

# Sonidos del pasado: arte rupestre y acústica en las Muntanyes de Prades

**Margarita Díaz-Andreu**

ICREA; Universitat de Barcelona. Proyecto ERC Artsoundscapes  
m.diaz-andreu@ub.edu

**Laura Coltofean**

Universitat de Barcelona. Proyecto ERC Artsoundscapes  
laura.coltofean@gmail.com

**Ramon Viñas**

Centre d'Interpretació de l'Art Rupestre de les Muntanyes de Prades (Montblanc, Conca de Barberà)  
Investigador-col·laborador de l'Institut de Paleocologia Humana i Evolució Social,  
IPHES (Tarragona, Catalunya)  
rvinas@iphes.cat

**Tommaso Mattioli**

Universitat de Barcelona. Proyecto ERC Artsoundscapes  
mattiolitomm@gmail.com

**Resumen.** En este artículo se describen los trabajos de arqueoacústica realizados en el paisaje de arte rupestre de las Muntanyes de Prades, en concreto en los valles de Fontscaldes y de Pirro. Explicaremos por qué es importante estudiar los aspectos inmateriales de la cultura, y en particular el sonido y la acústica, para alcanzar una mejor comprensión de las sociedades del pasado. Se expone la metodología y técnicas utilizadas en nuestro trabajo de campo y los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** arqueoacústica; paisaje sonoro; Cataluña; arte rupestre; arte esquemático; arte levantino

**Resum.** En aquest article es descriuen els treballs d'arqueoacústica realitzats en el paisatge d'art rupestre de les Muntanyes de Prades, en concret a les valls de Fontscaldes i de Pirro. Explicarem per què és important estudiar els aspectes immaterials de la cultura, i en particular el so i l'acústica, per assolir una millor comprensió de les societats del passat. S'exposa la metodologia i tècniques utilitzades en el nostre treball de camp i els resultats obtinguts.

**Paraules clau:** arqueoacústica; paisatge sonor; Catalunya; art rupestre; art esquemàtic; art llevantí

**Abstrac:** This article describes the work in archaeoacoustics carried out in the rock art landscape of the Muntanyes de Prades, in the valleys of Fontscaldes and Pirro. We will explain why, in order to achieve a better understanding of past societies, it is important to study the immaterial aspects of culture, and in particular sound and acoustics. The methodology and techniques used in our fieldwork and the results obtained are explained.

**Key Words:** archaeoacoustic; sound landscape; Catalonia; rock art; Schematic Art; Levantine Art

## 1. Introducción

La arqueología se ocupa de la investigación sobre las poblaciones del pasado siendo su pilar fundamental el estudio de los restos de la cultura material. Es sobre la base de su análisis que se infieren datos relacionados con aquellas comunidades que los produjeron. De su examen se concluye, desde un enfoque histórico-cultural, cuándo se elaboraron y usaron dichos restos y también el grupo histórico o cultural al que sus autores pertenecieron. A esta necesaria e ineludible forma de examinar el pasado material se añade, principalmente a partir de los años 1940s por parte de unos pocos pioneros, y con más entusiasmo desde los 1970s, otra perspectiva derivada de los debates mantenidos en esa época sobre las relaciones medioambientales, económicas y culturales. Esta posición viene a verse enriquecida a partir de finales de los 1980s al surgir un interés por parte de los y las especialistas por indagar de forma explícita (pues implícitamente ya se había hecho desde siempre) sobre el mundo de las creencias. En el arte rupestre esta última tendencia se vió reflejada en esos años en las propuestas sobre la relación causal entre el arte rupestre y un tipo de religión, el chamanismo (Lewis-Williams y Dowson, 1988; Lewis-Williams y Dowson, 1993). Este planteamiento, que gozó de gran éxito hasta bien entrados los 2000s, está viéndose sustituido, o quizá más bien en muchos casos complementado, por otro más sofisticado y flexible que conecta el arte rupestre y el animismo (Dowson, 2007; Lahelma, 2008).

Los nuevos intereses en el seno de la arqueología surgidos a finales de los 1980s supusieron en algunos aspectos una forma nueva de entender las posibilidades de la arqueología que hicieron por primera vez posible abordar el estudio de lo inmaterial. El análisis del papel que tuvieron los sentidos en el pasado forma parte de esta tendencia: con mayor o menor acierto se han llevado a cabo acercamientos a estos temas en diversos trabajos (Achrati, 2007; Hamilakis, 2014; Houston y Taube, 2000; Skeates, 2010) y es en este contexto en el que los trabajos sobre la música y la acústica del espacio se han afianzado en estos últimos años. Estos estudios no son nuevos, puesto que incluso podemos remontarnos al siglo XIX para encontrar unos tempranos análisis sobre instrumentos musicales (Daussoigne-Mehul 1848; Piette 1874), aunque el interés por la acústica de los espacios y del paisaje solo surja mucho más tarde, en los 1980s (Reznikoff, 1987; Reznikoff, 1995; Reznikoff y Dauvois, 1988). Haciendo de bisagra entre ambos tipos de acercamientos se aprecian las publicaciones sobre litófonos o piedras de gong (Fagg, 1956; Fagg, 1957; Glory, 1964; Glory, 1965) o la importancia ritual que podría haber tenido el sonido producido al realizar los grabados escandinavos (Malmer, 1981).

Las tres perspectivas que acabamos de mencionar: el estudio de instrumentos musicales, la acústica del paisaje, y la intermedia sobre los litófonos, confluyen en 2003 en un congreso realizado en la universidad británica de Cambridge del que surge el término de arqueoacústica como forma de englobar todos estos esfuerzos (Scarre y Lawson, 2006). Desde aquel evento, en estos últimos años se ha avanzado tanto en el número de estudios y estudiosos/as como sobre todo en las técnicas utilizadas. En la acústica del paisaje se han dejado atrás los métodos casi intuitivos de Iégor Reznikoff, para pasar, primero, al empleo de unos sencillos medidores de señales acústicas (ver resumen en Díaz-Andreu y Mattioli 2016), y más tarde a métodos más complejos. Hoy en día las técnicas han avanzado para incluir micrófonos de precisión y trabajo interdisciplinar con especialistas en las ciencias duras relacionadas con la física acústica (Díaz-Andreu *et al.*, 2019; Mattioli y Díaz-Andreu, 2017; Mattioli *et al.*, 2017; Rainio *et al.*, 2014; Rainio *et al.*, 2018). En este área nuestro equipo de investigación, en un primer momento con el proyecto SONART (2014-18) y en la actualidad con el proyecto de la ERC Artsoundscapes (2018-23), ha logrado realizar importantes avances que se han visto plasmados en diversos subproyectos y publicaciones que citaremos a lo largo de este trabajo.

## 2. El paisaje sonoro

### 2.1. El sonido en las sociedades preindustriales

En 1977 R. Murray Schafer proponía que las sociedades preindustriales son claramente diferentes a las postindustriales en cuanto a su sensibilidad hacia el sonido de los lugares y los paisajes. Mientras que el paisaje urbano post-industrial se caracteriza por la gran cantidad de ruido y señales electroacústicas que deterioran considerablemente la percepción auditiva de los que en él habitan, las sociedades preindustriales se definen por poseer una sensibilidad de alta fidelidad (*hi-fi*) hacia los paisajes sonoros. En estos últimos la relación entre la señal y el ruido de fondo es lo suficientemente baja como para que cada sonido se escuche con claridad. De esta manera a los individuos que viven en estas sociedades, que son las que caracterizaron nuestra prehistoria, les es relativamente fácil determinar la dirección de los sonidos, la distancia de la fuente sonora y su significado. En este ambiente *hi-fi* los sonidos naturales son dominantes —formados por, entre muchos otros, pájaros, agua, lluvia y viento—, y crean armonías complejas, persistentes, repetitivas y redundantes en las que la vida diaria de los individuos se halla inmersa. Junto a ellos se encuentran los sonidos humanos, con voces, gritos, música, y con los ruidos asociados con determinadas tareas. En algunos lugares del paisaje con una acústica especial, estos elementos sonoros artificiales pueden crear efectos sorprendentes: pensemos en el eco en las gargantas de los ríos o en la reverberación prolongada en las cuevas, provocando un efecto en los individuos que puede ser identificado con un sentimiento espiritual.

La percepción auditiva en sociedades preindustriales, incluidas las de nuestra prehistoria, es un medio poderoso para comprender el mundo en el que viven, no solo las personas, sino, como nos explica la antropología, los ancestros y otros seres vivos con los que conviven, y para moverse por el espacio. Los datos etnográficos e históricos de grupos de cazadores-recolectores, pastores y agricultores de la era premoderna de regiones diversas del globo nos indican que, efectivamente, muchas comunidades preindustriales y sobre todo aquellas con mundos religiosos pre-estatales, le dieron una gran importancia religiosa al sonido: existen comunidades con creencias sobre espíritus o criaturas sonoras que viven dentro de las rocas, que ríen, aplauden o hablan lenguas incomprensibles y a menudo se comenta que estos sonidos son realizados por el eco. Estas creencias están muy extendidas por el área circumpolar y otras adyacentes más meridionales. Estas rocas también son consideradas como portales abiertos a otras dimensiones en las que los sueños, las visiones y los sonidos están conectados (Díaz-Andreu *et al.*, en prensa, 2020). Las rocas que «hablan» y que a menudo están decoradas con motivos rupestres se consideran, por tanto, como elementos de una cartografía «sonora».

