

PAISAJE SONORO EN ENTORNOS NATURALES: MONFRAGÜE

PACS: 43.50.Qp

Juan Miguel Barrigón Morillas, Pedro Atanasio Moraga, Leonor Retortillo Osuna, David Montes González, Valentín Gómez Escobar¹, Rosendo Vílchez-Gómez¹, Juan Antonio Méndez Sierra¹, Guillermo Rey Gozalo^{1,2}, Carlos Prieto Gajardo¹; Rubén Maderuelo Sanz^{1,3}; Manuel Martín Castizo³, José Trujillo Carmona¹, Javier Carmona del Río¹.

¹Laboratorio de Acústica, Universidad de Extremadura.

Avda. de la Universidad, s/n. 10003 Cáceres. España

Tel.: +34 927 257 195

Fax: +34 927 257 203

barrigon@unex.es

²Universidad Autónoma de Chile. 5 Poniente 1670, Talca, Región del Maule, Chile.

³Intromac. Campus Universitario. Avenida de la Universidad s/n. Cáceres.

ABSTRACT

We can define soundscape as any audible sound (natural or artificial) around us that could be recorded and measured. The study and conservation of it just has not been studied in Spanish national park system, unlike in the United States of America, where has invested heavily in the late years.

It is recognized by prestigious international organizations such as WHO, by European directives and by the national legislation, the importance of preserving the acoustic conditions of those areas that are reservoirs of natural sounds. But the next step, which would be to include these aspects in the management of the Spanish natural environments or in the natural sounds reservoirs, is still a pending task.

In this communication we try to characterize the soundscape of a natural space as Monfragüe National Park. To do this, we consider the physical component of the soundscape, identifying sources, anthropogenic or not, and getting the most characteristic parameters of the same. We also conducted a study of perceptual characterization of the soundscape, doing psychoacoustic surveys to 20 people of different ages.

RESUMEN

Podemos definir paisaje sonoro (soundscape) como todo sonido audible (natural o artificial) a nuestro alrededor susceptible de ser grabado y medido. El estudio y conservación del mismo apenas ha sido estudiado en los parques nacionales españoles, al contrario que en Estados Unidos, donde se le ha dedicado gran esfuerzo en los últimos años.

Es reconocida por instituciones internacionales de prestigio, como la OMS, en directivas europeas y en legislaciones nacionales, la importancia de preservar las condiciones acústicas de aquellas zonas que sean reservas de sonidos de origen natural. Pero el paso siguiente, que sería incluir estos aspectos en la gestión de los entornos naturales españoles o en las reservas de sonidos de origen natural es, aún, una tarea pendiente.

En la presente comunicación tratamos caracterizar el paisaje sonoro de un espacio natural como es el Parque Nacional de Monfragüe. Para ello, tenemos en cuenta la componente física del paisaje sonoro, identificando las fuentes, antropogénicas o no, y obteniendo los parámetros más característicos de las mismas. También llevamos a cabo el estudio de la caracterización perceptiva del paisaje sonoro, realizando encuestas psicoacústicas a 20 personas de diferentes edades.

INTRODUCCIÓN

En el pasado, el problema del ruido ambiental se centraba en las situaciones de alto nivel sonoro. Éstas suelen corresponderse con los entornos cercanos a infraestructuras de transporte y con los ambientes urbanos. A partir de la aparición de la Directiva Europea sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental [1], este hecho ha cambiado. En ella se trata la necesidad de proteger la calidad sonora de aquellos entornos donde la situación de ruido ambiental es buena. En la misma se recogen las recomendaciones de organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) [2], que indica que “las grandes zonas tranquilas en campo abierto deben ser protegidas”. Como aspecto destacado de interés, se recoge el concepto de área relativamente tranquila en campo abierto. Esta se define como “un área delimitada por la autoridad nacional o regional competente que no está perturbada por el ruido del tráfico, la industria o las actividades recreativas y en la que puede ser experimentada la calma natural”

Esta idea es trasladada a la legislación nacional y recogida en la Ley del Ruido [3]. En ella, el artículo 21 se encuentra dedicado a las reservas de sonidos de origen natural. Y se indica respecto a ellas: “Las comunidades autónomas podrán delimitar como reservas de sonidos de origen natural determinadas zonas en las que la contaminación acústica producida por la actividad humana no perturbe dichos sonidos. Asimismo, podrán establecerse planes de conservación de las condiciones acústicas de tales zonas o adoptarse medidas dirigidas a posibilitar la percepción de aquellos sonidos.”

