

ANÁLISIS Y DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ÁREAS TRANQUILAS EN AGLOMERACIONES URBANAS: CÁDIZ COMO ESTUDIO DE CASO

PACS: 43.50.Lj 43.50.

Jiménez Pérez, Tamara¹; Cueto Ancela, José Luis¹; Hernández Molina, Ricardo¹.

(1) Universidad de Cádiz. Laboratorio de Ingeniería Acústica.

Edificio C.A.S.E.M. Campus Río San Pedro

11500. Puerto Real.

Tel / Fax: 956016051

E-Mail: jimenezperez.tamara@alum.uca.es, joseluis.cueto@uca.es, ricardo.hernandez@uca.es

Abstract

The Noise European Directive include the study of Quiet Areas and action plans designed specifically for their preservation and control. However, it is not specified the requirements for the identification, evaluation and management of those especial areas. So, the states have the freedom to define their own requirements and methodologies, which, eventually, yield incomparable results.

QUADMAP project has the aim to overcome these problems, and try to establish a common approach. In this context this paper put the focus on the development of new GIS tools that assit in the process and prove in the municipality of Cadiz

Keywords: Quiet Areas, Environmental Noise and GIS

Resumen

La Directiva Europea del Ruido propone la incorporación de las áreas tranquilas como objeto de análisis, incluyendo medidas para la protección de las mismas en los requisitos mínimos exigidos en los Planes de Acción. Sin embargo, no se especifican estos requisitos, dando libertad a los estados miembros para establecer criterios propios no homogéneos, y como consecuencia, generando una metodología fragmentada difícilmente comparable.

El proyecto QUADMAP ha venido a intentar rellenar este vacío metodológico y en este contexto nuestro objetivo es generar un conocimiento práctico más profundo sobre las ÁREAS TRANQUILAS en aglomeraciones urbanas, utilizando la ciudad de Cádiz como estudio de caso.

Palabras clave: Areas Tranquilas, Ruido Ambiental, SIG

INTRODUCCIÓN

La **Directiva Europea 2002/49/EC** relativa a los cálculos y el seguimiento del ruido ambiental, tiene como objetivo “definir un enfoque común para prevenir o reducir los efectos, incluidas las molestias, de la exposición al ruido ambiental”. [1] Dentro de la misma, se diferencian dos clases de áreas, ambas, definiciones muy amplias [1] [2]:

- **Zona tranquila en una aglomeración:** Un espacio, delimitado por la autoridad competente, que, por ejemplo, no está expuesto a un valor de L_{den} , o de otro indicador de ruido apropiado superior a un determinado valor, que deberá determinar el Estado miembro, con respecto a cualquier fuente emisora de ruido. (art.3, lett. I)
- **Zona tranquila en campo abierto:** Un espacio, delimitado por la autoridad competente, no perturbado por el ruido del tráfico, la industria o las actividades recreativas.

La Directiva propone la incorporación de las áreas tranquilas como objeto de análisis, incluyendo medidas para la protección de las mismas en los requisitos mínimos exigidos en los Planes de Acción, sin embargo, no se especifican los requisitos necesarios para llevarlo a cabo [3] [4]. Esta libertad de elección estados miembros para que establezcan sus criterios propios de delimitación, cálculo y planificación en este tipo de áreas [5], tiene como resultado una colección de estudios con un uso de datos no homogéneos y con una metodología fragmentada. No obstante, la directiva de ruido sí establece la obligación de preservar la calidad del medioambiente sonoro, protegiendo las áreas tranquilas, reduciendo los niveles de ruido que se encuentren por encima de los objetivos de calidad, sobre todo en grandes aglomeraciones donde se consideran los usos de los ciudadanos y la percepción sonora de la propia área [6] [4]. Esto genera una amplia variedad de criterios, de cómo los estados miembros definen y autorizan los requisitos para áreas tranquilas y desarrollan medidas para su preservación y protección [7].

