cambios sustanciales en la fórmula de cálculo de los niveles de evaluación, mediante la variación de los periodos de evaluación, la eliminación del coeficiente de penalización según el emisor acústico (K_1) y la introducción de un coeficiente de penalización por presencia de bajas frecuencias (K_f), principalmente. El Decreto también introdujo cambios en la forma de determinar la zonificación acústica del territorio, como se verá más adelante. Además, el Decreto 176/2009 era de aplicación directa a todos los emisores acústicos posteriores a la entrada en vigor del mismo (el 17 de noviembre de 2009), pero daba un plazo de dos años a los emisores existentes en aquel momento para la adaptación al mismo.

Hasta aquí se ha hecho una breve explicación de la normativa considerada en la determinación del nivel de evaluación causado por los distintos emisores acústicos. No obstante, para determinar si el nivel de evaluación supera los valores límite establecidos, que es otra importante variable que se tiene en cuenta en este estudio, se debe considerar, además, la zonificación acústica del territorio. En este sentido, la Ley catalana 16/2002, establecía una zonificación acústica basada en los niveles de ruido presentes en el territorio, que dividía en tres categorías que, de menor a mayor permisividad, son: zonas de sensibilidad acústica alta (A), moderada (B) y baja (C); mientras que con la entrada en vigor del reglamento de la Ley (Decreto 176/2009), se parte de la base del uso predominante del territorio para determinar las zonas acústicas que, en este caso, también menor a mayor permisividad, son nueve: zonas de sensibilidad acústica alta (A1, A2, A3, A4), moderada (B1, B2, B3) y baja (C1, C2).

Teniendo en cuenta lo que se acaba de explicar, nos encontramos con que la variable superación de valores límite depende del tipo de emisor acústico y de la normativa aplicable y ésta, a su vez, condiciona el cálculo del nivel de evaluación, la clasificación de territorio en áreas acústicas, así como el horario de cada uno de los periodos en que se dividen las 24 horas del día. Para facilitar la comprensión de todos estos datos, se hace un resumen en la tabla 1.

	Infraestructuras de titularidad estatal	Resto de emisores acústicos	
Normativa aplicable	RD 1367/2007	Ley 16/2002 (BOE nº 177, de 25/07/2002)	Ley 16/2002, modificada por el Decreto 176/2009
Intervalo de aplicación	24/10/2007 hasta la actualidad	11/10/2002 hasta 17/11/2011	18/11/2011 hasta la actualidad
Zonas acústicas	a), b), c), d), e), f) y g)	A, B y C	A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, C1, y C2
Periodos	día: de 7 h a 19 h tarde: de 19 h a 23 h noche: de 23 h a 7h	día: de 8 h a 21 h noche: de 21 h a 8 h	día: de 7 h a 21 h tarde: de 21 h a 23 h noche: de 23 h a 7h
Cálculo del nivel de evaluación	$L_{Keq} = L_{Aeq} + K_f + K_t + K_i$	$L_{Ar} = L_{Aeq} + K_1 + K_2 + K_3$	$L_{Ar} = L_{Aeq} + K_f + K_t + K_i$
Descripción de las penalizaciones	Consultar anexo IV del Real Decreto	Consultar anexos 3 y 4 de la Ley	Consultar anexos 3 y 4 de la Ley
Valores límite	Consultar anexo anexo IV del Real Decreto	Consultar anexos 3 y 4 de la Ley	Consultar anexos 3 y 4 de la Ley

Tabla 1. Variables que intervienen en la determinación de la superación de los valores límite. **NOTA:** K_t y K_2 son coeficientes de penalización por presencia de componentes tonales; K_3 y K_i son coeficientes de penalización debida a la presencia de componentes impulsivas; K_f penaliza la presencia de componentes de baja frecuencia y K_1 es un coeficiente de penalización que depende del emisor acústico considerado. Se debe tener en cuenta, además, que la fórmula de cálculo de cada uno de los coeficientes de penalización difiere de una norma a otra, por lo que se hace necesario la consulta de los anexos correspondientes para una total comprensión.

Finalmente, mencionar que en las medidas de vibraciones, la normativa aplicable es la misma que para las mediciones de ruido, y para el caso de las mediciones de aislamiento al ruido aéreo, si no existe ordenanza municipal que indique lo contrario, se ha tenido en cuenta las normas UNE-EN-ISO 140-4 y UNE-EN-ISO-717-1. En el caso de la determinación del nivel de ruido de impactos las normas utilizadas ha sido UNE-EN-ISO 140-7 y UNE-EN-ISO-717-2.

4. RESULTADOS

En este apartado se exponen los resultados obtenidos. Se ha estudiado el contenido de los informes utilizados como fuente básica de información en función de la tipología del informe, el ambiente, el periodo, la población del municipio, la fuente emisora y el emisor acústico, así como los valores de nivel de ruido obtenidos en cada caso y la superación o no de los valores límite.

4.1. Resultados globales

Se analizan aquí los resultados obtenidos, de forma global, considerando las cuatro tipologías de informes distintas.

4.1.1. Resultados en función de la tipología del informe, el ambiente y el periodo de evaluación

Del total de 231 informes estudiados, la gran mayoría (87%), corresponde a la realización de medias del ruido generado por diferentes emisores acústicos. La realización de medidas de aislamiento al ruido, ya sea aéreo o de impactos, supone alrededor de un 8% y el tipo de medición menos frecuente es el de vibraciones, que representa un 5% del total (ver tabla 2 y figura 1).

Si tenemos en cuenta el ambiente (forma de transmisión de la perturbación acústica) se observa que, en el caso de mediciones de ruido, el número de informes realizados en ambiente exterior es superior a los informes realizados en ambiente interior (59% en el primer caso frente a 41% en el segundo). En cambio, en la medición de vibraciones, en la mayoría de los casos (83%) la fuente que genera la molestia se encuentra en el mismo edificio donde ésta se percibe (ambiente interior), y tan sólo 17% se origina en el exterior (trenes fundamentalmente). Las mediciones de aislamiento al ruido son un caso aparte, pues al tratarse de aislamiento entre locales, el emisor acústico considerado transmite siempre el ruido en condiciones de ambiente interior.

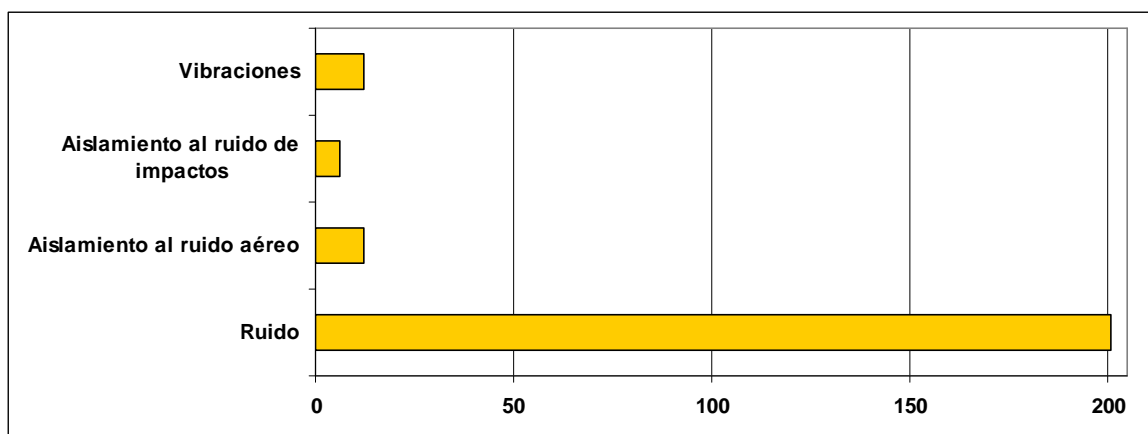


Figura 1. Número de informes en función de la tipología del mismo

Tipología del informe	Ambiente interior	Ambiente exterior	Total (n)	Total (%)
Ruido	82	119	201	87,0%
Aislamiento al ruido aéreo	12	0	12	5,2%
Aislamiento al ruido de impactos	6	0	6	2,6%
Vibraciones	10	2	12	5,2%
Total (n)	110	121	231	100,0%
Total (%)	47,6%	52,4%	100,0%	

Tabla 2. Número de informes según la tipología del mismo y del ambiente

Si observamos el periodo en el cual se producen las molestias (ver figura 3), se aprecia que en la mayoría de informes de ruido, las quejas se producen principalmente en horario nocturno (en un 76%), mientras que en la medición de vibraciones la proporción entre medidas realizadas en horario diurno y nocturno se invierte, de manera que el 75% de éstas se realiza en este caso durante el día. Para las medidas de aislamiento al ruido, no tiene sentido hablar del período en que éstas se realizan, puesto que en ellas no se evalúa en ruido producido en un determinado momento por los emisores acústicos.

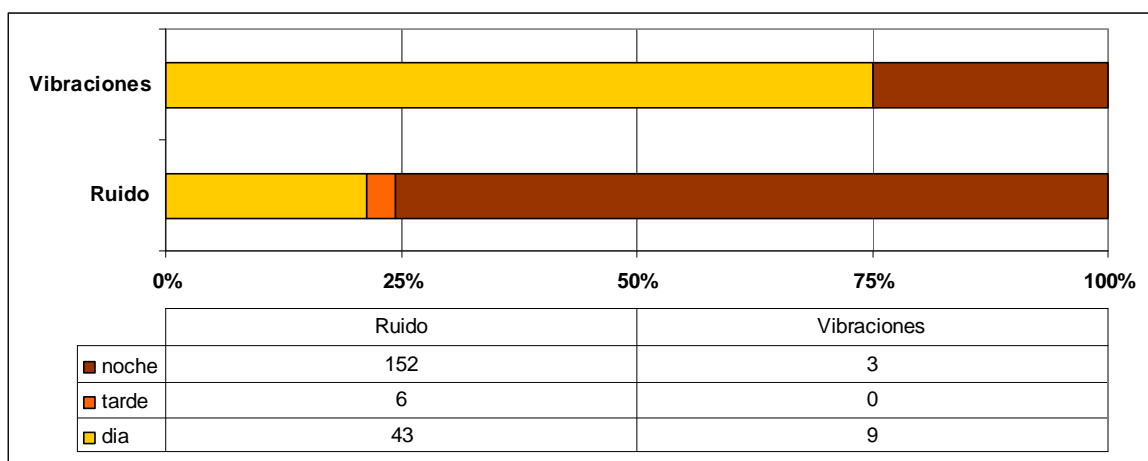


Figura 2. Número de informes en función de su tipología y del periodo

4.1.2. Resultados en función de la población del municipio

La provincia de Barcelona comprende 311 municipios, que suman un total de más de 5,5 millones de habitantes. No obstante, el 65% de la población reside en tan sólo 19 municipios, todos ellos con más de 50.000 habitantes, situados casi en su totalidad dentro de lo que geográficamente conocemos como Región Metropolitana de Barcelona. El mayor de estos municipios es la propia ciudad de Barcelona, donde habitan algo más 1,6 millones de personas.

