

ANÁLISIS MULTISENSORIAL DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN ESPACIOS URBANOS

PACS: 43.50 Sr

Bastürk Seçkin²; Ranea Palma Ángela¹; Perea Pérez Francisca¹; Maffei Luigi²

¹ Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano.

Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Avenida de Manuel Siurot 50, 41013 Sevilla.

E-mail: angela.ranea@juntadeandalucia.es; francisca.perea.perez.ext@juntadeandalucia.es

² Built Environment Control Laboratory Ri.A.S. Seconda Università degli Studi di Napoli.

Via San Lorenzo, abbazia di San Lorenzo ad Septimum, 81031 Aversa (CE).

E-mail: seckin.basturk@unina2.it; luigi.maffei@unina2.it

ABSTRACT

The aim of this preliminary study is to demonstrate the potentiality of an innovative approach to assess urban sites by multisensory evaluation (visual and acoustic), involving the end users during the design process and administration. The mentioned assessment methodology has been applied to a case study in historic neighbourhood Triana of Seville. Specifically a pedestrian street called 'Calle San Jacinto', located in the historic Triana's district, was chosen to be studied.

The whole study consists of three steps concerning the field analysis, determining possible future interventions and the preparation of the Audio Visual Simulation. The outcome of this preliminary study is an Audio Visual Simulation of the "Calle San Jacinto", prepared in a video format as well as interactive virtual reality application format.

RESUMEN

En la actualidad disponemos de una serie de elementos de gestión y control del Ruido como son la zonificación acústica, los mapas estratégicos de ruido y los planes de acción entre otros, sin embargo debido a la propia complejidad de la percepción del ser humano, sería conveniente a la hora de involucrar a la población en los procesos de participación e información ciudadana, realizar un análisis más completo del ruido en el que deben tenerse en cuenta diversos factores como son el espacio, la iluminación, etcétera. Este artículo plantea un enfoque innovador para el análisis de espacios urbanos mediante una evaluación multisensorial (acústica y visual) que permite la participación ciudadana de forma previa a los procesos administrativos de toma de decisiones. Dicha metodología de evaluación se está empleando a modo de experiencia piloto en el barrio histórico de Triana en Sevilla en el que se plantean escenarios con diversas soluciones luminotécnicas.

El estudio completo comprende dos pasos fundamentales, el análisis de la zona ante posibles futuras intervenciones y la preparación de una simulación audiovisual. El resultado final de la simulación se presenta en formato de video o bien mediante aplicación interactiva.

INTRODUCCIÓN

Los procesos de participación ciudadana son actualmente una parte fundamental a tener en cuenta en la toma de decisiones reglamentaria, concretamente la información pública y los procesos de participación ciudadana en la evaluación del ruido ambiental han ido adquiriendo mayor importancia a raíz de la entrada en vigor de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. En efecto resulta lógico que así sea puesto que la participación pública puede mejorar y ayudar notablemente en la toma de decisiones por parte de la administración, principalmente teniendo en cuenta que la población es la usuaria final que se verá beneficiada por dichos cambios.

La toma de decisiones en el ámbito medioambiental requiere por tanto un compromiso entre los agentes implicados y precisamente el buen entendimiento entre ellos, es la clave que asegura el éxito de las decisiones resultantes.

