

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RUIDO

Santiago Jiménez, Jordi Romeu, Teresa Pàmies, Sandra Guasch

Laboratorio de Ingeniería Acústica y Mecánica, LEAM. Universitat Politècnica de Catalunya, UPC.

C/ Colom, 11. 08222 TERRASSA.

santiago.jimenez@upc.edu

Resumen

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicados a la gestión integral del ruido, además de permitir representar de una forma gráfica los niveles sonoros obtenidos en la elaboración del mapa acústico, facilitan la gestión de datos y permiten el análisis de las diferentes variables relacionadas con el ruido de una forma fácil e intuitiva.

En este artículo se presentan y analizan los resultados obtenidos del cruce de diversas variables a través de SIG, tales como: el efecto de los vehículos pesados y de las motos en el nivel sonoro, fuentes de ruido y actividades más molestas, la población expuesta a los diferentes niveles de ruido, la explotación de los datos sobre la percepción social del ruido, y finalmente la valoración de los ciudadanos sobre la actuación del gobierno local frente al ruido.

Palabras-clave: SIG, ruido, población, molestia, tráfico.

Abstract

Geographic information systems (GIS) applied to the integrated management of noise, besides allowing a graphical representation of the sound levels achieved in drawing up the map acoustic, facilitate data management and allow the analysis of the different variables related to noise of an easy and intuitive.

This article is presented and analysed the results of crossing various variables through GIS, such as: the effect of heavy vehicles and motorcycles in noise, noise sources and activities more troublesome, the population exposed to different levels of noise, the exploitation of data on the social perception of noise, and finally the valuation of citizens on the performance of local government compared to noise.

Keywords: GIS, noise, population, annoyance, traffic.

1 Introducción

Los mapas estratégicos de ruido considerados en la gestión ambiental del ruido contemplan además de la situación acústica existente (mapa acústico, mapa de capacidad acústica y superación de los valores límite) [1], la valoración de diversos aspectos como: número de persona expuesta a cada intervalo de nivel sonoro, estudios de la percepción social del ruido, estudio del impacto de motocicletas, medidas atenuadoras de ruido existente, etc. [2]

El uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se está generalizando como una herramienta para la gestión y consulta de información de todo tipo. Aplicados a la gestión del ruido, permiten la relación entre los niveles sonoros y las variables contextuales o socio-demográficas que expliquen las diferencias más significativas en la percepción del ruido. Así como, disponer de información complementaria (identificación de las calles donde se localiza la molestia más importante y contextualización de la misma), y relacionar los valores de molestia y población expuesta con factores de tráfico y otras fuentes de ruido (presencia de vehículos pesados o motocicletas, recogida de residuos, datos ya introducidos en el SIG durante la elaboración del mapa acústico). [3, 4, 5]

2 Efecto de los vehículos pesados y de las motos en el nivel sonoro

A partir de los datos de l'IDESCAT [6] y de la experiencia en diferentes municipios, se puede considerar que el porcentaje habitual de vehículos pesados es de un 6%. Sin embargo existen calles que presentan un porcentaje que se puede considerar elevado, entre el 10% i 15% de este tipo de vehículos. Entre la tipología de calles con presencia notable de vehículos pesados se encuentran las carreteras de acceso y las travesías importantes [7], las calles de distribución y en los polígonos industriales. Por otra parte, existen otras calles donde el porcentaje de este tipo de vehículos es elevado. Muchos de estos puntos coinciden con calles con una densidad de tráfico elevada, por donde suelen discurrir las líneas de autobuses urbanos.