En relación con los informes estudiados, se observa que los municipios donde más informes se han solicitado son los que podríamos considerar medianos (entre 5.000 y 20.000 hab.), que concentran el 46% del total de solicitudes, seguidos de los que son algo mayores (entre 20.000 y 50.000 hab.), con un 26% de peticiones. Los municipios más pequeños, de menos de 5.000 habitantes, representan el 21% de los informes y en los más grandes, de más de 50.000 hab. es donde menos informes se han realizado, tan

sólo el 6,5% (ver tabla 3 y figura 3). Esto nos puede hacer pensar que es, precisamente en los municipios medianos, donde principalmente se concentran los problemas de ruido, mientras que en los más grandes, la problemática es menor. No obstante, si analizamos el número de municipios que solicitan informe respecto al número total de municipios que hay en la provincia para cada tramo de población (ver figura 4), se observa que la proporción entre los municipios que han solicitado informes a Diputación de Barcelona en los últimos años y los que no lo han hecho, se mantiene relativamente constante, en torno al 41%, para todos los tramos de población, excepto para lo más pequeños, donde esta proporción baja claramente hasta el 13%. Así, vemos que, en el caso de los municipios más grandes, a pesar de que solicitan pocos informes en términos absolutos, la proporción entre el número de municipios que solicitan informe y los que no lo hacen, dentro de su tramo de población, es la misma que en los municipios medianos, mientras que en los pueblos más pequeños (menos de 5.000 hab.), la menor incidencia de los problemas de ruido parecería ser menor.

Sin embargo, si hacemos uso de un índice que relacione la cantidad de informes con la población, como puede ser el número de informes por cada 10.000 hab. (ver también la figura 4), se aprecia una relación claramente decreciente entre el nº de informes/10.000 hab. i el tamaño del municipio, de manera que es en los municipios más pequeños donde, proporcionalmente a la población, mayor número de informes se solicitan, mientras que la incidencia de los municipios muy grandes es la más pequeña.

No obstante, pensamos que no debe interpretarse necesariamente que el número mayor de solicitudes por cada 10.000 habitantes en municipios más pequeños corresponde a mayor incidencia en la problemática de ruido en estos municipios, hay que tener también en cuenta la menor disponibilidad de medios técnicos en estos municipios, que hace que recurran con mayor frecuencia al soporte técnico de Diputación. En cambio, los municipios grandes, que tienen mayor capacidad técnica, resuelven por si mismos muchas de denuncias de ruido que les llegan, y recurren al apoyo técnico que Diputación de Barcelona casi exclusivamente cuando precisan de equipos de los que ellos no disponen, como por ejemplo equipos de intemperie que permiten realizar mediciones de ruido de larga duración en ambiente exterior o vibrómetros.

Intervalo de población	Número de municipios	Número de informes	Número de municipios que solicitan informe (n)	Número de municipios que solicitan informe (%)	Informes/municipio	informes/10.000 habitantes
< 5.000 habitantes	180	49 (21,2%)	23	12,8%	2,1	9,7
5.000-20.000 habitantes	87	106 (45,9%)	35	40,2%	3,0	2,9
20.000-50.000 habitantes	27	61 (26,4%)	11	40,7%	5,5	1,8
>50.000 habitantes	17	15 (6,5%)	7	41,2%	2,1	0,2
TOTAL	311	231 (100%)	76			

Tabla 3. Informes en función del tamaño del municipio. **NOTA:** el número de municipios es la cantidad de municipios que pertenecen a la provincia, dentro de aquel intervalo de población. Cuando el

número de municipios que solicitan informe se expresa en %, éste se refiere a los que solicitan informe respecto al total de municipios que hay en la provincia dentro del intervalo de población en cuestión.

En lo que se refiere a la relación existente entre la tipología de los informes y los tramos de población estudiados, en la figura 5 se puede observar como los informes de ruido, que como hemos señalado anteriormente son los más solicitados, presentan una proporción sensiblemente mayor en los municipios más pequeños, mientras que, en los municipios más grandes, los informes de vibraciones tienen proporcionalmente una presencia claramente mayor. Se observa también que los informes de aislamiento al ruido son proporcionalmente más demandados en los municipios medianos, mientras que en los pequeños y en los más grandes (más de 50.000 hab.) se solicitan menos. Esta menor solicitud de informes de aislamiento en los municipios más grandes se explicaría por el hecho de que muchos de ellos disponen de equipos de medición adecuados y realizan ellos mismos éste tipo de mediciones. Sin embargo, en el caso de los municipios más pequeños, que como hemos comentado, disponen de menos recursos, parecería lógico pensar que se dan menos casos de molestias en ambiente interior que hagan necesario comprobar el grado de aislamiento existente entre locales.

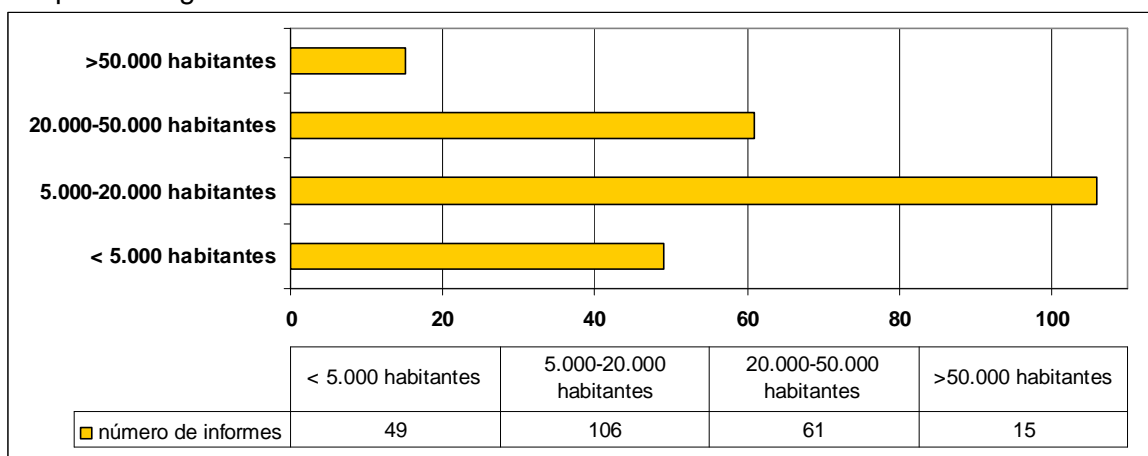


Figura 3. Número de informes en función de la población del municipio

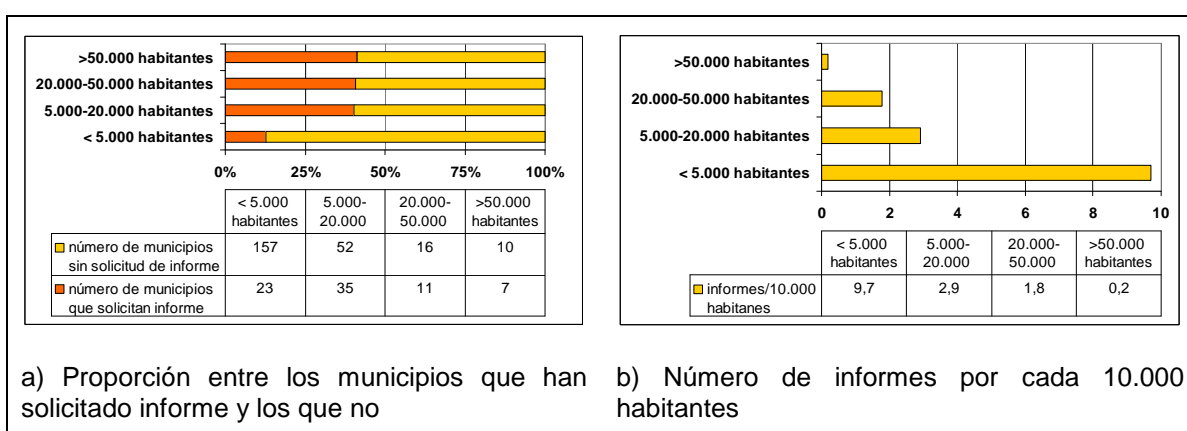


Figura 4. Indicadores relacionados con el número de informes y los tramos de población

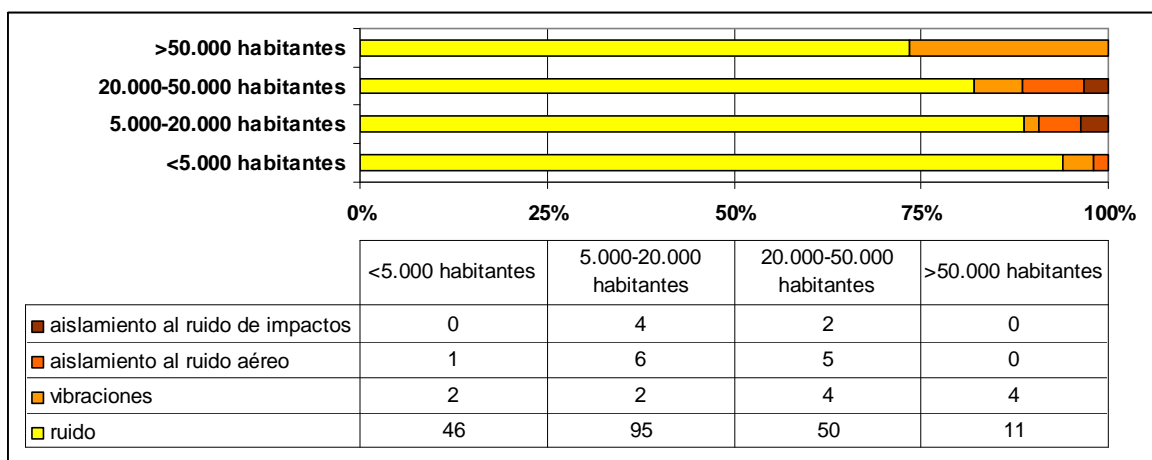


Figura 5. Tipología de los informes en relación a la población

4.1.3. Estudio de las superaciones de los valores límite

Si analizamos de forma global todas las tipologías de informe (ver figura 6), observamos que ninguna de las mediciones de vibraciones supera los valores límite, mientras que en el caso de los informes de ruido la superación de valores límite se da en el 62% de los casos. Para los informes de aislamiento al ruido aéreo o de impactos, no se estudia el incumplimiento de los valores límite, puesto que éstos no están establecidos en la normativa considerada en este trabajo (ver tabla 1), sino que dependen de lo dispuesto en las correspondientes ordenanzas municipales, y no todos los municipios disponen de ellas, haciendo que los resultados no sean del todo comparables.