Pensamos que el paradigma de estas reservas de sonidos de origen natural son los parques nacionales, los cuales representan la esencia de nuestro patrimonio natural y, en ciertos casos, de nuestra cultura tradicional. Los elementos que definen estos espacios son: su poca alteración por la actividad humana, sus excepcionales valores naturales, su carácter representativo del sistema natural al que pertenecen y la singularidad de su flora, su fauna o sus formaciones geomorfológicas. Las personas percibimos todos estos aspectos a través de nuestros sentidos. Todos ellos participan en que el ser humano perciba el entorno y se relacione con él. Pero, de entre todos ellos, tal vez dos son referentes para la percepción y de relación con el medio del ser humano, la vista y el oído.

Cuando las personas nos acercamos a un entorno natural poco modificado buscamos, en general, dos sensaciones. Por un lado, esperamos que el paisaje que se muestra ante nuestra vista difiera de manera muy importante de aquel que nos rodea en nuestra vida cotidiana. Pero también esperamos que el ambiente sonoro que nos envuelva no sólo se encuentre libre de aquellas fuentes sonoras que percibimos a diario y de sus niveles sonoros; sino que se encuentre conformado por aquellos sonidos de origen natural que le corresponden. Buscamos un paisaje sonoro congruente con el paisaje visual.

Pero el paisaje sonoro es uno de los valores y elementos del medio natural más efímero. Sus propiedades varían constantemente en el tiempo, nunca se repite a sí mismo. Su variabilidad es permanente. Entre los múltiples recursos que podemos encontrar en nuestra Red de Parques, el sonido representa un elemento intangible, difícil de parametrizar y, puede que por ello, olvidado.

METODOLOGÍA

La metodología seguida en la presente comunicación consiste en la realización de grabaciones sonoras y medidas de los niveles sonoros en un entorno natural, como es el Parque Nacional de Monfragüe. Para la caracterización de las componentes físicas del paisaje sonoro, se han identificado las diferentes fuentes presentes en las grabaciones, antropogénicas o no, y se han obtenido los parámetros característicos de las mismas. Para la caracterización de las componentes perceptivas del paisaje sonoro, se han realizado encuestas a 20 personas de diferentes edades, que previamente habían escuchado las grabaciones, para tratar de

establecer una posible relación entre los parámetros físicos y psicoacústicos relativos al paisaje sonoro natural estudiado.

Localización de los puntos de medida

Los puntos de medida seleccionados para llevar a cabo la recogida de datos son zonas de muestreo representativas de diferentes situaciones acústicas dentro del entorno natural del Parque Nacional de Monfragüe (figura 1). El estudio ha tenido el sonido del agua como elemento conductor.



Figura 1.- Localización de los puntos de medida.

Datos acústicos

El equipo empleado para las medidas y las grabaciones constaba de un 2238 de Brüel&Kjaer, al que se le conectó una grabadora DAT.

Los equipos se han configurado para registrar los niveles de presión sonora y la frecuencia del sonido en el rango de audibilidad humana, es decir entre 20 Hz y 20.000 Hz. Además, con el fin de poder identificar las fuentes sonoras que produzcan sonidos de forma simultánea a diferentes frecuencias, se han realizado las medidas de niveles sonoros en bandas de tercios de octava.

Grabación de audio

Para alcanzar una adecuada caracterización de las condiciones acústicas del entorno rural, tanto con origen natural como humano, es importante conocer, no sólo cuán intenso es el nivel sonoro existente, sino también cuál es la fuente sonora que lo origina. Las grabaciones permitirán, no sólo poder realizar cualquier análisis sonoro objetivo posterior, además, podremos realizar estudios de relaciones entre la forma en la que las personas perciben estas grabaciones, las propias características objetivas de ellas y otras características del entorno. Asimismo, estas grabaciones nos suministran un registro histórico completo de las características del paisaje sonoro existente en un lugar determinado en un momento dado.

