

LA MODELIZACIÓN DEL PAISAJE: ICONOGRAFÍA Y PERCEPCIONES VISUAL Y SONORA EN EL ARTE RUPESTRE MACROESQUEMÁTICO

MODELLING THE LANDSCAPE: ICONOGRAPHY, AND VISUAL AND SOUND PERCEPTIONS IN MACROSCHEMATIC ROCK ART

Gabriel García Atiénzar^{a,*}, Virginia Barciela González^a, Neemias Santos da Rosa^b,
Margarita Díaz-Andreu^c

^a Instituto Universitario de Investigación en Arqueología y Patrimonio Histórico, Universidad de Alicante, crta. San Vicente, s/n, 03690, San Vicente del Raspeig (Alicante). g.garcia@ua.es; virginia.barciela@ua.es

^b Institut d'Arqueologia, Dept. d'Història i Arqueologia, Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona, carrer de Montalegre, 6, 08001, Barcelona. neemias.sdarosa@gmail.com

^c ICREA, Institut d'Arqueologia, Dept. d'Història i Arqueologia, Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona, carrer de Montalegre, 6, 08001, Barcelona. m.diaz-andreu@ub.edu

Lo más destacado:

- El análisis de diferentes unidades de observación –desde el motivo hasta el paisaje– es una de las estrategias para aproximarse al significado y función social del arte rupestre macroesquemático.
- Los SIG permiten modelizar y comparar variables de carácter sensorial como la sonoridad y la visibilidad.
- El análisis de estas variables permite una mejor comprensión tanto de la percepción sensorial desde los abrigos como de la articulación del paisaje social en las sociedades neolíticas.

Extended Abstract:

Since the 1980s different approaches have been followed to analyse the spatial distribution of rock art shelters and their relationship with social landscapes construction by prehistoric societies. These approaches focus on finding out the clues that shelters offer as to how symbolic landscapes were structured or whether these were chosen following visual preferences. Previous work on post-Palaeolithic art in the Iberian Peninsula has used Geographic Information Systems (GIS) as an analysis tool. However, sometimes, the results obtained reveal some contradictions, which could be linked either to the low resolution of the cartography available when those models were designed or to the random data treatment.

This paper attempts to overcome these contradictions by focusing on macroschematic rock art (ARM, in its Spanish acronym), an artistic manifestation with a well-defined geographical location —north of the province of Alicante (Spain)— and chronological framework —Cardial Early Neolithic; ca. 5600-5200 cal BC—. In order to analyse the symbolic and sensory landscapes generated around this artistic manifestation, different scales of analysis (Chippindale, 2004) have been implemented.

Firstly, a new typology of macroschematic motifs based on an iconographic analysis is proposed. For this purpose, four major motif types are considered: anthropomorphic, zoomorphic, curvilinear geometric and minor motifs. This categorization allows for better understanding of the semantics of this manifestation (Hernández Pérez, 2003), which draws significant parallels with other Neolithic manifestations in the Mediterranean area.

Secondly, the spatial location of each rock art shelter is studied, paying special attention to the quantity and variety of motifs represented in each one of them. This work has carefully observed a different distribution of certain motifs. It has also revealed a different concentration in the number and variety of motifs in certain shelters that can be considered sanctuaries.

Lastly, a set of GIS analytical tools have been applied to model the visual and sound perception of and from the macroschematic rock art shelters. To avoid distortions as identified in similar reconstructions carried out in previous works, a prior cartographic requirements assessment was made. Regarding the visibility issue, the methodology of the GIS analysis conducted has been finetuned by adding the following factors: visual field and range. For its modelling, the Individual Distance Viewshed tool designed by Fábrega-Álvarez & Parceró-Oubiña (2019) for ESRI ArcGIS 10.5 has been used. In the analysis of sonority, variables related to musicality have been considered, as documented in the archaeological and anthropological record; technical issues associated with the propagation of sound in outdoor spaces were also studied. Sound Mapping Tools v. 4.4 for ESRI ArcGIS 10.5 (Reed, Boggs & Mann, 2012) were used in the GIS sound propagation study. This analytical work has permitted the mapping of sensory-related aspects for each site, thus facilitating a cross-site comparative analysis; this has ultimately led to the identification of interesting recurrences and differences.

This systematic and orderly analysis proposed has resulted in a holistic approach to the study of an artistic phenomenon as specific and unique as macroschematic rock art. Based on the results obtained, the existence of a social landscape

*Corresponding author: Gabriel García Atiénzar, g.garcia@ua.es

articulated around this artistic manifestation, in which each shelter could have played a different although complementary role, can be claimed. Consequently, the authors defend the existence of "main sanctuaries" that could have played an important role as social gathering spaces where visual and sound messages were conveyed. Moreover, "secondary sanctuaries" may be related to the movement of communities through the landscape and, especially, to the paths leading to the central sanctuary of Pla de Petracos (Castell de Castells, Alicante, Spain).

The results of the research offer a new and richer interpretation of how the communities that painted the macroschematic rock art perceived the landscape in which they lived. The authors would like to emphasize the importance of approaching symbolic landscapes through the prior analysis of rock art, particularly focusing on its iconographic variety, as well as on its internal sequence. To conclude, the procedure followed has led to the creation of new methodological bases to study other symbolic manifestations related to the social articulation of prehistoric landscapes.

Keywords: geographic information system (GIS); landscape; macroschematic rock art; Neolithic; viewshed analysis; soundshed analysis

Resumen:

Desde los años ochenta del siglo XX, el análisis de la distribución espacial de los abrigos con arte rupestre y su relación con la creación de paisajes sociales por parte de sociedades prehistóricas se ha planteado desde diferentes perspectivas. Estas aproximaciones se han centrado en averiguar de qué modo estos conjuntos artísticos ofrecen claves sobre cómo se vertebraron los paisajes. Desde hace dos décadas, estas aproximaciones se han realizado a través de herramientas derivadas de los Sistemas de Información geográfica (SIG), particularmente para analizar y modelizar los patrones de visibilidad. Sin embargo, las diferentes modelizaciones han llevado a resultados, en ocasiones, contradictorios. Como medio para ahondar en estas y otras cuestiones, en este trabajo nos centraremos en el arte rupestre macroesquemático (ARM) a través de diferentes escalas de análisis. La primera analiza, desde un punto de vista iconográfico, los diferentes motivos. La segunda escala presta atención a la distribución espacial de estos motivos, así como su concentración en determinados sitios. Por último, la tercera escala modeliza la percepción visual y sonora a través del empleo de diferentes herramientas SIG. En este punto se realiza una evaluación crítica, tanto de las bases cartográficas como de los procedimientos empleados en la modelización de los paisajes visuales y sonoros. La concatenación de estas unidades de análisis permite aproximarnos a la articulación social del paisaje neolítico a partir de un fenómeno artístico tan concreto y particular como es el ARM.

Palabras clave: sistema de información geográfica (SIG); paisaje; arte rupestre macroesquemático; neolítico; análisis de visibilidad; análisis de sonoridad

1. Introducción

El arte rupestre es una manifestación caracterizada por su multidimensionalidad, por su función simbólica e ideológica y por su papel como transmisor de información, estando contextualizado por la forma en la que la gente percibe y experimenta el mundo en el que vive (Fiore, 2018). Su estudio necesita, por tanto, de una perspectiva integral que no solo tenga en cuenta las aproximaciones iconográficas, estilísticas o de composición, además de otras variables intrínsecas a su consideración como arte. Ello implica considerar también otras dimensiones del fenómeno artístico, incluyendo los paisajes donde se encuentra, que podrían haber sido tan significativos como las propias imágenes (Lenssen-Erz, 2008; Robert, 2017) o las experiencias sensoriales que se perciban desde ellos o que proyectan hacia el entorno (Gibson, 1950; Wheatley & Gillings, 2000).

