

REALIDAD VIRTUAL EN EL DISEÑO DE PLANES DE ACCIÓN CONTRA EL RUIDO DE OCIO: PROYECTO PILOTO DE LA AVENIDA PLUTARCO

PACS: 43.50.Sr

Basturk, Seckin¹; Perea Pérez, Francisca¹; Medina-Montoya Hellgren, Luis²; Cardador Jiménez, Tatiana²

1 Soundimensions, SC. Calle Páez de Rivera, nº 6- 1ºD. 41012 Sevilla, España.

E-Mail: basturk@soundimensions.eu; fpereaperez@soundimensions.eu

2 Ayuntamiento de Málaga. Área de Medio Ambiente y Sostenibilidad.

Plaza del General Torrijos, nº 2. 29016 Málaga.

E-mail: lmedinam@malaga.eu; tcardador@malaga.eu

ABSTRACT

This paper presents a pilot project which aims to design corrective measures to reduce existing environmental noise levels caused by concentration of entertainment venues and their outdoor seating in Plutarco Av. (Málaga). The proposed design alternatives are presented employing virtual reality technology in order to ensure a clear and intuitive comprehension of the project by the general public. In this way, the citizens are able to experience a priori visual and auditory aspects of the proposed noise action plans and listen to the resulting sound levels. Consequently, in urban noise control, public participation and public information processes are enhanced.

RESUMEN

El proyecto piloto que aquí se presenta tiene como objetivo diseñar medidas correctoras en aras de disminuir los niveles acústicos ambientales existentes en la Avenida Plutarco (Málaga) debido a la concentración de locales de ocio y sus terrazas. En la exposición de resultados se han empleado técnicas de realidad virtual para permitir, de una forma clara e intuitiva, visualizar y escuchar a priori los planes de acción propuestos y los niveles acústicos obtenidos. De esta manera se pretenden facilitar los procesos de participación ciudadana y la accesibilidad a la información en las intervenciones urbanísticas municipales.

INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica y la percepción del ruido se consideran unos de los principales problemas medioambientales que han ido incrementándose en los últimos años. La Organización Mundial de la Salud, ha constatado que este problema afecta de forma creciente a la calidad de vida de al menos el 20% de la población de la Unión Europea [1], siendo el tráfico la principal fuente de ruido predominante. Pese a ello, actualmente en España el principal motivo de denuncias por ruido es el ocio nocturno. Aproximadamente el 35% del total de las denuncias son causadas por el ocio frente al 6% provocadas por el tráfico [2]. El ocio nocturno además engloba no sólo las habituales fuentes de ruido como la música u otros emisores procedentes del interior de los locales, sino también el comportamiento de las personas que se concentran en la vía pública.

En efecto, no es de extrañar que este tipo de ruido sea el mayor generador de conflicto para los ciudadanos, ya que diversos estudios aseguran que el sonido procedente de la voz humana debido a su discontinuidad total y temporal, provocan mayor molestia y falta de concentración a la hora de desempeñar actividades y tareas cotidianas [3,4].

Actualmente la aplicación de políticas de sostenibilidad urbana, han permitido que las administraciones públicas inviertan en la evaluación del ruido urbano mediante la elaboración de mapas estratégicos de ruido. Esta herramienta se define en la legislación europea y su elaboración se establece como una obligación a todos los estados miembros.

Sin embargo, el ocio como fuente de ruido no está considerado en los citados mapas, por lo que su evaluación supone un esfuerzo adicional para la administración ya que se deben realizar estudios acústicos específicos para ello, no siendo además una obligación legal. A esto debe añadirse la dificultad existente en la evaluación de este tipo de emisiones acústicas ya que no se dispone de métodos estandarizados para ello.

Sea como fuere, la administración debe lidiar con este conflicto que se traduce en una disputa entre las actividades de ocio y las zonas residenciales afectadas por estas. Ello implica encontrar un equilibrio entre el fomento de la economía y la necesidad de protección ambiental y de la salud de las personas. Es ahí precisamente donde radica la importancia de encontrar métodos que permitan evaluar el conflicto provocado por el ruido de ocio, proponer soluciones y sobre todo ofrecer información pública sobre éstas, considerando la participación ciudadana como un instrumento fundamental a la hora de concienciar e implicar a la población.