Como la idea no es tener muy buenas grabaciones de una fuente específica, sino poseer grabaciones de la situación global, se llevaron a cabo con micrófono omnidireccional. Para poder realizar, posteriormente, un análisis de la señal grabada, siempre antes de realizar una grabación se procedía a grabar un tono de calibración de 94 dB a 1 kHz. Posteriormente, las señales grabadas fueron analizadas mediante el equipo Symphonie, de 01 dB, tras la correspondiente calibración de la señal.

Identificación de las fuentes sonoras

La identificación de las fuentes se realiza mediante el análisis tanto de las grabaciones de audio como del estudio del espectro sonoro en bandas de tercio de octava. De forma complementaria, se utiliza la ficha de toma de datos in situ rellena por la persona responsable de las grabaciones.

Realización de las encuestas

Con el fin de realizar un estudio de la componente perceptiva del paisaje sonoro presente en el entorno objeto de estudio [4], se han realizado una serie de encuestas a diferentes personas. Para ello, previamente a la encuesta, cada persona ha realizado al menos una escucha, en una sala con bajo ruido de fondo, de fragmentos de los diferentes registros sonoros obtenidos.

La encuesta empleada para llevar a cabo el presente trabajo consta de varias partes que tratan de analizar los distintos aspectos relacionados con la percepción del paisaje sonoro:

- a) Datos sociológicos de las personas entrevistadas y de estado general.
- b) Valoración global del paisaje sonoro e identificación de las fuentes sonoras.
- c) Evaluación de la calidad acústica: sensación de agrado subjetiva y sensaciones o sentimientos que provoca.
- d) Evaluación del nivel de sonoridad subjetivo.
- e) Evaluación del nivel de molestia.

En esta fase del estudio, hemos considerado de interés que todas las impresiones y sensaciones que la personas pueda referir asociadas al paisaje sonoro percibido, provengan exclusivamente de este paisaje, sin efectos asociadas a la vertiente visual del paisaje. De este modo, cada una de las personas encuestadas puede ofrecer su punto de vista subjetivo sobre el paisaje sonoro escuchado, pero basado únicamente en el aspecto auditivo.

Las respuestas para las cuestiones c, d y e, se realizaron independientemente para cada grabación, una vez escuchada. En cambio, las respuestas a las cuestiones incluidas en el apartado b se realizaron globalmente para el paisaje sonoro del entorno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componente física del paisaje sonoro del Parque Nacional de Monfragüe

Presentamos aquí un estudio parcial de 30 grabaciones de 30 segundos tomadas en diferentes horarios en un periodo de 7 meses en el año 2002 (Tabla 1).