En España, los primeros estudios sobre la relación entre paisaje y arte rupestre aparecen al final de los años noventa del siglo XX inspirados por una serie de investigaciones desarrolladas, especialmente en el ámbito anglosajón, a lo largo de la década anterior (Conkey, 1984; Deacon, 1988; Hood, 1988; Sognnes, 1987). En el arte rupestre postpaleolítico de la península ibérica el trabajo precursor se deberá a J. Martínez García, quien en 1998 planteó que la elección de determinados lugares como soporte simbólico de una sociedad fue un hecho cultural. A partir de las pautas de emplazamiento y visibilidad, este autor clasificó los sitios con arte rupestre esquemático del Sureste peninsular entre abrigos de visión, de culminación, de movimiento, de paso y ocultos (Martínez García, 1998),

estableciendo las bases para investigaciones posteriores (Cruz Berrocal, 2004; 2005; Fairén, 2004; 2006; Torregrosa, 2000; 2001).

M^a. Cruz Berrocal y S. Fairén introducen el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el análisis de las pautas de emplazamiento del arte rupestre, herramienta ya aplicada en contextos arqueológicos peninsulares desde los años noventa (Baena, Blasco, & Quesada, 1997). El conjunto de estudios sobre arte postpaleolítico de la península ibérica en el que el uso de SIG ha tenido un papel relevante como herramienta ha sido considerable, pudiendo destacarse, además de los mencionados, los trabajos de E. Cerrillo Cuenca (2012) o M^a.Á. Lancharro Gutiérrez (2018). Este tipo de aproximaciones ha producido, sin embargo, una serie de resultados aparentemente contradictorios, significativamente por lo que se refiere al ámbito oriental de la península ibérica. En este sentido, en su trabajo sobre el arte rupestre levantino de los barrancos de la Valltorta y la Gasulla (Castellón), M^a. Cruz Berrocal propuso que la visibilidad de los sitios era local y sólo cubriría el territorio adyacente a los sitios, generalmente el propio barranco (Cruz Berrocal, 2004; 2005). Por otra parte, los trabajos de S. Fairén, centrados el arte rupestre macroesquemático, esquemático y levantino de Alicante, dividen los sitios en cinco tipos (Fairén, 2004; 2006) a partir de variables como localización, accesibilidad y visibilidad, además del tamaño, el tipo de paneles, motivos y estilos existentes, así como su relación con los yacimientos de hábitat y funerarios y las posibles rutas de comunicación entre ellos. Sus resultados proponían que cada estilo ofrecía una serie de preferencias diferentes en la selección de los

abrigos. Así, los sitios con mayor amplitud visual se relacionaban, principalmente, con algunos conjuntos exclusivamente de arte esquemático, mientras que el resto presentaba una mayor variabilidad. A diferencia de los resultados de Cruz Berrocal y Fairén, que indicaban bajos niveles de visibilidad para el arte rupestre levantino en las zonas de Castellón y Alicante, respectivamente, los análisis de visibilidad desarrollados por M. Bea en Santolea (Teruel) mostraban lo contrario, en tanto algunos de los sitios con este tipo de representaciones tenían un notable dominio visual sobre el entorno (Martínez Bea, 2006), hecho también documentado por uno de nosotros en el Campo de Hellín, Albacete (García Atiénzar, 2011). En un estudio desarrollado por parte de los autores del presente trabajo sobre el arte rupestre postpaleolítico de las montañas de Alicante propusimos que los abrigos exclusivamente levantinos ofrecían rangos amplios de visibilidad, superando al de los sitios macroesquemáticos que, en general, mostraban una visibilidad más limitada, y a los esquemáticos, situados en un punto intermedio (Díaz-Andreu, García Atiénzar, García Benito, & Mattioli, 2017; Mattioli, García Atiénzar, Barciela, & Díaz-Andreu, 2019).

Mirando el conjunto de resultados en nuestro ámbito de trabajo, el panorama no es, por lo tanto, muy alentador ya que distintos autores parecen obtener conclusiones a veces opuestas. Ante esta situación proponemos, como hipótesis, que estas contradicciones pueden deberse a que se han introducido demasiadas variables en el análisis de los conjuntos con arte rupestre. En relación con el arte levantino, por ejemplo, sabemos que se trata de una manifestación de ciclo cronológico largo que, además, ofrece una amplia dispersión territorial, desde los Pirineos hasta el Sureste peninsular. Sin embargo, salvo en algunas áreas geográficas muy concretas, como Valltorta-Gasulla (López Montalvo, 2007) o Millares (Martínez i Rubio, 2010), en las aproximaciones espaciales desarrolladas hasta la fecha no se han diferenciado los sitios en función de su posición dentro de la secuencia artística o en función de la mayor o menor complejidad de los paneles, así como tampoco se ha considerado si todos los abrigos tuvieron una misma función dentro de la articulación del paisaje. Partiendo de este razonamiento, en este trabajo planteamos una aproximación que, atendiendo a varias unidades de observación, desde el territorio –paisaje si admitimos su dimensión social– hasta el motivo, nos lleva de nuevo a las montañas de Alicante, uno de los espacios arqueológicos mejor documentados a nivel de arte rupestre postpaleolítico. Sin embargo, en esta ocasión nos centraremos solo en una de las tradiciones artísticas, la que presenta un ciclo más corto y está mejor acotada espacial, geográfica y culturalmente: el arte macroesquemático.

2. El objeto de estudio: el arte rupestre macroesquemático

El arte rupestre macroesquemático (ARM), descubierto a inicios de la década de los años ochenta del siglo XX (Hernández Pérez & CEC, 1982; 1983; Hernández Pérez, Ferrer, & Catalá, 1988), sigue intrigando a la comunidad científica, en parte por su restringida dispersión geográfica, que coincide con la de los

yacimientos que constituyen el área nuclear cardial (García Atiénzar, 2009), en el norte de la actual provincia de Alicante¹ (Fig. 1). También sorprende por el limitado número de motivos que lo caracterizan, algunos de los cuales podrían vincularse a otras manifestaciones simbólicas del Neolítico mediterráneo (Cardito, 1998; Mattioli, 2019), y por el gran tamaño de estos, ya que algunas de sus figuras superan el metro de amplitud. Las similitudes de las representaciones de ARM con los motivos en vasos con decoración impresa cardial documentados en yacimientos de la zona, fundamentalmente la Cova de l'Or (Beniarrés) y Cova de la Sarsa (Bocairent), permiten contextualizar al ARM en el Neolítico antiguo (Martí & Hernández Pérez, 1988; Martí, Juan-Cabanilles, & García Borja, 2018) (Fig. 1). De este modo, su marco temporal abarcaría el de la cerámica cardial, datada entre ca. 5600 cal BC y ca. 5200 cal BC (Bernabeu, Lozano, & Pardo-Gordó, 2017), por lo que debe interpretarse como la facies más antigua de la secuencia del arte neolítico en este territorio, quizás junto a algunas representaciones del denominado arte esquemático antiguo (AEA) cuyos motivos característicos también están presentes en algunos paralelos muebles. Además, la escasez de conjuntos y su rápida transformación iconográfica permite plantear que se trata de una manifestación artística de ciclo cronológico corto, por lo que puede vincularse a una misma comunidad humana y a la plasmación de unos códigos ideológicos que debieron evolucionar hacia otros en un relativo corto espacio de tiempo. En cuanto al contexto arqueológico del ARM, este se asocia con las primeras comunidades campesinas de las comarcas centro-meridionales valencianas las cuales desarrollaron una amplia estrategia de ocupación y explotación del territorio (García Atiénzar, 2010). Las evidencias arqueológicas muestran que cada una de las unidades domésticas –granjas– que integrarían el grupo cardial estarían organizadas en torno a pequeñas unidades familiares, probablemente de carácter nuclear (Jover, Pastor, & Torregrosa, 2019), con fijación residencial en las tierras mejor drenadas situadas en los fondos de los valles, aunque con cierta movilidad logística relacionada con el aprovechamiento de los recursos pecuarios y la captación de materias primas. Este modelo de gestión permite identificarlas como unidades autosuficientes, aunque debieron establecer vínculos entre ellas a través de los cuales asegurar la reproducción biológica, además de facilitar el acceso a productos necesarios para el mantenimiento del grupo, fortaleciendo así el sentimiento de pertenencia a una comunidad amplia: el grupo cardial. Estas relaciones quedaron impregnadas en el espacio geográfico a través de un conjunto de prácticas para su socialización y apropiación

¹ En el norte de la provincia de Alicante y en el sur de la de Valencia se contabilizan 21 abrigos con arte rupestre macroesquemático, si bien existen otros 3 o 4 más que podrían incluirse, caso del Abrigo VII del Barranc de Famorca. Resulta complicado precisar el número exacto ya que algunos de ellos se encuentran en mal estado de conservación y otros solo podrían considerarse dentro de este estilo por aspectos técnicos -no siempre concluyentes-, no conservando motivos característicos de los conjuntos más representativos. Es por ello por lo que solo se han tenido en cuenta aquellos conjuntos que desde el punto de vista técnico y temático no arrojan dudas acerca de su adscripción a esta tradición artística.

observables a partir de un conjunto de manifestaciones de notable carga simbólica, como las funerarias (García Borja, Salazar-García, Aura, Cortell, & y Velasco, 2016), y, especialmente, el ARM.