Es por ello, que el presente artículo presenta una metodología capaz de proponer medidas correctoras contra el ruido provocado por las actividades de ocio. Concretamente su peculiaridad reside en la aplicación de técnicas de realidad virtual como medio para exponer los resultados obtenidos, de una manera fácil e intuitiva, y permitiendo así favorecer los procesos de información pública [5,6].

Esta novedosa técnica ha sido aplicada a modo de Proyecto Piloto en la Avenida Plutarco de Teatinos en Málaga, como consecuencia de una colaboración con el Área de Medio Ambiente y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Málaga. El objetivo principal del proyecto ha sido diseñar planes de acción contra el ruido destinados a mejorar la calidad acústica de la Avenida, dados los conflictos que existen en la actualidad.

CONFLICTO EN LA AVENIDA PLUTARCO (MÁLAGA)

La Avenida Plutarco de aproximadamente 1 kilómetro de longitud, se sitúa en el distrito malagueño de Teatinos-Universidad, a las afueras de Málaga. Esta zona ha experimentado un considerable crecimiento en los últimos años, por lo que puede afirmarse que se trata de un barrio de reciente creación. Atendiendo al uso predominante del área, dicha zona ha sido

considerada por el Plan General de Ordenación Urbanística de Málaga (2011) [7] como área de sensibilidad acústica tipo A- residencial, según establece la legislación vigente.

Sin embargo, este desarrollo tan veloz ha dado lugar a su vez a una proliferación de actividades comerciales en la zona y dicho proceso se ha producido de una manera tan rápida que no ha permitido una evaluación paulatina de su impacto acústico y ambiental. Según se indica en el “Plan de Aprovechamiento El Romeral”, en 2007 existían 27 licencias de apertura concedidas a locales de la Avenida. En la actualidad este número se ha visto incrementado en aproximadamente 37 licencias concedidas para establecimientos dedicados a la restauración y la hostelería.

Como consecuencia, los niveles acústicos ambientales se incrementaron, siendo uno de los principales motivos los propios usuarios de las terrazas y veladores de los establecimientos de hostelería. A ello debe sumarse los efectos indirectos que todo ello conlleva, como son la aglomeración de personas en las calles hasta altas horas de la madrugada, el aumento del tráfico, etc.

El conflicto, por tanto, data aproximadamente desde el año 2005 en que comenzaron a producirse las primeras denuncias a establecimiento de la zona. En 2007 se creó la Asociación de Vecinos El Romeral contra el Ruido [8] que en 2008 solicitó la apertura de un expediente para la declaración de la zona El Romeral como Zona Acústica Saturada. En consecuencia, el Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Málaga acordó que se iniciasen los estudios técnicos necesarios para la posible declaración. Si bien los resultados del estudio constataban una superación de los niveles establecidos, éstos no fueron suficientes para cumplir con los requisitos que establecía la anterior legislación vigente para la declaración de la zona como acústicamente saturada [9].

Por otra parte, los empresarios y hosteleros de la zona se han unido para crear campañas de concienciación contra el ruido y minimizar en lo posible el impacto acústico de sus propios establecimientos. En la actualidad, el Ayuntamiento de Málaga ha contabilizado aproximadamente 24 denuncias en la zona, sin que hasta el momento se haya encontrado ninguna solución consensuada para el problema.

PROYECTO PLUTARCO – METODOLOGÍA

Tal y como se ha comentado anteriormente, para la aplicación de la presente metodología se ha escogido una fracción de la Avenida Plutarco en la que se encuentra una mayor concentración de locales. El área seleccionada se sitúa entre las calles Andrómeda y Antígona y dispone de una extensión aproximada de 175 metros (Véase Figura 1).



Figura 1. Avenida Plutarco (imagen superior derecha) y área de estudio seleccionada. La zona roja corresponde al espacio ocupado por los veladores.

