

## EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SONORA DE ZONAS NATURALES: CASO PILOTO EN BILBAO DEL PROYECTO LIFE+QUADMAP

PACS: 43.50.Sr, 43.50.Rq, 89.65.Lm

Karmele Herranz-Pascual; Igone García; Itziar Aspuru

Fundación Tecnalia Research & Innovation

Parque Tecnológico de Bizkaia,

Edificio 700,

48160 DERIO

E-mail: [karmele.herranz@tecnalia.com](mailto:karmele.herranz@tecnalia.com); [igone.garcia@tecnalia.com](mailto:igone.garcia@tecnalia.com); [itziar.aspuru@tecnalia.com](mailto:itziar.aspuru@tecnalia.com)

### ABSTRACT

La finalidad del proyecto LIFE + QUADMAP es efectuar una propuesta metodológica para la selección, evaluación y gestión de las zonas tranquilas urbanas. Esta comunicación muestra la experiencia de aplicar la metodología de evaluación en una de las zonas piloto en Bilbao, en su Anillo Verde. El análisis se basa en aplicar tres herramientas complementarias: análisis de experto, elaboración de mediciones acústicas y evaluación de la percepción de los usuarios del espacio. Se valora la aplicabilidad de esta metodología al análisis de Parques Naturales.

### 1 ANTECEDENTES

QUADMAP es un proyecto LIFE + que comenzó en el 2011 y su principal objetivo es desarrollar una metodología armonizada para seleccionar, evaluar y gestionar Zonas Tranquilas Urbanas. La metodología combina parámetros cuantitativos y cualitativos.

El proyecto está centrado en Zonas Tranquilas, lo que implica considerar más aproximaciones que la estrictamente referida al cumplimiento de niveles límite u objetivos de calidad acústica. Los resultados del proyecto facilitarán a los urbanistas aplicar procedimientos armonizados para la identificación, delimitación y jerarquización de las Zonas Tranquilas Urbanas.

El consorcio del proyecto está liderado por la Universidad de Florencia, a la que complementan el Ayuntamiento de Florencia y Vienrose, de Italia; DCMR, de Holanda; Bruitparif, de Francia; y el Ayuntamiento de Bilbao y Tecnalia, de España.

Tras un análisis del estado del arte a nivel Europeo, se ha elaborado una propuesta metodológica que se está testando en varios estudios piloto para su validación. La presente comunicación detalla los resultados de la aplicación de esta propuesta metodológica en una de las zonas piloto. Tecnalia y el Ayuntamiento de Bilbao decidieron incluir en el proyecto el análisis de un área de la zona periurbana de Bilbao que tiene un carácter natural. Se trata de una zona del Anillo Verde de Bilbao. De esta forma, se analizan las posibilidades de utilizar la metodología, definida para el ámbito urbano, en los entornos naturales que rodean las

ciudades y se identifican necesidades para adaptarla a las peculiaridades de estos espacios. Existen otras zonas piloto de carácter urbano en Florencia, Rotterdam y Bilbao.

El interés de incluir una zona de Anillo Verde en el proyecto radica en que forma parte de la oferta municipal de esparcimiento en zonas verdes parques urbanos del centro de la ciudad. El Anillo Verde, que rodea el núcleo de la villa a través de los montes del entorno, se constituyó para conseguir una mejor conservación de los montes circundantes y, al mismo tiempo, mejorar la calidad de vida de los bilbaínos

**Figura 1.** Plano del Anillo Verde de Bilbao. El asterisco muestra la ubicación del área de estudio



Con el fin de potenciar la vertiente de esparcimiento del Anillo, se ha procurado ofrecer los servicios necesarios para el disfrute y el acercamiento al medio natural. Así, en los últimos años, el Ayuntamiento ha creado nuevas áreas de recreo y estancia, pasando de contar con 27 hectáreas en 2006 a las 134 hectáreas que existen actualmente. Además, se han marcado accesos que conducen hasta el eje principal del Anillo desde diferentes puntos de la ciudad para que los habitantes de Bilbao tengan la posibilidad de acceder de manera rápida a zonas verdes de esparcimiento.