Durante los últimos años, cada país u órgano competente ha adoptado una serie de estrategias para abordar esta cuestión de metodología heterogénea e inconexa. Así pues, en consecuencia, la transferencia de experiencias y estrategias de trabajo entre los países de la Unión Europea, es una tarea compleja e importante [8]. Estos países han intentado desarrollar métodos para definir las Áreas Tranquilas, generalmente, utilizando criterios basados en propiedades acústicas y distancia geográfica [2]. Sin embargo, numerosos estudios sobre psicoacústica, han demostrado la influencia del ruido en nuestra sensibilidad social [9], siendo particularmente atractivo a la hora de rediseñar el espacio urbano, con características de “lugar placentero”. Por lo que la evaluación de un entorno, no sólo debe considerar el estudio de **criterios acústicos**, sino, de **criterios no acústicos** [10]. La evaluación subjetiva se tiene en cuenta y el sonido descriptivo de un territorio con un destino social, se deriva del análisis de estos factores. Este enfoque subjetivo, sostiene que los datos de exposición, en ciertos casos, no coinciden con la respuesta ciudadana. Por esta razón, se añaden otros parámetros acústicos a las medidas y modelos acústicos [4].

QUADMAP, (Quiet Areas Definition and Management in Action Plans), es un programa financiado por la Unión Europea, como proyecto LIFE+, cuyo objetivo es desarrollar una metodología armonizada para la identificación, evaluación (combinando parámetros cuantitativos y cualitativos) y gestión (la mitigación del ruido, el aumento del grado de utilización de las áreas y la satisfacción de los usuarios) de zonas urbanas tranquilas (QUA's siglas en inglés), con el objetivo de superar el impasse actual y mejorar la situación en Europa. El proyecto se centra en la cuestión de la tranquilidad en las zonas urbanas, y para ello, no solo se debe perseguir el cumplimiento de los límites de ruido, sino que se abordará la molestia causada por el mismo. Los resultados que se obtengan, una vez validados, facilitarán a los planificadores urbanos la aplicación de unos procedimientos estandarizados para la identificación, delimitación y priorización de QUA's.

QUADMAP propone una serie de variables que deben formar parte tanto de la selección de las zonas tranquilas como del posterior análisis de las mismas. Estas variables se dividen en grandes bloques temáticos, básicamente aquellas que tiene conexión con la acústica y la percepción (psicoacústica) del sonido y aquellos factores que aun siendo de tipo “no acústico” forman parte del estudio de las zonas tranquilas. En este apartado de variables “no acústicas” podemos encontrar desde cuestiones de tipo paisajístico, de uso de las zonas (como se emplean dichas áreas tranquilas), hasta cuestiones sobre seguridad y limpieza. Pero si hay una variable no acústica que importa sobremanera en la elección e implantación de las zonas tranquilas es el número total de usuarios que las aprovechan. Todos entendemos la poca utilidad de una zona tranquila en la aglomeración con una calidad acústica excepcional, pero a la que vayan muy pocas personas. Siguiendo este ejemplo, no se nos escapa que este número de personas que regularmente utiliza estos espacios depende a su vez de otros factores como son: la accesibilidad al lugar, el número de potenciales usuarios (que QUADMAP resume en criterio de proximidad a áreas residenciales) y por último la posibilidad de estos espacios de satisfacer las expectativas de uso de los colectivos que disfrutan de ellas (deporte, juegos infantiles, etc). Son precisamente las dos variables las que motivan la realización de este estudio, por su posibilidad de ser analizadas mediante análisis experto en GIS [5] [6] [11] [4] [12] [13] [14] [15] [16].

OBJETIVOS

En este contexto, nuestro objetivo último es generar un conocimiento práctico más profundo sobre la IDENTIFICACIÓN y EVALUACIÓN de las ÁREAS TRANQUILAS dentro de las aglomeraciones. Para ello proponemos como objetivo de esta comunicación:

- Diseñar una serie de herramientas basadas en GIS que sustituyan la medida directa de la variable: NÚMERO USUARIOS DEL ÁREA TRANQUILA.