El análisis de los topónimos de las poblaciones indígenas de América, África y Europa también muestra que estos elementos del paisaje sonoro se utilizan como puntos geográficos para orientar y moverse por el territorio (Ellis, 1880: 14-15; Loose, 2010; Matthews, 1902: 74; Mooney, 1900: 417; Reznikoff, 1995: 554; Rifkin, 2009; Speck, 1915: 76; Waller, 2005). Existen lugares con fuertes ecos y rocas «parlantes» que también proporcionan información esencial sobre el medio ambiente. Dos ejemplos significativos, aunque estén desprovistos de arte rupestre, son el noroeste de Ontario, donde los indígenas de Grassy Narrow podían «decir por la fuerza del eco si la tierra era buena...; buenos ecos significaban que la tierra daría fuerza a la gente y que los individuos podrían vivir y sobrevivir bien porque la tierra los mantendría» (Shkilnyk, 1985: 71). El segundo ejemplo proviene de Nuevo México donde en la migración de los indios Acoma fueron los ecos los que les hicieron decidirse por el lugar en el que finalmente se asentaron (White, 1932: 145). También sabemos que muchos sitios de arte rupestre, especialmente los utilizados para ceremonias con danza, música y sonido, se seleccionaron precisamente por su sonoridad interna y

su capacidad de transmitir el sonido al espacio circundante (Boivin *et al.*, 2007; Rainbird, 2002; Williams y Patterson, 2013). De esta manera, el sonido del sitio con arte rupestre podía indicar a los miembros de la comunidad que el ritual había comenzado además de que el ritual en sí fuera más eficaz por los efectos psicoacústicos que los participantes experimentarían.

Como acabamos de ver, las fuentes etnohistóricas y etnográfico-antropológicas proporcionan pistas importantes para comprender el papel de la percepción auditiva en los paisajes de arte rupestre. Es particularmente evidente que las sociedades preindustriales a menudo integran los sonidos ambientales y los accidentes acústicos del paisaje con significados sobrenaturales y con cierta frecuencia estos lugares también están vinculados al arte rupestre. Nuestra hipótesis de partida es que las comunidades que crearon el arte rupestre buscaron sitios con una acústica especial. En este artículo comprobaremos esta hipótesis en el caso del arte rupestre esquemático de las Muntanyes de Prades.

## 2.2. Qué medir en arqueoacústica

¿Cómo pasamos del mundo de las creencias de las fuentes etnohistóricas y etnográfico-antropológicas al conocimiento arqueológico? Los y las arqueólogos/as no tenemos la posibilidad de preguntar a las comunidades que estudiamos<sup>1</sup>: lo único que podemos hacer es encontrar evidencias que hagan muy probable la existencia de estas creencias. Esto quiere decir que la mejor manera de intentar acercarnos a lo inmaterial es ejercitando lo aprendido del empeño en la sistematización de datos que nos enseñó la Nueva Arqueología, la nueva forma de hacer ciencia de los años setenta. O dicho de otra manera, adaptando aquella a nuestros días: participando en lo que Kristian Kristiansen ha denominado la tercera revolución en arqueología (Kristiansen, 2014).

Tomando en cuenta lo dicho en el párrafo anterior, partimos de la base de que existen tres parámetros acústicos que son de importancia primordial en la percepción auditiva: la reverberación, el ancho aparente de la fuente sonora (Apparent Source Width) y el grado de envolvimiento del oyente o LEV (Listener Envelopment). En cuanto a la reverberación, esta indica la persistencia de un sonido después de producirse un impulso sonoro. Esta reverberación influye en la percepción subjetiva de varias maneras, algunas positivas, pero lo cierto es que un exceso de reverberación también puede tener efectos negativos, ya que, al llegar el sonido con un cierto retraso respecto al directo, esto puede producir un enmascaramiento del sonido original afectando a la claridad percibida y perdiendo la inteligibilidad del habla / sonido / música. Este enmascaramiento se produce por la mezcla entre el sonido original por otros más fuertes y persistentes de la reverberación que afectan a la capacidad del oyente de localizar la fuente de sonido (Rossing, 2007: 305, fig. 9.3). En psicoacústica, se cree que tanto el Ancho aparente de la fuente como el grado de envolvimiento del oyente o LEV influye en el sentido de amplitud, la orientación del oyente y la inteligibilidad de la música y el habla. El grado de LEV (Listener Envelopment) es la sensación del oyente de estar rodeado o envuelto por el sonido (figura 1).

## 2.3. Cómo medir

### 2.3.1. Fase 1: trabajo de campo

Uno de los retos más importantes que tuvimos que superar a la hora de plantearnos nuestro trabajo en arqueoacústica fue cómo crear un equipo de trabajo de campo de peso y volumen lo suficientemente pequeño

1. Aunque, hemos de recalcar, en esto la arqueoacústica no es una excepción: pasa con cualquier aspecto que estemos analizando sobre las culturas antiguas.

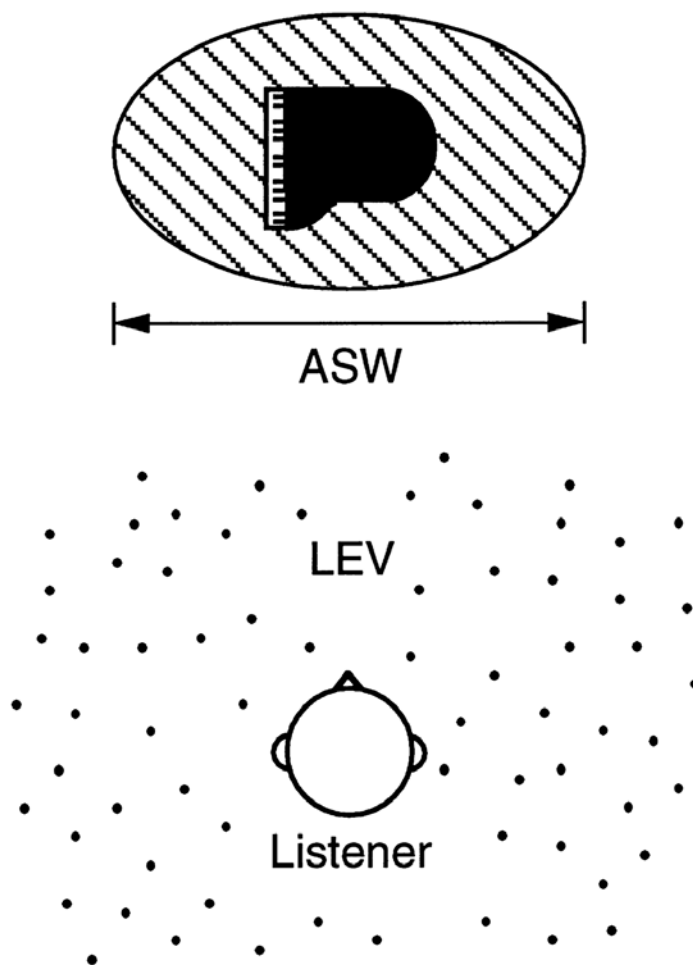


Figura 1. Representación esquemática de los conceptos de Ancho de Fuente Aparente (ASW) y grado de LEV (Listener Envelopment) de Morimoto *et al.* (2001).

y por tanto que fuera fácil de transportar en el terreno. Para su diseño tuvimos la inmensa suerte de contar con uno de los mayores expertos en acústica, el catedrático de la Universidad de Parma, Angelo Farina. Con él ideamos un método sobre la base de un equipo formado de micrófonos y grabadoras digitales de pequeño tamaño que, además, no dependían de la red de distribución de energía eléctrica, sino que solo necesitaba baterías eléctricas (simples pilas). Lo que pretendemos en el trabajo de campo es medir la respuesta de impulso (IR, Impulse Response) que calcula el tiempo y la amplitud de la propagación del sonido desde la fuente de sonido a un dispositivo receptor (un micrófono) normalmente situado en el mismo entorno (Farina *et al.*, 2007; Kuttruf, 2009: 255-261). En nuestros tests combinamos los dispositivos receptores con una cámara esférica para obtener imágenes panorámicas (fotosferas) de  $360^{\circ} \times 180^{\circ}$ . Estas imágenes se utilizaron posteriormente en la fase de post-procesamiento como imágenes de fondo para la visualización dinámica de la dirección de llegada (DOA, Direction of Arrival) de las reflexiones sonoras.

Las mediciones de IR se realizaron en el trabajo de campo mediante el uso de un impulso de sonido corto y fuerte provocado por el estallido de un globo de aire inflado a 40 cm de diámetro, que colocamos a cinco metros del receptor. Los impulsos de sonido se grabaron por un conjunto de dos micrófonos. El primero de ellos, un micrófono omnidireccional tipo M231 de BSWA Tech 1/2", conectado a un grabador digital tipo ZOOM H4N. Este micrófono permite medir los parámetros acústicos monaurales, incluyendo el tiempo de reverberación. En segundo lugar, para medir el ancho aparente de la fuente y el grado de envolvimiento del oyente o LEV, usamos un tipo de micrófono tetraédrico Ambisonics de primer orden Brahma conectado a un grabador digital modificado ZOOM H2. Ambos micrófonos se

montaron en un trípode. Antes de cada sesión de grabación calibramos para 94 dB SPL a 1 kHz el micrófono condensador M231 usando el calibrador de sonido tipo SC-05 de Reed Instruments.