Situación	FUENTES PRESENTES	Día	Hora	Niveles sonoros (dBA)					
				Leq	Lmin	Lmax	L10	L50	L90
1	Pájaros. Chicharras. Moscas. Grillos.	27/06/2002	17:43	38,80	33,50	49,80	41,10	37,50	35,30
2	Petirrojo. Pájaro. Avión.	19/12/2001	13:07	48,50	33,30	53,20	49,40	48,30	47,30
3	Avión. Pájaro de fondo.	24/01/2002	11:06	54,40	53,20	60,40	54,80	54,30	53,80
4	Canto de algún pájaro.	25/01/2002	12:32	61,30	59,40	63,80	61,90	61,10	60,40
5	Pájaros y viento muy suave. Pisadas	26/04/2002	10:59	47,30	40,90	63,50	50,30	42,80	41,80
6	Pájaros	26/04/2002	12:21	50,50	48,30	56,30	51,10	50,20	49,50
7	Ranas. Pájaros. Insectos.	26/04/2002	10:27	56,10	37,40	70,90	60,50	44,00	38,60
8	Pájaros.	11/03/2002	11:11	46,90	42,40	65,10	47,20	44,10	43,20
9	Pájaros y graznidos. Viento.	27/06/2002	12:55	70,60	57,20	79,40	74,10	68,20	63,90
10	Pájaros. Viento. Insectos.	25/04/2002	19:58	37,20	34,80	45,80	38,30	36,50	35,50
11	Pájaros. Graznidos.	19/12/2001	8:38	44,10	29,90	60,90	43,00	33,80	31,90
12	Coche.	24/01/2002	17:50	34,80	29,80	43,40	36,50	34,20	32,50
13	Agua.	24/01/2002	21:00	43,50	25,00	60,40	46,30	32,70	29,80
14	Pájaros e insecto continuos. Chicharra.	30/05/2002	20:40	62,70	55,20	80,40	66,30	58,50	57,00
15	Agua.	27/06/2002	17:15	77,30	13,50	94,20	77,00	76,00	75,00
16	Pájaros lejanos.	11/03/2002	17:39	38,70	33,40	51,40	40,60	37,90	35,70
17	Pájaros.	25/04/2002	18:10	36,70	27,90	48,90	40,00	34,40	30,90
18	Pájaros, insectos y coche lejano.	30/05/2002	18:03	77,10	58,60	92,50	81,30	65,40	61,40
19	Sonido continuo de lluvia y coche lejano.	12/03/2002	11:22	34,90	25,60	45,10	38,50	33,40	28,50
20	Pájaros. Graznidos lejanos.	23/02/2002	10:55	41,90	29,50	59,30	44,50	31,10	30,20
21	Pájaros. Turistas.	23/02/2002	11:19	40,60	38,50	49,00	41,20	40,40	39,70
22	Pájaros.	23/02/2002	11:38	43,40	40,30	51,90	45,40	42,40	41,40
23	Pájaros.	22/02/2002	17:24	42,00	39,60	45,30	43,50	41,60	40,50
24	Pájaros. Turbinas.	11/03/2002	20:56	43,00	38,70	49,40	44,90	42,30	40,30
25	Insecto. Viento. Chapoteo.	24/01/2002	20:16	24,70	18,40	47,90	25,10	20,60	19,30
26	Pájaros. Pisadas.	24/01/2002	10:22	28,70	23,20	42,00	30,60	26,90	24,70
27	Insecto. Búho. Viento.	22/02/2002	21:08	28,60	26,30	41,10	29,00	27,50	26,90
28	Viento. Pájaros. Hojas de árboles.	26/04/2002	10:08	43,60	38,60	48,10	45,50	44,00	40,20
29	Pájaros. Graznidos. Coche lejano.	27/06/2002	13:15	47,00	34,90	63,00	48,20	40,50	37,20
30	Pájaros.	24/07/2002	10:41	41,30	14,20	48,30	42,60	40,80	39,60

Tabla 1.- Niveles sonoros y fuentes presentes en las grabaciones. Hay que considerar que en todas ellas se encuentra presente el sonido continuo del agua.

Comparando el nivel equivalente (LAeq) y el nivel del ruido de fondo (L90) (figura 2), podemos apreciar que, en general, existe una diferencia poco importante entre ambos índices y que, en consecuencia, en casi todas las muestras ambos indicadores presentan perfiles similares. Por tanto, o bien la fuente sonora fundamental marca el paisaje sonoro durante todo el tiempo o, en caso contrario, serían las otras fuentes sonoras presentes en las grabaciones las que se encontraría presentes casi de manera continua. Recordemos que en todos los registros sonoros utilizados en este trabajo el sonido del agua está presente de manera continua.

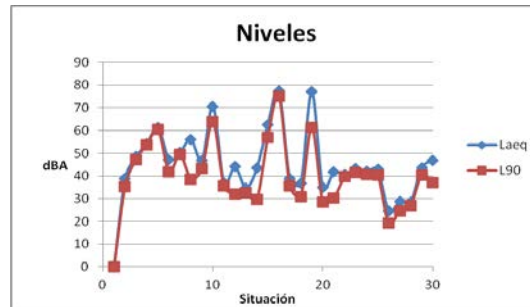
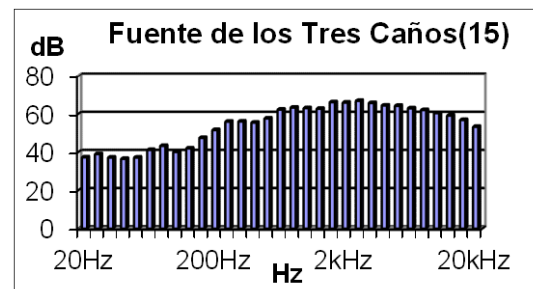
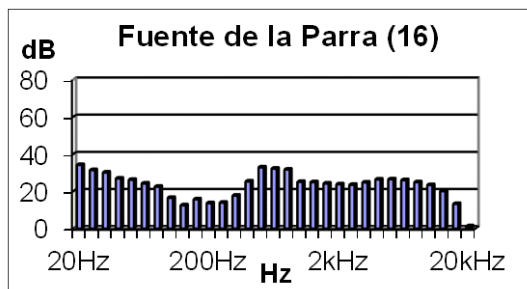


Figura 2.- Comparación LAeq- L90.