El Anillo Verde de Bilbao ha sido recientemente homologado internacionalmente como sendero 'Gran Recorrido 228', constituyendo una ruta de 71 kms que rodea la ciudad, 39 son el recorrido principal y el resto los accesos urbanos.

## 2. METODOLOGÍA QUADMAP

Como se ha indicado, la metodología de análisis de Zonas Tranquilas se ha elaborado tras un análisis del estado del arte a nivel europeo. La metodología se basa en la propuesta de aquellas variables que se consideran de interés para la evaluación de la calidad de una zona tranquila y define el procedimiento y las herramientas para evaluar la zona en general, así como cada una de las variables en particular. Las variables consideradas son: acústicas (niveles sonoros, presencia de eventos sonoros y focos de ruido dominantes y otras generales (paisaje, usos, limpieza, seguridad y accesibilidad), así como psicosociales, referidas tanto a la percepción del ambiente sonoro y de las otras dimensiones del lugar señaladas.

El procedimiento general de evaluación de las zonas tranquilas parte de una preselección de zonas candidatas basada en los niveles de ruido existentes y en el uso prioritario de la zona. La evaluación de cada una de estas zonas se realiza aplicando el concepto de Unidad Homogénea de Análisis (UHA). Se trata de identificar subáreas de la zona que por tener unas

mismas características constituyan una unidad de evaluación independiente. Su identificación se realiza atendiendo a: la presencia de focos de ruido, al uso prioritario de la zona y al paisaje del entorno. Cada UHA deberá ser analizada aplicando los siguientes elementos:

- Evaluación de criterios no acústicos: Este análisis permite valorar otras características de la zona que influyen en su capacidad para ser considerada como zona tranquila. El diagnóstico se realiza mediante la combinación de dos herramientas: una evaluación de expertos (equipo técnico municipal, por ejemplo) y los resultados de la campaña realizada “in situ” que se describe a continuación.
- Campaña de evaluación “in situ”: evaluación de la percepción del ambiente sonoro mediante cuestionarios a la ciudadanía que usa el espacio y mediciones acústicas de los niveles de ruido existentes. Para la elaboración de este diagnóstico la campaña de encuestas y las mediciones deben ser simultáneas.

La figura 2 presenta un esquema global de la metodología de evaluación y en los párrafos siguientes se describen las herramientas definidas en el proyecto para la realización de cada uno de los elementos de la metodología.

- Herramienta: Cuestionario para recoger la opinión de los usuarios de las zonas analizadas. Las preguntas abarcan los siguientes campos:
  - o Información general
  - o Uso del área
  - o Paisaje sonoro y Fuentes de ruido
  - o Calidad ambiental
  - o Entorno residencial
- Herramienta para realizar las medidas de corta duración  
El objetivo de las medidas de corta duración es recopilar información de los niveles de ruido existentes en la zona durante la evaluación en campo.  
Los requisitos mínimos para realizar las medidas son los siguientes:
  - o al menos un punto de medida por Unidad Homogénea de Análisis;
  - o altura de micrófono de 1,5-1,8 m sobre el suelo (en la posición del oído);
  - o duración mínima de cada intervalo de 30 minutos;
  - o periodo de muestreo de 1 s; parámetro de medida: nivel ponderado A equivalente; historia temporal de LAeq,1s.