Existen diferentes modelos [8] que relacionan el nivel sonoro y el tráfico, que incluyen más o menos variables. Sin embargo, todos ellos pueden reducirse a la expresión

$$L_p = K + 10\log Q \quad (1)$$

Donde L_p es el nivel sonoro en fachada, Q es el flujo de tráfico y K una constante que depende del resto de condiciones: velocidad, tipo de pavimento, perfil longitudinal y transversal y la tipología de los vehículos que circulan. De lo que se deduce, que la constante K es particular para cada calle y depende de las condiciones que se den. Pero si se considera que, dentro del entorno urbano, las condiciones de velocidad, asfalto y perfiles longitudinales y transversales son similares para todas las calles, y si se tiene la precaución de efectuar las mediciones sonoras en lugares representativos, la variación de esta constante respecto a la media de las calles en estudio, estará causada por cambios en la tipología de los vehículos.

A partir del conteo del número de vehículos realizado simultáneamente a la medida de ruido, se determina el porcentaje de vehículos pesados correspondiente a cada punto de medida. Se introducen estos y los datos sonoros en el SIG, y se determinan los puntos con porcentaje elevado de vehículos pesados y que además muestran un nivel sonoro superior a 2 dBA con respecto a la relación normal entre el tráfico y el nivel sonoro, (según las consideraciones hechas al inicio de este apartado). Lo que

sugiere que la aportación del ruido de tráfico debido a los vehículos pesados al nivel sonoro total de la calle se puede cifrar en estos 2 dBA. [9]

La circulación de motos también puede ser una causa de la desviación del valor de K respecto a las condiciones medias de la ciudad o población en estudio. Procediendo de la misma forma que con los vehículos pesados, se ha encontrado que algunas calles del municipio presentan un alto porcentaje de circulación de motocicletas entre el 6% i 10% (Azul) y superior al 10% (Rojo).

El efecto de las motos en el nivel sonoro de la calle también se hace notar, elevando el nivel respecto del que le correspondería según el flujo de tráfico. La figura 1 muestra los puntos obtenidos a través de SIG donde hay un porcentaje de motocicletas superior al 10% y con un incremento de nivel sonoro de más de 2 dBA respecto al que le correspondería según los valores medios de la ciudad en estudio.

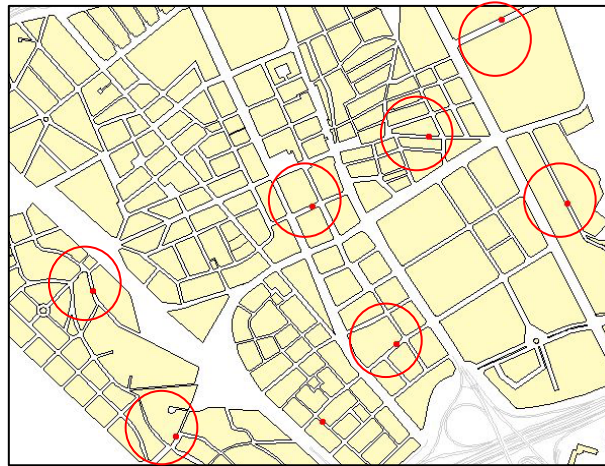


Figura 1. Puntos de medida con un elevado porcentaje de motocicletas (> 10%) y con un incremento superior a 2 dBA respecto al nivel sonoro relativo a su flujo de tráfico.

3 Población expuesta a los diferentes niveles de ruido

La Directiva 2002/49 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental [1] exige una serie de información que debe comunicarse a la comisión, entre la que se encuentra el número de personas cuyas viviendas están expuestas a cada rango de valores de L_{den} en dBA a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo.

A pesar de que el nivel sonoro en fachada puede variar con la altura, el cálculo de población expuesta a cada uno de los rangos, se realiza a partir de los valores medidos o calculados a 4 metros de altura de acuerdo a lo establecido en la Directiva 2002/49 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

Los datos de población contemplados en el último padrón municipal (31 de diciembre de 2006) facilitadas por el ayuntamiento, se introducen en el mismo SIG en el que se introdujeron los datos

relativos al mapa acústico, con el objetivo de realizar la evaluación de la población expuesta a cada intervalo de nivel sonoro. [4]

Los datos de población se han introducido en el SIG por dirección postal, de manera que a cada dirección postal le corresponde la suma de habitantes empadronados en aquella dirección. El cálculo de la población expuesta se ha realizado asignando el nivel sonoro del tramo de calle a las direcciones postales (y población asignada previamente) correspondiente al tramo de calle, y así para todos los tramos de calle del municipio.