En las figuras 3 y 4 presentamos el espectro en tercios de octavas de 2 registros sonoros correspondientes a dos fuentes presentes en la zona estudiada. Observamos la existencia de diferencias importantes en los perfiles de ambos. En el caso de la Fuente de la Parra, el chorro de agua cae sobre piedra y el espectro tiene una estructura bastante variable, con una importancia no despreciable de componentes de baja frecuencia. Sin embargo, en la Fuente de los Tres Caños, el chorro de la fuente cae directamente sobre el agua, produciéndose una preponderancia de energía sonora en altas frecuencias. Todos estos aspectos espectrales, sin duda, han de presentar un interés en el estudio de la calidad sonora percibida por las personas.



Figuras 3 y 4.- Espectro en tercios de octava de 2 registros sonoros distintos[5]

Componente perceptiva del paisaje sonoro del Parque Nacional de Monfrague

Componente sociológica

Después de analizar los parámetros objetivos de los registros sonoros a estudio, procedemos a la realización de la obtención de la componente perceptiva del paisaje sonoro como se ha descrito en el apartado "realización de encuestas" dentro de la metodología seguida.

A continuación mostramos una encuesta poblacional (figura 5) con el sexo, la edad en años, los estudios y la tolerancia al ruido de los oyentes. Como era de esperar, no todas las personas son igualmente susceptibles respecto al ruido [6]. Mostramos cómo, en nuestros resultados, se observa una clara dependencia con factores, como pueden ser el sexo (figura 6) o el nivel de estrés (figura 7). Puede observarse en esta figura cómo los niveles de

estrés más bajos se corresponden con los más altos de tolerancia al ruido, y los niveles de estrés más altos con los niveles más bajos de tolerancia al ruido.

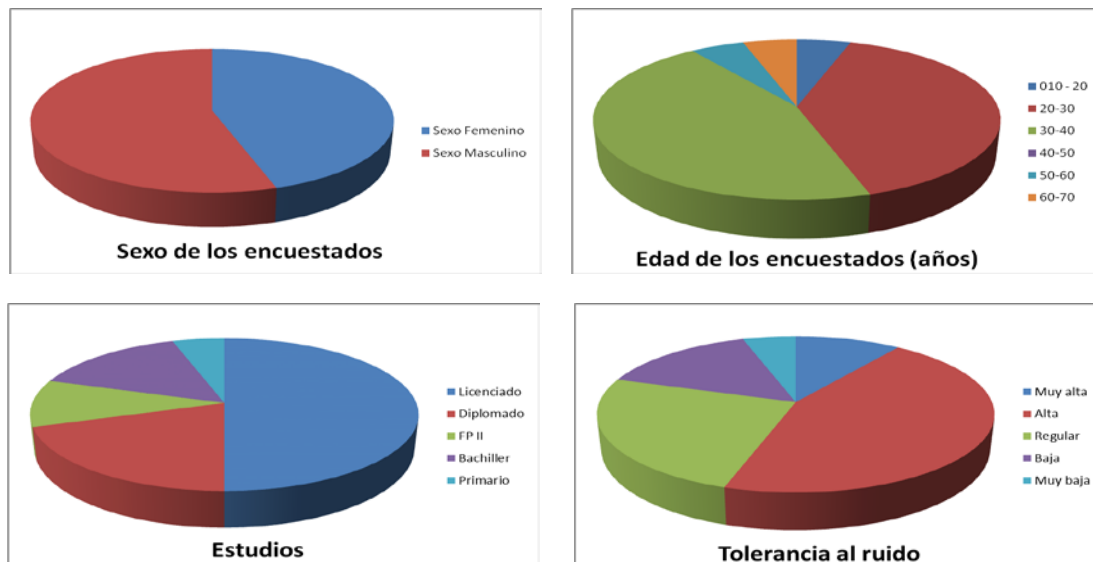
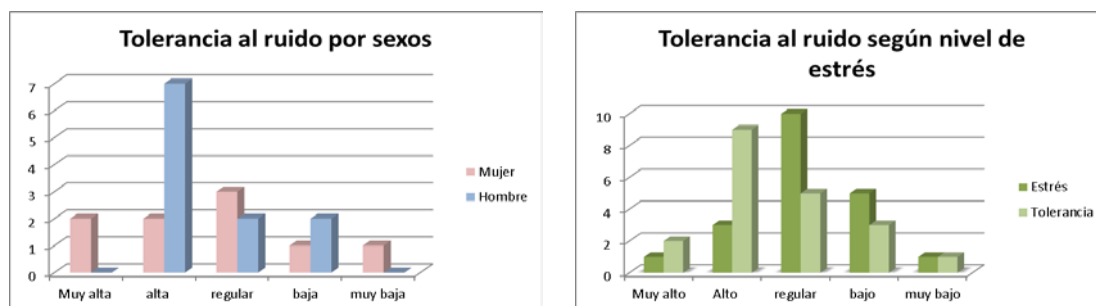