Existen tres principales aspectos que se han tenido en cuenta para la elaboración del presente proyecto. El primero de ellos, ha sido centrar el estudio en diseñar medidas correctoras, es decir, no se ha evaluado nuevamente el incumplimiento de niveles, ya que el conflicto resulta evidente. Lo que se pretende poner de manifiesto, por tanto, es la mejora percibida del ambiente sonoro respecto a la situación existente, una vez se hayan aplicado las medidas propuestas. En segundo lugar se ha procurado que las soluciones sugeridas no modifiquen la situación actual de las licencias concedidas previamente a los locales. Finalmente, el más importante de los aspectos considerados ha sido exponer la eficiencia de las intervenciones propuestas de una manera intuitiva y accesible a todos los interesados, independientemente de la formación técnica que puedan tener en la materia.

A continuación se muestra en la Figura 2 un esquema-resumen de las fases de desarrollo del Proyecto y posteriormente se pasan a describir de cada una de ellas.

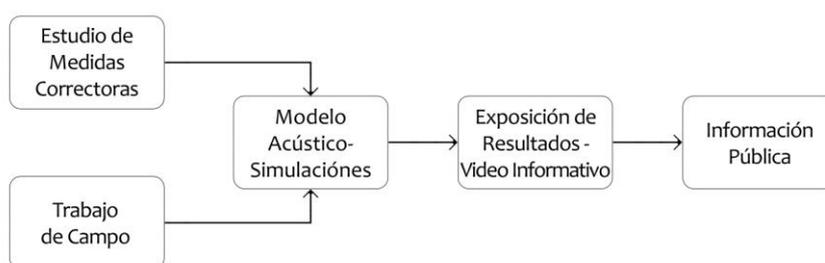


Figura 2. Esquema de la metodología empleada en el desarrollo del proyecto.

TRABAJOS DE CAMPO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS

Ha sido necesario realizar una serie de trabajos de campo que permitan obtener los datos de partida que posteriormente serán considerados en el modelo. Los datos recopilados han sido mediciones acústicas, grabaciones de audio y vídeo, conteo de vehículos y de personas usuarias en las terrazas.

Cabe destacar que tanto las mediciones acústicas como la información de conteo de vehículo y de personas usuarias de las terrazas, son datos obtenidos para una mayor comprensión de la situación existente y para la posterior calibración acústica del modelo. Es decir que tal y como se ha indicado anteriormente, en ningún momento se han utilizado para evaluar la situación de conflicto existente.

Con el fin de obtener grabaciones de audio (16 bit/44.1 kHz) in situ, se ha empleado una grabadora portátil de dos canales, Zoom H1. De forma paralela se ha utilizado un sonómetro Larson Davis modelo 824 para medir los niveles de presión sonora. La toma de datos se realizó durante periodos de fin de semana a finales del mes de agosto y principios de septiembre de 2012, época estival en la que el conflicto resulta más notorio. Dichas grabaciones se hicieron a lo largo de la avenida (central y lateral) con una duración aproximada de 10 minutos por cada una de ellas y en distintas franjas horarias -12:00, 18:00, 21:00, 23:00, 01:00- con el fin de captar la fluctuación de niveles a lo largo del día. Asimismo se obtuvo una grabación de larga duración (24 horas) en el balcón de una vivienda situada en la primera planta de una edificación en el centro de la Avenida. Como se aprecia en la Figura 3 la vivienda escogida estaba céntricamente situada sobre los veladores de diversos locales.



Figura 3. Toma de datos en el balcón de una vivienda en la primera planta del edificio.

Respecto a los veladores cabe indicar que pueden albergar en torno a 220 personas. Atendiendo a los datos obtenidos de ocupación de mesas, se observa que el punto de mayor concurrencia de personas se produce a las once de la noche (65% de ocupación de mesas), y aunque a partir de esa hora el número de personas va disminuyendo paulatinamente, la presencia de personas en las terrazas se prolonga hasta aproximadamente las tres de la mañana.

Una vez procesados todos los datos, se obtiene a modo de referencia la fluctuación de niveles sonoros en un día tipo de fin de semana. Como puede observarse en la Figura 4, el verdadero conflicto en la Avenida reside durante el periodo nocturno en el que los niveles acústicos ambientales deberían descender al menos 10 dB respecto al periodo diario y vespertino, tal y como se establece en los objetivos de calidad acústica ambiental. Sin embargo, este requisito no se cumple al mantenerse los niveles sonoros debido a la existencia de actividades y sus veladores. Por último indicar que si bien en periodo nocturno la fuente de ruido predominante son los veladores de los establecimientos, durante el día el ruido procede principalmente del tráfico viario.