### 2.3.2. Fase 2: post-procesamiento de datos

En la fase posterior al trabajo de campo, la de post-procesamiento de datos, analizamos las medidas acústicas recogidas en el trabajo de campo mediante el uso de Aurora plugin para Adobe Audition. Este plugin consta de un conjunto de 16 módulos de código abierto para las mediciones de respuesta de impulso acústico de la sala ([http://pcfarina.eng.unipr.it/Aurora\\_XP/Package.htm](http://pcfarina.eng.unipr.it/Aurora_XP/Package.htm)). En concreto nosotros empleamos el módulo «Parámetros Acústicos» (figura 2) que permite medir la reverberación, el ancho aparente de fuente y el grado de envolvimiento del oyente. La reverberación se mide como valor EDT (Early Decay Time): consiste en el tiempo de reverberación medido sobre los primeros 10 dB de decaimiento después del impulso sonoro. Esta medida es la mejor evaluación subjetiva del tiempo de reverberación entre las diversas evaluaciones disponibles (por ejemplo T20, T30, T60). En cuanto al ancho aparente de la fuente lo medimos como valor de JLF (fracción de energía lateral precoz): se define como la medida estándar para el ancho de la fuente aparente en la norma

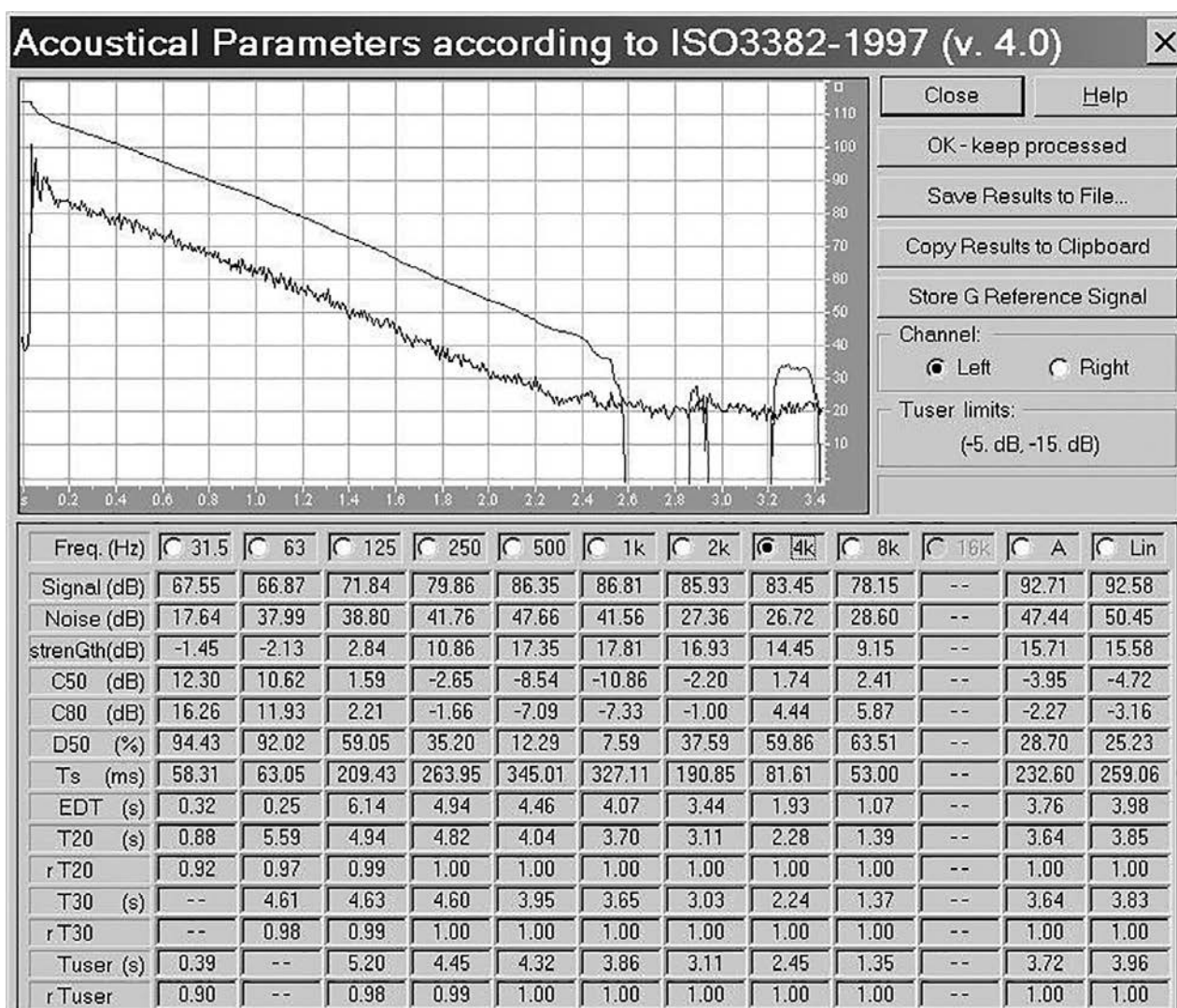


Figura 2. Captura de pantalla del módulo “Acoustic Parameters” en Aurora plugin para Adobe Audition.

**Tabla 1.** Rangos típicos de parámetros acústicos subjetivos y diferencias apenas perceptibles o JND (de UNE-EN-ISO 3382-1: 2010)

Magnitudes acústicas agrupadas según los aspectos del oyente.				
Aspecto subjetivo del oyente	Magnitud acústica	Promediado en frecuencia <sup>a</sup> (Hz)	Umbral diferencial	Rango típico <sup>b</sup>
Reverberación percibida	Tiempo de caída inicial, EDT en segundos	500 a 1000	Rel. 5 %	1,0 s; 3,0 s
Claridad percibida del sonido	Claridad, $C_{80}$ , en decibelios	500 a 1000	1 dB	-5 dB; +5 dB
	Definición, $D_{50}$	500 a 1000	0,05	0,3; 0,7
	Tiempo central, $T_s$ , en ms.	500 a 1000	10 ms	60 ms; 260 ms
Nivel sonoro subjetivo	Fuerza sonora, $G$ , en decibelios	500 a 1000	1 dB	-2 dB; +10 dB
Ancho aparente de la fuente (ASW)	Fración de energía lateral precoz, $J_{LF}$ o $J_{LFC}$	125 a 1000	0,05	0,05; 0,35
	Coefficiente de correlación cruzada interaural precoz, $IACC_E$	500-2000	0,075	
Envolvente del oyente (LEV)	Nivel sonoro lateral final, $L_j$ , en decibelios	125 a 1000	Desconocido	-14 dB; +1 dB
	Coefficiente de correlación cruzada interaural final, $IACC_L$	500-2000	0,075	
Inteligibilidad	Índice STI y RASTI	-----	0,03	

<sup>a</sup> El promediado en frecuencia indica la media aritmética para las bandas de octava, excepto para  $L_j$ , que se debe promediar energéticamente.

<sup>b</sup> Valores promediados en frecuencia en salas de conciertos y en salas polivalentes vacías de hasta 25 000 m<sup>3</sup>.

UNE-EN-ISO 3382-1. Por último el grado de LEV se expresa como valor de  $L_j$  (nivel sonoro lateral final): también se define como la medida estándar para el ancho de fuente aparente en la UNE-EN-ISO 3382-1.

El objetivo de estas mediciones es determinar las llamadas *Diferencias Apenas Perceptibles* (Just Noticeable Differences, JND), o los cambios necesarios para que las diferencias sean evidentes, en los tres parámetros acústicos subjetivos. Las diferencias apenas perceptibles se resumen en la norma UNE-EN-ISO 3382-1: 2010 (tabla 1). Los valores resultantes se expresan como gráficos de columnas. El objetivo es verificar si la reverberación, el ancho aparente de la fuente y el grado de LEV cambian entre los sitios de acuerdo con los estilos de arte rupestre y/o si los valores cambian en el área adyacente a los abrigos con arte rupestre.

### 3. Arte rupestre en las Muntanyes de Prades y selección de las áreas de estudio

Los test acústicos en las Muntanyes de Prades se realizaron en marzo (primer reconocimiento de la zona) y abril de 2016 en los valles de los ríos Fontscaldes y Pirro. La razón para escoger estas dos zonas estuvo relacionada con la posibilidad de analizar áreas en las que se encontrara una concentración de abrigos rupestres pintados. En relación al proyecto SONART, cuyo objetivo principal se centraba en el arte esquemático del centro y occidente del mediterráneo (básicamente, Italia, la Francia mediterránea y la península ibérica), nuestro interés se dirigió hacia concentraciones de sitios con este estilo y esto nos hizo dejar a un lado otros sitios que en principio habrían resultado más atractivos para otros investigadores como los levantinos de Mas d'en Llorc y Mas d'en Ramon d'en Bessó, aunque sí que incluimos el abrigo de Fontscaldes I con pinturas de esta cronología. En este apartado explicaremos brevemente la historia de la investigación en la zona y las características naturales de la zona para pasar a describir las dos áreas escogidas y los resultados obtenidos.

### 3.1. Sobre la investigación en las Muntanyes de Prades

El trabajo de arqueoaústica depende de una crucial y esencial labor previa de investigación referente a la búsqueda y descripción de los sitios con arte rupestre y precisamente nuestra elección de la zona de Muntanyes de Prades se debió al gran trabajo de base preexistente que había posibilitado que, dentro del mapa de distribución de arte rupestre prehistórico en Cataluña (Alonso *et al.* 1998: figura 8), esta zona destacara por la concentración de sitios sobre todo de carácter esquemático.

El conocimiento sobre la existencia de arte rupestre en esta zona se remonta a 1819, cuando Félix Torres i Amat (1772-1847) envía a la Real Academia de la Historia una memoria describiendo el descubrimiento del Abrigo de El Portell de les Lletres (Rojals) erróneamente hablando de grabados. Según Salvador Vilaseca, el último en consultarla, esta memoria llevaba una nota al margen que decía: «Leyóse en 4 de junio de 1830» (Vilaseca 1944: 315). Las extrañas grafías en este documento representadas no debieron de causar gran impresión. La noticia la recoge Hübner (1893: 148), y Gómez-Moreno vuelve a mencionarla incluyendo una figura que, posiblemente por error tipográfico, se publica invertida (Gómez-Moreno 1908: 95, fig. 10). Será esta figura invertida la que se reproduzca desde entonces por los otros autores que repiten la mención, incluyendo Carreras Candi (1908-18: vol I, 769) y otros (Vilaseca, 1944: 313-14; Viñas, 2006: 462). La memoria sobre su localización, sin embargo, se pierde hasta los años 1940s cuando se vuelve a encontrar el sitio y se documenta profesionalmente por primera vez por el médico y arqueólogo vocacional Salvador Vilaseca (1896-1975) publicando los motivos junto a las pinturas recién descubiertas del Mas d'en Llort, localizadas a pocos metros (Vilaseca 1944). Antes de esto Vilaseca ha escrito junto con Josep Iglesias, académico-bibliotecario de la Acadèmia de Ciències y Arts de Barcelona, sobre los hallazgos realizados por este último en la zona de la cuenca alta del río Brugent: los sitios de Cova de les Creus, Mas d'en Carles, Britus y un cuarto abrigo ya en parte conocido, el Mas de la Baridana (llamada por ellos Mes de la Veridana) (Vilaseca e Iglesias, 1929). Vilaseca también había sacado a la luz poco antes unos grabados (Vilaseca e Iglesias, 1943). Tras publicar los abrigos del Portell de les Lletres y el Mas d'en Llort al poco encuentra el abrigo con arte levantino de Mas d'en Ramon d'en Bessó (Vilaseca, 1950). Tras esta noticia, una buena visión de la historia de los descubrimientos efectuados hasta principios de los ochenta nos la proporciona Viñas (Viñas *et al.*, 1983), precisamente en los años en que se reactiva la investigación en la zona con la llegada de Anna Alonso, pronto acompañada por Alexandre Grimal y con las actuaciones del propio Viñas, cuya labor se acelera en los 2000.