Figura 5.- Sexo, edad, estudios y tolerancia al ruido de los encuestados



Figuras 6 y 7.-Tolerancia al ruido de los encuestados según sexo y nivel de estrés.

Sentimientos y sensaciones

Respecto a los sentimientos y sensaciones producidos en los encuestados tras la escucha de los registros sonoros, podemos comprobar cómo, pese a las diferencias que acabamos de mostrar en este estudio, para los grabaciones analizadas, en general, todos los encuestados coinciden en que la mayoría de las grabaciones les producen sensación de tranquilidad, relajación, paz, libertad, bienestar, calma o alegría.

Parece claro que esto es así debido a que el agua está presente en todas como una fuente de sonido continuo, produciendo efectos relajantes para los humanos. Aunque, como hemos podido comprobar, también hace que mucha gente sienta monotonía a la hora de escucharla. Además, al ser un paisaje sonoro natural y no usual como puede ser el urbano, y en el que apenas existen ruidos pulsantes, los encuestados perciben más esa sensación de relajación.

Procedemos ahora a evaluar la sensación de agrado subjetiva (figura 8). El rango empleado en la encuesta puede verse en la tabla 2.

Podemos afirmar, a la vista de los resultados, que la sensación de agrado está ampliamente relacionada con el nivel de sonoridad, resultando más agradables los pasajes con menos nivel de sonoridad y más desagradables aquellos en los que las fuentes sonoras se perciben con mayor intensidad. La sensación de agrado media obtenida es bastante agradable.

Rango de agrado						
Agradable			Ni agradable Ni desagradable (4)	Desagradable		
Mucho (1)	Bastante (2)	Algo (3)		Algo (5)	Bastante (6)	Mucho (7)

Tabla 2.- Rango de agrado



Figura 8.- Sensación de agrado subjetiva

encuestados

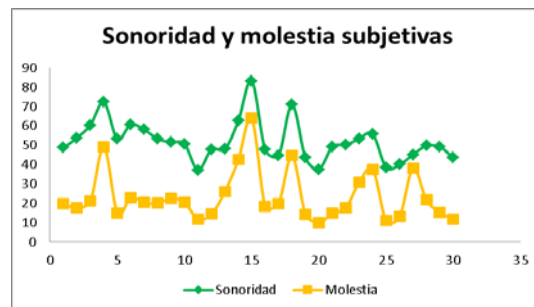


Figura 9.- Sonoridad y molestia percibido por los

Observamos también, en la figura 9, que los niveles de sonoridad subjetivos y molestia percibidos en una escala del 0 al 100 por los encuestados son muy similares a los obtenidos anteriormente como componente física, teniendo máximos en los puntos en los que se obtuvo el registro muy cerca de las fuentes. De estas gráficas podemos concluir también que varios registros en los que se identifican insectos crean gran molestia en los encuestados, así como aquellas en las que se escucha un ruido grave de fondo, probablemente de las turbinas de una presa.