METODOLOGÍA

Este trabajo se justifica en la necesidad de evaluar de una forma rápida y eficaz aquellas **variables no acústicas** relacionadas con el análisis de las áreas tranquilas, mediante la estimación de indicadores, sin tener que recurrir a su medida directa, por su alto coste de tiempo y recursos. Como ya se ha puesto de manifiesto, vamos a estimar el número de usuarios de una zona de la ciudad candidata a tranquila en base criterios de estimación del potencial de usuarios, teniendo en cuenta además, la accesibilidad al lugar.

El trabajo tiene en cuenta dos tipos de usuarios bien diferenciados:

- **Usuarios habituales**
- **Usuarios esporádicos**

Lo que nos deja que los usuarios potenciales se determinarán en las siguientes categorías usando los **Tiempos de acceso al área tranquila**:

- **Población residente en el dominio de influencia** de cada zona tranquila candidata
- **Población residente fuera del dominio de influencia** de cada zona tranquila candidata
- **Trabajadores (oficinistas y estudiantes) en el dominio de influencia** de cada zona tranquila candidata
- **Trabajadores (oficinistas y estudiantes) fuera del dominio de influencia** de cada zona tranquila candidata
- **Turistas y otros**

Obviamente los turistas son siempre esporádicos, pero el resto de categorías puede englobarse en habituales y esporádicos.

Lo que vamos a hacer, es diseñar un sistema experto basado en GIS que atienda al cálculo de **usuarios potenciales** en base solo a aquellos que son **habituales**. Esta información solo se puede obtener mediante encuestas.

Los pasos metodológicos bajo los que se diseña el modelo, son los siguientes:

Datos necesarios dentro del repositorio GIS

Las principales fuentes de información que necesitamos para diseñar nuestro modelo GIS, son las siguientes [17]:

- **Cartografía GIS de Parques:** Catálogo de Parques ordenados por superficie.
- **Documento del Plan General de Ordenación Urbanística de la ciudad (PGOU)**
- **Zonificación acústica**
- **Datos de edificación:** Procedentes de la Dirección General del Catastro
- **Censo de población por edificios:** Información proporcionada por el Departamento de Estadística del Excmo. Ayuntamiento de Cádiz.
- **Datos de ocupación** en zonas de hospedaje (hoteles, hostales, pensiones, etc).
- **La selección de zonas candidatas a áreas tranquilas (CQA),** según los criterios que se establezcan. Se puede hacer un prefiltrado mediante herramientas diseñadas en GIS que puedan aplicar criterios de exclusión PASA o NO PASA; con objeto de simplificar la tarea. Estos filtros pueden ser entre otros:
 - **Localización geográfica.**
 - **Categorización del suelo:** Se definen un número limitado de categorías.
 - **Superficie mínima:** Se define una superficie mínima, en relación a la planificación de nuestros municipios.
 - **Nivel Sonoro:** Se seleccionan áreas, que contengan una parte de su superficie con niveles de ruido diurno de carretera L_{día} por debajo de 60 dB(A), en áreas residenciales, y 55 dB(A), en áreas de tipología sensible.
 - **Superficie mínima “tranquila”:** Se define que el área dentro de la banda de ruido establecida esté por debajo de los criterios de limitación.

En primer lugar, se revisan los edificios suministrados en formato *.dwg y *.shape, obtenidos del Plan de Ordenación Urbanística y la Sede del Catastro, respectivamente, para su incorporación al software GIS, revisando su geometría y localizando los edificios con polilíneas no cerradas. Posteriormente, se eliminan aquellas construcciones actualmente no existentes, actualizando aquellas que hayan sido modificadas, e incorporando edificios de nueva construcción.