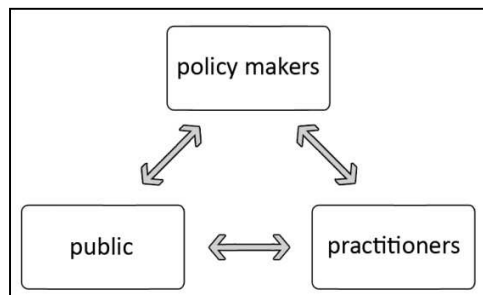


Figura 1. Agentes implicados en los procesos de toma de decisiones ambientales

Puesto que la opinión ciudadana no es más que una evaluación que realiza la población desde su propia percepción del ambiente, cabe preguntarse qué factores influyen en la percepción humana del ambiente que nos rodea. Estudios recientes han demostrado que la percepción humana es el resultado de una importante cooperación entre los sentidos [1]. Concretamente la percepción del ruido, al ser de carácter subjetivo, requiere de un análisis más complejo que permita incluir la influencia de otros factores físicos como pueden ser el espacio y la iluminación, entre otros [2]. Precisamente para ello es necesario realizar un análisis multisensorial que a diferencia de los indicadores numéricos, permitan evaluar de forma conjunta dentro del ámbito psicológico, los factores que influyen en la percepción.

Gracias a las nuevas tecnologías existentes, se puede contar con técnicas de simulación multisensorial [3] que crean escenarios mediante la auralización de sonidos y la visualización tridimensional, que posibilitan el diseño de herramientas que muestran de forma inmersiva a los ciudadanos nuevos ambientes urbanos, pudiendo así obtener valoraciones previas a la toma de decisiones en el ámbito medioambiental, asegurando por tanto el éxito de las mismas.

MÉTODO DE EVALUACIÓN SUBJETIVO AUDIOVISUAL

Gracias al reciente desarrollo que han adquirido las tecnologías en el ámbito de la realidad virtual y a las nuevas técnicas de representación audio-visual, ha sido posible experimentar con nuevos enfoques para la evaluación de los entornos urbanísticos. La metodología que se propone a continuación engloba factores de tipo objetivos y subjetivos, implementados mediante sistemas inmersivos en realidad virtual. La idea es poder comparar dos situaciones recogiendo posteriormente la reacción subjetiva que generen; la primera situación que se plantea será la existente en un ambiente dado, mientras que la segunda comprende diversos escenarios futuros (situación post-operam), una vez aplicados una serie de cambios de tipo reglamentario, que son precisamente objeto de evaluación. Para cada escenario será necesario la implementación de los pasos que se muestran en la Figura 2.

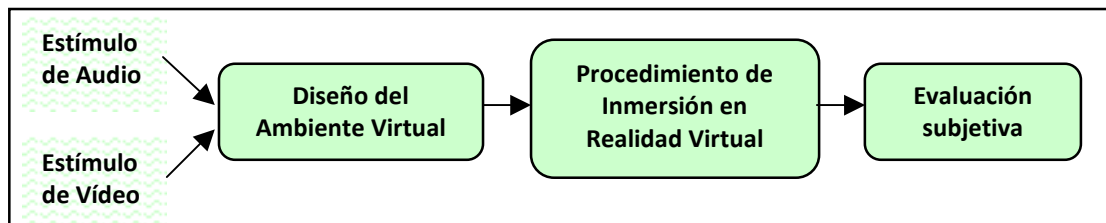


Figura 2. Esquema de evaluación multisensorial mediante herramientas de inmersión en realidad virtual (IVR)

A continuación se describen cada uno de los pasos y elementos que componen el esquema de evaluación multisensorial.

Diseño del Ambiente Virtual: Estímulo Auditivo

En la fase de diseño de los escenarios anteriormente descritos, es necesario asociar para cada una de las posiciones receptoras que se muestren, dos señales o estímulos auditivos: una grabación de audio tomada in situ y una auralización de la misma [4]. La primera de ellas es una grabación tomada in situ en el escenario real existente que será utilizada tal cual atendiendo a la duración y a los intervalos de tiempo deseados. Por otro lado, para representar el estímulo auditivo de la situación post-operam, será necesario emplear técnicas de auralización de sonidos que permitan a partir de una señal de audio real simular las nuevas condiciones que se pretenden representar.

A continuación se muestra en la Figura 3 el esquema de diseño de los estímulos auditivos.