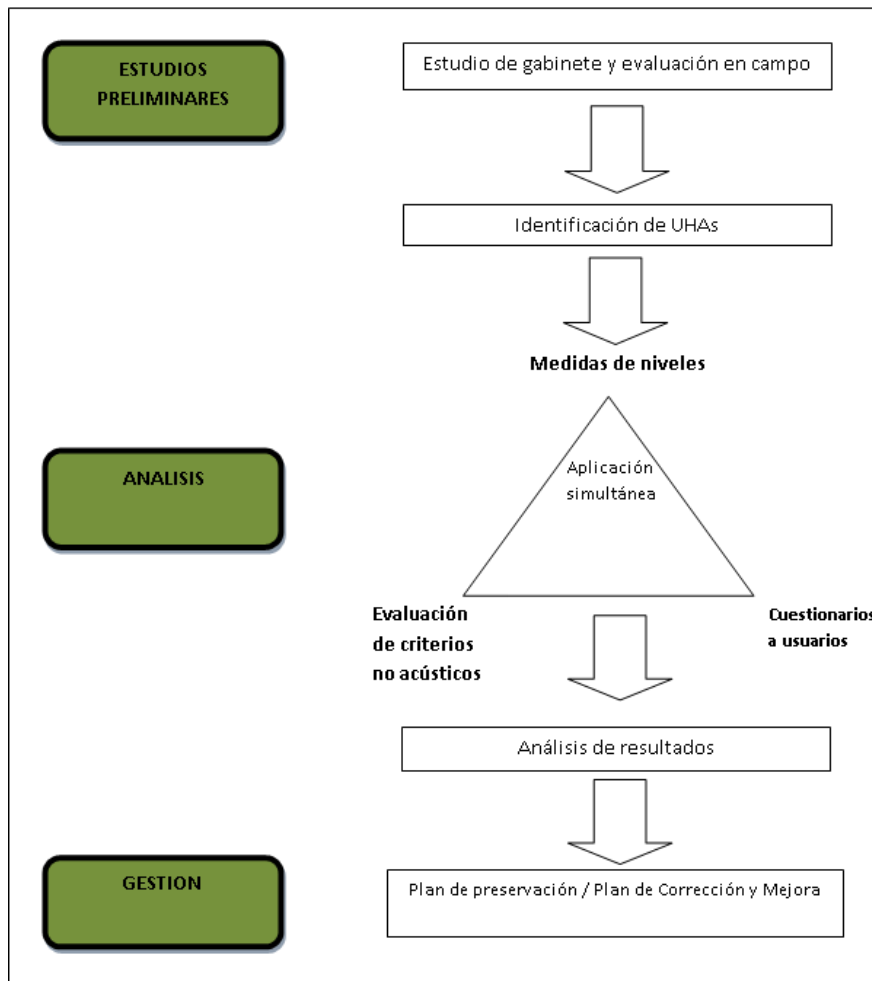
El periodo de medida se selecciona en cada caso procurando representar los momentos en que la zona es más utilizada, en paralelo con la medida de larga duración y con la campaña de realización de encuestas.

Las posiciones de medida estarán cerca de donde se realizan las encuestas, pero manteniendo una distancia suficiente para no distorsionar los resultados de las mediciones (por lo menos alejadas 3 m).

- Herramienta para realizar las medidas de larga duración  
Las medidas de larga duración tienen por objeto registrar información acústica respecto a la variabilidad temporal del sonido.  
Los requisitos mínimos para realizar las medidas son los siguientes:
  - o al menos un punto de medida por Unidad Homogénea de Análisis;
  - o altura de micrófono de 4 m sobre el suelo, de acuerdo con la Directiva;
  - o duración mínima de una semana;
  - o periodo de muestreo de 1 s; parámetro de medida: nivel ponderado A equivalente; historia temporal de LAeq,1s.

Las posiciones de medida se seleccionarán con el mismo criterio descrito en la Herramienta para realizar las medidas de corta duración.

**Figura 2.** Esquema de la metodología de evaluación elaborada en QUADMAP



- Herramienta para realizar una grabación de fichero wav  
La grabación tiene por objeto recopilar información acústica respecto a los sonidos reales presentes en la zona en el momento en el que se están realizando los análisis "in situ" y estrictamente ligado a la percepción de los usuarios de la zona.  
Los requisitos mínimos para realizar las medidas son los siguientes:
  - o al menos un punto de medida o un "soundwalk" por UHA;
  - o se requiere un equipo de grabación binaural;
  - o se graba un fichero WAV (44.1 kHz sample rate).
La selección del periodo de medida y de las posiciones de medida se realizará con los mismos criterios descritos en la Herramienta para medidas de corta duración  
Durante el proyecto QUADMAP, una vez analizada la información recopilada, se definirán los parámetros e índices de análisis del contenido de la grabación.