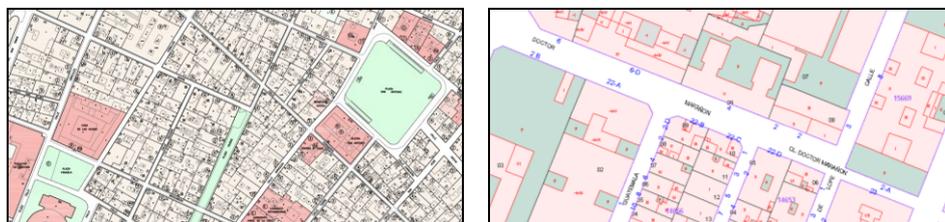


Figura 1 – De izquierda a derecha. Vista detalle de los datos originales facilitados por el Excmo. Ayuntamiento de Cádiz y la Dirección General del Catastro

En segundo lugar, se define el número de habitantes asociado a los edificios del municipio. Para ello, se utiliza la información sobre población procedente del Departamento de Estadística del Ayuntamiento de Cádiz. Esto ha permitido obtener un grado de precisión muy grande de la situación real del municipio.

1	Distrito	Sección	NUMERO	Duplicado	PERSONAS
2	5	6	ABREU	1	19
3	5	6	ABREU	2	17
4	5	6	ABREU	3	7
5	5	6	ABREU	4	11
6	5	6	ABREU	5	7
7	5	6	ABREU	6	10
8	5	6	ABREU	7	14
9	5	6	ABREU	9	8
10	5	6	ABREU	11	20
11	8	2	ACACIAS	2	2
12	8	19	ACACIAS	3	2
13	8	2	ACACIAS	4	25
14	8	2	ACACIAS	6	17

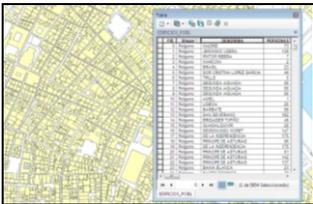


Figura 2 – Detalle de la incorporación de la población a los edificios desde el formato Excel original

Para la catalogación de los edificios, se ha utilizado la asignación recogida en el documento del Plan General de Ordenación Urbana del Ayuntamiento. Esta catalogación, tiene como base las edificaciones del parcelario del catastro nacional y han sido complementadas, en aquellas zonas en las que se han detectado lagunas, con digitalización de elementos nuevos según ortofoto agrupando los usos similares, de manera que la representación quede simplificada.

Los usos considerados, son los siguientes:

- **Uso residencial:** Edificios destinados al uso predominantemente residencial, englobando tanto bloques, como viviendas de tipo horizontal.
- **Uso no residencial:** Para la identificación de estos edificios, se utilizará la cartografía completa de edificios de la ciudad y el nomenclátor proporcionado por el propio ayuntamiento. Este último contiene los nombres de los edificios singulares, de carácter no residencial que se encuentran a lo largo del entramado del término.

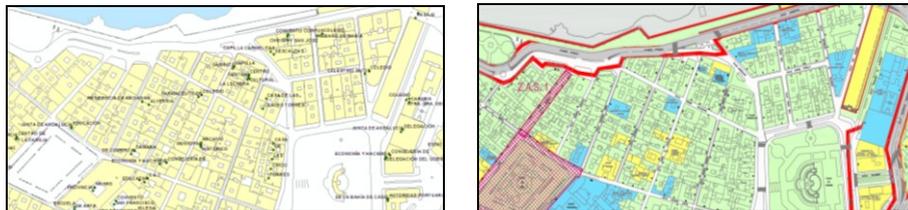


Figura 3 – De izquierda a derecha: Detalle de los edificios singulares según el Nomenclator y la zonificación acústica de la ciudad

Realización y análisis de las encuestas

Partiendo del listado de zonas candidatas a áreas tranquilas (CQA) se diseña la campaña de encuestas incluidas como base del trabajo [11]. Para un adecuado desarrollo de las mismas, se utilizan como referencia las pautas contenidas en la NORMA ISO/TS 15666/2003, sobre Evaluación de la molestia del ruido por medio de encuestas socio-acústicas. La estructura de los cuestionarios sigue el modelo propuesto por QUADMAP [11] [12] con ligeras modificaciones, pudiéndose contrastar así, con los resultados de los indicadores objeto de nuestra evaluación. De esta manera, se involucra a ciudadanos que viven, y trabajan cerca de las áreas potenciales y a cualquier visitante que haga uso de ellas [2]. Las dos fases del estudio de campo son las siguientes:

- El primer examen de campo se lleva a cabo sobre la ciudad de Cádiz, se propone un muestreo espacial que abarque todos los distritos, diversificándose los periodos del día y de la semana en los que se hace la encuesta. El interés es conocer cuántas personas vinculadas a la ciudad de Cádiz (residentes y/o trabajadoras) usan de manera habitual o esporádica las áreas tranquilas candidatas y cuáles son estas. Se estima que con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del $\pm 5\%$, el tamaño muestral debe ser de 400 entrevistas. De las encuestas realizadas hasta el momento se desprende que solo el 5% de los encuestados afirma no ir nunca a las áreas propuestas, mientras que un 26% afirma ir al Parque Genovés.

- Siendo este parque el de mayor atractivo para la población que vive y/o trabaja en Cádiz, se contempla como **ESTUDIO de CASO**. Para ello se diseña un cuestionario “ad hoc” para las entrevistas en el parque con 9 cuestiones, de las cuales solo 2 de ellas son importantes para la evaluación de nuestra variable. La tarea de encuestar a los usuarios no ha sido finalizada aún mientras se redacta esta comunicación, así pues, los resultados encuestas realizadas deben entenderse como provisionales.

DÍAS LABORALES: 150 encuestas		FINES DE SEMANA: 60 encuestas	
Periodo	horario	Periodo	horario
<i>día</i>	10:00-14:00	<i>día</i>	10:00-14:00
<i>tarde</i>	14:00-18:00	<i>tarde</i>	14:00-18:00
<i>noche</i>	18:00-22:00	<i>noche</i>	18:00-22:00

Figura 4 – División temporal del conjunto de 210 encuestas en el Parque Genovés repartidas en una semana de trabajo.

Los indicadores que han sido analizados de los usuarios entrevistados son los siguientes:

- Distancia de residencia y/o trabajo al Parque Genovés
- Si son Usuarios habituales o Usuarios esporádicos.

Días laborables. Se persigue conocer la procedencia dentro de la ciudad de los usuarios habituales (residentes y trabajadores y/o estudiantes). Estos se dividen de la siguiente manera:

- Poco más del 72,5% del total de visitantes del PARQUE GENOVÉS son **Usuarios Habituales**.
 - De estos, el 48% vive dentro de la zona considerada de influencia del parque, 500 metros. Se elige esta distancia, considerando que una persona camina a una velocidad de 6 Km/h, y es usuaria de zonas a las que accede en un tiempo no superior a 5 minutos.
 - El 45% trabaja y/o estudia en esta zona
 - Sólo el 7% de los usuarios habituales viven fuera de zona de influencia
- Por tanto es un 27,5% del total los que se consideran a sí mismos **Usuarios Esporádicos**.
 - De ellos el 10% vive y/o trabaja (o estudia) dentro de la zona considerada de influencia del parque
 - De ellos el 87% vive y/o trabaja (o estudia) fuera de esta zona
 - En torno al 3% de estos se definen como “turista”

Fin de semana. Los fines de semana, como era de esperar, la dinámica varis. Estos se dividen de la siguiente manera:

- Poco más del 60% del total de visitantes del PARQUE GENOVÉS son **Usuarios Habituales**
 - De estos, el 75% vive dentro de la zona considerada de influencia del parque
 - El 10% trabaja y/o estudia en esta zona
 - Sólo el 15% de los habituales viven fuera de esta zona de influencia
- Por tanto es un 40% del total los que se consideran a sí mismos **Usuarios Esporádicos**
 - De ellos el 10% vive y/o trabaja (o estudia) dentro de la zona considerada de influencia del parque
 - De ellos el 80% vive y/o trabaja (o estudia) fuera de esta zona
 - En torno al 10% de estos, se definen como “turista”.