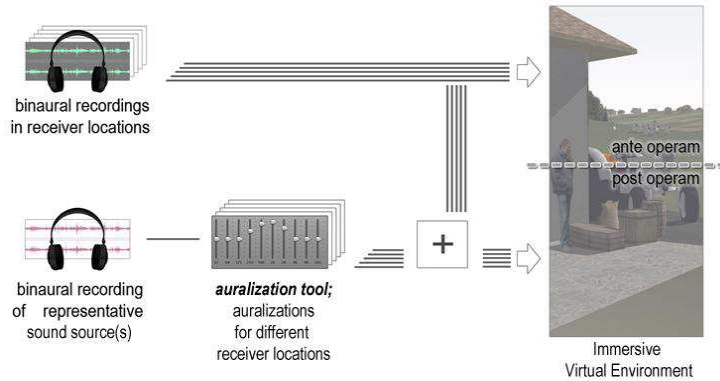


Figura 3. Obtención de los estímulos auditivos

Diseño del Ambiente Virtual: Estímulo Visual

El entorno visual es diseñado en tres principales pasos: modelación 3D partiendo de información GIS, inclusión de texturas en el entorno simulado [5] y realce mediante inmersión en realidad virtual (IVR).

- El primer paso consiste en obtener el perfil del suelo y el ambiente constructivo urbano considerando elementos como los edificios, calles, etcétera. Para ello se parte de información GIS e imágenes satélites.
- La inclusión de texturas al entorno 3D, se obtiene a raíz de la utilización de dos series de imágenes: una de ellas correspondiente a imágenes reales sacadas in situ y la otra a partir de imágenes tratadas. Estas fotografías reales son insertadas en torno al primer escenario ya existente, mientras que las imágenes tratadas representarían las condiciones post-operam. El tratamiento de las mismas se realiza aplicando técnicas de simulación luminosa, de forma que las fotografías representativas del nuevo ambiente puedan contener la contribución de los nuevos focos luminosos considerados.
- Por último en el tercer paso han de incluirse los estímulos auditivos y otros componentes de tipo dinámico como coches, personas, animales y otros elementos similares, que deben ser programados para que interactúen en línea con la realidad virtual.

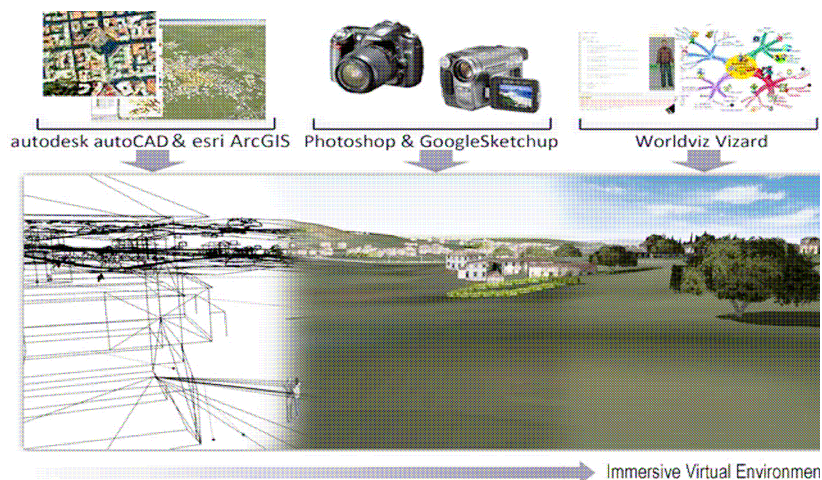


Figura 4. Procedimiento de diseño del entorno visual

Procedimiento de Inmersión en Realidad Virtual

La reproducción y simulación de los escenarios anteriormente diseñados se llevará a cabo mediante un sistema de inmersión en realidad virtual compuesto, al menos, por los siguientes equipos mostrados en la Figura 5 y 6: casco con unidad de visualización, dos seguidores de posición equipados con sensores de orientación de alta precisión, un seguidor de posición exacto y auriculares.