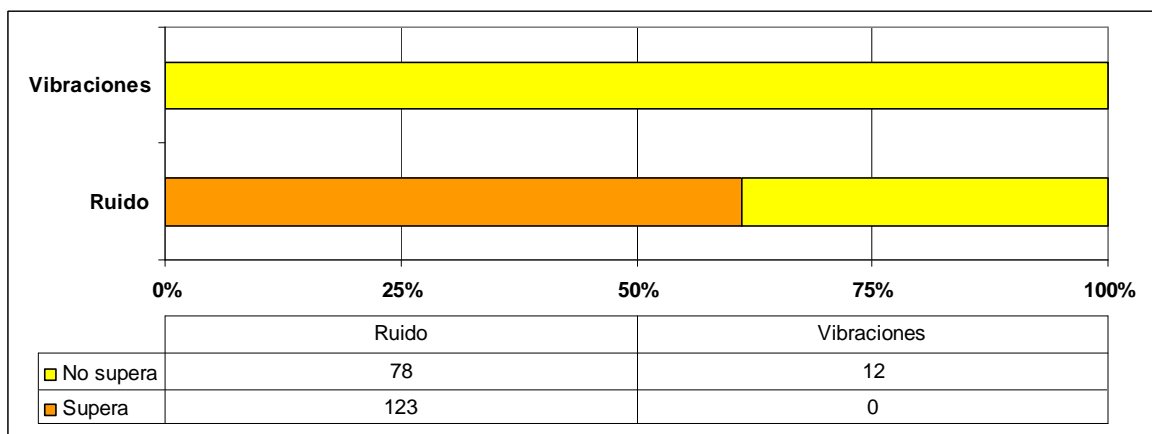


Figura 6. Superación de valores límite en función de la tipología del informe

4.2. Resultados detallados para la tipología informes de ruido

Dado que los informes de ruido son los que tienen una mayor relevancia, en este apartado se hace un estudio más detallado de los mismos.

4.2.1. Resultados en función de la población, el periodo y el ambiente

Si tenemos en cuenta el ambiente (forma de transmisión del ruido) se observa (ver figura 7) que en los municipios medianos la proporción de estudios realizados en ambiente interior y exterior es bastante similar, aproximadamente el 50% en cada caso, y que en los municipios más pequeños y en los más grandes, los estudios en ambiente exterior predominan sobre los que se realizan en condiciones de ambiente interior, y suponen algo más del 80% de los informes.

Si analizamos el periodo en el que se realizan las mediciones (ver figura 8), se observa que las molestias se producen fundamentalmente en periodo nocturno, existiendo ligeras diferencias en función de la población del municipio. Así, mientras en los municipios más grandes (más de 20.000 habitantes) la medidas en horario nocturno suponen alrededor del 72%, en los más pequeños la proporción es ligeramente inferior (65%) y finalmente, en los municipios medianos entre 5.000 y 20.000 habitantes la proporción es algo superior (82 %).

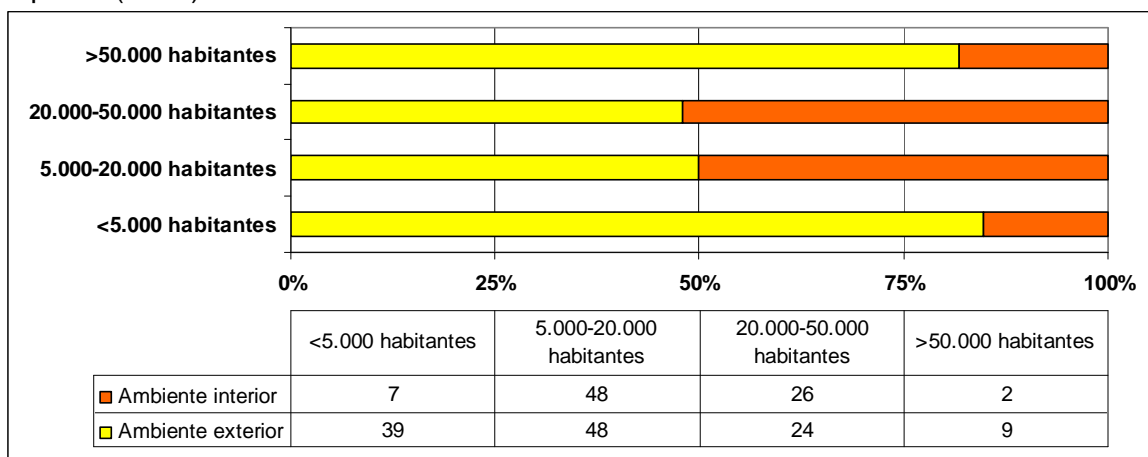


Figura 7. Tipología de los informes en relación a la población

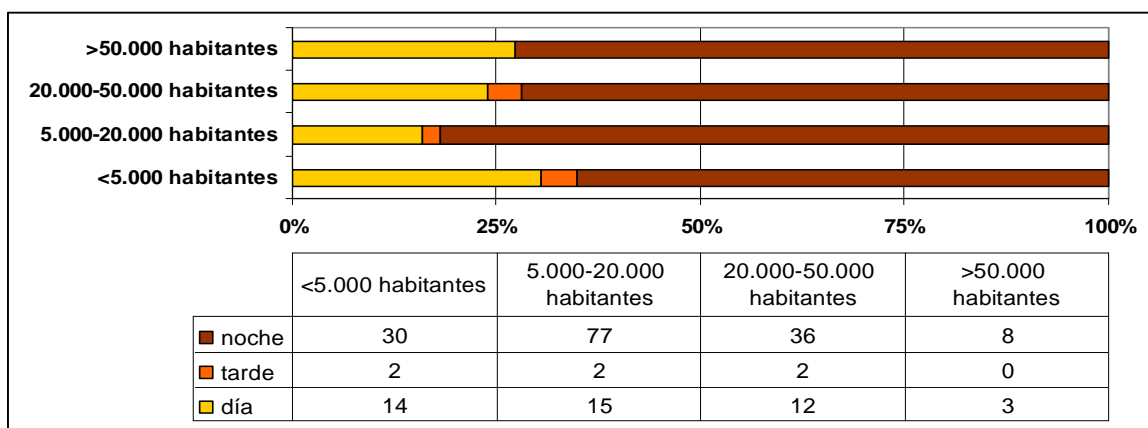


Figura 8. Periodo de realización de las mediciones en relación a la población

4.2.2. Resultados en función del emisor acústico

Se observa que la actividad que con mayor frecuencia causa molestias son los bares y restaurantes, en un 27% de los casos, seguidos de los establecimientos de venta de productos de alimentación (19%). Juntos, estos dos emisores acústicos suman el 46% de los informes. Representan pues, casi la mitad de todas las molestias que el ruido causa a los ciudadanos. Les siguen otros emisores acústicos como son las actividades en suelo industrial, las infraestructuras y los conciertos al aire libre, con un 13%, un 10% y un 7% respectivamente. Finalmente, el resto de emisores considerados contribuyen en un 5% o menos al total de las molestias (ver figura 9).

No obstante, si tenemos en cuenta la forma de transmisión del ruido, se observan claras diferencias entre el ambiente interior y exterior. Así, mientras en ambiente exterior predominan las actividades en suelo industrial, seguidas del ruido provocado por las infraestructuras y los conciertos, en ambiente interior el ruido que causa molestias está casi exclusivamente provocado por bares y establecimientos de venta de productos de alimentación y, en menor medida, por talleres e industrias en suelo urbano, mientras que el resto de emisores acústicos prácticamente ni tienen incidencia en ambiente interior.

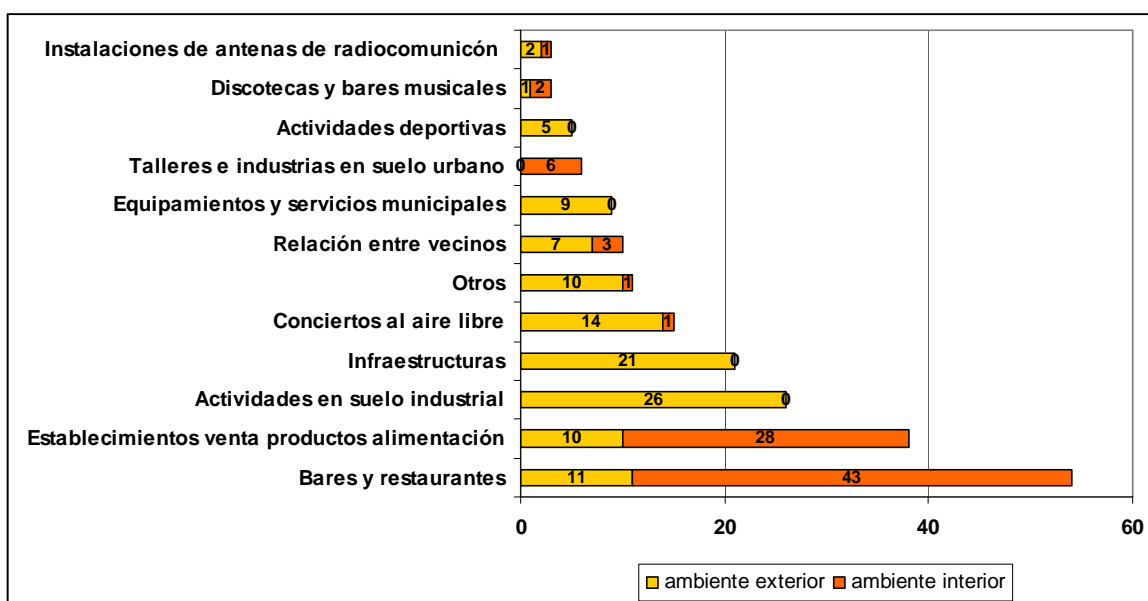


Figura 9. Número de informes de ruido en función del emisor acústico y del ambiente

4.2.3. Resultados en función del emisor acústico y la población

Si tenemos en cuenta la población de los municipios al analizar la incidencia de los diferentes emisores (ver figura 10 y tabla 4), se observan diferencias en los distintos tramos de población considerados. Así, en los municipios medianos (de 5.000 a 50.000 hab.), la incidencia de bares y restaurantes, así como la de los establecimientos de alimentación, juntos, siguen siendo la mayoría de los casos (algo más del 50%). No obstante, en los municipios medianos más grandes (entre 20.000 y 50.000 hab.) los bares y restaurantes molestan en una proporción superior, representando por si solos el 42% de la quejas, mientras que en los municipios con población entre 20.000 y 50.000 hab. los establecimientos de venta de productos de alimentación tienen una proporción muy similar a los bares (29% y 28% respectivamente). En los municipios pequeños la molestia principal son las actividades en suelo industrial, que representan el 33% de los casos, seguidas de las infraestructuras (16%) y, en tercer lugar, por bares y restaurantes (11%). Finalmente, en los municipios de más de 50.000 hab., el emisor acústico más evaluado son los conciertos al aire libre (45% de los informes), seguidos por las actividades deportivas (27%).