Para la creación de un Sistema de Toma de Decisiones (STD) que nos proporcione una correcta jerarquización de las zonas tranquilas, se necesita integrar todas las variables e indicadores de tipo acústico y no acústico. A continuación, el algoritmo STD ponderará de manera adecuada la importancia de todas estas variables para alcanzar una solución numérica que permita comparar todas las áreas incluidas en el análisis y establecer su importancia.

Diseñada nuestra base cartográfica generamos la zona de influencia considerada mediante proceso GIS. Posteriormente, y mediante procedimiento espacial, igualmente en GIS, se incorporan los datos de población residencial en esta zona a nuestro shape de resultados. Indicar que esta área de influencia, se tendrá en cuenta para cada uno de los vértices del polígono que contiene el área candidata.



Figura 5 – De izquierda a derecha. Zona de influencia del Parque Genovés para el cálculo de usuarios habituales residentes. Detalle de la población contenida en edificios residenciales y Detalle del proceso GIS de salida de datos

En el caso, de usuarios trabajadores y/o estudiantes, al carecer de información detallada numérica, aplicamos otro procedimiento que nos permita conocer este tipo de usuarios. Se estudia la superficie de edificios no residenciales en las cercanías de las diferentes áreas candidatas, en una zona de influencia similar al procedimiento de cálculo de la población residente. Mediante herramientas analíticas en software GIS, calculamos el volumen de los edificios de carácter terciario y docente, contenidos en el mismo buffer generado para el indicador anterior.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Vamos a trabajar con los valores más confiables, aquellos obtenidos del análisis de los días laborables.

INDICADOR	GIS Zona de influencia 500 m alrededor del parque	Encuesta % de residentes habituales	Proporción entre Usuarios Habituales y Potenciales
Población residente	<i>Usuarios Potenciales</i> Población Total: 13.882 personas	<i>Usuarios habituales</i> 10.857 personas (el 48% del 72,5% del 26% de los habitantes de Cádiz)	78%
Volumen edificios residenciales	2,32 millones de m ³		Usuarios residentes / Volumen edificios residencial= 4,6 Usuarios/m ³
Población trabajadora y estudiante	¿?	45% de los usuarios habituales = 10.178 personas	¿?
Volumen edificios no residenciales	0,57 millones de m ³		Usuarios trabajadores y estudiantes / Volumen edificios no residencial= 17,7 Usuarios/m ³

Los valores obtenidos a través de la encuesta, muestra que un 67,4% de los usuarios habituales del parque durante entre semana viven, trabajan y estudian en un área cercana al

mismo, y que el peso de los residentes es prácticamente idéntico al peso de los estudiantes y trabajadores.

Sin embargo, existe un indicador no considerado: LA CAPACIDAD DE ATRAER A USUARIOS DESDE ZONAS DE RESIDENCIAS LEJANAS AL ÁREA TRANQUILA. Por tanto, la variable a estudiar para completar un buen Sistema de toma de decisiones es un factor de atractivo sobre su uso, que incite a los usuarios a desplazarse una distancia considerable, en detrimento de otras ofertas más cercanas (esto ocurre, sobre todo, los fines de semana como era de esperar).

Siguiendo una línea de examen muy relacionada con la anterior, debemos establecer la posibilidad de evaluar cual es el grado de competencia entre los parques y áreas de esparcimiento de la ciudad. Dicho de otra manera, si lo que buscamos es el número de usuarios de un candidato a área tranquila, en qué manera la oferta de otras áreas afecta al cálculo de ocupación. Mientras los indicadores de evaluación GIS (habitantes, distancia, volumen residencial y no residencial), proporcionan una estimación del potencial de usuarios del parque, con la herramienta ENCUESTAS, vamos a tener una aproximación más precisa al censo de usuarios real y de las características de dichos usuarios.