El sistema de reproducción de audio debe estar calibrado con equipos dummies para conseguir la precisión adecuada al nivel del estímulo de audio empleado.



Figura 5. Sistema IVR del laboratorio de Ciencias Cognitivas y Realidad Virtual Inmersiva de la Segunda Universidad de Nápoles

Figura 6. Unidad Móvil con Sistema IVR del laboratorio RIAS de la Segunda Universidad de Nápoles (actualmente en construcción)

Valoración subjetiva

Esta última fase responde al objetivo del estudio, por el cual se pretenden conocer y extraer las reacciones y apreciaciones psicológicas del público ante los escenarios simulados. Para ello se realizarán una serie de test subjetivos a un conjunto de personas elegidas a conciencia para que la muestra sea estadísticamente representativa de la población local.

Los participantes además deberán hacer un test previo a la realización de las pruebas denominado análisis ANOVA, por el cual se evalúa el grado de sensibilidad auditiva y de molestia ante el ruido.



Figura 7. Fase de valoración subjetiva

CASO ESTUDIO: CALLE SAN JACINTO (TRIANA)

La calle San Jacinto es la vía principal que atraviesa al barrio histórico de Triana. No sólo supone una de las calles más transitadas de Triana, sino también de Sevilla al tratarse de uno de los accesos directos al centro histórico de la ciudad, a través del Puente de Isabel II.

Análisis del Área de Estudio

Es necesario conocer cuál es la actividad diaria de la zona de estudio considerada, para ello se han llevado a cabo una serie de visitas de campo en distintos horarios. Durante la realización de estas visitas se ha prestado especial atención en conocer cuál es el flujo de tráfico de la calle, la cantidad de personas que transitan el área peatonal y la identificación de fuentes acústicas ruidosas así como las lumínicas. De la misma manera se han registrado “in situ” señales de audio binaurales y grabaciones de video. El equipo de audio utilizado es una grabadora portátil de dos canales “M-Audio Microtrack 24/96” con auriculares “Sennheiser Noise Gard HDC 451”.

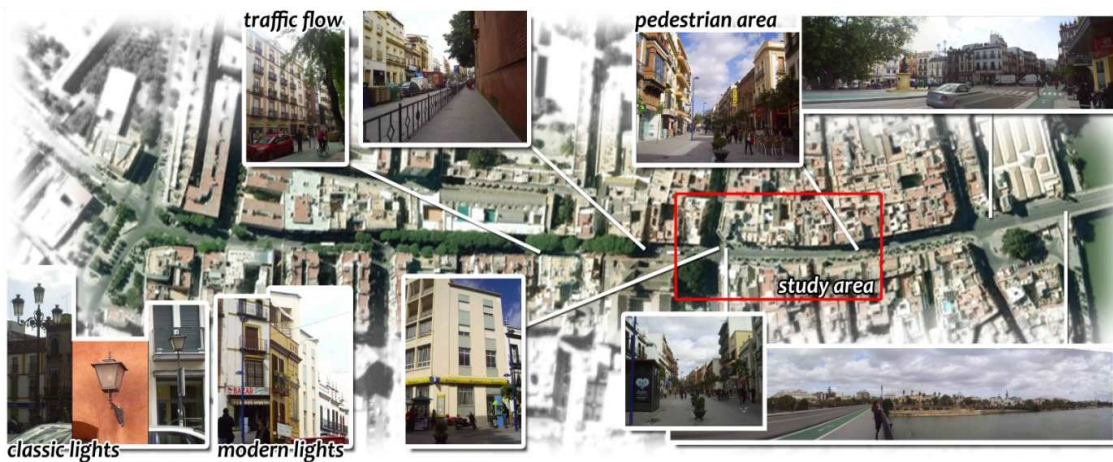


Figura 8. Escenas de la Calle San Jacinto (Triana) y el área de estudio seleccionada

Una vez analizada la zona, se decidió escoger una parte de la calle San Jacinto como área de estudio por ser considerada representativa de la misma. Se trata de un área de tipo peatonal con 150 metros de longitud.