No obstante, en el caso de los municipios mayores (más de 50.000 habitantes), creemos que los resultados aquí obtenidos están sesgados, puesto que la realización de mediciones de conciertos y actividades deportivas requieren del uso de equipos de intemperie que, como se ha comentado anteriormente, son los que mayoritariamente solicitan los municipios grandes, dado que el resto de mediciones las resuelven con sus propios recursos técnicos, de forma que no se reflejan en los datos utilizados para la realización de este trabajo.

Emisores acústicos	<5.000 hab.	5.000-20.000 hab.	20.000-50.000 hab.	>50.000 hab.	Total
Actividades en suelo industrial	15	7	4	0	26
Actividades deportivas	0	1	1	3	5
Bares i restaurantes	5	27	21	1	54
Conciertos al aire libre	1	7	2	5	15
Discotecas y bares musicales	1	0	1	1	3
Equipamientos y servicios municipales	4	1	4	0	9
Establecimientos venta alimentos	4	28	6	0	38
Infraestructuras	7	13	1	0	21
Instalaciones antenas radiocomunicación	0	1	2	0	3
Relación entre vecinos	2	7	1	0	10
Talleres e industrias en suelo urbano	2	1	2	1	6
Otros	4	2	5	0	11
Total	45	95	50	11	201

Tabla 4. Número de informes de ruido en función del emisor acústico y de la población

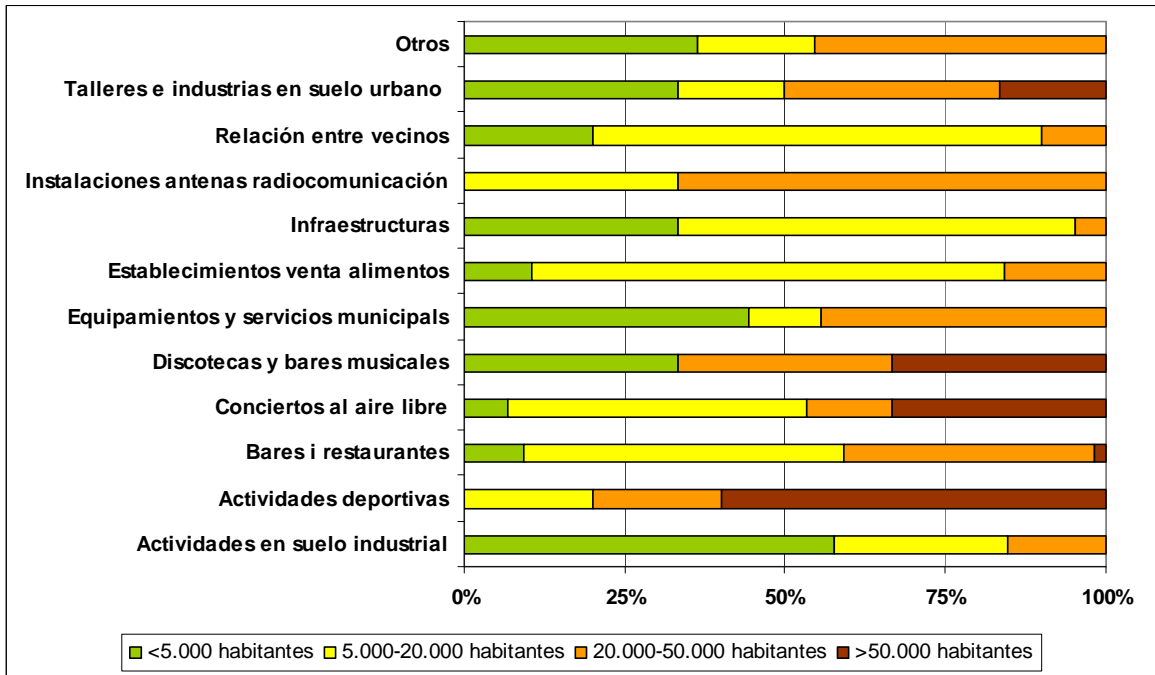


Figura 10. Incidencia de los emisores acústicos en función de la población

4.2.4. Resultados en función de la fuente emisora

En el análisis de las fuentes emisoras se observa que la causa de ruido más común son las voces y actividad humana (22% de los informes), seguida del ruido generado por cámaras frigoríficas (20%) y de la maquinaria industrial (16%). El resto de fuentes tienen una incidencia menor, aunque destacaría el paso de vehículos a motor que, a pesar de ser la principal fuente de ruido ambiental, como se ha comentado en la introducción de este trabajo, está presente tan sólo en el 9% de los casos (ver figura 12).

Si se tiene en cuenta además las condiciones de transmisión del ruido (vía aérea o estructural), se aprecia que hay diferencias entre el ambiente exterior e interior. Así, mientras la maquinaria industrial, el paso de vehículos y cámaras frigoríficas son las principales fuentes en ambiente exterior, en ambiente interior la fuente más relevante son las voces y actividad humana, seguida de cámaras frigoríficas y maquinaria industrial. Es de destacar también que las voces y actividad humana molestan fundamentalmente en condiciones de ambiente interior (82% de las ocasiones), mientras que en el caso de las cámaras frigoríficas la proporción entre las molestias en ambiente exterior e interior está más equilibrada (41% y 59% respectivamente).

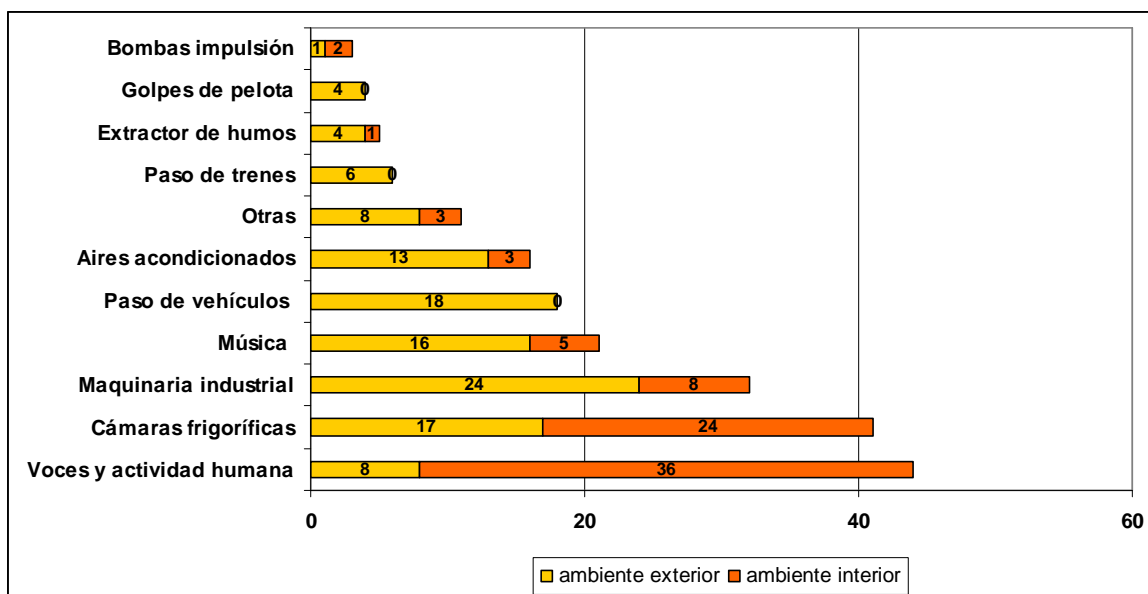


Figura 11. Número de informes en función de la fuente emisora

4.2.5. Resultados en función de la fuente emisora y la población

Si tenemos en cuenta la población de los municipios en el análisis de la incidencia de las diferentes fuentes emisoras, se observa que tanto en los municipios entre 5.000 y 20.000 hab., como en el grupo comprendido entre los 20.000 y 50.000 hab., son también las voces y actividad humana, junto con las cámaras frigoríficas, las fuentes que mayor incidencia tienen. No obstante, mientras que en los municipios entre 5.000 y 20.000 hab una y otra fuente emisora tienen proporciones similares (24% y 28% respectivamente), en el siguiente tramo de población (20.000-50.000 hab.) la voces adquieren una proporción mayor (32%), y las cámaras frigoríficas disminuyen su contribución al 14%. En los municipios de menos de 5.000 hab. la principal fuente emisora es la maquinaria industrial

(29% de los casos), seguida del paso de vehículos (22%) y de las cámaras frigoríficas (20%). Para acabar, en los municipios más grandes, la música es la fuente principal, con una incidencia del 60% de los casos.

No obstante, tal como hemos comentado en el apartado 4.2.3., los resultados obtenidos para los municipios de más de 50.000 habitantes están sesgados y, por tanto, no se pueden considerar del todo representativos de la molestia real que el ruido causa a los ciudadanos en este tramo de población.

Fuente emisora	<5.000 hab.	5.000-20.000 hab.	20.000-50.000 hab.	>50.000 hab.	Total
Aires acondicionados	1	7	6	0	14
Otros	2	5	4	0	11
Bombas impulsión	1	1	1	0	3
Cámaras frigoríficas	9	27	7	0	43
Golpes de pelota	0	1	0	2	3
Extractor de humos	1	3	1	0	5
Maquinaria industrial	13	10	8	1	32
Música	3	6	6	6	21
Paso de trenes	0	6	0	0	6
Paso de vehículos	10	7	1	0	18
Voces y actividad humana	5	23	16	1	45
Total	45	96	50	10	201

Tabla 5. Número de informes de ruido en función de la fuente emisora y de la población