El final de esta tradición artística puede relacionarse con la desestructuración hacia el último tercio del VI milenio cal BC del grupo tribal cardial, hecho que puede vincularse con la disminución, cuando no la desaparición, de la cerámica cardial, especialmente de los motivos figurativos (Martí, Juan-Cabanilles, & García Borja, 2018); con la transformación en el modo de ocupación de los principales asentamientos de la fase cardial, como sucede en la Cova de l'Or, que pasa a convertirse en redil (Badal, Martí, & Pérez, 2012); con la colmatación de los fosos monumentales de Mas d'Is (Bernabeu, Orozco, & Díez, 2012); o con la expansión territorial de las sociedades campesinas fuera del

territorio pionero cardial (Jover *et al.*, 2018). En este momento se ocupa el valle del Vinalopó, donde no se han registrado manifestaciones rupestres postpaleolíticas, o las cuencas centrales del Segura y el Júcar, donde se ha determinado un conjunto de motivos definidos como arte de influencia macroesquemática en base a sus características técnicas, iconografía y convencionalismos (Hernández Pérez & Martí, 2000-2001; Hernández Pérez, 2006).

2.1. Iconografía y tipología en el ARM

El ARM se ha definido a partir de dos parámetros: sus rasgos técnicos y la tipología de sus representaciones (Hernández Pérez, 2018). En cuanto a la técnica, se emplea una pintura roja, densa, pastosa y que genera trazos de bordes irregulares. Destaca la singularidad de sus motivos que, en la mayor parte de los casos,

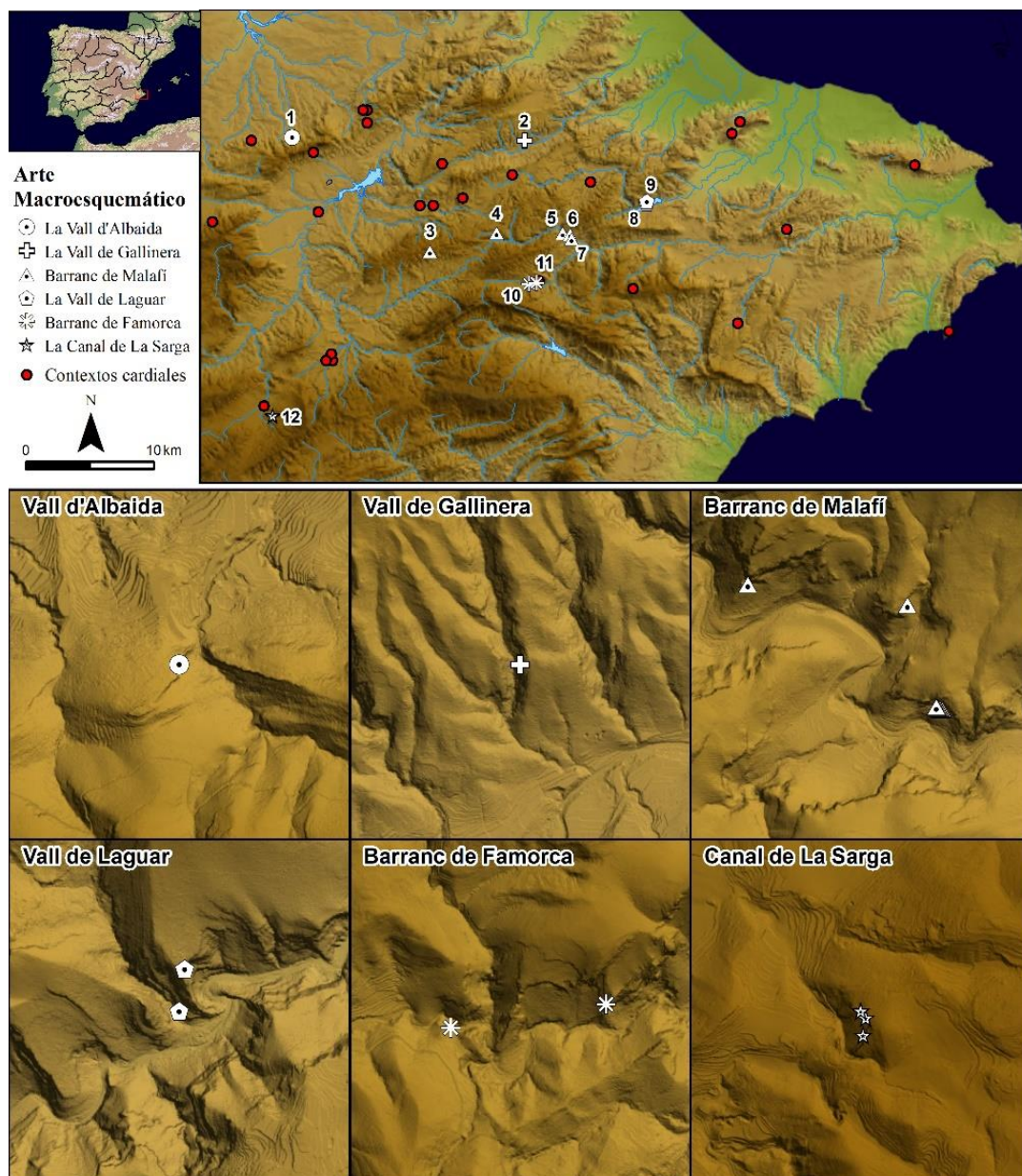


Figura 1: Mapa de distribución de los sitios con ARM: 1. Barranc de la Carbonera. Abrigo I; 2. Barranc de Benialí. Abrigo IV; 3. Coves Roges de Tollos. Abrigos I y II; 4. Coves Roges de Benimassot. Abrigo I; 5. Covalta. Abrigos I y II; 6. Racó de Sorellets. Abrigo I; 7. Pla de Petracos. Abrigos III-VII; 8. Barranc de l'Infern. Conjunto II, abrigo I; 9. Barranc de l'Infern. Conjunto IV, abrigos I, II y VI; 10. Barranc de Famorca. Abrigo I; 11. Barranc de Famorca. Abrigo V; 12. La Sarga. Abrigos I y II.