Estos indicadores nos van a permitir:

- Evaluar primero y corregir y/o ajustar, después, las variables de decisión para mejorar el Sistema de Toma de Decisiones.
- Y valorar la necesidad de incorporar otros nuevos indicadores no considerados al comienzo del estudio para la mejora del STD.

CONCLUSIONES

Una vez finalizado el procedimiento, obtenemos que:

- A raíz del estudio se ha visto claramente, que un sistema de toma de decisiones basado en variables GIS, debe calibrarse en sus indicadores de decisión mediante las ENCUESTAS DIRECTAS a la población.
- Que el indicador de proximidad debe mejorarse con herramientas que evalúen el tiempo de acceso de una manera más exacta, por ejemplo mediante el uso de modelos de micro simulación peatonal, de bicicletas y de tráfico.
- Introducir los usuarios esporádicos haría más complejo el análisis y habría que valorar si merece la pena.

REFERENCIAS

- [1]. European Commission, European Noise Directive 2002/49/EC del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de Junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- [2]. Licitra, Gaetano et al. "Quiet Area Definition in the Implementation of European Directive 2002/49/EC". 2010.
- [3]. Gidlöf-Gunnarson, A.; Öhrström, Evy; Kihlman, T. "A Full-Scale intervention example of the "quiet side-concept" in a residential area exposed to road traffic noise: Effects on the perceived sound environment and general noise annoyance". Inter-noise 2010.
- [4]. Weber, Miriam. Luzzi, Sergio. "Quiet areas: Turning missed opportunities into enhancing soundscapes?" Inter-noise 2010.
- [5]. Bartalucci; Chiara, Borchi; Monica, Francesco; Weber, Miriam; Wolfert. Henk "Quiet areas definition and management in action plans: general overview". Inter-noise 2012.
- [6]. García, Igone; Aspuru, Itziar; Eguiguren, Jose Luis. "Noise Action Plan of Bilbao: Identification and evaluation of Quiet Areas". Inter-noise 2010.
- [7]. Mr. Henk Wolfert. "What can be learnt from Dutch Noise Act approach on Quiet Areas?". Inter-noise 2010.
- [8]. QUADMAP. LIFE project on Quiet Urban Areas, 2012-2013. <http://www.quadmap.eu/>
- [9]. C. Semidor, et al. "Silence. Soundscapes approach as a tool for urban design". 2005.

- [WEBE10] Miriam. Weber; Luzzi, Sergio. "Quiet areas: Turning missed opportunities into enhancing soundscapes?". Inter-noise 2010.
- [10]. B. De Coensel, D. Botteldooren. "Introducing the temporal aspect in environmental soundscapes research". Publicly defended at Ghent University. 2007.
- [11]. Reyes Muller, A.M. "Soundscape: people, mobility and landscape" COST STSM Scientific Report. 2010)
- [12]. Weber, Miriam "Quiet Urban Areas: repositioning local noise policy approaches – questioning visitors on soundscapes and environmental quality". Inter-noise 2012.
- [13]. Garcia Checa, Francisco; Pérez, Germán; Torija, Antonio; Ruiz, Diego Pablo. "Evaluación de la Calidad Sonora Ambiental en espacios representativos del paisaje sonoro del Albaycin (Granada)". Tecniacústica 2013.
- [14]. García, Igone; Aspuru, Itziar; Herranz, Karmele. "Diagnóstico e confort acústico en zonas susceptibles de convertirse en Islas Sonoras". Tecniacustica 2013.
- [15]. QUADMAP. LIFE project on Quiet Urban Areas, 2013. Proposal of harmonized method for selection/analysis/management of quiet urban areas and applicative tools
- [16]. QUADMAP. LIFE project on Quiet Urban Areas, 2013. QUESTIONNAIRE.
- [17]. Cueto, Jose Luis et al. "Decision-making tools for action plans based on GIS. A case study of a Spanish agglomeration". Inter-Noise. 2010.