Para evaluar de forma detallada la población expuesta a los diferentes niveles de ruido, también se ha de considerar que un cierto porcentaje de viviendas no comunican directamente con el exterior de la vía pública, sino que dan a interiores de la manzana con niveles sonoros muy inferiores a los de las calles que limitan la manzana.

El cálculo de la población expuesta al interior y al exterior de las manzanas se puede determinar según la metodología siguiente:

Primero, se determina que manzanas cumplen la condición expuesta en el párrafo anterior, a partir de la información suministrada por la distribución parcelaria y orto imágenes del municipio. A continuación se calcula el perímetro total de cada manzana (perímetro exterior + interior).

A continuación se determina por un lado el perímetro de fachada expuesto al nivel sonoro de la vía pública y de otro el perímetro de fachada expuesto al nivel sonoro del interior de la manzana.

A partir de los datos obtenidos para una muestra representativa de viviendas que forman estas manzanas interiores, se ha calculado el porcentaje de la población expuesta al interior y al exterior. Calculándolo de la siguiente forma:

$$\% \text{ de población expuesta al nivel interior} = \frac{\text{Perímetro de fachada del interior}}{\text{Perímetro total de la fachada}} \quad (2)$$

$$\% \text{ de población expuesta al nivel de calle} = \frac{\text{Perímetro de fachada del exterior}}{\text{Perímetro total de la fachada}} \quad (3)$$

Estos porcentajes, aplicados a la población atribuida a las direcciones postales de las manzanas consideradas, dan la población expuesta a la calle y población expuesta al interior de manzana. A la población expuesta a la calle se le ha asignado el nivel sonoro correspondiente al tramo de calle, mientras que a la población al interior, se le ha asignado el nivel estimado del patio interior de la manzana (fachada tranquila), [1] que es el nivel sonoro más elevado de las calles que rodean a la manzana de viviendas minorado entre 15 y 20 dBA. La estimación se basa en un conjunto de medidas realizadas en manzanas de viviendas que forman patio interior de diversos municipios.

Así pues, del total de las manzanas que disponen de patio interior de manzana, el 30 % de población está expuesta al nivel sonoro correspondiente al interior de la manzana, mientras el 70 % de población restante está expuesta al nivel sonoro correspondiente a las calles.



Figura 2. Ejemplo de manzana de viviendas con población afectada por diferentes niveles sonoros.

Los resultados obtenidos para un conjunto de poblaciones de entre 30.000 y 250.000 habitantes muestran que entre el 3 % y 6 % de la población está expuesta a los niveles sonoros determinados en el interior del patio de las manzanas, es decir, disponen de una fachada tranquila.

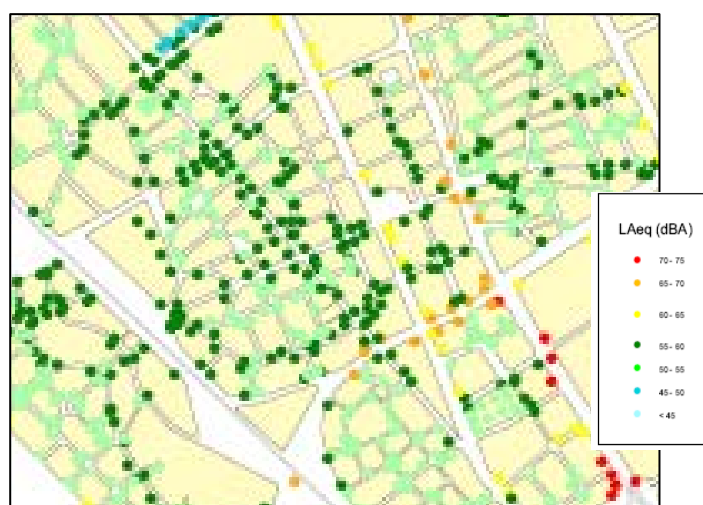


Figura 3. Distribución de la población expuesta al indicador L_{den} . Cada punto indica la dirección postal y población asignada en función del nivel sonoro del tramo de calle.