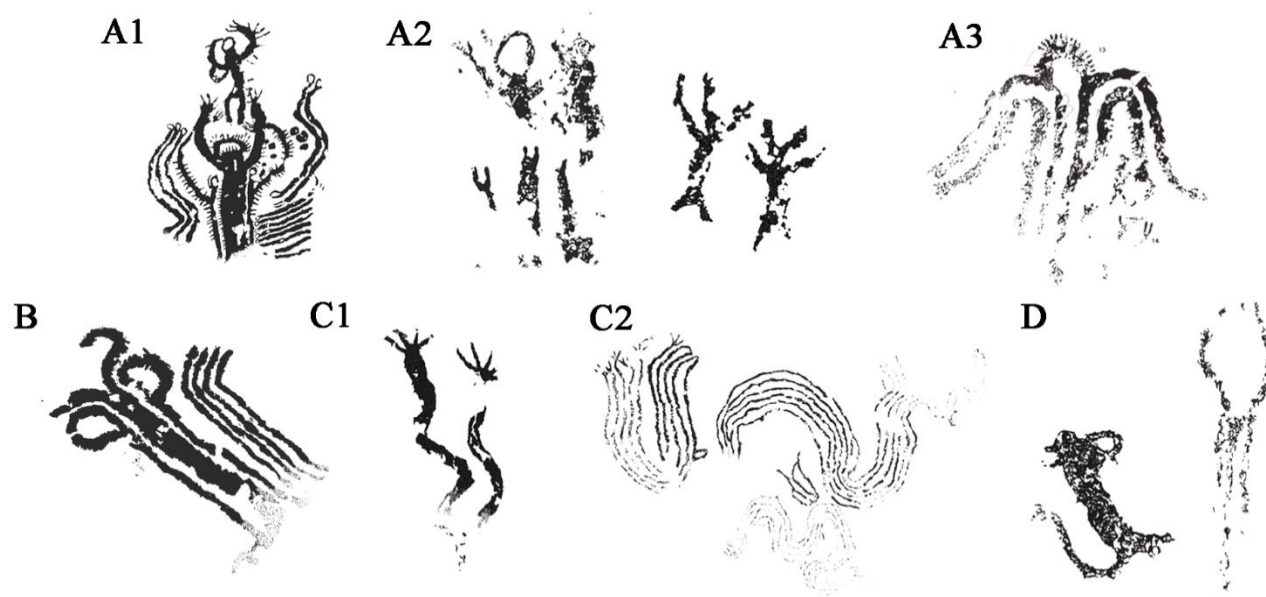


Figura 2: Tipología de motivos en el arte macroesquemático: A. Antropomorfos: A1. Orante (Pla de Petracos, ab. V); A2. Orante simplificado (La Sarga ab. I y Benialí ab. IV); A3. Otros antropomorfos (La Sarga ab. II); B. Zoomorfos (Pla de Petracos ab. VIII); C. Motivos geométricos curvilíneos de gran tamaño: C1. Serpentiforme vertical (Benialí ab. IV); C2. Meandriforme (La Sarga ab. II); D. Motivos menores o no identificables (Covalta ab. I e Infern conj. 4 ab. II).

Tabla 1: Número de subtipos, número de tipologías de motivos y ubicación de los abrigos con ARM.

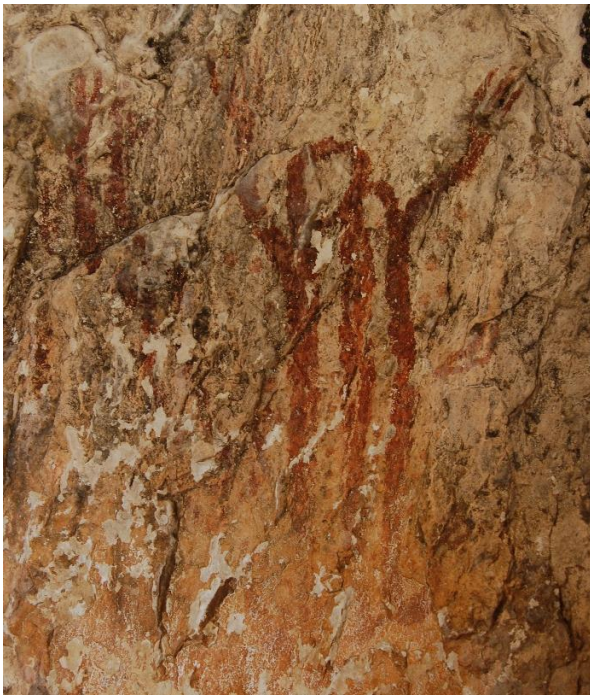
Abrigos con ARM	Nº subtipos	Tipología de motivos								Posición en el área ARM
		A1	A2	A3	B	C1	C2	D	Nº motivos	
1. Barranc de la Carbonera ab. I	2			1			2		3	NO
2. Barranc de Benialí ab. IV	2		8			16			24	N
3. Coves Roges de Tollos I	1					2			2	O
4. Coves Roges de Benimassot I-II	1					2			2	O
5. Covalta I-II	2					2		3	5	C
6. Racó de Sorellets I	1					2			2	C
7. Pla de Petracos III-VII	6	1	3	1	1	8		15	29	C
8. Barranc de l'Infern Conj. 2, ab. I	1					1			1	E
9. Barranc de l'Infern Conj. 4 ab. I, II, VI	4	2		3		9		1	15	E
10. Barranc de Famorca I	1					1			1	S-SO
11. Barranc de Famorca V	4	1		1		1		2	5	S-SO
12. La Sarga I y II	5		1	3		16	3	18	41	SO

presentan un gran tamaño. Algunos autores han diferenciado un grupo de antropomorfos, entre los que se destaca a los orantes, separándolos de otros antropomorfos y otras representaciones parciales del cuerpo humano, y un segundo grupo de motivos serpentiformes (Hernández Pérez, 2018). En nuestro caso hemos creído conveniente completar esta tipología y diferenciar cuatro grandes tipos: antropomorfos, zoomorfos, motivos curvilíneos y motivos menores¹ (Figs. 2-3; Tabla 1).

¹ El número de motivos de la Tabla 1 atiende al número mínimo de figuras, no habiéndose individualizado aquellos elementos que podrían constituir parte de la misma figura y que, por su estado de conservación, aparecen disociados.

Entre los primeros se puede distinguir, por una parte, el que llamaremos subtipo A1 –orantes de gran tamaño–, representados por figuras con los brazos y piernas levantados, mientras que el subtipo A2 agruparía las figuras antropomorfas más pequeñas que reproducen este mismo convencionalismo, aunque en diferente grado de simplificación hasta sintetizarse en las figuras en forma de “Y”, doble “Y” o “X”. Entre los antropomorfos identificamos también el subtipo A3 en el que situamos una serie de figuras humanas diversas, algunas de ellas con atributos animales, con características anatómicas irreales y posiciones forzadas o en actitudes normales o cotidianas.

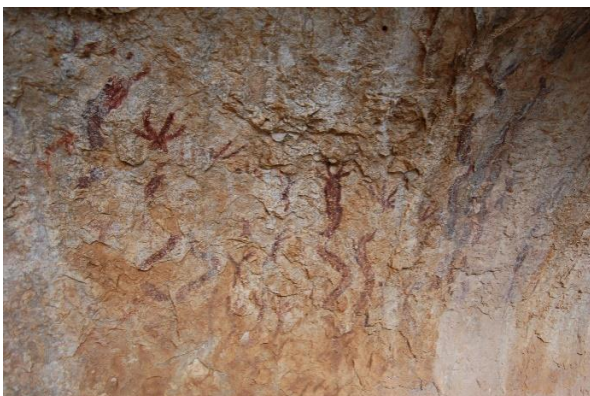
En ocasiones, acompañando a los antropomorfos, de forma aislada o formando conjuntos, se documentan otros motivos, entre los que se encuentran los zoomorfos –tipo B–, que hemos considerado necesario tener en cuenta pese a que solo se haya documentado uno.



(a)



(b)



(c)

Figura 3: Motivos macroesquemáticos: a) antropomorfos (subtipo A1) del Barranc de l'Infern conj. 2 ab. IV; b) zoomorfos (tipo B) de Pla de Petracos, ab. VIII; c) serpentiformes (subtipo C1) del Barranc de Benialí ab. 2.

El tipo C agruparía los motivos geométricos curvilíneos de gran tamaño en el que englobamos aquellos formados por una gruesa barra o por unas pocas líneas paralelas de desarrollo vertical –los serpentiformes o subtipo C1– u horizontal –meandriformes o subtipo C2–. En ambos extremos pueden aparecer asociados

pequeños trazos, a modo de dedos, o un círculo o motivo formado por círculos concéntricos. Como elementos complementarios, tanto de los antropomorfos como de los motivos curvilíneos, se encuentran, por una parte, trazos rectilíneos y puntos que se integran de diferentes formas en los contornos de las figuras y, por otra, aunque de forma excepcional, objetos. En estos casos, dichos elementos se han considerado como parte de la figura principal.

El tipo D incluiría aquellos motivos menores de tipo geométrico, tales como puntos, barras rectilíneas o curvas, círculos, conjuntos de varios de estos elementos e, incluso, restos de motivos o figuras imposibles de clasificar debido a su estado de conservación. A diferencia de lo señalado en los párrafos anteriores, son elementos que no forman parte de otros motivos principales.