Para obtener un nivel de correlación altamente significativo ($p < 0,01$) en una comparación para 30 parejas de datos, necesitamos un valor de la r de Pearson igual o superior a 0,463. Si estudiamos, mediante un modelo de regresión lineal, la existencia de una relación entre el nivel de agrado percibido por los encuestados y el nivel equivalente de las grabaciones o su sonoridad, obtenemos un valor para la r de Pearson, respectivamente de 0,554 y de 0,638 (figuras 10 y 11).

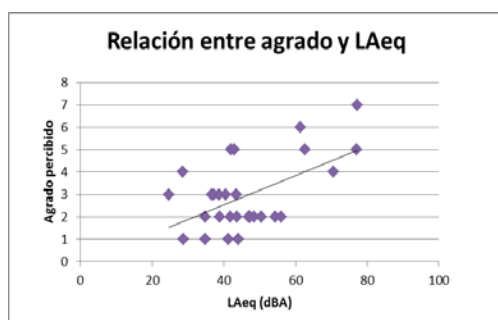


Figura 13. Relación entre el agrado percibido con LAeq

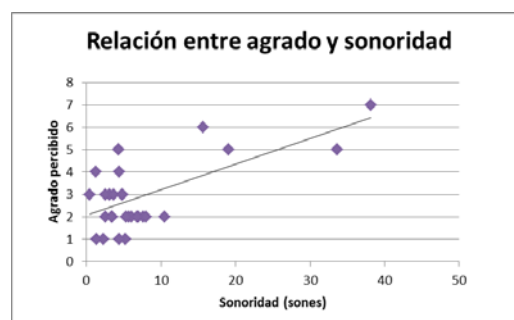


Figura 14.- . Relación entre el agrado percibido y la sonoridad.

CONCLUSIONES

Según la diferencia entre el nivel equivalente LAeq medido y el ruido de fondo, definido por L90, parece concluirse que la influencia de los eventos sonoros es mínima y que las fuentes presentes emiten casi de manera continua, hecho corroborado por la sensación de monotonía que provocaron las escuchas en los encuestados.

Por otro lado, se detecta una clara relación entre las sensaciones de agrado y molestia por parte de los encuestados con los niveles equivalentes (LAeq) y de sonoridad objetivos.

Podemos afirmar que un paisaje sonoro natural como es el Parque Nacional de Monfragüe produce en el individuo un efecto de alegría, tranquilidad y relajación, bien sea porque la fuente principal, que en este estudio es el agua, o simplemente por el mero hecho de escapar de un paisaje sonoro usual como es el que se produce en un entorno urbano. Aunque también podemos afirmar que, por regla general, los sonidos de insectos y pájaros muy cercanos crean una sensación de irritabilidad en el encuestado que le hace cambiar totalmente su percepción del paisaje sonoro natural. Además, las audiciones en las que existen fuentes antropogénicas dentro del paisaje sonoro natural, como el sonido de las turbinas de una presa o el ruido de un coche lejano, crean en el oyente cierta sensación de molestia cuando están escuchando pasajes sonoros en los que la mayoría de las fuentes son de origen no antropogénico.

Para poder definir el paisaje sonoro en un entorno natural es necesario continuar con las investigaciones, no sólo evaluando la componente acústica, sino también definiendo la componente visual y la componente acústico-visual, para así poder compararlas y decidir cuál es el mejor camino a seguir para la conservación de la calidad acústica de un entorno natural como es el Parque Nacional de Monfragüe.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Consejería de Empleo, Empresa e Innovación - Gobierno de Extremadura (GR10175), Fondo Social Europeo y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Directiva 2002/49/EC de 25 Junio 2002 del Parlamento Europeo sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental.
- [2] B. Berglund, T. Lindvall and D.H. Schwela, 'Guidelines for Community Noise' OMS, 1999.
- [3] Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido. (BOE 18/11/2003)
- [4] Black CH. Report of preliminary survey of noise levels in Grand Canyon National Park, Northern Arizona University, 1971.
- [5] Leonor Retortillo Osuna. Caracterización de fuentes sonoras. Universidad de Extremadura. 2004.
- [6] Susana Espinosa. Ecología acústica y educación: bases para el diseño de un nuevo paisaje sonoro. Editorial Graó. Barcelona. 2006