### 3.2. Breve contextualización geográfica y áreas de estudio

Las Muntanyes de Prades se reparten entre los municipios de Montblanc (incluyendo la pedanía de Rojals), Vilanova de Prades, Vilaplana (que ha absorbido a la Mussara), Cornudella del Montsant, todos ellos incluidos en las comarcas de la Conca de Barberá, el Baix Camp, el Alt Camp y el Priorat convergiendo en la Mola dels Quatre Termes (1.120 m) (Viñas 2005: 10; 2006). Los ríos principales son el Francolí, Brugent y Siurana y, como suele ser habitual, el arte se localiza en los abrigos formados en los niveles calizos que bordean sus valles o los formados por sus afluentes, como el de Baridana, afluente del Pirro que, a su vez, es afluente del Brugent. En la actualidad la zona está considerada Espacio Natural Protegido, Reserva Natural Parcial, Paraje Natural de Interés Nacional (figura 3).

#### 3.2.1 Area de estudio I: Fontscaldes

El valle del río Fontscaldes (Cornudella de Montsant) se encuentra en el área suroeste de las Muntanyes de Prades y en él encuentran el abrigo de la Vaca y los de Fontscaldes I-V. De ellos, solo tiene arte

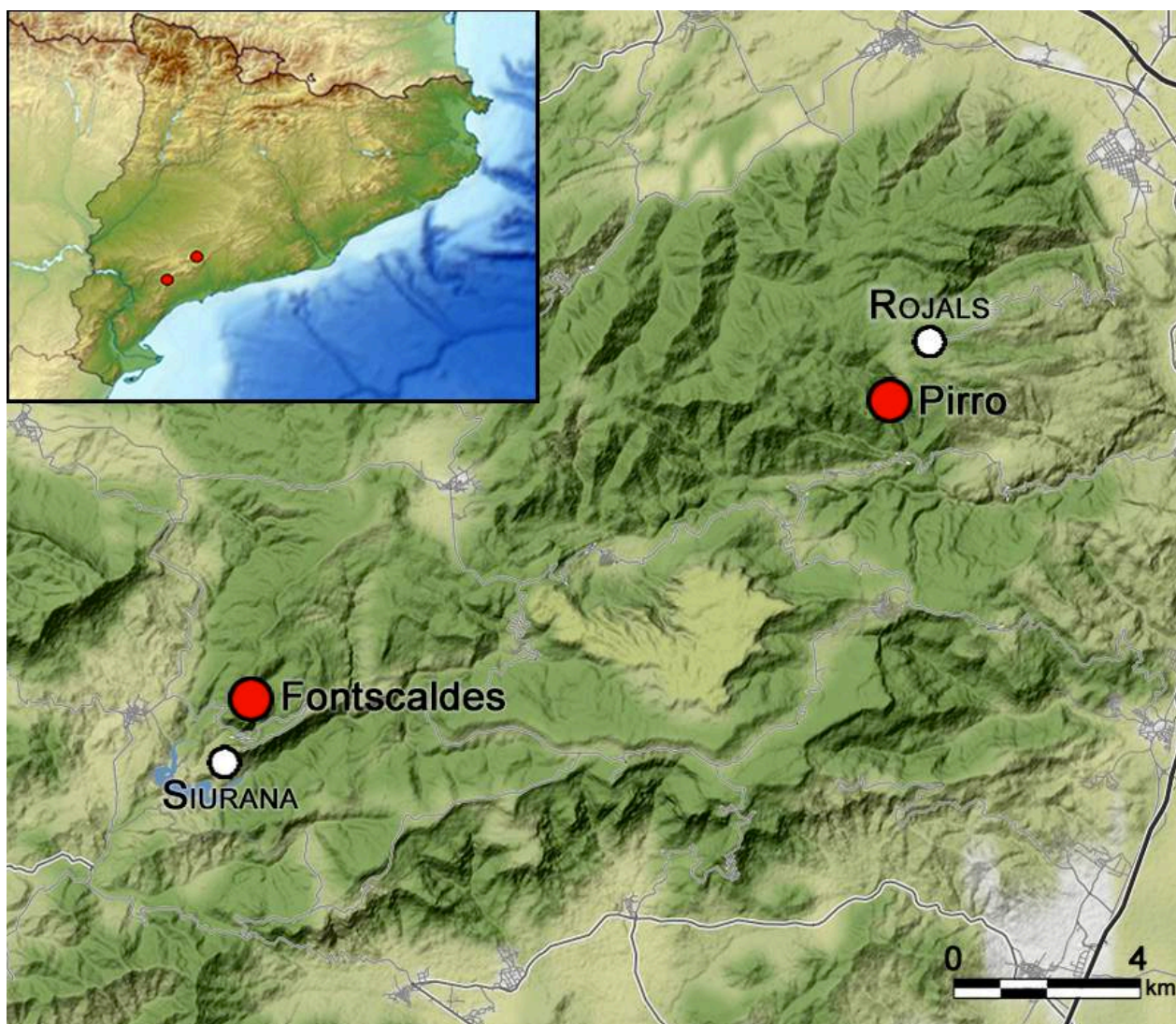


Figura 3. Localización de las Muntanyes de Prades en Cataluña. Situación de los valles de Fontscaldes y Pirro.

levantino Fontscaldes I y los demás quizá arte esquemático del que no se han publicado calcos sino solo descripciones (Viñas *et al.*, 2006: 487-488; Viñas, 2009-2010: 58-62) que apuntan a restos, barras, puntos, digitaciones, etc. (tabla 2).

Tabla 2 Abrigos con arte rupestre y estilo

N.º	Abrigos con arte rupestre	Estilo de arte rupestre	Observaciones
1	Abric de la Vaca	Esquemático ¿proto-histórico?	Motivos de época Hierro-ibérica (?)
2	Fontscaldes I	Levantino	
3	Fontscaldes II	¿Esquemático?	Sin calco. Barra y punto
4	Fontscaldes III	¿Esquemático?	Sin calco. Restos, puntos, digitaciones, semi-círculo de puntos, círculo de puntos concéntricos
5	Fontscaldes IV	Esquemático	Barras, digitaciones, restos
6	Fontscaldes V	¿Esquemático?	Sin calco. Trazos, retícula restos