2.2. La distribución geográfica de los motivos

Observando la distribución geográfica de los motivos macroesquemáticos (Figs. 4-5), destaca, por su posición centrada en el territorio cardial y la presencia de una mayor variedad de tipos, el sitio de Pla de Petracos, que acumula todos los tipos y subtipos, con excepción del subtipo C2.

En cuanto al resto de los sitios, y comenzando con los antropomorfos (tipo A), se observa que su localización no es aleatoria puesto que encontramos orantes (subtipo A1) al este (Infern) y sur-suroeste (Famorca²) del sitio central,

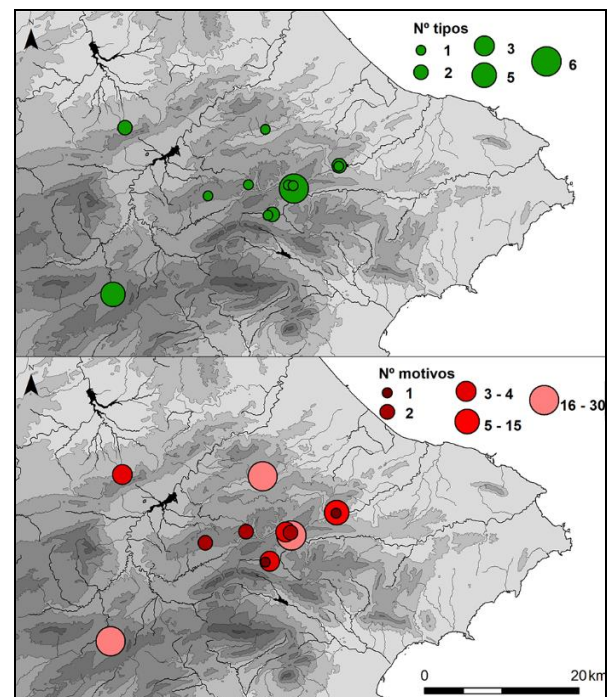


Figura 4: Representación cartográfica de la distribución del ARM por número de tipos representados (arriba) y por número de motivos (abajo).

² Aunque no se ha definido como orante, algunos convencionalismos –acéfala, pero presenta dos pares de brazos levantados con los dedos marcados; el tronco se indica con una barra gruesa de la que parten otros dos trazos que interpretamos como las piernas y que suben hacia arriba– de la Fig. 1.6 (Hernández Pérez *et al.*, 1988) nos ha hecho clasificarla como tal.

contrastando con la situación casi opuesta de las figuras de orantes simplificados (subtipo A2), que se hallan al norte (Benialí) y suroeste (La Sarga). La localización de las figuras humanas diversas (subtipo A3), sin embargo, se da de manera más homogénea: al noroeste y suroeste y sur-suroeste (Carbonera, Sarga y Famorca).

El tipo B –zoomorfos– se documenta únicamente en Pla de Petracos que, como ya se ha indicado, estaría ocupando un lugar centrado dentro del territorio macroesquemático.

También existe una localización diferencial del subtipo C2 –meandríformes– que se encuentra únicamente en la parte occidental y periférica del área (Carbonera y La Sarga). Por otra parte, los serpentiformes (subtipo C1) destacan por su localización en todo el territorio, aunque, de nuevo, parece que hay una distribución articulada si atendemos al número de motivos. En este sentido, debe destacarse que es en el centro y en el área este, norte y suroeste donde se observan en mayor cantidad, en sitios con entre ocho y dieciséis serpentiformes, frente a solo dos o tres en el resto del área.

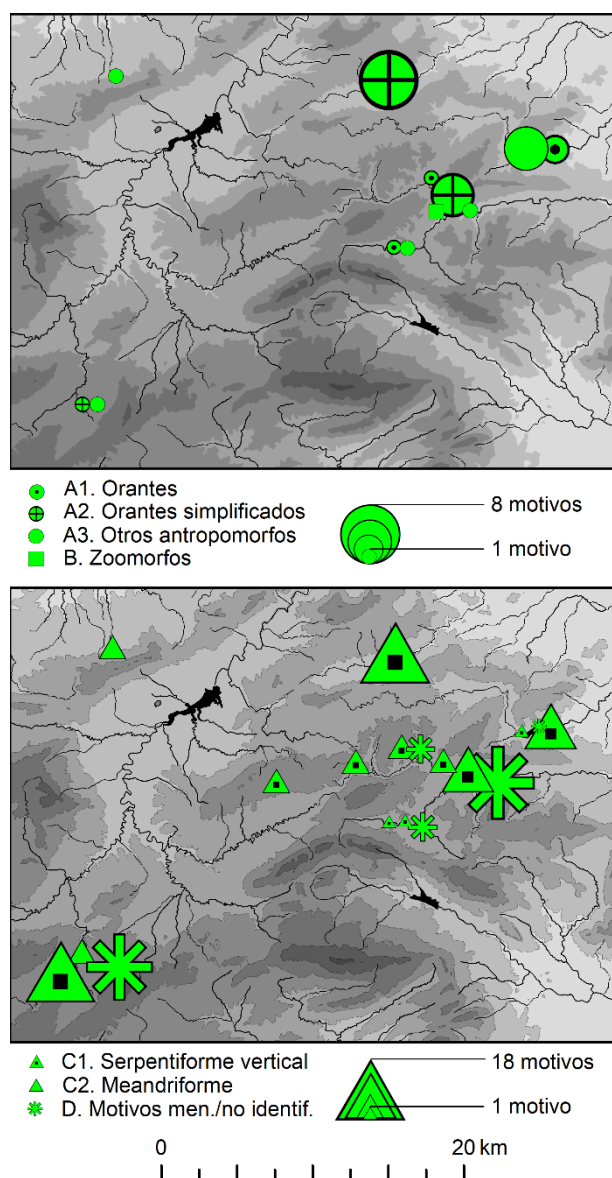


Figura 5: Representación cartográfica de la distribución del ARM según tipos/subtipos y cantidad de motivos en cada abrigo.

3. La modelización del paisaje: visibilidad y sonoridad en el arte rupestre macroesquemático

La aproximación a la percepción visual de y desde sitios con arte rupestre ha conocido un importante desarrollo desde la generalización de los SIG. Con técnicas desarrolladas por primera vez en los años 90 del pasado siglo XX (Baldwin, Fisher, Wood, & Langford, 1996), la percepción visual puede ser modelada a partir de diferentes parámetros, como la visibilidad total, la visibilidad acumulada o la invisibilidad, entre otros (Brughams, van Garderen, & Gillings, 2018; Gillings, 2015; Llobera, 2005; Zamora-Merchán, 2006). No obstante, las aproximaciones más comunes son aquellas que se centran en el análisis del campo visual, empleando para ello un mapa ráster binario que representa las áreas vistas y no vistas desde un lugar concreto del paisaje, y en la amplitud de la visibilidad, tanto desde un emplazamiento hacia sus alrededores como a la inversa (Kvamme, 1999). En esta ocasión, añadiremos una segunda variable de carácter sensorial, la sonoridad, que también puede ser modelada mediante la aplicación de un conjunto de técnicas de análisis espacial que permiten su comparación, análisis y representación cartográfica a partir de mapas ráster.

Debemos señalar que la actualización metodológica aquí implementada ha venido favorecida por una mejora significativa en la resolución y variedad de las bases cartográficas, lo cual obliga a realizar una serie de matices en relación con los modelos digitales de elevaciones (MDE) empleados con anterioridad. Diferentes trabajos de corte metodológico han propuesto la necesidad de seleccionar la resolución de los MDE en función de la escala de análisis (Hengl, 2006). En este sentido, en nuestra aproximación desarrollamos estudios de carácter particular de cada uno de los abrigos y sus entornos inmediatos, cuyas escalas de representación se sitúan en torno al 1:5.000. Para este nivel de observación, T. Hengl (2006) ha propuesto que una resolución espacial dentro del rango de 1.6–13.3 m sería suficiente, resultando innecesarios valores inferiores. Debemos reseñar que en aproximaciones anteriores (Cruz Berrocal, 2005; Fairén, 2006) se emplearon resoluciones iguales o superiores a los 20 m, tamaño que no estaría reflejando la complejidad del espacio geográfico, obviándose características topográficas que podrían estar alterando los modelos y, por ende, los resultados obtenidos. Por otro lado, buena parte de los análisis espaciales realizados hasta la fecha se habían efectuado a partir de MDE obtenidos mediante interpolación de curvas de nivel, generalmente a partir de una red irregular de triángulos –TIN–. Este método de obtención no está exento de problemas (Fisher & Tate, 2006; Wise, 2000), aunque de los diferentes algoritmos de interpolación existentes parece que es el que más se aproxima a la realidad topográfica (Moreno, Alonso, Gomáriz, & Alonso, 2010).