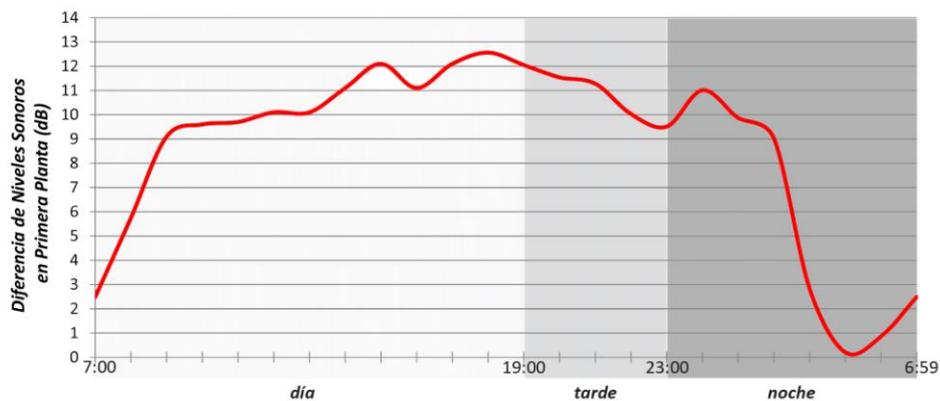


Figura 4. Fluctuación de los niveles sonoros en un día tipo de fin de semana (la referencia cero corresponde al nivel sonoro inferior registrado).

ESTUDIO DE MEDIDAS CORRECTORAS

Atendiendo al segundo requisito establecido en la elaboración del Proyecto, las medidas correctoras propuestas deben respetar la situación actual de los locales, por lo que la reubicación de las terrazas no era una opción a contemplar. Así pues las soluciones propuestas en el presente proyecto han sido:

1. Inclusión de toldos absorbentes en cada uno de los establecimientos.
2. Inclusión de pérgolas reflectantes.
3. Combinación de pérgolas y toldos.

4. Combinación de pérgolas y toldos e inclusión de alfombras para minimizar el impacto durante la recogida de mesas y sillas.
5. Limitar el número de mesas de los veladores a la mitad e inclusión de toldos.

DISEÑO DEL MODELO ACÚSTICO - SIMULACIONES

Una vez establecidas las distintas soluciones, se procede a crear un modelo 3D de la zona partiendo de la información GIS para posteriormente importarlo en el software de predicción acústico CadnaA [10] en el que se realizarán las simulaciones acústicas. El objetivo de las simulaciones será obtener la diferencia de niveles acústicos entre la situación actual y las situaciones futuras, una vez aplicadas cada una de las medidas correctoras.

Cabe destacar que la emisión procedente de las terrazas ha sido simulada en el modelo, mediante un emisor superficial situado a 1 metro de altura y cuya área se extiende a las zonas de ocupación de los veladores. Asimismo se ha considerado un espectro de emisión tipo correspondiente al patrón de emisión acústica de la voz humana, concentrando la mayor parte de la energía entre las bandas de 500 y 4k Hz con un nivel de potencia global aproximado de 86 dBA [11]. El nivel de potencia de emisión de las terrazas se redujo 3 dB para simular la medida número 5 en la que se supone una disminución de la mitad de las mesas.

Tabla 1. Los datos considerados en el modelo para la simulación de las medidas correctoras.

Medida Correctora	Descripción	Coefficiente de Absorción Acústica	Altura (m) respecto al suelo
Toldo	absorbente	0.3	3.45
Pérgola	reflectante	0.2	4.00
Alfombra	absorbente	0.3	0.02

Para la obtención final de la atenuaciones se han considerados dos puntos receptores -R1 y R2- el primero situado en la primera planta del edificio en que se realizaron las grabaciones a 4.70 metros y el segundo punto en la avenida central a 1.60 metros de altura (Véase Figura 5). Este último se fija a modo de control para comprobar que los niveles sonoros no aumentan como consecuencia de la inclusión de la pérgola reflectante.