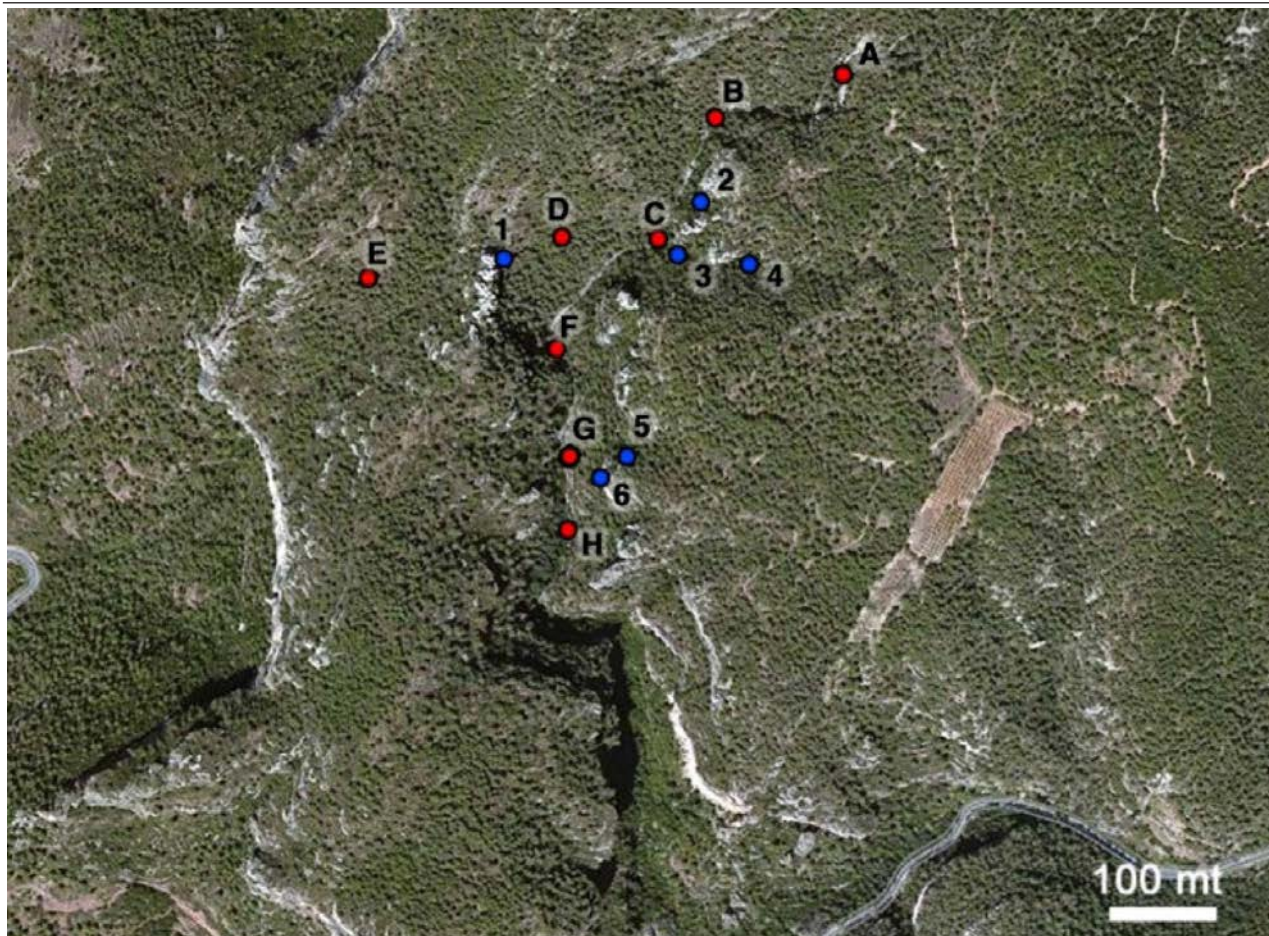


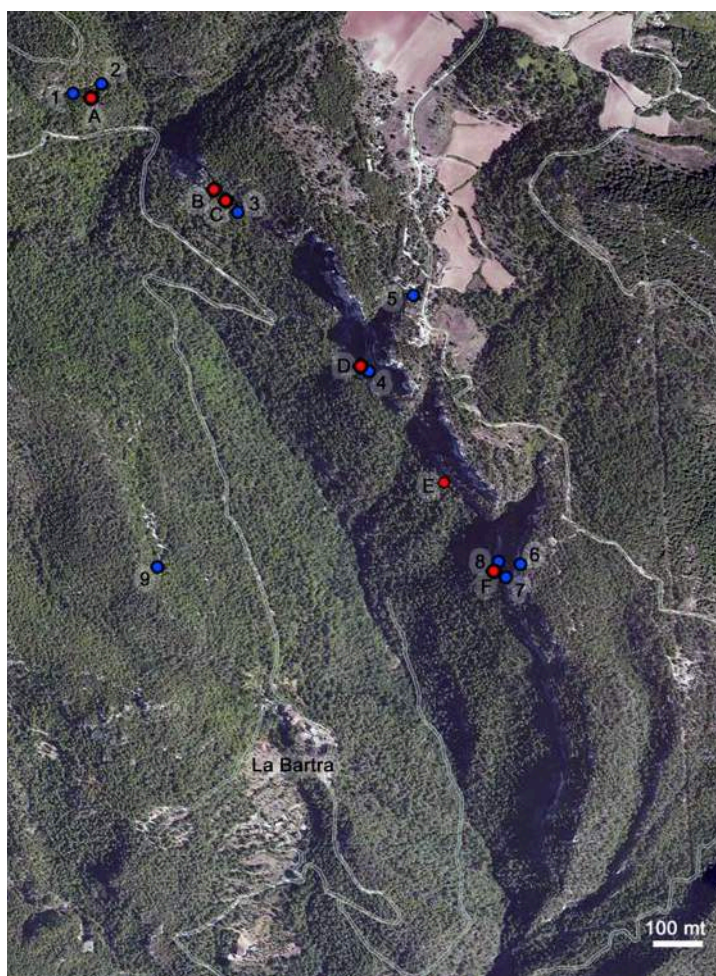
Figura 4. Lugares de medición de acústica en el área de Fontscaldes. En azul abrigos con arte rupestre; en rojo lugares de medición acústica sin arte rupestre. La clave numérica se encuentra en la tabla 2.

### 3.2.2 Area de estudio II: Barranco de Pirro

El barranco de Pirro se encuentra en el extremo noreste de las Muntanyes de Prades. En él hicimos mediciones acústicas de nueve abrigos con arte rupestre esquemático, uno de ellos, el Mas del Gran (Alonso y Grimal, 1991; Viñas, 2011), de tendencia naturalista (tabla 3) y seis abrigos sin arte rupestre (figura 5)

Tabla 3. Abrigos con arte rupestre en el Barranco de Pirro y estilo

N.º	Abrigos con arte rupestre	Estilo de arte rupestre	Observaciones
1	La Baridana I	Esquemático	Esquemático grupo II (Viñas 2006: 471)
2	La Baridana II	Esquemático	Cronología protohistórica
3	Mas d'en Carles	Esquemático	Esquemático grupo II (Viñas 2006: 471). Panel complejo.
4	Mas del Gran	Esquemático	Esquemático grupo I (Viñas 2006: 471)
5	Abric de l'Arlequí	Esquemático	Cronología protohistórica
6	La Daixa	Esquemático	Esquemático grupo II (Viñas 2006: 471) (¿pero quizás protohistórico?)
7	Britus I	Esquemático	Esquemático grupo II (Viñas 2006: 471)
8	Britus III	Esquemático	Esquemático grupo II (Viñas 2006: 471)
9	Cova de les Creus	Esquemático	Esquemático grupo II



**Figura 5.** Lugares de medición de acústica en el Barranco de Pirro. En azul abrigos con arte rupestre; en rojo lugares de medición acústica sin arte rupestre. La clave numérica se encuentra en la tabla 3.

(Castells 1994: fascículos 9-15). En La Baridana medimos los abrigos I y II. En Britus seleccionamos el I y el III. Siguiendo a Viñas (2006: 471) las cronologías de todos estos sitios se dividirían entre las más tempranas, probablemente neolíticas (grupo I, en este caso Mas del Gran), unas más tardías entre el calcolítico y el Bronce (grupo II), y una tercera clase de abrigos ya pintados en época protohistórica. Si esto es así la finalidad inicial de medir la acústica de un grupo homogéneo de sitios queda en entredicho.

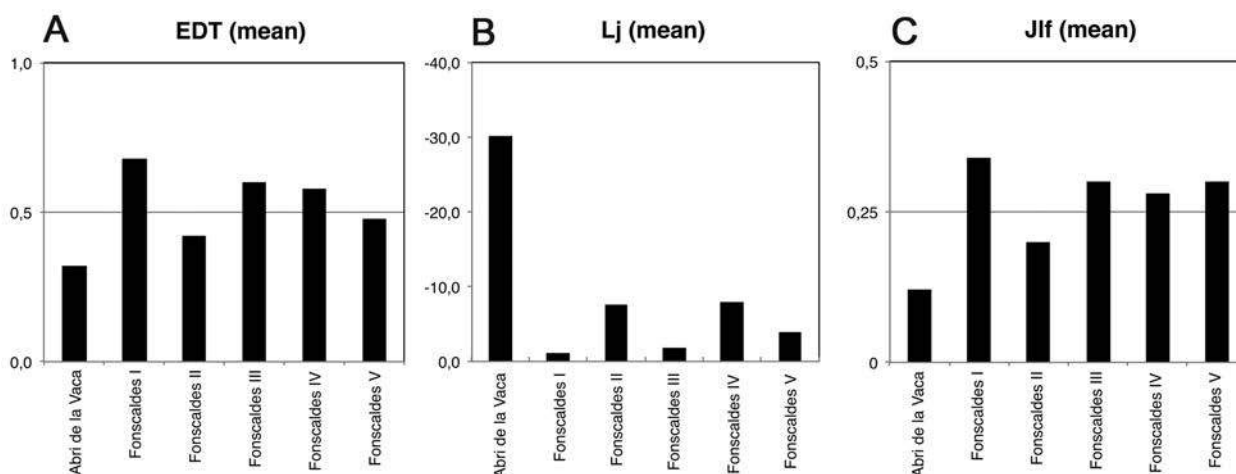
## 4. Análisis de datos

### 4.1. Valle de Fontscaldes

La comparación de los resultados obtenidos en los distintos sitios analizados, tanto con arte rupestre como sin él, muestra que en general el valle del río Fontscaldes posee buenas cualidades acústicas. En términos generales, los abrigos con arte rupestre situados en el lado izquierdo según se baja el valle (Fontscaldes I-V) poseen mejores cualidades acústicas que el situado en el lado derecho (Abric de la Vaca). Entre los sitios de arte rupestre, Fontscaldes I, III, IV y V poseen las mejores cualidades acústicas y, entre ellos, Fontscaldes I (el único de este grupo con arte rupestre levantino) se destaca como el abrigo decorado con mejores propiedades acústicas del valle. Tiene los valores de reverberación más altos (0,68 s), el mejor Envolvimiento acústico del oyente (-1,2 dB) y el ancho de la fuente aparente

**Tabla 4.** Resultados obtenidos en los abrigos con arte rupestre de Fontscaldes y de los sitios A-I relativamente cercanos sin arte rupestre

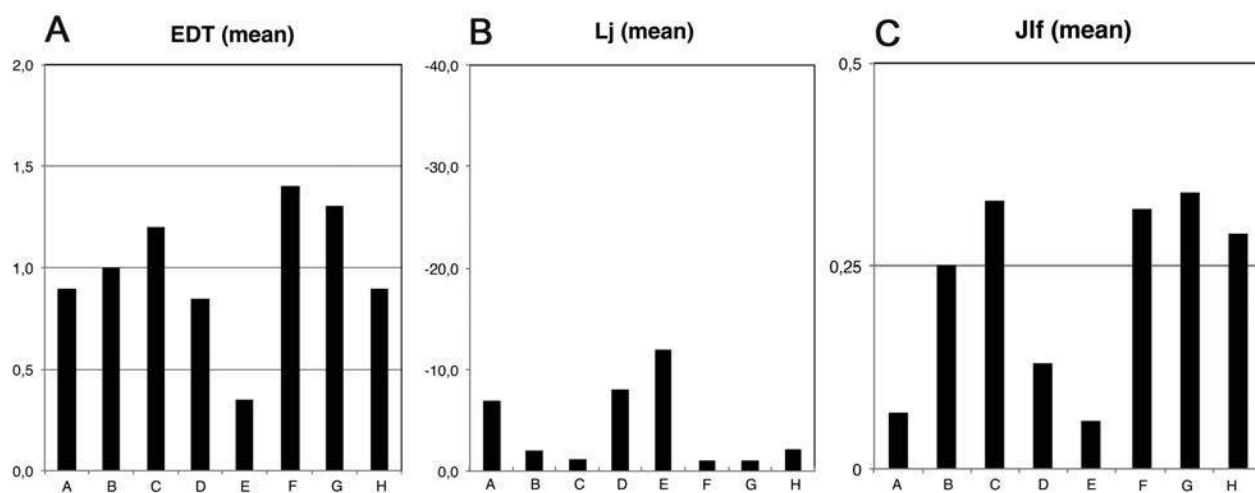
	Lugar de medición	Estilo	Reverberación EDT <sub>mean</sub> (sec)	Envolvente acústico Lj <sub>mean</sub> (dB)	Ancho de Fuente Jlf <sub>mean</sub>
1	Abri de la Vaca	S	0,32	-30,1	0,12
2	Fontscaldes I	L	0,68	-1,2	0,34
3	Fontscaldes II	S	0,42	-7,6	0,2
4	Fontscaldes III	S	0,60	-1,8	0,3
5	Fontscaldes IV	S	0,58	-8	0,28
6	Fontscaldes V	S	0,48	-4	0,3
A	-	-	0,90	-7	0,07
B	-	-	1,00	-2	0,25
C	-	-	1,20	-1,2	0,33
D	-	-	0,85	-8	0,13
E	-	-	0,35	-12	0,06
F	-	-	1,40	-1,1	0,32
G	-	-	1,30	-1	0,34
H	-	-	0,90	-2,1	0,29