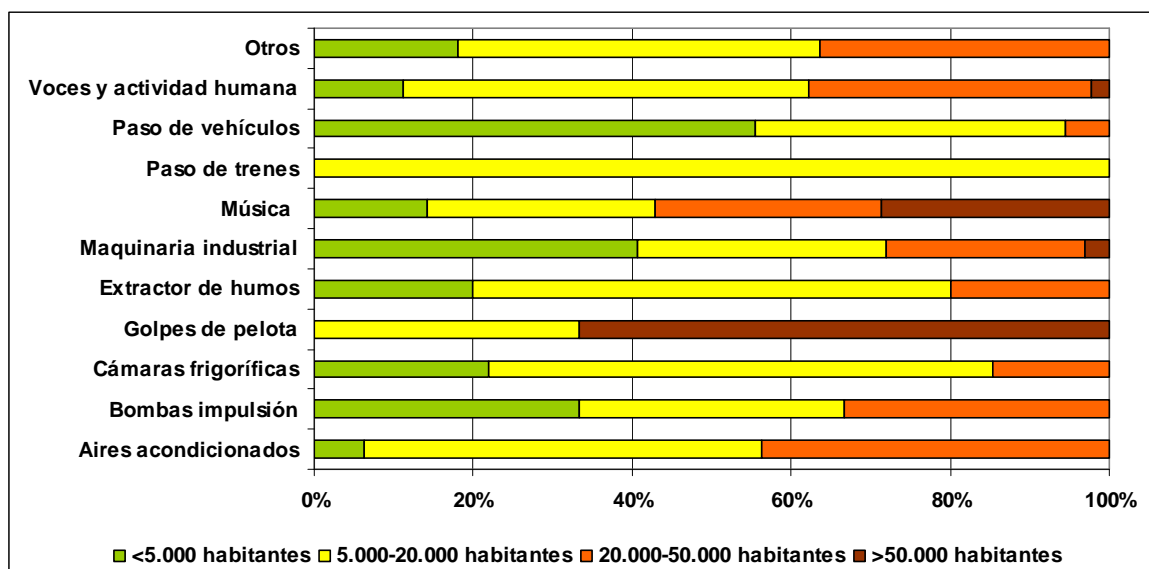


Figura 12. Número de informes en función de la fuente emisora y la población

4.2.6. Relación entre la actividad que origina el ruido y la fuente emisora

Resulta interesante también observar la relación que existe entre los diferentes emisores acústicos y la fuente que origina el ruido (ver figura 13 y tabla 6). Así, en el caso de los bares y restaurantes, que es el emisor más frecuente, las molestias se deben mayoritariamente (78% de los casos) a las voces y la actividad de sus clientes y, en mucha menor medida, a los extractores de humo (6%) o al aire acondicionado (4%). El segundo emisor acústico en importancia, los establecimientos de venta de productos de alimentación, causan molestias debido sobre todo a las cámaras de refrigeración (79 % de los estudios) o bien al uso de maquinaria industrial (18%). En el caso de las actividades en suelo industrial, que es el tercer emisor en importancia, el uso de maquinaria industrial diversa es la fuente más común (69% de los informes), aunque también presentan su relevancia las cámaras frigoríficas (23%). Por lo que respecta a las infraestructuras, el paso de vehículos a motor es la fuente mayoritaria (67% de los casos), seguida, a distancia, por el paso de trenes (29%) y el paso de aviones, que se encuentra incluido en la categoría de otras fuentes, resulta prácticamente insignificante.

Si, para una determinada fuente emisora, se analizan los emisores acústicos donde ésta se encuentra presente, se observa que, en el caso de las voces y actividad humana (la fuente más frecuente) ésta se concentra casi exclusivamente en los bares y restaurantes (95%). Las cámaras frigoríficas, la segunda fuente en importancia, tiene una gran presencia en los establecimientos de venta de productos de alimentación (73%), y también esta presente en actividades en suelo industrial (15%) y, en menor medida, en bares y restaurantes (7%). La tercera fuente emisora en importancia, la maquinaria industrial, a pesar de que se encuentra mayoritariamente en las actividades que se realizan en suelo industrial (56% de los casos), también tiene su relevancia en las molestias que generan los establecimientos de venta de productos de alimentación (22%), así como en los talleres que se encuentran en la rama urbana (16%). En el caso de los vehículos a motor las quejas se refieren a su paso por infraestructuras (78%) y en menor medida a la circulación en vías urbanas (22%). Finalmente, los aires acondicionados causan la mayoría de molestias en los domicilios de particulares (38%), seguidos de bares y de equipamientos municipales, con un 13% de presencia en cada uno de ellos.

Fuente emisora	Emisor acústico												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Aires acondicionados	0	1	2	2	0	0	2	0	0	3	6	0	16
Otros	0	0	4	2	0	0	2	1	1	0	1	0	11
Bombas impulsión	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	3
Cámaras frigoríficas	6	0	1	3	0	0	0	30	0	0	0	1	41
Golpes de pelota	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Extractor de humos	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Maquinaria industrial	18	0	2	0	0	0	0	7	0	0	0	5	32
Música	0	0	2	2	14	3	0	0	0	0	0	0	21
Paso de trenes	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
Paso de vehículos	0	0	0	0	0	0	4	0	14	0	0	0	18
Voces y actividad humana	0	0	0	42	1	0	0	0	0	0	1	0	44
Total	26	5	11	54	15	3	9	38	21	3	10	6	201

Tabla 6. Número de ocasiones con presencia de las diferentes fuentes emisoras en cada uno de los emisores acústicos. 1: Actividades en suelo industrial, 2: Actividades deportivas, 3: Otras, 4: Bares y restaurantes; 5: Conciertos al aire libre; 6: Discotecas y bares musicales; 7: Equipamientos y servicios municipales, 8: Establecimientos de venta de productos de alimentación, 9: Infraestructuras, 10: Instalaciones antenas de radiocomunicación; 11: Relación entre vecinos; 12: Talleres e industrias en suelo urbano

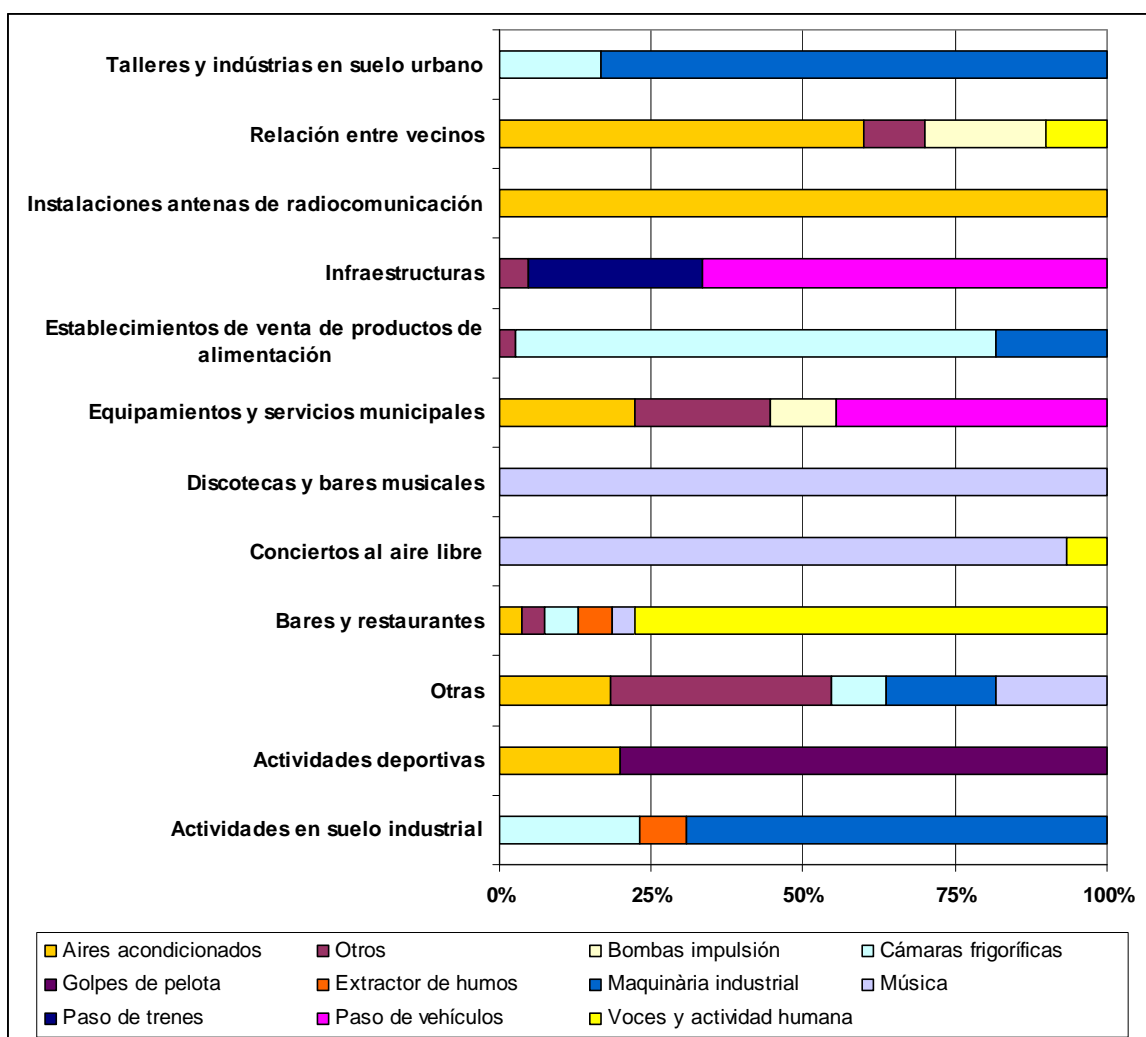


Figura 13. Relación entre los emisores acústicos y las fuentes emisoras

4.2.7. Análisis de las superaciones de valores límite

Si se mira globalmente el total de informes estudiados donde se evalúa el nivel de ruido (ver figura 14 y tabla 7), resulta que, del total de 201 informes donde la tipología es el ruido, en 124 de ellos se superan los valores límite, lo que representa el 62% de las ocasiones. Si se analizan los datos en función de la forma de transmisión del ruido, se observan ligeras diferencias entre la transmisión en ambiente interior y exterior, con valores del 68% y el 57% respectivamente. .

Si se tiene en cuenta el periodo en que se producen las superaciones de los valores límite, destaca el hecho de que un 79% de éstas se producen en horario nocturno. No

obstante se debe tener también en cuenta que es durante la noche cuando se producen la mayoría de las molestias (ver figura 2). Así que, si en un determinado periodo, se tiene en cuenta la proporción relativa de superaciones respecto al número de informes realizados en el mismo periodo, se observa que durante la noche a superación de niveles límite alcanza el 65% de los casos, mientras que durante el día las superaciones son menores, en torno al 46% de las ocasiones.

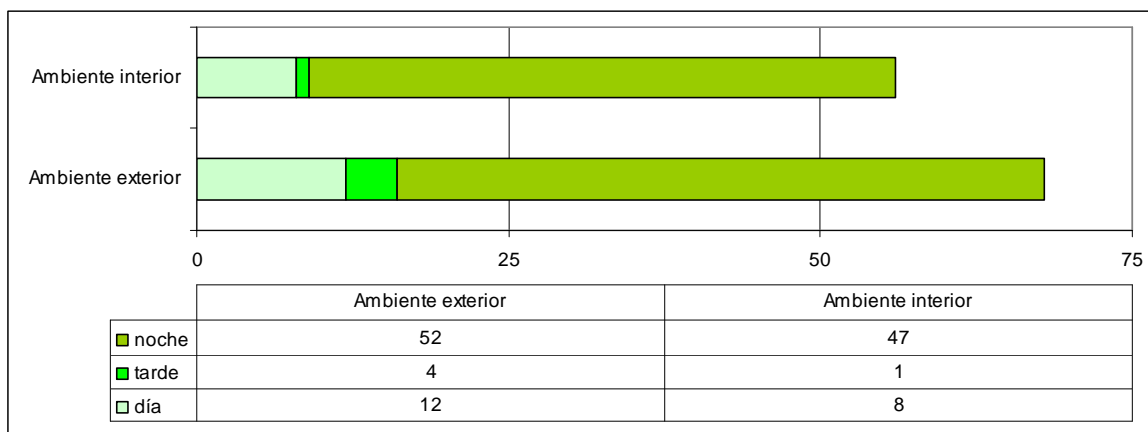


Figura 14. Número de superaciones de valores límite de ruido en función del ambiente y el periodo de evaluación