Tomando esto en consideración, en este trabajo se ha optado por emplear la cartografía LiDAR (*‘Light Detection and Ranging’*) por considerarla la más próxima al concepto “verdad-terreno”. En este sentido, queremos destacar que trabajos comparativos entre MDE basados en LiDAR y MDE basados en diferentes sistemas de interpolación (Moreno et al., 2010) revelan que los primeros constituyen la mejor fuente de información para la caracterización morfométrica. Por otra parte, y tomando en consideración las premisas

establecidas por Hengl, la base topográfica empleada será el MDE de 5 m de resolución espacial creado a partir del vuelo LiDAR de 0.5 puntos/m² creado por el Institut Cartogràfic Valencià (<https://icv.gva.es/>). Esto, unido a una mayor capacidad de procesamiento de datos de los equipos informáticos actuales frente a los empleados hace apenas una década, permite una modelización más adecuada de los paisajes percibidos durante la Prehistoria.

3.1. La modelización de la visibilidad: metodología y escalas de observación

Los análisis de visibilidad desarrollados a través de SIG pueden variar de 0 a infinito, extremo que introduce un sesgo analítico. Para evitar esto, y por mencionar solo algunos trabajos centrados en contextos artísticos postpaleolíticos, Cruz Berrocal (2005) sectorizó la visibilidad en distancias de 0-5 km y 5-20 km, no mostrando sus resultados diferencias significativas entre ambos rangos en lo que afecta al arte levantino en los diferentes espacios analizados. Fairén (2006), por su parte, consideró perímetros de 1 km, 1-5 km y más de 5 km. Sin embargo, dio prioridad al rango menor para elaborar su interpretación, señalando que los resultados obtenidos para la distancia media y larga eran similares a los de la corta (Fairén, 2006). En este sentido, esta investigadora hace referencia a Wheatley y Gillings (2000) para justificar su triple clasificación, pero no observa los consejos planteados por estos autores sobre cómo aproximarse a los campos visuales. Wheatley y Gillings (2000) prefirieron seguir la propuesta del paisajista japonés T. Higuchi cuando sugirieron reemplazar las visibilidades indiferenciadas por un cálculo de campo de visión estructurado en torno a una serie de rangos de visión-distancia cuantificables –corta, intermedio y larga distancia– basados en la dimensión de los objetivos potenciales y la visión en ángulo horizontal (Higuchi, 1983). Según esta propuesta, en la distancia corta los objetivos potenciales se reconocen como entidades individuales, inmediatas y cercanas al observador. En la distancia media, los objetivos serían visibles, pero no en detalle. La distancia máxima sería la que vendría determinada por el horizonte, no existiendo ya un sentido de profundidad y

no percibiéndose objetivos individuales. De este modo, y como muestra Ogburn (2006), la clasificación de distancias de Higuchi resultaría válida para modelizar la visibilidad en función de objetivos con diferentes tamaños, ofreciendo así una opción válida cuando lo que se busca es analizar la percepción visual sobre objetos, lugares u otros elementos. En este sentido, pueden destacarse algunas aproximaciones recientes desde la arqueología del paisaje, como la elaborada por Lancharro quien, partiendo también de la triple clasificación de Higuchi, plantea tres rangos de visibilidades –óptima, alta y baja– en relación con el estudio de los monumentos megalíticos de la cuenca interior del Tajo o del arte esquemático de la sierra de Patones, Madrid (Lancharro, 2018; 2021). En trabajos anteriores (Díaz-Andreu et al., 2017; Mattioli et al., 2019) hemos seguido también esta clasificación para modelizar la visibilidad de y desde abrigos con arte rupestre postpaleolítico, centrándonos en el rango de distancia corta (ca. 1150 m) como marco preferencial.

Siendo conscientes de que la distancia no puede ser la única variable que considerar en el desarrollo de estos modelos, en este trabajo proponemos incorporar un nuevo elemento de juicio, la visibilidad atenuada, que toma en consideración no solo el tamaño de los objetivos a observar, sino también la progresiva pérdida de nitidez conforme se aleja del punto de observación. Apoyándonos en las consideraciones de Fábrega-Álvarez & Parcero-Oubiña (2019), quienes en sus trabajos de campo también emplean los parámetros establecidos por Ogburn (2006), hemos considerado que el campo visual puede dividirse en (Fig. 5, Tabla 2):

- Inmediato: cuando se pueden determinar detalles específicos del cuerpo humano, identificándose a una persona concreta (ca. <60 m) o determinados detalles del individuo (ca. <225 m), siendo posible distinguir todas las partes del cuerpo humano, incluso elementos específicos de la vestimenta (Fábrega-Álvarez & Parcero-Oubiña, 2019).
- Medio: cuando se pueden reconocer las características básicas del elemento observable y, en el caso de humanos, cuando se pueden reconocer como tales (ca. <600 m) o cuando se

Tabla 2: Superficie (ha) de los diferentes rangos de visibilidad considerados para los abrigos con ARM.

Abrigos con ARM	Inmediato		Medio		Largo
	Individuo concreto	Detalles del individuo	Reconocimiento básico	Reconocimiento humano	Detección
1. Barranc de la Carbonera ab. I	1.05	6.84	39.02	93.07	299.34
2. Barranc de Benialí ab. IV	0.81	3.25	13.26	22.05	142.67
3. Coves Roges de Tollos I	1.23	7.63	28.58	50.67	226.90
4. Coves Roges de Benimassot I-II	0.96	8.64	22.65	24.37	115.53
5. Covalta I-II	1.43	10.88	39.02	93.07	163.42
6. Racó de Sorellets I	1.34	9.16	25.83	71.01	117.33
7. Pla de Petracos III-VII	1.06	6.66	34.33	49.94	72.02
8. Barranc de l'Infern Conj. 2, ab. I	0.84	4.17	15.41	20.90	23.74
9. Barranc de l'Infern Conj. 4 ab. I, II, VI	1.90	4.69	28.11	40.30	47.48
10. Barranc de Famorca I	0.80	4.72	12.54	14.52	17.27
11. Barranc de Famorca V	0.94	7.93	21.63	50.58	147.42
12. La Sarga I y II	1.82	8.83	36.68	73.80	521.76

pueden distinguir movimientos básicos de las diferentes partes del cuerpo (ca. <1250-975 m, dependiendo del fondo) (Fábrega-Álvarez & Parceró-Oubiña, 2019). Esta segunda horquilla encajaría con el límite de la visibilidad de media distancia de Higuchi –1150 m– para objetos de aproximadamente un 1 m de altura y en un campo de visión de 3' (Ogburn, 2006), distancia empleada en trabajos anteriores.

- Largo: cuando algo o alguien entra dentro del campo de visión y puede distinguirse del trasfondo. En el caso de humanos, cuando estos son detectados, pero sin poder determinar más detalles que su mera presencia o de si se trata del movimiento de otro objeto. Para Fábrega-Álvarez & Parceró-Oubiña (2019), dependiendo del escenario, esta horquilla se situaría en torno a 2550-2100 m.