**Figura 6.** Resultados de las pruebas acústicas dentro de los abrigos de arte rupestre de Fontscaldes: A) Tiempo de reverberación (EDT) en segundos; B) grado de LEV (Lj) en Decibelios; C) Ancho aparente de la fuente. Para la ubicación de los abrigos de arte rupestre ver la figura 5.

más ancha (0,34) (tabla 4, figura 6). Este abrigo puede haber atraído a los (o las) potenciales artistas levantinos/as que estuvieran explorando a zona en busca de lugares para realizar sus paneles pictóricos por el hecho de que estos lugares tenían la posibilidad de mejorar positivamente la percepción de los sonidos en lo que respecta a la inteligibilidad de las señales de voz / sonido / música y el sentido de estar rodeado y envuelto por el sonido.

Las mediciones de lugares en la zona, pero sin arte rupestre (figura 7) recalcan las buenas calidades acústicas del valle de Fontscaldes de las que acabamos de hablar más arriba. En particular, se ha de resaltar que los valores más altos para la reverberación, el envolvimiento y el ancho de la fuente aparente son los medidos en los puntos de medición C, F, G e H. Dos de estos puntos de medición (C y G) están situados al



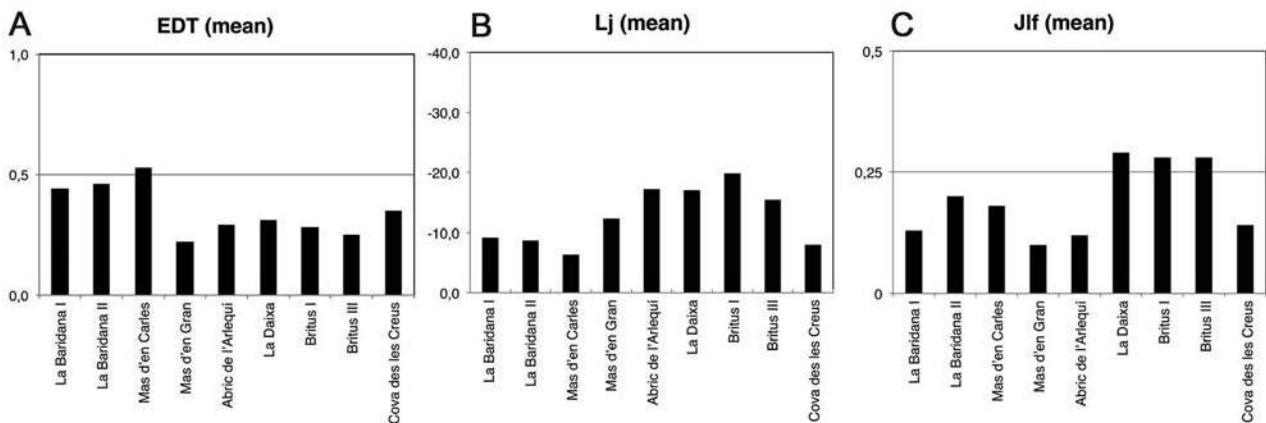
**Figura 7.** Resultados de las mediciones acústicas en áreas adyacentes a los abrigos rupestres de Fontscaldes: a) Tiempo de reverberación (EDT) en segundos; B) grado de LEV (Lj) en Decibelios; C) Ancho aparente de la fuente. Para la ubicación de los puntos de prueba vease la figura 5.

pie del farallón en el que están varios de los abrigos con arte rupestre, no muy alejados de los mismos y en contacto visual con ellos (punto de medición C cerca de Fontscaldes I y II, punto de medición H cerca de Fontscaldes IV y V). Por el contrario, los peores valores acústicos provienen del punto de medición E, lo que viene a confirmar los resultados obtenidos anteriormente en las mediciones acústicas realizadas en el abrigo pintado de La Vaca situado en un lugar con malas o relativamente malas cualidades acústicas.

Los resultados preliminares en Fontscaldes demuestran que quienes escogieron los abrigos para en ellos realizar motivos de arte rupestre tendieron a elegir zonas con cualidades acústicas buenas para la reverberación, el ancho aparente de la fuente y el grado de LEV. Parece que también que pudieron preferir abrigos ubicados en las secciones más sonoras del valle del río, pero no necesariamente los sitios con los mejores valores absolutos. En todo caso los valores más altos provienen del abrigo de Fontscaldes I, el único con representaciones levantinas en esa sección del paisaje. Los resultados en líneas generales confirman las conclusiones de Díaz-Andreu y García Benito (2015) en tres áreas de arte rupestre de arte levantino estudiadas por ellos, Valltorta, Mortero y Ulldecona, en las que existe una relación positiva entre esta tradición de arte rupestre y la acústica.

## 4.2. Barranco del Pirro

Los resultados del Barranco del Pirro muestran que los sitios de arte rupestre en esta zona presentan una diversidad de cualidades acústicas. En general, los sitios de arte rupestre ubicados en la parte superior del valle (números 1-3 en la tabla 3 y figura 5, es decir la Baridana I y II y Mas d'en Carles) son más sonoros que los situados en la parte media y final (abrigos número 4-9). Esto puede notarse comparando la reverberación (promedio de 0,48s en los abrigos 1-3 y 0,28s en los abrigos 4-9) y la acústica envolvente (promedio de -7,8dB en los abrigos 1-3; -15db en los abrigos 4-9), que se debe con toda probabilidad a la forma de los abrigos rocosos y también a la forma del valle: los abrigos 1 a 3 se encuentran en la parte más interna y empotrada de la garganta, frente a las paredes de roca en el lado opuesto del valle (a 550 m aproximadamente). Los abrigos 4-9, por el contrario, están ubicados en las laderas del valle medio, dentro de un ambiente ligeramente más abierto con una superficie de roca menos vertical en el lado opuesto.



**Figura 8.** Resultados de las pruebas acústicas dentro de los abrigos de arte rupestre: A) tiempo de reverberación (EDT) en segundos; B) grado de LEV (Lj) en Decibelios; C) ancho aparente de la fuente. Para la ubicación de los abrigos de arte rupestre ver la figura 6.

Entre los abrigos más sonoros, Mas d'en Carles (número 3), quizá el abrigo rupestre de arte esquemático más espectacular de todos los incluidos en nuestro análisis, muestra el mayor tiempo de reverberación (0,53 s) y la mayor envolvente acústica (-6,4dB).

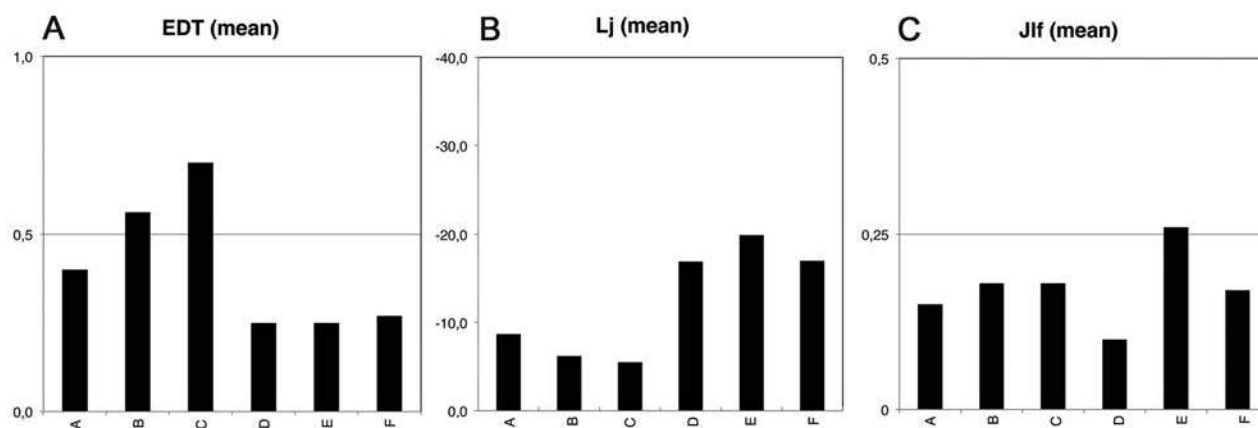
El análisis de las propiedades acústicas de áreas adyacentes y abrigos rocosos sin arte rupestre confirma lo que se ha anotado en la sección anterior. Las áreas más sonoras del valle se encuentran en la parte más interna y más empotrada de la garganta, frente a las paredes de roca en el lado opuesto del valle (550 m). Los puntos de prueba A, B y C tienen un promedio de 0,55s de reverberación y un promedio de -6,8dB de envolvente acústica. Por el contrario, los puntos de prueba D, E y F, que se encuentran en las laderas del valle medio dentro de un entorno ligeramente más abierto, tienen un promedio de reverberación de 0,25 segundos y una envolvente acústica de -17,9 dB. Es interesante notar que los valores de reverberación más altos y los mejores valores de envoltura acústica se encuentran en los puntos de prueba B y C, cerca del sitio de arte rupestre más sonoro de Mas d'en Carles. Esto puede ser debido a la forma particular de la superficie vertical de la roca que en esta ubicación forma un anfiteatro (tabla 5, figura 9)