4 Percepción social del ruido

De igual forma que en los apartados anteriores, el objetivo principal es la explotación en SIG de los datos obtenidos en los estudios sobre la percepción social del ruido. Con la explotación de los datos de la encuesta realizada para este análisis psicosocial, [10, 11] se pretende profundizar en aquellos aspectos que de una forma u otra, ayuden a la administración local a orientar sus políticas y planes de actuación futuros destinados a minimizar la contaminación acústica en el municipio.

Partiendo de la matriz de datos obtenidos en el estudio sobre la percepción social del ruido, se construyen las bases de datos para exportar al SIG, disponiendo de un nuevo “shape”, el contenido del cual son todas las respuestas obtenidas en el cuestionario elaborado para tal fin, siguiendo las especificaciones técnicas de la norma ISO/TS 15666:2003(E). [12]

4.1 Fuentes de ruido y actividades más molestas

El gráfico de la figura 4, nos ofrece una panorámica detallada de las fuentes de ruido y actividades que más molestias causan, diferenciando entre el día y la noche. Dentro de la categoría del “tráfico” considerada como la más molesta, las motos se incluyen como el elemento que con diferencia más rechazo - activo - causa entre los ciudadanos, muy por encima de otros elementos del tráfico, como los coches, camiones, sirenas y cláxones. No se detectan en este sentido diferencias significativas entre el día y la noche.

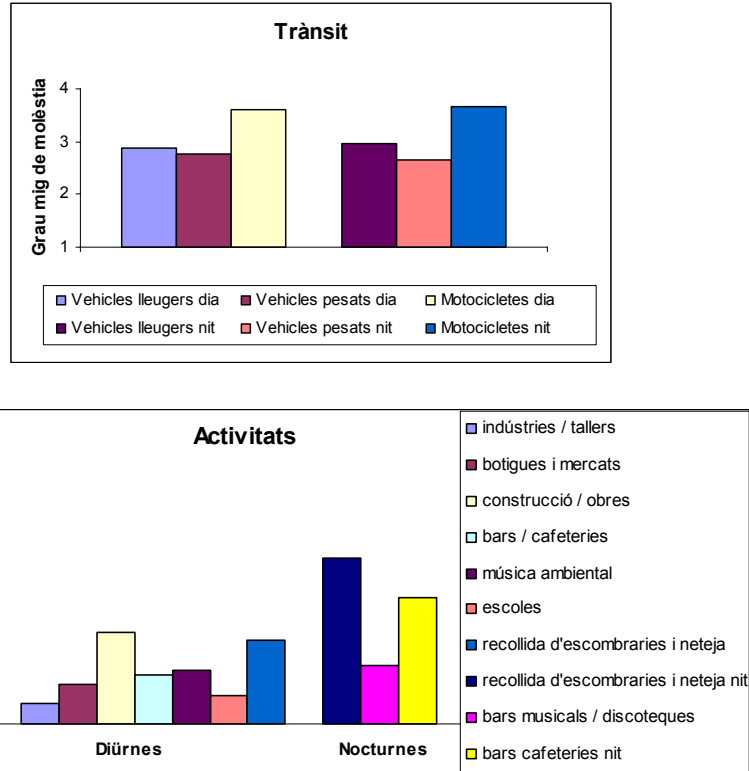


Figura 4. Grado de molestia de diferentes fuentes de ruido durante el día y la noche

La gestión en SIG de los resultados obtenidos en la encuesta permiten el cruzamiento con los datos de ruido y tráfico determinados en el mapa acústico. La figura 5 muestra el grado de molestia causada por los vehículos pesados y los puntos de medida donde el porcentaje de estos vehículos es elevado. Se puede observar que estos puntos coinciden con calles con densidad de tráfico elevada y donde la respuesta de los ciudadanos a la encuesta ha sido predominantemente entre bastante y muy molesta para este tipo de vehículos. [11,13,14]