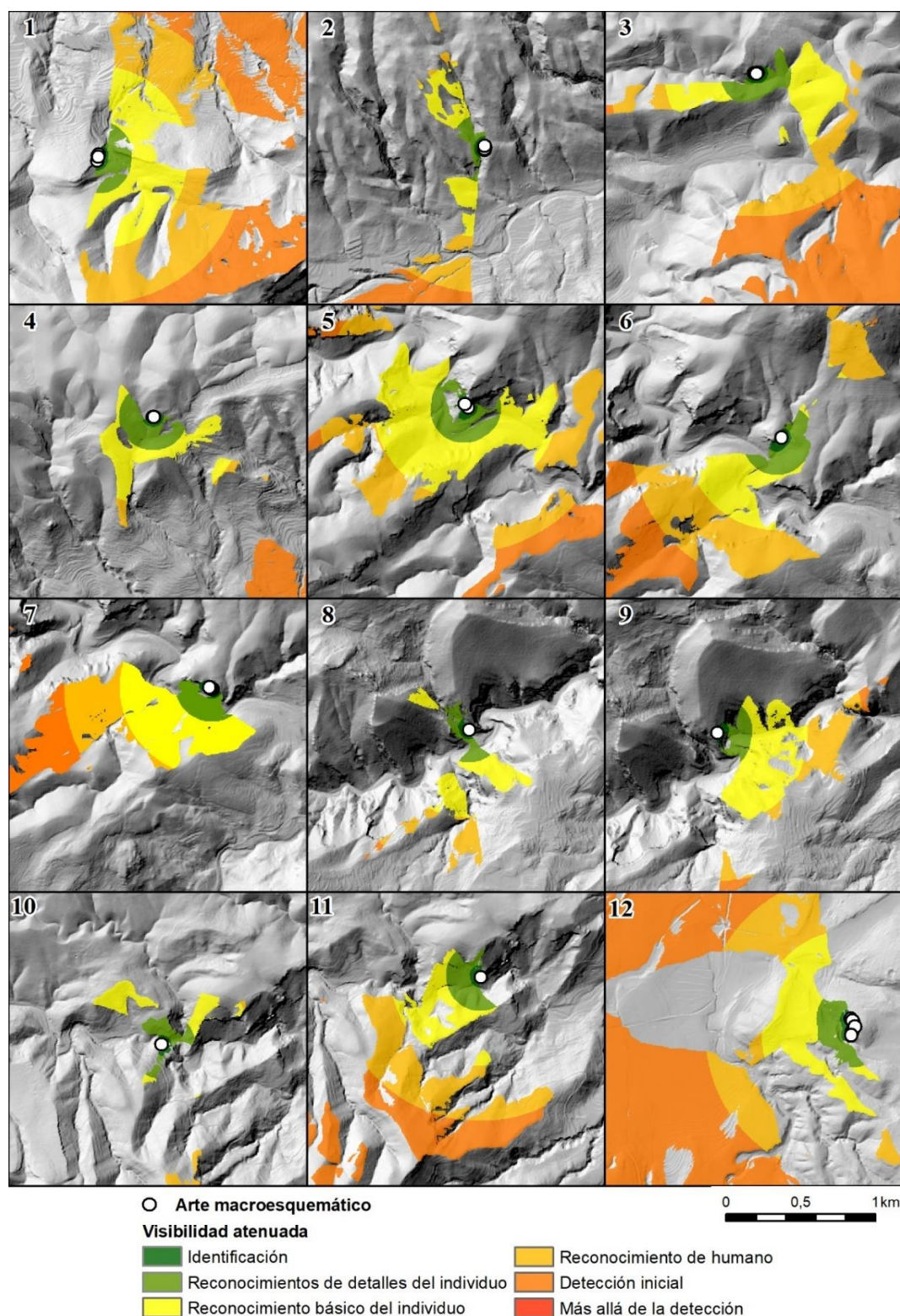


Figura 5: Modelización de la visibilidad desde los sitios con arte rupestre macroesquemático (categorías representadas a partir de Fábrega-Álvarez & Parceró-Oubiña, 2019; la numeración corresponde con la indicada en la Tabla 1).

Además de la distancia, la amplitud del campo visual es otro elemento de análisis significativo a la hora de modelizar la visibilidad desde los abrigos con arte rupestre. La categorización de las cuencas visuales permite establecer comparaciones entre abrigos en clave de percepción de y desde el entorno, dato especialmente relevante si se toma en cuenta la consideración del ARM como un hito territorial y paisajístico (Hernández Pérez, 2003). De este modo, en la categorización de la visibilidad, y tomando como referencia aquella amplitud que se corresponde con el rango de media distancia –reconocimiento básico del individuo–, estableceremos las siguientes amplitudes:

- Panorámica: cuando las áreas visibles presentan una amplitud igual o superior 180°, pudiéndose observar desde el abrigo, y sin apenas interrupciones, el horizonte hacia dos o más puntos cardinales.
- Amplia: cuando las áreas visibles presentan una amplitud entre 90° y 180°, observándose desde el abrigo y sin apenas interrupciones uno o dos puntos cardinales.
- Sectorial: cuando las áreas visibles ofrecen una amplitud entre 45° y 90° y, por lo tanto, orientada sin interrupciones a un punto cardinal o con interrupciones hacia dos.
- Parcial: cuando las áreas visibles están restringidas a zonas aisladas en las inmediaciones del abrigo y con amplitudes inferiores a los 45°.

Para la modelización de estas categorías hemos empleado la herramienta *Individual Distance Viewshed* diseñada por Fábrega-Álvarez & Parcero-Oubiña (2019) e implementada para el software ESRI ArcGis 10.5. Esta herramienta permite calcular la visibilidad atenuada a partir de la ecuación propuesta por Ogburn (2006), la cual modifica la planteada previamente por Fisher (1994). El resultado es un ráster binario en el que el valor 0 indica las celdas que no son visibles y 1 indica las celdas que son visibles. Sin embargo, a diferencia de los análisis de visibilidad binarios, los valores entre 0 y 1 corresponden a una disminución de la visibilidad en función de la distancia al objetivo y del tamaño del mismo. Para los cálculos de campos visuales, en cada punto de observación se estableció una altura de 1.6 m desde la base de cada uno de los abrigos para simular un punto de vista en consonancia con la altura media de un adulto (OFFSETA). Por otra parte, se ha considerado una altura de 1 m para el elemento observable (OFFSETB), tomando en consideración los parámetros de percepción establecidos por Higuchi para el rango de media distancia. Partiendo de la base de que estos abrigos suelen tener un amplio desarrollo longitudinal, en ocasiones de decenas de metros, emplear un único punto como lugar de observación implicaría una notable simplificación que induciría a modelizaciones incompletas. Para evitar esto, se ha creado una línea que une los extremos de los farallones en los que se ubican los abrigos, transformándose posteriormente en una capa de puntos, los cuales han sido empleados como sitios de observación, siendo el resultado final la combinación de los diferentes campos visuales. Por último, y según los datos paleobotánicos y paleoambientales publicados para la zona y momento de estudio (Carrión et al., 2010; Carrión, 2012), se ha considerado la opción de paisaje con vegetación que, como se expresa en Fábrega-Álvarez & Parcero-Oubiña (2019), tiene un factor limitante en la distancia larga, especialmente a partir del rango superior a 1 km.

3.1. La modelización de la sonoridad: metodología y análisis

El análisis de la sonoridad se basa en la caracterización del sonido que puede ser captado y soportado por el oído, tomando en consideración la influencia que el ecosistema circundante puede tener en su propagación. En este sentido, debe señalarse que el nivel de presión sonora (SPL) disminuye de acuerdo con la ley del cuadrado inverso (ca. 6 dB por el doble de la distancia de la fuente de sonido) en condiciones de aire libre (Rossing, 2007). Así, en un entorno ideal –sin interferencias–, las ondas de sonido se expanden esféricamente y de igual manera en todas direcciones. Sin embargo, en entornos naturales la propagación del sonido se ve afectada por múltiples factores, incluidos la topografía, la vegetación, el viento o la temperatura (Naguib & Wiley, 2001; Neuhoft, 2011; Rossing, 2007; Zahorik, 2002). La interferencia causada por estos factores no siempre se ha tomado en consideración, aunque recientemente se han desarrollado aproximaciones en este sentido (Díaz-Andreu et al., 2017; Keyel, Reed, McKenna, & Wittemyer, 2017).