## 5. Conclusiones

En los años en los que venimos analizando acústicamente los lugares de arte rupestre no hemos detectado una norma universal que valga para todos los lugares con motivos esquemáticos: si los ecos eran importantes en Baume Brune (Var, Francia) y el Valle de Ividoro (Puglia, Italia) (Mattioli *et al.*, 2017), la audibilidad aumentada parecía ser la clave en San Serván (Extremadura) y en Baume Peinte (Mattioli y Díaz-Andreu, 2017, Díaz-Andreu *et al.*, 2019). Por otra parte, en las montañas de Alicante los abrigos con pintura esquemática demostraban tener valores acústicos significativamente superiores a los levantinos y sobre todo a los macroesquemáticos (Díaz-Andreu *et al.*, 2017). En las Muntanyes de Prades, sin embargo, los resultados nos muestran un panorama diferente. En este caso la primera impresión es que el arte esquemático en su conjunto no destaca por su superior calidad sino más bien todo lo contrario, conclusión inicial que hemos de confesar que en principio nos desconcertó. Sin embargo, un estudio más detallado de lo que habíamos estado midiendo reveló que, lejos de haber escogido para medir acústicamente un grupo homogéneo de sitios como había sido nuestra intención original con la idea de que pu-

**Tabla 5.** Resultados obtenidos en los abrigos con arte rupestre de Baridana y de los sitios A-I relativamente cercanos sin arte rupestre

	Lugar de medición	Estilo/ cronología	Reverberación EDT <sub>mean</sub> (sec)	Envolvimiento acústico del oyente Lj <sub>mean</sub> (dB)	Ancho de Fuente Jlf <sub>mean</sub>
1	La Baridana I	S-II	0,44	-9,2	0,13
2	La Baridana II	PH	0,46	-8,7	0,20
3	Mas d'en Carles	S-II	0,53	-6,4	0,18
4	Mas d'en Gran	L/S-I	0,22	-12,3	0,1
5	Abric de l'Arlequí	PH	0,29	-17,2	0,12
6	La Daixa	S-II	0,31	-17	0,29
7	Britus I	S-II	0,28	-19,8	0,28
8	Britus III	S-II	0,25	-15,4	0,28
9	Cova des les Creus	S-II	0,35	-8	0,14
A	-	-	0,40	-8,7	0,15
B	-	-	0,56	-6,2	0,18
C	-	-	0,70	-5,5	0,18
D	-	-	0,25	-16,9	0,1
E	-	-	0,25	-19,9	0,26
F	-	-	0,27	-17	0,17

**Figura 9.** Resultados de las pruebas acústicas dentro de los abrigos y áreas adyacentes sin arte rupestre: a) Tiempo de reverberación (EDT) en segundos; B) grado de LEV (Lj) en Decibelios; C) Ancho aparente de la fuente. Para la ubicación de los abrigos de arte rupestre ver la figura 6.

diéramos analizar los datos obtenidos de forma comparativa, resultaba que la cronología de los sitios con lo que habíamos trabajado era potencialmente demasiado variada. El arte de las Muntanyes de Prades, pese a las muchas publicaciones, todavía se conoce mal, no solo porque faltan calcos publicados de varios de los sitios sino porque, además, la conservación de los abrigos es, en muchos casos, defectuosa. En todo caso analizando lo publicado da la impresión de que el rango cronológico del arte esquemático en las Muntanyes de Prades es tremendamente amplio: desde el Neolítico hasta la Edad del Bronce e incluso la época protohistórica e histórica (Viñas, 2006). Esta cronología más bien tardía puede que explique el relativo poco interés hacia la acústica por parte de los sitios del Barranco de Pirro. En cuanto a Fontscaldes el problema cronológico se agudiza ya que la inadecuada documentación del arte y sobre todo la mala conservación hace imposible determinar su posible datación en casi todos los casos.

Los problemas señalados sobre la excesiva indefinición de la naturaleza del arte en varios de los abrigos pintados analizados por nosotros desde un punto de vista acústico vuelve a apuntar a que, como muchos antes que nosotros han comentado, hace falta una mejor definición del arte esquemático de manera que este no se convierta en una especie de saco sin fondo en el que va a parar todo aquello que no se sepa muy bien lo que es. Querriamos hacer una llamada de atención sobre la necesidad de establecer unos criterios más estrictos que definan lo que es o no arte esquemático de manera de que todo lo incierto quede definitivamente fuera de la categoría de esquemático para entrar en la de indefinido.

Los resultados inciertos que en líneas generales hemos obtenido en este trabajo en su conjunto han de servir como una llamada de atención sobre la necesidad de continuar el Corpus de arte rupestre comenzado en los años noventa. Como hemos señalado al empezar este trabajo, no se puede realizar una buena arqueología de lo inmaterial si las bases no están bien establecidas: es importante conocer el contexto espacial, social y económico de las comunidades que realizaron el arte y, sobre todo, es imprescindible haber fijado el esquema tipológico y crono-cultural para saber lo que estamos midiendo. Hoy por hoy en el arte rupestre de Cataluña esta condición solo se cumple con el arte rupestre levantino con el que habíamos trabajado anteriormente en los abrigos de l'Ermita de la Pietat de Uldecona con resultados favorables. En nuestro trabajo en las Muntanyes de Prades, fue precisamente en único sitio claramente levantino, Fontscaldes I, donde nuestras mediciones acústicas apuntaron a la búsqueda de una buena sonoridad por parte de sus creadores. Ha sido también en un sitio con una concentración de motivos claramente de estilo esquemático, Mas d'en Carles, donde también hemos obtenido buenos resultados.

## Agradecimientos

Este trabajo está relacionado con el Proyecto Sounds of Rock art concedido en como un proyecto cuatrienal de investigación en materia de arqueología y paleontología expediente número 2014/ 100782. Este proyecto estaba conectado con el de SONART (PIEF-GA-2013-627351). La redacción de este trabajo se ha realizado ya durante la etapa de un tercer proyecto, el de la ERC Artsoundscapes (EC Grant agreement number 787842). Nos acompañaron en el trabajo de campo Andrea Di Miceli, Michael Rainsbury y Pep Leonart.

## Bibliografía

- ACHRATI, Ahmed (2007). Body and embodiment: a sensible approach to rock art, *Rock Art Research*, vol. 24, núm 1, pp. 71-8.
- ALONSO, Anna y Alexandre GRIMAL (1991). Los pintores del Mas del Gran: ¿cazadores o pastores, *XX Congreso Nacional de Arqueología*. Zaragoza: Secretaría general de los congresos arqueológicos nacionales: 127-135.
- BOIVIN, Nicole; Adam BRUMM; Helen LEWIS; Dave ROBINSON y Ravi KORISSETAR (2007). Sensual, material, and technological understanding: exploring prehistoric soundscapes in south India, *Journal of the Royal Anthropological Institute*, vol. 13, pp. 267-94.
- CARRERAS CANDI, Francesc (1908-18). *Geografía general de Catalunya*, Barcelona: Lit. Martín y Baño.
- DAUSOIGNE-MEHUL, J.-L. (1848): L'archéologie musicale, *Revue et gazette musicale de Paris*, vol. 15, pp. 135-7.
- DÍAZ-ANDREU, Margarita, Gabriel GARCÍA ATIÉNZAR, Carlos GARCÍA BENITO y Tommaso MATTIOLI (2017). Do you hear what I see? Analyzing visibility and audibility through alternative methods in the rock art landscape of the Alicante mountains, *Journal of Anthropological Research*, vol. 73, núm 2, pp. 181-213.