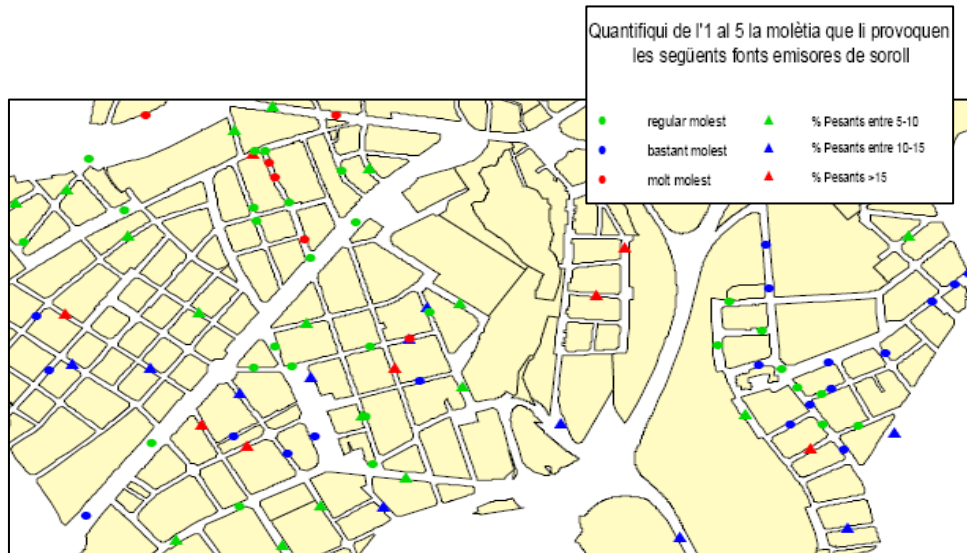


Figura 5. Grado de molestia originado por los vehículos pesados y puntos donde el porcentaje de estos vehículos es elevado.

De la misma forma, la figura 6 muestra el grado de molestia causado por las motocicletas, cuantificado por los ciudadanos a la encuesta entre bastante molesto y muy molesto [11,13, 14], así como los puntos determinados en el mapa acústico, donde el porcentaje de estos vehículos es elevado.

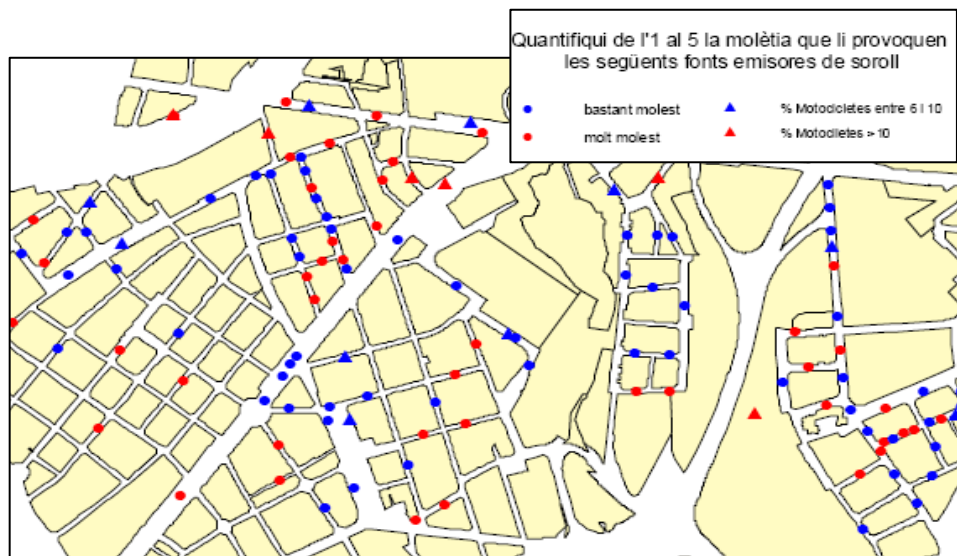


Figura 6. Grado de molestia originado por las motocicletas y puntos donde el porcentaje de estos vehículos es elevado.