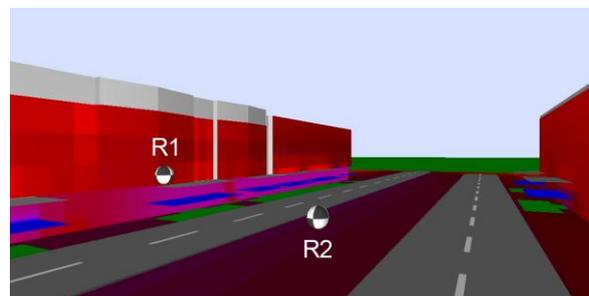


Figura 5. Simulación acústica, posición de los receptores.

Tabla 2. Atenuaciones obtenidas en la primera planta del edificio (R1),(dB).

Medida Correctora	Fuentes Simuladas	Lp	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Pérgola	terrazas + carreteras	8.6	6.2	8.1	8.8	8.3	8.5	10.8
	carreteras	7.4	5.8	6.8	7.4	7.4	7.7	8.7
Toldo	terrazas + carreteras	2.7	1.6	1.8	2.3	2.5	3.1	4.6
	carreteras	1.9	1.6	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0
Pérgola y Toldo	terrazas + carreteras	8.7	6.2	8.1	9.0	8.4	8.6	11.0
Pérgola, Toldo y Alfombra	terrazas + carreteras	8.7	6.2	8.1	9.0	8.4	8.6	11.0
Mitad de Sillas	terrazas + carreteras	0.5	0.0	0.0	0.3	0.4	0.7	1.5
Mitad de Sillas y Toldo	terrazas + carreteras	2.9	1.7	1.9	2.5	2.6	3.3	5.3

Como puede observarse las principales soluciones cuya atenuación resulta significativa, han sido la inclusión de pérgolas con una atenuación global de 8.6 dB y los toldos con una reducción de 2.7 dB [12]. Asimismo, se comprueba que estas dos medidas también conseguirían disminuir los niveles acústicos producidos por el tráfico durante el día.

Posteriormente las combinaciones de pérgola-toldo y pérgola-toldo-alfombra no mejoran significativamente el resultado global obtenido. Pese a ello resultaría recomendable considerar las alfombras ya que su influencia será notoria en el momento de recogida de mesas y sillas que suele producirse de madrugada durante el cierre de los locales. Por otro lado, la posibilidad de reducir el número de mesas no es considerable ya que la mejora acústica obtenida no es significativa respecto a la pérdida económica que podría suponer a los empresarios.

Considerando las dos principales medidas correctoras, a continuación se muestra en la Figura 6 la reducción de los niveles diarios obtenidos.

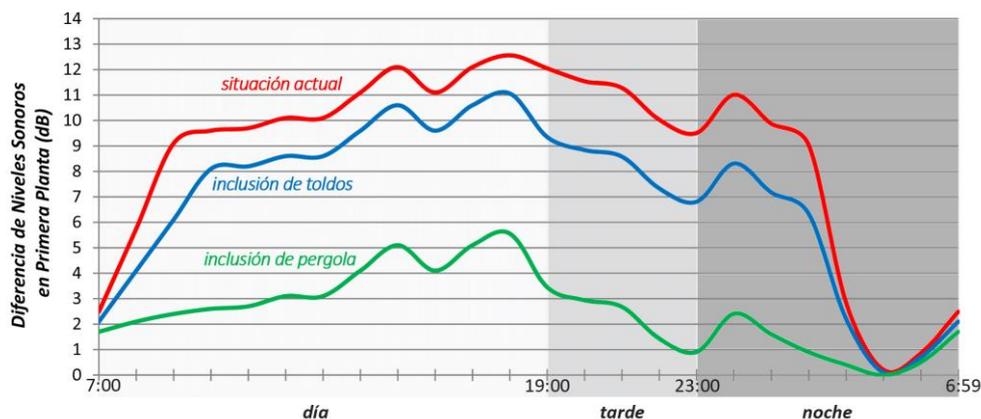


Figura 6. Reducción de los niveles diarios por la aplicación de medidas correctoras.