Emisores acústicos	Informes		Superaciones	
	n	%	n	%
Actividades en suelo industrial	26	13%	17	65%
Actividades deportivas	5	2%	2	40%
Otros	11	5%	7	64%
Bares y restaurantes	54	27%	44	81%
Conciertos al aire libre	15	7%	4	27%
Discotecas y bares musicales	3	1%	0	0%
Equipamientos y servicios municipales	9	4%	6	67%
Establecimientos venta alimentos	38	19%	21	55%
Infraestructuras	21	10%	12	57%
Instalaciones antenas radiocomunicación	3	1%	1	33%
Relación entre vecinos	10	5%	6	60%
Talleres e industrias en suelo urbano	6	3%	4	67%
Total	201	100%	124	62%

Tabla 7. Número (n) de informes solicitados y superaciones de los valores límite para los emisores acústicos considerados

Para la mayoría de emisores acústicos las superaciones de los valores límite se sitúan entre el 60% y el 67% de los casos (actividades en suelo industrial, equipamientos y servicios municipales, relación entre vecinos, talleres e industrias en suelo urbano y otros emisores). Las infraestructuras y los establecimientos de venta de productos de alimentación presentan un grado de superación ligeramente inferior (57% y 55% respectivamente). Las actividades deportivas han superado en el 40% de los casos, a pesar de que este resultado puede estar influenciado por el pequeño número de muestras de que se dispone (tan sólo 5). El menor grado de superación corresponde a las instalaciones de antenas de radiocomunicación (33%) aunque el número de muestras

es aquí aún menor (3 muestras). El emisor acústico que más incumplimientos presenta es, con diferencia, los bares y restaurantes, con un 81 % de incumplimientos. El caso de los conciertos es un caso aparte, pues el bajo grado de incumplimientos se debe, en gran parte, a la suspensión temporal de los objetivos de calidad acústica que los ayuntamientos realizan en el caso de conciertos puntuales, y son las actividades musicales privadas que se repiten de forma continuada y no son, por tanto, susceptibles de suspensión de objetivos de calidad acústica, las que presentan las superaciones.

La fuente emisora que más incumplimientos presenta son los extractores de humos, que superan en todos los casos estudiados y, en un 40% de las superaciones existen componentes tonales y en otro 40% de aplica penalización por bajas frecuencias. A esta fuente emisora le sigue en grado de incumplimiento de los valores límite las voces y actividad humana, que superan en el 80% de las ocasiones y presentan componentes impulsivas con frecuencia (en el 80% de las superaciones). Detrás de las dos fuentes citadas se sitúan en la categoría de otras fuentes y el paso de vehículos, con un 73% y 72% de incumplimientos respectivamente. La quinta fuente emisora en incumplimientos son las cámaras frigoríficas (63% de los casos), con presencia de componentes tonales en el 69% de los casos. La maquinaria industrial y la música vienen a continuación, con un 59% y 56% de incumplimientos respectivamente, y penalización por componentes tonales en el 67% de las superaciones de los aires acondicionados.

Fuente emisora	Informes		Sup.		K _f		K ₁		K ₁ ,K ₂		K ₁ ,K ₃	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Voces y actividad humana	44	22%	35	80%	0	0%	1	3%	0	0%	2	80%
Cámaras frigoríficas	41	20%	26	63%	1	4%	9	35%	18	69%	0	0%
Maquinaria industrial	32	16%	19	59%	0	0%	13	68%	7	37%	4	21%
Música	21	10%	5	24%	1	20%	2	40%	0	0%	2	40%
Paso de vehículos	18	9%	13	72%	-	-	-	-	-	-	-	-
Aires acondicionados	16	8%	9	56%	1	11%	5	56%	6	67%	0	0%
Otras	11	5%	8	73%	0	0%	3	38%	4	50%	4	50%
Paso de trenes	6	3%	2	33%	-	-	-	-	-	-	-	-
Extractor de humos	5	2%	5	100%	1	20%	2	40%	2	40%	0	0%
Golpes de pelota	4	2%	1	25%	0	0%	0	0%	0	0%	1	100%
Bombas impulsión	3	1%	1	33%	0	0%	1	100%	1	100%	0	0%
Total	201	-	124	62%	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 8. Número (n) de informes solicitados, superaciones de los valores límite y aplicación de coeficientes de penalización para las diferentes fuentes emisoras. **NOTA:** K₁: coeficiente de penalización por razón del tipo de emisor acústico, según Ley 16/2002 (BOE nº 177 de fecha 25/07/2002). K_f: coeficiente de penalización por razón de bajas frecuencias según Ley 16/2002, modificada mediante el Decreto 176/2009 (DOGC nº 5506 de fecha 16/11/2009). K₁; K₂: coeficientes de penalización por razón de componentes tonales emergentes, según la Ley 16/2002, modificada mediante el Decreto 176/2009 y la Ley 16/2002 (BOE nº 177 de fecha 25/07/2002), respectivamente. K₁; K₃: coeficientes de penalización por razón de componentes impulsivas, según la misma normativa que en la penalización por componentes tonales.

4.2.8. Análisis detallado de los principales emisores acústicos

a) Bares y restaurantes

Los bares y restaurantes son el emisor acústico más frecuente, con un 27% de todos los informes de ruido. Su incidencia es menor en municipios pequeños, mientras que en los medianos (entre 20.000 y 50.000 hab.), llegan a ser el 42% de todos los informes de ruido. Su molestia se produce casi exclusivamente de noche (91% de los casos). En cuanto a la forma de transmisión del ruido generado por los bares, el ambiente interior predomina claramente sobre el exterior, llegando a representar el 80% de los informes.

Destaca el elevado grado de incumplimiento de los valores límite, que es del 81% al considerar el total de informes. Si se analiza la forma de transmisión del ruido esta proporción se mantiene, tanto en ambiente exterior como interior. Sin embargo, los incumplimientos en período diurno son pocos (33% de los casos) mientras que en periodo nocturno la cifra de incumplimientos llega al 84% de los informes.

La molestia que generan los bares se debe principalmente a las voces y actividad humana, sobre todo en su interior (visto en el apartado 4.2.4.)

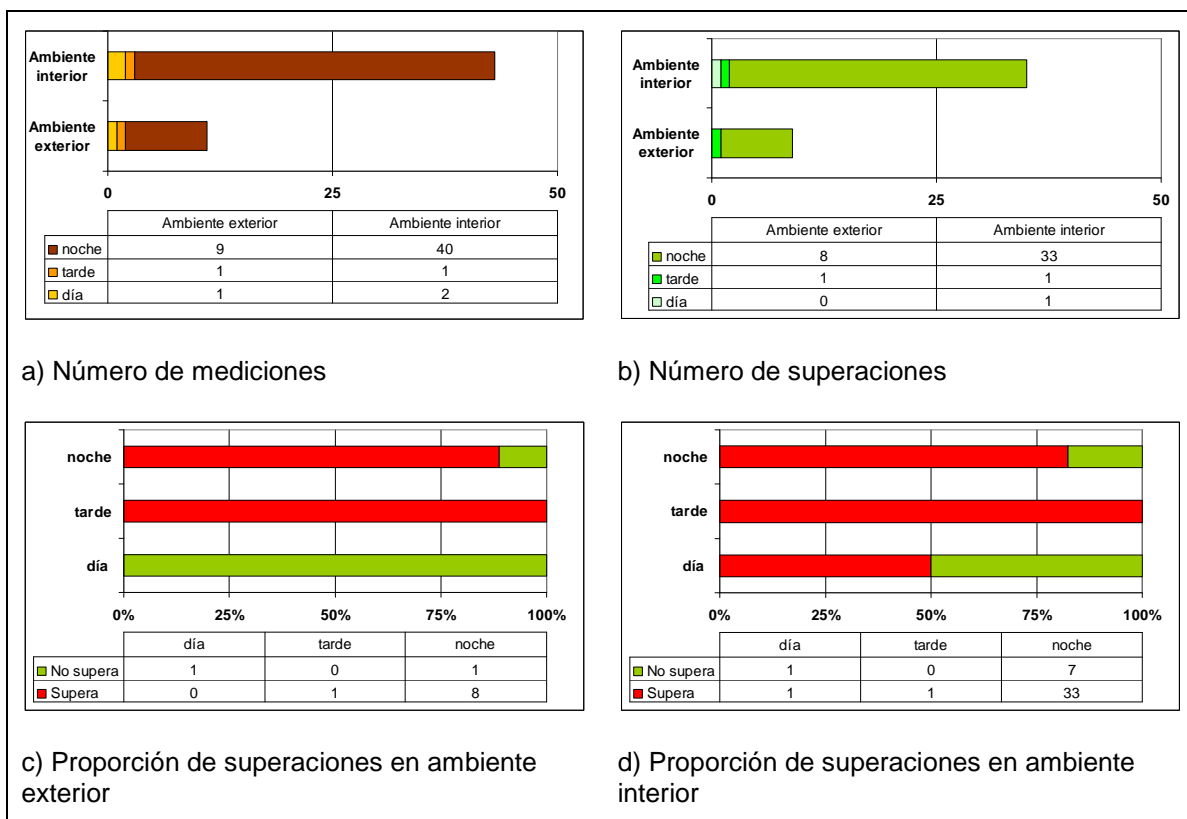


Figura 15. Número de mediciones y de superaciones de valores límite para el emisor acústico bares y restaurantes

b) Establecimientos de venta de productos de alimentación

Los establecimientos de venta de productos de alimentación, que recordemos que incluyen carnicerías, supermercados, panaderías, pastelerías, hornos de pan y algún establecimiento de venta de jamones, son el segundo emisor acústico en importancia, detrás de bares y restaurantes, y suponen un 19 % de todos los informes de ruido. Se detecta una mayor incidencia de este emisor acústico en los municipios de 5.000 a 20.000 hab. donde alcanza una proporción similar a la de los bares y restaurantes (29% de los informes). En los municipios pequeños y en los situados entre los 20.000 y 50.000 hab. su incidencia es algo menor (9% y 12% de los casos respectivamente). La mayoría de las molestias generadas por este emisor acústico se dan vía estructural (ambiente interior), en concreto un 74% de los casos, i tan sólo el 26% de informes restantes el ruido se transmite en ambiente exterior.

El grado de incumplimiento de los valores límite es inferior al de los bares y restaurantes, y se sitúa en el 55% de los casos. Esta proporción se mantiene también tanto en periodo diurno como nocturno. No obstante, se constata que el grado de incumplimiento en ambiente interior (61% de las medidas) es superior al que se da en el caso de transmisión en ambiente exterior (40% e los informes). La molestia que generan los bares se debe principalmente al ruido generado por cámaras frigoríficas y, en menor medida, al uso de maquinaria industrial.