Como se ha podido observar en las figuras 4 y 6, el ruido causado por las motocicletas resulta uno de los más molestos. Es por ello, que cualquier actuación de control en este sentido, a pesar de que podría tener poco efecto sobre los niveles globales de ruido a la ciudad, podría ser muy apreciada por los ciudadanos.

4.2 Recogida de residuos urbanos

Otro aspecto importante a resaltar es la recogida de residuos urbanos como uno de los episodios de ruido que también llega a causar molestias relativamente importantes, especialmente por la noche. Desde hace unos años la recogida se realiza de forma selectiva en función de la fracción de que se trate (envases, materia orgánica, papel-cartón, vidrio y resto), formando una batería de cinco tipos de contenedores en cada punto de recogida, lo que conlleva a diferentes métodos de recogida y tipos de vehículos. Esta recogida selectiva de residuos, implica una mayor frecuencia de camiones y operaciones de recogida por toda la ciudad, originando un posible incremento de las molestias de los ciudadanos.

Disponer de los puntos de recogida de residuos georeferenciados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) tal como muestra la figura 7, nos permite cruzar los datos de la molestia obtenidos para esta actividad, en el estudio de percepción social del ruido. Aportando una nueva información de utilidad tanto para el ayuntamiento como para la empresa concesionaria del servicio de recogida.

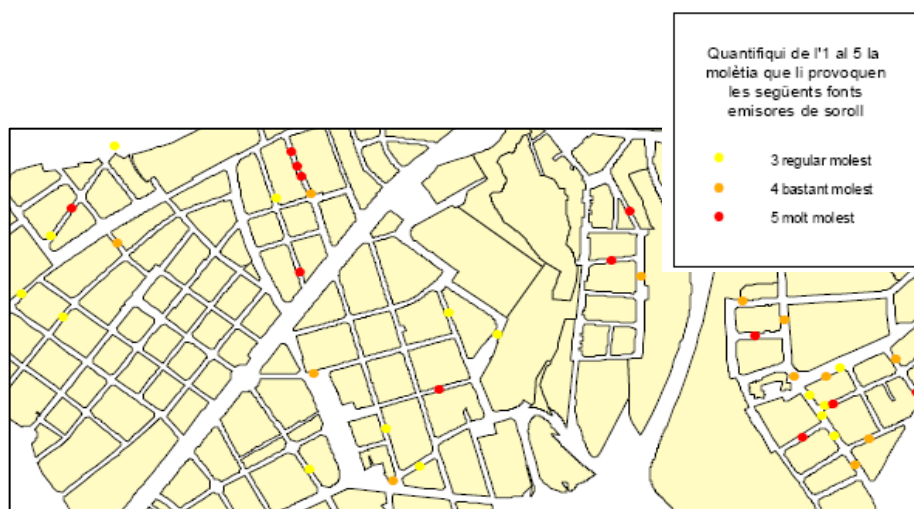


Figura 7. Grado de molestia originado por la recogida de residuos en horario nocturno.

4.3 Concienciación social frente al ruido

El estudio de percepción pone de manifiesto la escasa conciencia sobre el ruido como un problema público entre la ciudadanía, en él, se preguntaba activamente sobre qué medidas públicas se podrían llevar a cabo para reducir los niveles de ruido a la ciudad [11]. El alto grado de “no sabe/ no contesta”, indica, que en muchos casos las personas no tienen una opinión formada sobre la contaminación acústica.

A pesar que, desde hace tiempo las administraciones locales están realizando campañas de sensibilización y concienciación de la población contra el ruido, campañas de control de la contaminación acústica emitida por los vehículos de dos ruedas (motos y ciclomotores), así como la peatonalización de calles, los efectos obtenidos no parecen suficientes.