EXPOSICIÓN DE RESULTADOS - VÍDEO INFORMATIVO

La peculiaridad del proyecto Plutarco reside, tal y como se consideró en los requisitos de diseño iniciales, en la capacidad de exponer públicamente los resultados obtenidos de una manera intuitiva y accesible para todos. Para ello se han utilizado las tecnologías de realidad virtual que permiten visualizar y escuchar a priori las medidas correctoras propuestas, facilitando al usuario la comprensión de los resultados. El procedimiento a seguir ha sido el siguiente.

Partiendo del modelo 3D ya utilizado para las simulaciones acústicas, se ha creado un modelo visual detallado de la zona utilizando el software Sketchup [13]. Para ello se han añadido detalles visuales significativos de la calle y de las edificaciones como son los árboles, las aceras, los balcones, las ventanas, los portales y el mobiliario urbano, entre otros. Posteriormente se introducen en el modelo las texturas con el fin de obtener el resultado visual definitivo. Para ello es necesario realizar un post-procesado de las fotografías tomadas in situ. Finalmente se simula la iluminación de la calle, tomando como referencia las fuentes de iluminación existentes en la zona.

Una vez obtenido el modelo visual de la situación actual, se modificará para representar las dos medidas correctoras propuestas (Figura 7). Los modelos visuales se importan en el software de realidad virtual Worldviz Vizard [14] con el fin de crear un entorno de realidad virtual que incluya elementos interactivos (personas, vehículos, cielo) y los sonidos correspondientes.

En este punto no solo han de incluirse las grabaciones de audio realizadas (situación actual) sino que debe simularse el ambiente sonoro futuro, una vez se apliquen las medidas correctoras (inclusión de toldos y pérgolas). Para ello será necesario aplicar las atenuaciones obtenidas (Tabla 2) a las señales de audio. Estas nuevas señales “auralizadas” deben integrarse en los escenarios correspondientes del modelo virtual.

El modelo virtual preparado es capaz de reproducirse de una manera inmersiva utilizando sistemas virtuales avanzados que permitan al usuario pasear por el entorno diseñado. Sin embargo, para que la difusión del proyecto sea masiva ha sido necesario crear un vídeo de la aplicación virtual que visualice un paseo por la avenida y muestre los diferentes escenarios propuestos (medidas correctoras).



Figura 7. Escenarios simulados. Inclusión de toldos (imagen izquierda) y pérgolas (imagen derecha).

INFORMACIÓN PÚBLICA - CAMPAÑA DE CONCIENCIACIÓN

Como última fase del proyecto y dando cumplimiento a los requisitos legislativos de información pública, se han establecido los siguientes medidas de difusión:

- Foros profesionales. Su primera exposición pública fue en la “Jornada divulgativa dirigida a profesionales sobre la incidencia de la Acústica en el Urbanismo”, que organizó el Ayuntamiento de Málaga el 23 de abril de 2013, con motivo del Día Internacional de concienciación sobre el ruido.
- Prensa. El Ayuntamiento de Málaga convocó una rueda de prensa el 13 de mayo de 2013 para presentar públicamente el proyecto.
- Reuniones con las partes implicadas. Se llevó a cabo una reunión con los vecinos y empresarios del Distrito Teatinos-Universidad para comentar el proyecto, obtener opiniones al respecto y nuevas sugerencias para la resolución del conflicto.
- Internet. El proyecto se encuentra actualmente a disposición pública en la web del Área de Medio Ambiente y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Málaga¹. Asimismo se ha creado una página web específica para el mismo².

La difusión del proyecto tiene como objetivo implicar a las partes, tanto empresarios como vecinos, ofrecer como punto de partida las soluciones propuestas y en función de las sugerencias y opiniones obtenidas, llegar a una solución intermedia y consensuada. Igualmente el proyecto ha supuesto una campaña de concienciación importante para la población malagueña ya que se ha evidenciado el conflicto existente en las viviendas de la zona y los niveles sonoros que los propios clientes pueden llegar a producir desde las terrazas de verano.