La representación de la situación actual del área de estudio constituirá el primero de los escenarios a simular.

Elaboración del Escenario Futuro

Como se ha comentado anteriormente, en la actualidad la concienciación ciudadana sobre el medioambiente y la sostenibilidad de las ciudades está adquiriendo gran importancia. En esta línea las administraciones públicas y los gobiernos regionales están desarrollando normativas para la aplicación de medidas urbanísticas que disminuyan la contaminación ambiental en las ciudades. Concretamente en los últimos años la Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, ha realizado un especial esfuerzo por regular la Contaminación Acústica y Lumínica. Puesto que ambos aspectos están muy presentes en el ambiente urbano, se consideró conveniente la realización de un estudio que analice el ambiente de nuestras ciudades desde un punto de vista multisensorial, de modo que ambos factores queden incluidos y podamos probar la

efectividad de las medidas que por legislación deben aplicarse para la mejora de estos aspectos. De esta manera podemos conocer a priori cuál es el resultado de la aplicación de las medidas, su correcta integración con el ambiente y la opinión ciudadana que despiertan. Llevando así los procesos de información ciudadana a otro nivel en el que la población puede evaluar de forma anticipada las medidas reglamentarias que se pretenden aplicar, ejerciendo su pleno derecho y prestando ayuda a la administración que podrá así verificar o modificar las decisiones o actuaciones planteadas.

Por tanto el escenario futuro que se propone en este estudio, va encaminado al cumplimiento del nuevo Decreto autonómico andaluz 357/2010 de protección del cielo nocturno [9]. Para ello se proponen ciertas intervenciones en el diseño de la iluminación, el tipo de lámpara y de luminaria. Todo ello por supuesto sin olvidar el aspecto acústico, que está muy presente al tratarse de una de las calles principales con importante afección ruidosa.

Los tipos de lámpara que han sido elegidos son: LED 42 W con una eficacia de 80 lm/W y Vapor de Sodio de 70W con eficacia de 100 lm/W. Mientras que para las luminarias se han escogido un modelo ambiental época (tipo farol) y otro de tipo ambiental urbano con difusor plano [10].

La idea es poder evaluar el ambiente generado cuando se compara una lámpara tipo LED que presenta luz blanca con una longitud de onda perjudicial para el medio ambiente y la salud de las personas con una lámpara de vapor de sodio recomendable por el espectro de luz que presenta. De la misma manera se compara una luminaria convencionalmente denominada tipo farol que presenta un flujo hemisférico superior en torno al 20% con una eficiencia energética baja pudiendo contaminar el cielo nocturno, con otra luminaria de tipo ambiental urbano que presenta un flujo hemisférico superior inferior al 1% dando cumplimiento así a la normativa.

La simulación final presentará por tanto 3 escenarios futuros: la situación actual a la luz del día, un escenario nocturno con iluminación de tipo LED y otro con iluminación de lámparas de vapor de sodio. Todo ello con las grabaciones acústicas correspondientes al entorno simulado.



Figura 9. Imagen del tercer escenario de la simulación.

Preparación de la Simulación Audio Visual

El ambiente acústico ha sido incluido dentro de la simulación una vez elegidas las grabaciones más representativas obtenidas en los recorridos realizados durante las visitas de campo.

El primer escenario simula la luz natural del día y el estímulo de audio incluido se corresponde a una grabación de 2 minutos de duración tomada el 18 de febrero de 2011 a las 14:00 horas. El segundo escenario correspondiente a la iluminación de lámparas de vapor de sodio contiene un estímulo de audio extraído de la visita de campo realizada el día 7 de Marzo de 2011 a las 21:00 horas. Por último el escenario iluminado por lámparas tipo LED se corresponde con una señal de audio registrada el 25 de febrero de 2011 a las 21:00 horas.