El análisis en SIG de la información georeferenciada correspondiente a las calles peatonales frente a la respuesta de los ciudadanos sobre las medidas adoptadas por el ayuntamiento en materia de ruido, pone de manifiesto, que actuaciones tan costosas como la creación de zonas peatonales y las medidas encaminadas a la pacificación del tráfico llevadas a cabo por los ayuntamientos, no son valoradas positivamente. Tal como se muestra en la figura 8.

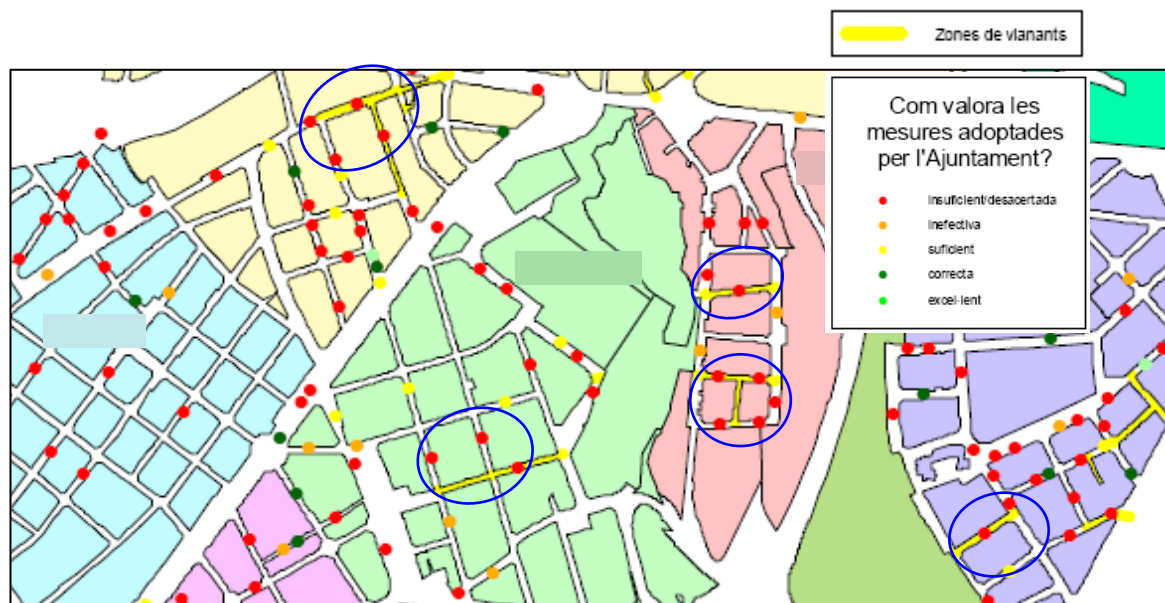


Figura 8. Distribución de las respuestas respecto a la pregunta, ¿Cómo valora las medidas adoptadas por el ayuntamiento en materia de ruido?

5 Conclusiones

Los sistemas de información geográfica (SIG) estándar, aplicados a la gestión integral del ruido, además de permitir la representación de forma gráfica y cartográfica, facilitando así la visualización de la geoinformación correspondiente a los niveles sonoros y el resto de datos obtenidos en la elaboración del mapa acústico, facilitan su gestión y permite el análisis y la representación geográfica de las diferentes variables relacionadas con el ruido de una forma eficiente.

La extracción i gestión de los datos de población contemplados en el padrón municipal a través de un Sistema de Información Geográfica, permite evaluar la población expuesta a cada intervalo de nivel sonoro y la relación entre los niveles sonoros y las variables contextuales o socio-demográficas que expliquen las diferencias más significativas en la percepción del ruido. Así como, disponer de geoinformación complementaria (identificación de las calles donde se localiza la molestia más importante y contextualización de la misma), y relacionar los valores de molestia con factores de tráfico y otras fuentes de ruido.