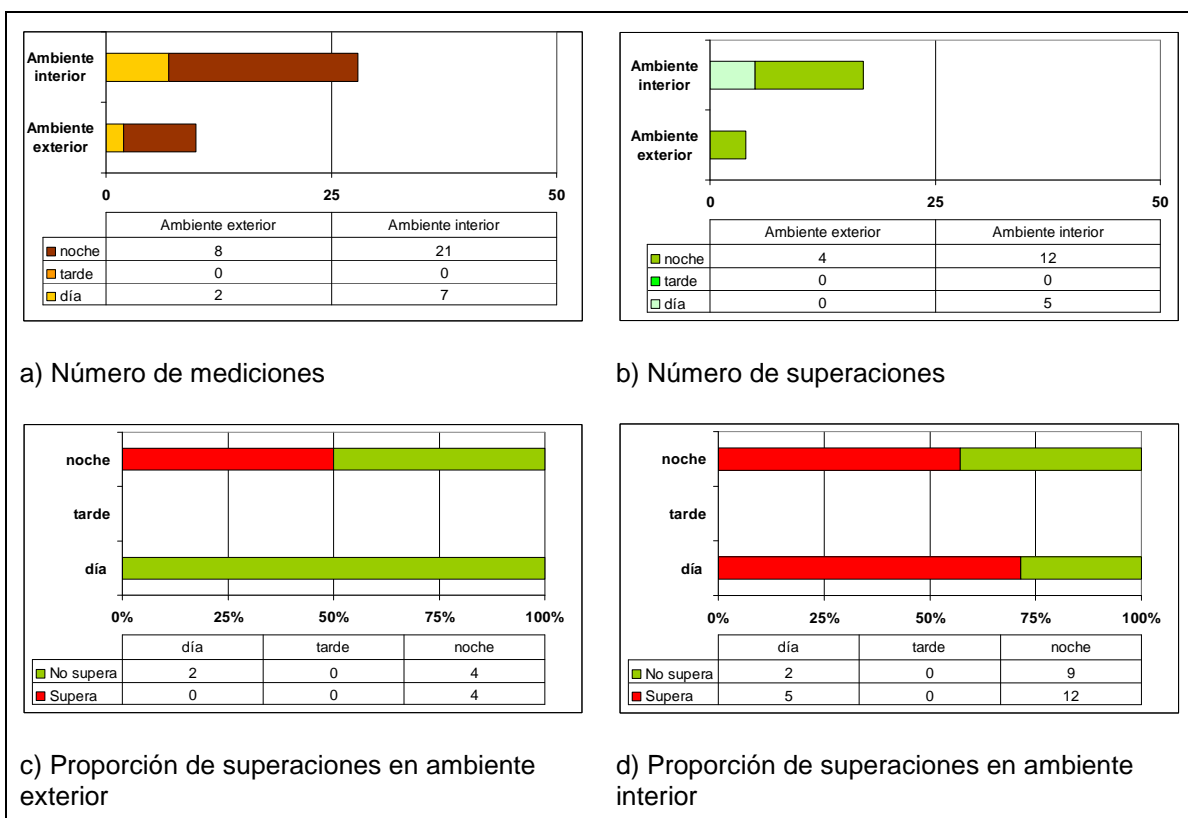


Figura 16. Número de mediciones y de superaciones de valores límite para el emisor acústico establecimientos de venta de productos de alimentación

c) Actividades en suelo industrial

Al estudiar el conjunto de informes donde la tipología es el ruido, las actividades en suelo industrial resultan el tercer emisor acústico en importancia, apareciendo en un 13% de los informes. No obstante, se detecta una mayor incidencia de este emisor acústico en los municipios pequeños, de menos de 5.000 hab. donde es el emisor acústico principal, con un 33% de los casos, mientras que en los municipios medianos, su contribución al total es mucho menor, en torno al 8%. Como es lógico, al tratarse de actividades que no están en contacto con viviendas, en la totalidad de los casos la transmisión de ruido se da en condiciones de ambiente exterior y la mayoría de las veces (81%) en periodo nocturno.

El grado de incumplimiento de los valores límite es inferior al de los bares y restaurantes, pero superior al de los establecimientos de productos de alimentación, y se sitúa en el 65% de los casos. Esta proporción varía ligeramente entre el periodo diurno y nocturno, con un 60% y 67% de los casos respectivamente.

La molestia que genera este emisor acústico se debe fundamentalmente al uso de maquinaria diversa (69%), seguida de cámaras frigoríficas (23%) y, en menor medida, algún extractor de humos de uso industrial (8% restante).

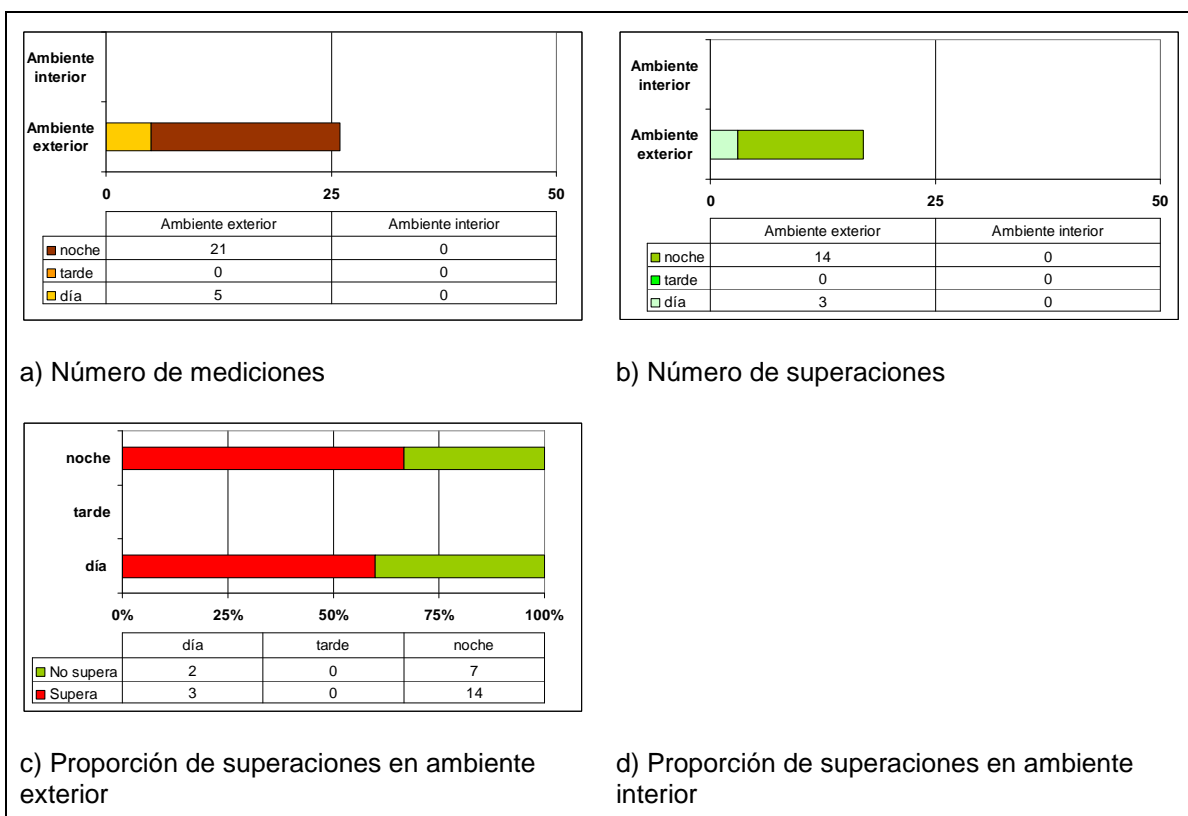


Figura 17. Número de mediciones y de superaciones de valores límite para el emisor acústico actividades en suelo industrial

d) Infraestructuras

Las infraestructuras son el cuarto emisor acústico en importancia, incluye infraestructuras viarias (67%), ferroviarias (29%) y un caso de aviones en aproximación al aeropuerto de Barcelona (5%). Este emisor aparece en un 10 % de todos los informes de ruido, no

obstante, la proporción en los municipios de menos de 5.000 hab. y los que se encuentran entre los 5.000 y los 20.000 hab. es mayor, con un 16% y 14% respectivamente. Por el contrario, en los municipios entre 20.000 y 50.000 habitantes la proporción de reduce sensiblemente, hasta llegar al 2% de los informes y en los de más de 50.000 habitantes no hay solicitudes de evaluación. Cabe decir que, en el caso de las infraestructuras, creemos que los resultados en los municipios de más de 50.000 hab. no están sesgados, pues el estudio de este emisor acústico requiere de equipos de intemperie de los que estos municipios no disponen. Por lo que respecta a la vía de transmisión del ruido, se trata también de un emisor que causa molestias en condiciones de ambiente exterior en el 100% de los casos.

En el 57 % de los casos estudiados se produce el incumplimiento de los valores límite de inmisión al ruido. Esta proporción se da también en periodo diurno, mientras que en periodo nocturno los incumplimientos bajan ligeramente, hasta situarse en el 50%. En el periodo de tarde se produce un 100% de superaciones, aunque el valor obtenido no se considera representativo al disponer de tan sólo dos muestras en este periodo.

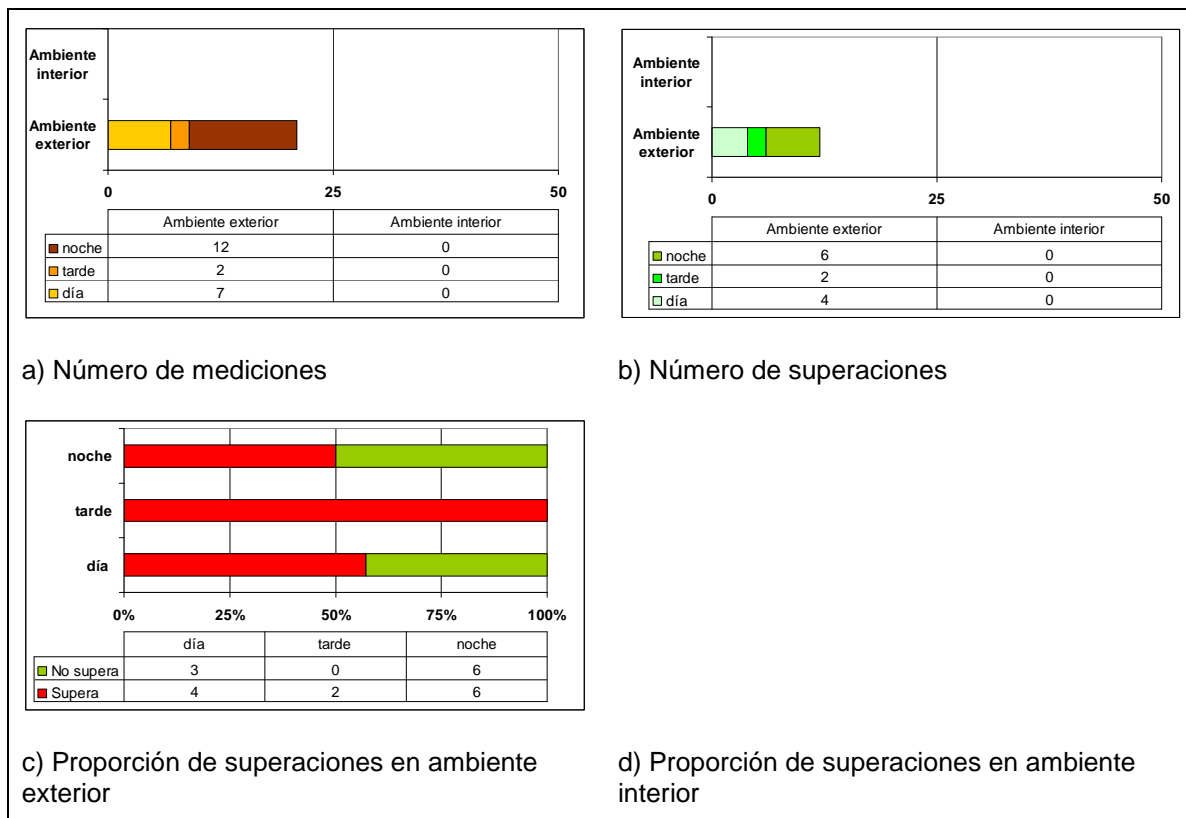


Figura 18. Número de mediciones y de superaciones de valores límite para el emisor acústico infraestructuras