Este análisis permitirá, no solo identificar las Zonas Tranquilas, sino también sugerir actuaciones para su mejora adaptadas a las características de cada zona, bien para que lleguen a convertirse en Zonas Tranquilas o bien para la preservación de aquellas que ya se podrían considerar como tales.

### 3. CASO DE ESTUDIO

#### 3.1 Presentación

La zona de estudio se encuentra en el Anillo Verde de Bilbao y en el proyecto QUADMAP se va a evaluar su calidad como Zona Tranquila antes y después de aplicar una determinada actividad de mantenimiento forestal. La selección de la zona está condicionada por el interés de actuar sobre la masa forestal y buscando que la zona tenga unos bajos niveles de ruido. Se trata de una zona ubicada en el monte Avril, sobre la ciudad de Bilbao, está atravesada por dos recorridos del Anillo y cercana a una zona de esparcimiento. Aunque no hay ningún foco de ruido visualmente presente, se detecta el ruido de fondo de la ciudad (fundamentalmente tráfico rodado). En la figura 3 se puede apreciar el carácter eminentemente natural de la zona.



**Figura 3.** Localización e imagen de la zona de estudio.

#### 3.2 Resultados

En esta zona, atendiendo a los usos y a los niveles de ruido estimados (consulta al Mapa de Ruido de Bilbao), se consideró conformada por una única Unidad Homogénea de Análisis. A continuación se presentan los resultados de aplicar la metodología QUADMAP para evaluar la calidad de la misma como Zona Tranquila.

**- Evaluación de criterios no acústicos:**

Variables principales		Comentarios	Valoración
Paisaje:	Elementos vegetales en todas las direcciones (N, S, E, W)	Vista panorámica de la ciudad y del entorno, gracias a la diferencia de cota.	■ Bien
Limpieza y mantenimiento	Limpio y con mantenimiento regular.		■ Bien
Seguridad:	Espacio sin vigilancia y con zonas poco alumbradas	Por su distancia a las viviendas, la zona se usa principalmente durante el día.	■ Regular

Análisis general		Comentarios	Valoración
Contexto Urbano:	Cerca de puntos de interés	Recorridos del Anillo Verde, merendero, Camino de Santiago, parada de autobús y parking de coches.	■ Bien
Proximidad a zona residencial:	Entre 500 y 3 Km.	2 km del centro ciudad.	■ Regular
Accesibilidad:	Acceso por transporte público, recorrido ciclista y peatonal		■ Bien

Proximidad a focos de ruido:	Los focos de ruido principales están lejos de la UHA, no son visibles, aunque pudieran ser potencialmente audibles	<span style="color: green;">■</span> Bien
Escenario sonoro con múltiples fuentes de ruido:	3 o más fuentes	<span style="color: red;">■</span> Mal
Taxonomía de las fuentes de ruido:	Ruido urbano dominado por tráfico	<span style="color: red;">■</span> Mal
	Sonidos generados por personas	<span style="color: yellow;">■</span> Regular
	Sonidos naturales	<span style="color: green;">■</span> Bien





- **Campaña de evaluación “in situ”:**

La campaña se llevó a cabo en un día laboral (4/06/2013) a la mañana (entre las 8:00 y las 11:00). Se ubicaron los sistemas de medida de sonido de forma que fueran compatibles con la realización de las encuestas de forma simultánea.