El entorno visual se adecua a la aplicación en realidad virtual siguiendo el procedimiento anteriormente descrito.

CONCLUSIONES Y MEJORAS FUTURAS

La metodología presentada es capaz de simular en una plataforma de realidad virtual una serie de medidas urbanísticas orientadas a la aplicación de la normativa medioambiental, facilitando por tanto la previa visualización de las mismas y la obtención de valoraciones ciudadanas.

De esta manera el estudio planteado permite evaluar ambientes urbanos desde un punto de vista multisensorial de carácter innovador. Sin embargo no se trata de una metodología completa de alta precisión, sino más bien de una aplicación capaz de dar una visión cualitativa y conjunta del entorno, facilitando así la comprensión y la valoración subjetivas de las medidas simuladas.

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía ha sido una de las primeras administraciones públicas en plantearse este tipo de estudios como una forma de evaluación conjunta del entorno urbano que facilita los procesos de información pública y la obtención de la opinión ciudadana para la mejora final de los procesos reglamentarios de toma de decisiones medioambientales.

Este estudio previo debe ser mejorado con el fin de obtener una mayor precisión y realismo en los resultados para que pueda convertirse en una herramienta útil para las administraciones públicas en los procesos de participación ciudadana.

REFERENCIAS

- [1] M. MASULLO, G. IANNACE, S. BASTURK, L. MAFFEI, V.P. SENESE, F. RUOTOLO, "Influence of vision on noise annoyance evaluation of wind farms", in Proceedings of Fourth Meeting on Wind Turbine Noise, Rome-Italia, 12-14 April 2011.
- [2] F. RUOTOLO, S. IACHINI, L. MAFFEI, S. BASTURK, M. DI GABRIELE, "Subjective and objective psychological measures of environmental noise assessment", in 1st EAA-EuroRegio 2010, Ljubljana, Slovenia, September 2010.
- [3] L. MAFFEI, S. IACHINI, M. DI GABRIELE, S. BASTURK, G. RUGGERO, "New Audio-Visual Approach For Environmental Noise Assessment", in Inter-Noise 2010, pp. 252, Lisbon, Portugal, July 2010.

- [4] F. PEREA PÉREZ, S. BASTURK, M. MASULLO, R. HERNANDEZ, "A Tool for Environmental Auralization of Stationary Sound Sources", in 1st EAA-EuroRegio 2010, Ljubljana, Slovenia, September 2010.
- [5] L. MAFFEI, M. MASULLO, S. BASTURK, "New Tools For The Noise Annoyance Assessment Of Projects", in 2nd UNTREF International Congress on Acoustics, Buenos Aires, Argentina, September 2010.
- [6] S.CURCURUTO, M. DI GABRIELE, L. MAFFEI, R. SILVAGGIO, "Sviluppo Di Metodologie Innovative A Supporto Degli Studi Di Impatto Acustico Nelle Valutazioni Di Impatto Ambientale", 37th AIA National Congress, Siracusa, Italy, May 2010.
- [7] S. BASTURK, R. CARAFA, L. MAFFEI, "The Validation of Architectural and Acoustic Projects to Transform Ecclesiastical Architecture in Auditoria for Concert Music", in 1st EAA-EuroRegio 2010, Ljubljana, Slovenia, September 2010.
- [8] G. BRAMBILLA, , M. DI GABRIELE, L. MAFFEI, P. VERARDI, "Urban soundscape appraisal in laboratory: a tool for testing and improving urban renewal", Euronoise 2009, Edinburgh, 2009.
- [9] CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCIA, Decreto 357/2010 , de 3 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la protección de la calidad del cielo nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.
- [10] CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCIA, RAMÓN SAN MARTÍN PÁRAMO, MANUEL GARCÍA GIL, "Guía Técnica de Aplicación del Decreto 357/2010, de 3 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la protección de la calidad del cielo nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética", April 2011.