Las técnicas estadísticas y el uso de sistemas de información geográfica, resultan de gran utilidad para la elaboración de los planes de acción de lucha contra el ruido. Por otra parte, facilitan también la consulta y divulgación entre la población, de la información correspondiente al ruido ambiental, de acuerdo con la legislación comunitaria pertinente.

Agradecimientos

Inicialmente agradecer a los Ayuntamientos que han depositado su confianza en el Laboratori d'Enginyeria Acústica i Mecànica (LEAM), permitiéndole participar y colaborar en la gestión integral del ruido de su municipio. También hacer extensivo este agradecimiento a todos y cada uno de los técnicos municipales de las diferentes áreas o servicios relacionados directa o indirectamente con la gestión del ruido, que con su ayuda y colaboración inestimables, han hecho posible este artículo.

Referencias

- [1] Directive 2002/49/EC. Journal of the European Communities 18.07.2002.
- [2] Avantprojecte de Decret pel que s'aprova el Reglament General de desplegament de la Llei 16/2002 de protecció contra la contaminació acústica. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.
- [3] Jiménez, S.; Alsina, A.; Pàmies, T.; Capdevila, R. Gestión integral del ruido urbano. Mapa acústico de Terrassa. Tecnicacústica 2005. 36º Congreso Nacional de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica y EAA Symposium. CD-Rom. Revista de Acústica, vol.36, núm. 3-4, año 2005
- [4] Moliner, E.; Garraín, D.; Franco, V. Metodología para evaluar el impacto del ruido de los vehículos pesados sobre la salud humana. Aplicación al Clúster Cerámico de Castellón. XII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Zaragoza, España. 8-11 Julio, 2008
- [5] Martínez P.; Moreno A. (2005). Análisis espacio-temporal con SIG del ruido ambiental urbano en Madrid y sus distritos. GeoFocus (Artículos), nº 5, pp. 219-249, ISSN: 1578-5157
- [6] IDESCAT Institut d'Estadística de Catalunya.
- [7] N. J. Versfeld and J. Vos. A-Weighted equivalent sound level as a predictor of the consisting of various proportions of light and heavy vehicles. Journal of Sound and Vibration (2002) 253(2), 389-399
- [8] CETUR, Guide du Bruit des Transports Terrestre, Prevision des Niveaux Sonores. 1980.
- [9] Torija, A.J., Ruiz, P. Ramos, A. Influence of the traffic lights in the noise generated by the road traffic. ICA 19th International Congress on Acoustics. Madrid, 2-7 september 2007. CD-Rom ISBN: 84-87985-12-2
- [10] EC-WG2 (2002) *Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance*. EU's Future Noise Policy, WG2 –Dose/Effect. Luxembourg, European Communities (20 February 2002).

- [11] Moreno, R.; Samper, S.; Alcade, R.; Romeu, J. Potencialidades del estudio psicosocial como herramienta complementaria de los mapas acústicos: una reflexión metodológica desde la sociología. *Tecniacústica 2005*. 36º Congreso Nacional de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica y EAA Symposium. CD-Rom. *Revista de Acústica*, vol.36, num 3-4, año 2005
- [12] ISO/TS 15666:2003 Acoustics -- Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys
- [13] Arenaz, A.Mª; Espinel, A.E.; Rodríguez, Mª.T. Estudio del ruido urbano en siete municipios de Castilla y León. *Tecniacústica 2003*. 34º Congreso Nacional de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica y EAA Symposium. CD-Rom. *Revista de Acústica*, vol.34, núm. 3-4, año 2003 ISBN: 84-87985-08-04
- [14] Martín, Mª A.; Tarrero, A.I.; Rodríguez, T.; Sorribas, R. Estudio psicosocial de la molestia ocasionada por el ruido en la población de Valladolid. Análisis de los resultados. *Tecniacústica 2003*. 34º Congreso Nacional de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica y EAA Symposium. CD-Rom. *Revista de Acústica*, vol.34, núm. 3-4, año 2003 ISBN: 84-87985-08-04