**Análisis de percepción o resultados de los cuestionarios:**

Se considera que la muestra es suficiente para obtener información representativa: 38 personas. Hay una participación mayoritaria de hombres (71%) y la mitad son residentes en Bilbao. Los resultados principales del análisis son los siguientes:

- usuarios que consideran el ambiente sonoro como:
  - TRANQUILO: 61 %.
  - AGRADABLE: 74 %.
  - CONGRUENTE: 67 %.
- usuarios que perciben la zona como:
  - SEGURA: 79 %
  - LIMPIA Y BIEN MANTENIDA: 79 %
  - ACCESIBLE: 84 %
  - AGRADABLE DESDE EL PUNTO DE VISTA VISUAL: 87 %
- Fuentes de sonido dominantes: pájaros (agradable) y tráfico (desagradable).

sonidos	 tráfico	 mecánicos	 sociales	 Naturaleza
% perciben	100	68	100	100
valor	- -	-	+	+++
congruencia	- -	-	++	+++

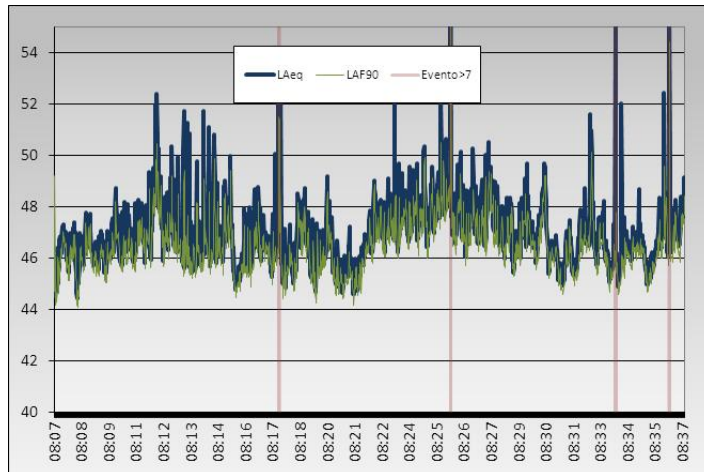
- Actividad de las personas: paseo.
- Motivos de uso de la zona: contacto con la naturaleza y trabajo.
- Duración de la estancia: Tiempo de permanencia variado, aunque predominan las estancias largas (>60 minutos).

**Análisis acústico: resultados de las medidas de ruido**

Se han realizado tres medidas de 30 minutos de duración cada una.

**Tabla 1** – Resultados de los índices acústicos

	Periodos		
	8:07 – 8:37 h.	8:37 – 9:07 h.	9:07 – 9:37 h.
L <sub>Aeq</sub>	47 dB(A)	46 dB(A)	46 dB(A)
Eventos Negativos	1	0	8
Eventos Positivos	5	3	20



Los niveles medidos están muy por debajo de los requisitos para ser una Zona Tranquila (60 dBA) y, además, la mayoría de los eventos sonoros detectados están generados por focos valorados positivamente por las personas que utilizan la zona.

**Figura 4.** Resultados del registro de medida durante uno de los periodos de muestreo.

## 4. CONCLUSIONES

### 4.1 Evaluación de la zona estudiada

La zona analizada cumple claramente las condiciones exigibles a una Zona Tranquila, aunque la valoración del ambiente sonoro por parte de los usuarios puede estar influida porque se perciben focos de ruido que aun estando muy alejados son audibles, dado el bajo nivel sonoro global y su discrepancia respecto a las expectativas asociadas a un espacio natural. En esta zona las posibles actuaciones a acometer se centrarían en su preservación y el mantenimiento de las condiciones que la hacen atractiva para el descanso y el disfrute de la naturaleza.

### 4.2 Adaptación de la metodología

Este estudio también ha servido para identificar las peculiaridades de la evaluación de la calidad de zonas no urbanas para ser definidas como Zonas Tranquilas o para ser utilizadas para el descanso y la reducción del estrés de las personas que las visitan. En este sentido, la metodología planteada podría adaptarse para la evaluación de Zonas Naturales, de forma que responda a los procesos de gestión de Zonas de Tipo G (espacios naturales que requieren una especial protección contra la contaminación acústica) o Reservas de Sonidos de Origen Natural (RSON), definidas ambas en la Ley de Ruido (37/2003).