¹ http://www.lineaverdemalaga.com/ruidos_02_jornadas_jornadas.asp

² <http://sounddimensions.eu/plutarco>

Por último, cabe destacar como primeras reacciones al proyecto que ya se han tomado iniciativas por parte de varios locales de la Avenida que han decidido incorporar toldos en sus terrazas.

CONCLUSIÓN

El proyecto presentado afronta y propone soluciones ante un tema especialmente complicado para las administraciones públicas, como es el control del ruido provocado por las actividades de ocio. Se ha demostrado igualmente que estas soluciones no son sólo teóricas sino que están aplicándose en casos concretos de conflicto urbano.

Asimismo la metodología empleada supone una innovación importante respecto a los tradicionales planes de acción contra el ruido, ya que éstos actualmente presentan sus resultados exclusivamente en base a parámetros acústicos, lo cual impide a la población general comprender adecuadamente el impacto del mismo. Por ese motivo el presente estudio permite a la administración pública evaluar de forma previa la percepción y la opinión de la población ante las medidas correctoras que se proponen. De manera que se implica a la ciudadanía, se favorecen los procesos de información pública y se asegura el éxito final del plan ya que es la propia población la que ha participado en la elección del mismo.

REFERENCIAS

- [1] WHO Regional Office for Europe, "Environmental Health Inequalities in Europe: Assessment Report," World Health Organization, 2012.
- [2] *Contaminación acústica*. Madrid: Defensor del Pueblo, 2005.
- [3] R. Hughes and D. M. Jones, "The intrusiveness of sound: Laboratory findings and their implications for noise abatement," *Noise and Health*, vol. 4, no. 13, p. 51, 2001.
- [4] U. Landstrom, L. Soderberg, A. Kjellberg, and B. Nordstrom, "Annoyance and Performance Effects of Nearby Speech," *Acta Acustica United with Acustica*, vol. 88, no. 4, pp. 549–553, 2002.
- [5] S. Basturk, L. Maffei, F. Perea Pérez, and Á. Ranea Palma, "Multisensory Evaluation to Support Urban Decision Making," in *International Seminar on Virtual Acoustics – ISVA 2011*, Valencia, España, 2011, pp. 114–121.
- [6] S. Basturk, "The Use of Multisensory Evaluation Techniques in Spatial Decision Making," Tesis Doctoral, Seconda Università degli Studi di Napoli, 2011.
- [7] Ayuntamiento de Málaga, "PGOU de Málaga 2011.", 2011. [Online]. Disponible: http://www.malaga.eu/recursos/urbanismo/pgou_ap2/PGOU2011AD1.html. [Visitada: 31-Aug-2013].
- [8] "Presentación de la Asociación de Vecinos el Romeral Contra el Ruido," *SUR, Diario de Málaga*, 2007. [Online]. Disponible: http://servicios.diariosur.es/tu-noticia/tu_noticia_ver/Presentacion-Asociacion-Vecinos-Romeral/1251/ [Visitada: 31-Aug-2013].
- [9] "Avance Sobre la Situación de la Zona del Romeral," Ayuntamiento de Málaga - Área de Medio Ambiente y Sostenibilidad, Málaga, Julio 2008.
- [10] DataKustik GmbH, *CadnaA Reference Manual*. Greifenberg, Germany, 2012.
- [11] D. Sepulcri, A. Buoso, F. Remigi, A. Scarpa, and R. Spinazzè, "Valutazione di Impatto Acustico di Sorgenti Sonore Costituite da Aggregazioni di Persone," in *38th National Congress of Italian Acoustical Society - AIA 2011*, Rimini, Italia, 2011.
- [12] "Diseño y Validación de Carpas de Exterior para la Minimización del Ruido por Actividades de Ocio," Aitex, Alcoy, Spain, Febrero 2011.
- [13] Trimble, "SketchUp User's Guide." [Online]. Disponible: <http://help.sketchup.com/en/article/116174>. [Visitada: 23-Aug-2013].
- [14] Worldviz LLC, "Vizard 4.0 User's Manual." [Online]. Disponible: <http://docs.worldviz.com/vizard/>. [Visitada: 23-Aug-2013].