- DÍAZ-ANDREU, Margarita, Angelo FARINA, Enrico ARMELLONI, Laura COLTOFEAN, Mathieu PICAS y Tommaso MATTIOLI (2019): Acoustic effects at prehistoric landscapes: an archaeoacoustics analysis of rock art sites from Western Mediterranean, en M. Vorländer y J. Fels. (eds.) *Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics* 9 to 13 September 2019 in Aachen, Germany, Berlin: German Acoustical Society, 281-287.
- DÍAZ-ANDREU, Margarita y Carlos GARCÍA BENITO (2015). Acoustic rock art landscapes: a comparison between the acoustics of three Levantine rock art areas in Mediterranean Spain, *Rock Art Research*, vol. 32, núm 1, pp. 46-62.
- DÍAZ-ANDREU, Margarita; Philippe HAMEAU y Tommaso MATTIOLI (2019). Des sites à voir et à entendre: les abris a motifs schématiques de la falaise de Baume Brune (Vaucluse), *L'Anthropologie*, vol. 123, núm 1, pp. 66-99.
- DÍAZ-ANDREU, Margarita y Tommaso MATTIOLI (2016). Archaeoacoustics of rock art: quantitative approaches to the acoustics and soundscape of rock art, en S. CAMPANA; R. SCOPIGNO; G. CARPETIERO y T. Cirillo (eds.), *CAA 2015. Keep the revolution going*, Oxford: Archaeopress, pp. 1049-58.
- DÍAZ-ANDREU, Margarita; Tommaso MATTIOLI y Michael RAINSBURY (en prensa 2020). The cultural understanding of sound in rock art landscapes: the limits of interpretation, en J. M. GJERDE y M. S. ARNTZEN (eds.), *Perspectives on Differences in Rock Art, Proceedings of the ACRA III - The Alta Conference on Rock Art III, Alta, Norway 15-18 September 2015*, London: Equinox, pp.
- DOWSON, Thomas, A. (2007). Debating shamanism in Southern African rock art: time to move on..., *South African Archaeological Bulletin*, vol. 62, núm 185, pp. 49-61.
- ELLIS, F. (1880). *History of Shiawassee and Clinton counties, Michigan*, Philadelphia: D.W. Ensign y Co.
- FAGG, Bernard (1956). The discovery of multiple rock gongs in Nigeria, *Man*, vol. 56, pp. 17-8.
- FAGG, Bernard (1957). The cave paintings and rock gongs of Birnin Kudu, en J.D. CLARK y S. COLE (eds.), *Third Pan-African Congress on Prehistory, Livingstone 1955*, London: Chatto y Windus, pp. 306-12.
- GLORY, André (1964). La Grotte du Roucadour (Lot), *Bulletin de la Société Préhistorique Française. Comptes rendus des séances mensuelles*, vol. 61, núm 7 (présentations et communications), pp. CLXVI-CLXIX.
- GLORY, André (1965). Nouvelles découvertes de dessins rupestres sur le causse de Gramat, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, vol. 62, núm 3, pp. 528-36.
- GÓMEZ-MORENO, Manuel (1908). Pictografías andaluzas de la Cueva de la Graja, *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, vol. 2, pp. 89-102.
- HAMILAKIS, Yannis (2014). *Archaeology and the Senses: Human Experience, Memory, and Affect*, Cambridge: Cambridge University Press.
- HOUSTON, Stephen y Karl Taube (2000). «An archaeology of the senses: perception and cultural expression in Ancient Mesoamerica», *Cambridge Archaeological Journal*, vol. 10, núm 2, pp. 261-94.
- HÜBNER, Emil (1893). *Monumenta Linguae Ibericae*, Berolini: Reimeri.
- Kristiansen, Kristian (2014). «Towards a new paradigm? The Third Science Revolution and its Possible Consequences in Archaeology», *Current Swedish Archaeology*, vol. 22, pp. 11-71.
- KUTTRUF, Heinrich (2009). *Room Acoustics*, New York: Taylor y Francis, 5th.
- LAHELMA, Antti (2008). Communicating with «Stone Persons»: Anthropomorphism, Saami Religion and Finnish Rock Art, *A touch of Red*, Iskos 15, Helsinki: The Finnish Antiquarian Society, pp. 121-42.
- LEWIS-WILLIAMS; J. DAVID y T. A. DOWSON (1988): «The signs of all times. Entoptic phenomena in Upper Palaeolithic rock art», *Current Anthropology*, vol. 29, núm 2, pp. 201-45.
- LEWIS-WILLIAMS, J. David y Thomas A. DOWSON (1993). On Vision and Power in the Neolithic: Evidence from the Decorated Monuments, *Current Anthropology*, vol. 34, núm 1, pp. 55-65.
- LOOSE, Richard W. (2010). Archaeoacoustics: adding a sound track to site descriptions, *Papers of the Archaeological Society of New Mexico*, vol. 36, pp. 127-136.
- MALMER, Mats P. (1981). *A Chorological Study of North European Rock Art*, Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien, Antikvariska Serien 32, Stockholm: Almqvist y Wiksell.
- MATTHEWS, Washington (1902). *The Night Chant, a Navaho ceremony*, New York: The Knickerbocker Press.
- MATTIOLI, Tommaso y Margarita DÍAZ-ANDREU (2017). Hearing rock art landscapes. A survey of the acoustical perception in the Sierra de San Serván area in Extremadura (Spain), *Time and Mind*, vol. 10, núm 1, pp. 81-96.

- MATTIOLI, Tommaso, Angelo FARINA, Enrico ARMELLONI, Philippe HAMEAU y Margarita DÍAZ-ANDREU (2017). Echoing landscapes: echolocation and the placement of rock art in the Central Mediterranean, *Journal of Archaeological Science*, vol. 83, pp. 12-25.
- MOONEY, J (1900). Myths of the Cherokee, *Nineteenth Annual Report of the Bureau of American Ethnology 1897-98*, vol. I, núm 125 (Local Legends of Georgia), pp. 417.
- MORIMOTO, Masayuki; Kazuhiro IIDA y Kimihiro SAKAGAM (2001). The role of reflections from behind the listener in spatial impression, *Applied Acoustics*, vol. 62, pp. 109-24.
- PIETTE, Edouard (1874). La Flûte Composée a l'âge du Renne, *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences*, vol. LXXIX, pp. 1277.
- RAINBIRD, Paul (2002). Making Sense of Petroglyphs: The Sound of Rock Art, en B. DAVID y M. WILSON (eds.), *Inscribed Landscapes. Marking and Making Place*, Honolulu: University of Hawai'i Press, pp. 93-103.
- RAINIO, Riitta; Antti LAHELMA; Tiina ÄIKÄS; Kai LASSFOLK y Jari OKKONEN (2014). «Acoustic Measurements at the Rock Painting of Várikallio, Northern Finland», en L.C. Eneix (ed.) *Archaeoacoustics: The Archaeology of Sound. Publication of Proceedings from the 2014 Conference in Malta*, Myakka City, Florida: The OTS Foundation, pp. 141-52.
- RAINIO, Riitta; Antti LAHELMA; Tiina ÄIKÄS; Kai LASSFOLK y Jari OKKONEN (2018). Acoustic Measurements and Digital Image Processing Suggest a Link Between Sound Rituals and Sacred Sites in Northern Finland, *Journal of Archaeological Method and Theory*, vol. 25, núm 2, pp. 453-74.
- REZNIKOFF, Iégor (1987). Sur la dimension sonore des grottes à peintures du Paléolithique, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, vol. 304, 305, pp. 53-156, 307-310.
- REZNIKOFF, Iégor (1995). On the sound dimension of prehistoric painted caves and rocks, en E. TARATSI (ed.) *Musical Signification*, Berlin: Mouton de Gruyter, pp. 541-57.
- REZNIKOFF, Iégor y Michel DAUVOIS (1988). La dimension sonore des grottes ornées, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, vol. 85, pp. 238-246.
- RIFKIN, Riaan F. (2009). Engraved art and acoustic resonance: exploring ritual and sound in north-western South Africa, *Antiquity*, vol. 83, pp. 585-601.
- ROSSING, Thomas D. (ed.) (2007). *Springer handbook of acoustics*, New York: Springer.
- SCARRE, Chris y Graeme LAWSON (eds.) (2006). *Archaeoacoustics*, Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research.
- SCHAFER, R. Murray (1977). *Our sonic environment and the soundscape. The tuning of the world*, Rochester: Destiny Books.
- SHKILNYK, Anastasia M. (1985). *A Poison Stronger than Love: The Destruction of an Ojibwa Community*, New Haven and London: Yale University Press.
- SKEATES, Robin (2010). *An archaeology of the senses*, Oxford: Oxford University Press.
- SPECK, F. G. (1915). *Myths and Folk-lore of the Timiskaming Algonquin and Timagami Ojibwa*, Memoir 71. Anthropological Series 9, Ottawa: Canada Department of Mines. Geological Survey.
- VILASECA, Salvador (1944). Las Pinturas rupestres naturalistas y esquemáticas de Mas del Llorc, en Rojals (provincia de Tarragona), *Archivo Español de Arqueología*, vol. 57, pp. 301-24.
- VILASECA, Salvador (1950). Nuevas pinturas rupestres naturalistas en el Barranco del Llorc (Rojals), *Asociación Excursionista de Reus. Circular para los Sres. Socios*, vol. diciembre de 1950, pp. 81-2.
- VILASECA, Salvador y Josep Iglesias (1929). Exploració prehistòrica de l'alta conca del Brugent. II. L'Art Rupestre, *Revista del Centre de Lectura de Reus*, vol. 196, pp. 221-9.
- VILASECA, Salvador y Josep Iglesias (1943). Los grabados rupestres esquemáticos de la provincia de Tarragona, *Archivo Español de Arqueología*, vol. XVI, pp. 253-71.
- VIÑAS, Ramón; Elisa SARRIA BOSCOVICH y Anna ALONSO TEJADA (1983). *La pintura rupestre en Catalunya*, Barcelona: Altair.
- VIÑAS, Ramon (2005). *Montblanc. Muntanyes de Prades. Guías del Museu d'Arqueologia de Catalunya*, Barcelona: Museu d'Arqueologia de Catalunya.
- VIÑAS, Ramon (2006). «El conjunt de pintures rupestres de les muntanyes de Prades», *2es Jornades sobre el Bosc de Poblet i les Muntanyes de Prades*, Poblet, pp. 459-84.

- VIÑAS, Ramón (2011): «Les primeres representacions rupestres de pastors neolítics a les muntanyes de Prades. l'abric del Mas d'en Gran». *Aplec de Treballs* 29: 53-64.
- VIÑAS, Ramon; Albert RUBIO; Laura MARTÍNEZ y Juan Antonio SERRANO (2006). Descobriments de pintures rupestres a les Muntanyes de Prades (Cornudella de Montsant, Tarragona), en A. VALLVEY SANROMÀ, J.M. T. GRAU I PUJOL y M.C. RIBERA RUIZ (eds.) *Actes de les segons jornades sobre el Bosc de Poblet i les Muntanyes de Prades. Els límits de la pressió humana en el medi natural. Poblet, 17 i 18 de novembre de 2006*. L'Espluga de Francolí: Paratge Natural d'Interès Nacional de Poblet, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya: 485-489.
- VIÑAS, Ramon y Elisa SARRIÀ (2009-10). Documentació dels nous conjunts d'art rupestre del Priorat (Tarragona). *Tribuna d'Arqueologia* 2009-10: 53-84.
- WALLER, Steven J. (2005). Morphologic Similarities between Rock Art Motifs and the Spirit Beings Described in Echo Myths, en K. HEDGES (ed.) *Rock Art Papers* 17, San Diego, CA: San Diego Museum of Man, pp. 155-60.
- WHITE, Leslie A. (1932). The Acoma Indians, *Annual report of the Bureau of American Ethnology to the Secretary of the Smithsonian Institution. 1929-30*, Bureau of American Ethnology, Annual Report 47, Washington: Smithsonian Institution, pp. 17-193. Online: <https://archive.org/details/annualreportofbu47smit>.
- WILLIAMS, Gregory E. y Carol PATTERSON (2013). A Case of a Replica of a Musical Instrument (Rasp) at a Rock Art Site (5ME792) in Western Colorado, *South West Lore*, vol. 79, núm 2, pp. 1-12.