La peculiaridad de la evaluación de zonas naturales conlleva algunas adaptaciones:

- Desarrollo de un indicador específico: TecNALIA ha desarrollado un indicador para valorar el paisaje sonoro (Environmental Sound Experience Indicator, ESEI), que hasta ahora ha sido utilizado en zonas urbanas para valorar la calidad de sus zonas de esparcimiento (plazas, parques...) y para realizar estimaciones de la eficacia de posibles medidas de actuación respecto a la percepción de esos espacios por la ciudadanía. Como resultado de este estudio, TecNALIA está investigando la adaptación de este indicador a zonas naturales, manteniendo sus mismos conceptos, pero modificando los umbrales de niveles de ruido esperados y la influencia en la evaluación de los eventos sonoros, de acuerdo a las diferentes expectativas de la ciudadanía en un ámbito natural respecto a otro urbano.

- Identificación detallada de la biodiversidad de la zona. De cara a definir planes de gestión de las zonas naturales analizadas se considera de interés incorporar al proceso de evaluación de su calidad una identificación detallada, tanto de la vegetación presente en la zona (para la evaluación de los criterios no acústicos), como del origen de los eventos sonoros positivos, más allá de la categoría de “eventos naturales” que se propone en la taxonomía clásica. En este sentido, la metodología de Tecnia incorporará la identificación de los animales y específicamente de las especies de aves, cuyo canto genera sonidos agradables y define el paisaje sonoro de la zona.
- Por último, el procedimiento de realización de encuestas a los usuarios de la zona ha variado con respecto al aplicado habitualmente por Tecnia en zonas urbanas. En las zonas naturales se debe realizar una convocatoria específica para que haya suficiente número de personas en la “experiencia ambiental” para realizar la evaluación de acuerdo a la metodología de campo diseñada. Así, la dinámica de participación supone una preselección de las personas que responden los cuestionarios. Esta particularidad permite la focalización de los participantes en grupos de “expertos” (grupos de montaña u otros) que pueden aportar otras cualidades al análisis, manteniendo su representatividad.

#### 4.3 Interés de la evaluación sonora de las zonas naturales

La preservación de las zonas tranquilas en espacio abierto, de las zonas de Tipo G y de las RSON es uno de los objetivos de la gestión de la contaminación acústica definidos en la legislación estatal. Por lo tanto, estas zonas deben ser identificadas, declaradas y gestionadas mediante planes de preservación.

La utilización de una metodología específica para la evaluación de la calidad acústica de los entornos naturales, en términos de su capacidad de mejorar la calidad de vida y bienestar, así como reducir el estrés de sus visitantes, permitirá definir estrategias de gestión y realizar el seguimiento de su implantación. Además los resultados del diagnóstico de una zona pueden ser utilizados para poner en valor el paisaje sonoro de nuestras zonas naturales como otro atractivo para su disfrute.

La gestión sonora en estas zonas deberá responder a un triple objetivo:

- Desarrollar actuaciones para la reducción de la contaminación acústica en las zonas naturales para la reducción del impacto sobre la biodiversidad y para compatibilizar el de los visitantes a ese entorno.
- Preservar y poner en valor los sonidos de origen natural de estas zonas como parte de su patrimonio intangible (experiencia ambiental de sus visitantes) y como indicador de su biodiversidad.
- Contribuir al diseño y mantenimiento de lugares saludables, donde las personas puedan desconectar de su ajetreo diario, reducir su estrés o relajarse y recuperarse.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

[1] Herranz-Pascual, K. Aspuru, I. García, I.: *Proposed Conceptual Model of Environmental Experience as Framework to Study the Soundscape*, Internoise, Lisboa, 2010.

[2] García, I. Herranz-Pascual, K. Aspuru, I.: *Diagnóstico de confort acústico en zonas susceptibles de convertirse en Islas Sonoras*, Tecnia Acústica, Valladolid, 2013.