4.3. Resultados detallados para la tipología informes de vibraciones

Los informes de vibraciones se solicitan con mayor frecuencia en municipios de más de 50.000 hab., están causados mayoritariamente por fuentes situadas en el mismo edificio donde se producen las molestias y se realizan principalmente en horario diurno. Los valores obtenidos no han superado los valores límite en ningún caso (ver tabla 9).

Id	Ambiente*	Periodo	L_{aw}	Id	Ambiente*	Periodo	L_{aw}
1	interior	día	31,7	7	interior	noche	67,0
2	interior	noche	42,0	8	exterior	día	70,0
3	interior	día	47,9	9	interior	día	70,6
4	interior	día	54,9	10	interior	día	70,7
5	interior	día	59,4	11	interior	día	74,0
6	exterior	día	64,8	12	interior	noche	74,2

Tabla 9. Valores del nivel de evaluación obtenidos en las mediciones de vibraciones.

L_{aw} : valor límite de inmisión a las vibraciones, expresado en dB. *: en el caso de las vibraciones, puesto que la vibración se transmite siempre por vía estructural, las condiciones de ambiente interior se refieren a que la fuente emisora se sitúa dentro del mismo edificio o en un edificio contiguo, mientras que el ambiente exterior refleja que la fuente emisora se encuentra en el exterior del edificio afectado (por ejemplo, una línea ferroviaria).

4.4. Resultados detallados para la tipología informes de aislamiento al ruido

Los informes de aislamiento al ruido, en los que, en casi todos los casos, se ha medido el aislamiento entre bares o restaurantes y viviendas, se solicitan principalmente en municipios medianos. Pensamos que la ausencia de solicitudes en los municipios más grandes se debe a que éstos realizan este tipo de mediciones con medios técnicos propios, mientras que en los municipios pequeños (menos de 5.000 hab.) la incidencia de los bares, que es donde mayoritariamente se han realizado las mediciones de aislamiento al ruido, es significativamente menor.

Como se ha comentado en el apartado 4.1.3., para las medidas de aislamiento al ruido (aéreo o de impactos), no hay valores límite establecidos en la normativa considerada, sino que dependen de lo dispuesto en las correspondientes ordenanzas municipales, en caso de existir. No obstante, puesto que existe una ordenanza tipo reguladora del ruido y las vibraciones, editada por la Generalitat de Catalunya en el año 2010, que cada vez más municipios van aprobando, se considera que ésta puede ser una buena referencia. En la citada ordenanza, para el caso de un bar que funcione en horario nocturno, el valor mínimo de aislamiento al ruido aéreo establecido ($D_{nT,A}$) es de 61 dB(A). Si se tiene en cuenta este valor, sólo el 20% de los valores medidos (ver tabla 10) llegaría al valor mínimo exigido.

Id	$D_{nT,A}$	Id	$D_{nT,A}$	Id	$D_{nT,A}$
1	48	5	57	9	60
2	52	6	58	10	60
3	54	7	59	11	61
4	55	8	59	12	63

Tabla 10. Valores del nivel de evaluación obtenidos en las mediciones de aislamiento al ruido aéreo. $D_{nT,A}$ es la diferencia de nivel estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores, de acuerdo con la norma UNE-EN-ISO 717-1.

Para los valores de aislamiento al ruido de impactos, la citada ordenanza tipo establece un valor máximo de $L'_{nT,w} = 40$ dB. Si se utiliza este valor límite como referencia, se observa éste se supera en todos los casos excepto en uno.

Id	$L'_{nT,w}$	Id	$L'_{nT,w}$	Id	$L'_{nT,w}$
1	39	3	48	5	58
2	46	4	55	6	66

Tabla 11. Valores del nivel de evaluación obtenidos en las mediciones de aislamiento al ruido de impactos. $L'_{nT,w}$ es el nivel estandarizado ponderado al ruido de impactos entre locales según la norma UNE-EN ISO 717-2.

5. CONCLUSIONES

Como se ha expuesto en la introducción de este trabajo, en todos los casos, los informes utilizados como fuente principal del estudio (231 en total), se han realizado como consecuencia de solicitudes de apoyo técnico formuladas por ayuntamientos entre enero de 2007 y junio de 2012. Todas las solicitudes se derivan de quejas vecinales por ruido, de manera que la muestra utilizada se puede considerar representativa de las molestias causadas por la contaminación acústica en la provincia.

Sin embargo, cuando se analizan los resultados en función de la población de los municipios, pensamos que, para los municipios de más de 50.000 hab, los resultados obtenidos están sesgados y no son del todo representativos de la molestia real que la contaminación acústica causa a los ciudadanos ya que, como se ha comentado en apartados anteriores, estos municipios resuelven por si mismos muchas de las denuncias de ruido que les llegan y acuden al apoyo técnico de Diputación de Barcelona sólo en aquellos casos cuya resolución requiere de equipos de los que no disponen, como son equipos de intemperie para efectuar medidas de larga duración de ruido, o vibrómetros. No obstante, el emisor acústico infraestructuras, debido a que su estudio requiere de las medidas de larga duración que acabamos de comentar, es el único caso en que los resultados obtenidos para estos municipios más grandes se consideran representativos.

Partiendo de estas premisas, las conclusiones a las que hemos llegado son las siguientes:

1. Entre los productos que, en materia de control de la contaminación acústica, Diputación de Barcelona ofrece a los municipios de la provincia, el más solicitado (87%) corresponde a la realización de medias del ruido generado por diferentes emisores acústicos, seguido de la realización de mediciones de aislamiento al ruido (8%), mientras que el tipo de medición menos frecuente es el de vibraciones, que representa un 5% del total.
2. Para el conjunto de informes de ruido, las molestias se producen mayoritariamente en horario nocturno (76% de los casos), mientras que en el caso de las vibraciones el 75% de las mediciones se realiza durante el día.
3. El mayor número de informes de ruido solicitados se concentra en los municipios entre 5.000 y 20.000 hab. (46% del total), mientras que los más grandes (más de 50.000 hab.) son los que menos informes solicitan (6,5%). No obstante, para cada tramo de población,

la proporción entre el número de municipios que solicitan informe y los que hay en la provincia para aquel tramo se mantiene muy constante (en torno al 41%) para todos los tramos de población, excepto para los menores de 5.000 hab., donde la proporción baja al 13%.

4. En los municipios medianos (entre 5.000 y 50.000 hab.) la proporción de estudios realizados en ambiente interior y exterior es bastante similar, aproximadamente el 50% en cada caso, mientras que en los municipios más pequeños y en los más grandes, los estudios en ambiente exterior predominan sobre los que se realizan en condiciones de ambiente interior y suponen algo más del 80% de los informes en ambos casos.

5. Para el conjunto de informes de ruido estudiados, el emisor acústico más frecuente son los bares y restaurantes (27%), seguidos de los establecimientos de venta de productos de alimentación (19%), de las actividades en suelo industrial (13%), de las infraestructuras (10%) y de la música al aire libre (7%). El resto de emisores acústicos considerados tienen una incidencia inferior al 5% cada uno.

6. Se observan diferencias en la incidencia de los emisores acústicos en los diferentes tramos de población. Así, en los municipios más pequeños (menos de 5.000 hab.) la principal causa de molestia son las actividades en suelo industrial (33%), seguida de las infraestructuras (16%) y los bares y restaurantes ocupan el tercer lugar, con un 11% de los casos, mientras que en los municipios comprendidos entre los 20.000 y 50.000 habitantes los bares y restaurantes tienen con diferencia una incidencia mayor, llegando a representar el 42% de las quejas.

7. Ninguna de las mediciones de vibraciones supera los valores límite establecidos, mientras que en el caso de los informes de ruido, la superación de los valores límite se da en un 62% de los casos.

8. Se observan diferencias en el grado de superación de los valores límite para los diferentes emisores acústicos considerados. Así, el emisor acústico que más incumplimientos presenta es, con diferencia, los bares y restaurantes, con un 81 % de incumplimientos mientras para la mayoría de emisores acústicos las superaciones de los valores límite se sitúan entre el 60% y el 67% de los casos (actividades en suelo industrial, equipamientos y servicios municipales, relación entre vecinos, talleres e industrias en suelo urbano y otros emisores).

9. La fuente emisora que más incumplimientos presenta son las voces y actividad humana, que superan en el 80% de las ocasiones y presentan componentes impulsivas con frecuencia (en el 80% de las superaciones). Le siguen en importancia las que se sitúan en la categoría de otras fuentes y el paso de vehículos, con un 73% y 72% de incumplimientos respectivamente. La cuarta fuente emisora en incumplimientos son las cámaras frigoríficas (63% de los casos), con presencia de componentes tonales en el 69% de los casos. La maquinaria industrial y la música vienen a continuación, con un 59% y 56% de incumplimientos respectivamente.

Finalmente, a título de reflexión final, cabría decir nos ha llamado la atención el elevado grado de incumplimiento de los valores límite en el caso de los bares y restaurantes, que son además el emisor acústico más frecuente. Pensamos que gran parte el problema se debe a deficiencias en el aislamiento existente entre estos locales y las viviendas situadas directamente por encima de los mismos. Este hecho parece corroborarse con los valores obtenidos en los informes de aislamiento al ruido aéreo considerados en este trabajo, donde sólo en el 20 % de los casos presentan valores adecuados, o en los

informes de aislamiento al ruido de impactos, que mayoritariamente superan los valores recomendados. Creemos que sería muy recomendable para los municipios emprender actuaciones preventivas contra la contaminación acústica, como puede ser la aprobación de ordenanzas donde se regule el nivel mínimo de aislamiento exigible entre ciertas actividades y las viviendas.