Para este trabajo, las modelizaciones se han realizado utilizando la caja de herramientas *Sound Mapping Tools* v. 4.4 sobre ESRI ArcGis 10.5 (Reed, Boggs, & Mann, 2010; 2012), concretamente el script SPReAD-GIS. Esta herramienta se basa en el Sistema de Predicción de la Detectabilidad Acústica ('System for the Prediction of Acoustic Detectability', SPReAD) desarrollado por el Servicio Forestal de EE. UU. para gestionar el ruido de las actividades recreativas al aire libre (Harrison, Clark, & Stanley, 1980) y utiliza la física de la propagación del sonido para hacer predicciones espacialmente explícitas del nivel de sonido a través del paisaje. Su uso resulta enormemente versátil puesto que toma en consideración tanto las características de la fuente de sonido como la mayoría de las variables que afectan a su propagación esférica: la distancia a la fuente; la absorción del aire, que es dependiente de la temperatura, la humedad relativa y la altitud; la vegetación y la cobertura del suelo; la velocidad y direccionalidad del viento; y la topografía (Reed et al., 2012), permitiendo el cálculo de los patrones de propagación y el nivel de sonido por encima de las condiciones ambientales. Este tipo de análisis se ha desarrollado para bandas de frecuencia de un tercio de octava (125 a 2000 Hz) considerando una o múltiples fuentes de sonido.

Su aplicación en arqueología necesita, además, datos precisos del SPL y de los componentes frecuenciales de la fuente de sonido, las dos variables acústicas más relevantes en el modelado de sonido. Con respecto al SPL, cuanto mayor sea, mayor será el área en la que es probable que se escuche el sonido antes de que caiga por debajo del ruido ambiental (Rossing, 2007). Por lo que respecta a la frecuencia, la atenuación de las ondas sonoras es una variable dependiente. Así, la absorción del aire es muy significativa en la propagación del sonido a grandes distancias al aire libre, suponiendo la atenuación de las frecuencias más altas (Rossing, 2007: 116). De este modo, para el cálculo de sonoridad hemos establecido como valores de emisión de la fuente sonora más adecuados 90 dB SPL a 1 m y una frecuencia de entre 500 y 1500 Hz, valores adecuados para modelar el sonido emitido por instrumentos de percusión prehistóricos, así como una gran cantidad de instrumentos de viento y voces humanas (Aiano 2006; Ibáñez, Clemente, Soler, & Salius, 2015; Olsen, 1998; Pearsons, Bernett, & Fidell, 1977; Reznikoff, 2014).

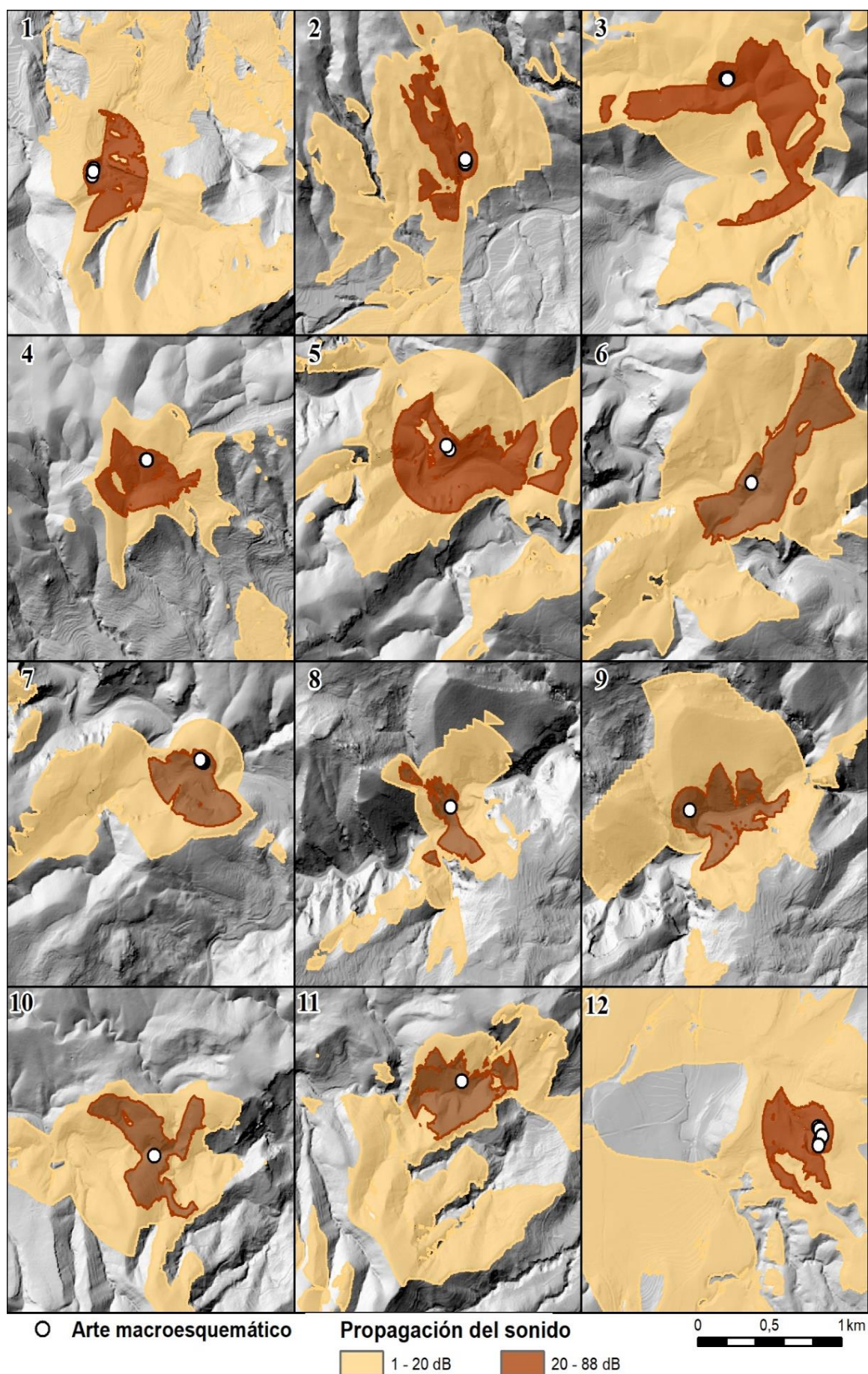


Figura 6: Modelización de la propagación del sonido desde los sitios con arte macroesquemático (la numeración corresponde con la indicada en la Tabla 1).

Además de la toma de decisiones sobre el nivel y los valores de frecuencia, una segunda decisión ha sido cómo resolver la disminución de SPL desde el punto de origen debido, entre otros factores, a la absorción del terreno y la vegetación. Para solventar esto, como ya hemos comentado, hemos empleado la herramienta SPreAD-GIS que permite calcular la disminución del sonido en función de la topografía, la cobertura terrestre predominante y la distancia desde la fuente de sonido. Para la topografía, se ha empleado el mismo MDE que para los análisis de visibilidad, mientras que para la cobertura vegetal se ha empleado el Corine Land Cover (CLC) 2006. Para adaptar los datos del CLC a SPreAD-GIS se ha procedido a reclasificar la capa en diferentes categorías (Díaz-Andreu *et al.*, 2017). Por otro lado, la disminución en el nivel de sonido también puede verse afectada por las variables de absorción atmosférica, relacionadas directamente con la época del año en que tiene lugar el análisis. En este caso, se decidió asignar los valores correspondientes a un día de verano típico sin viento predominante, tomando los datos referidos a la temperatura del aire -25°C – y la humedad -50% – de la Agencia Nacional de Meteorología de España (www.aemet.es).

Al igual que se ha considerado con los análisis de visibilidad, y dado que los abrigos con arte rupestre no son puntos singulares en el espacio, también se ha realizado un análisis combinado desde, al menos, tres posiciones. Una vez modelizada la propagación del sonido desde cada una de ellas, se ha realizado una unión de los modelos resultantes, preservándose como valor el máximo obtenido en las celdas superpuestas, resultando así un modelo ráster combinado que mostraría la propagación del sonido, expresada en decibelios, desde diferentes puntos del abrigo hacia el entorno.

Por último, como medio para sistematizar la distancia desde la fuente de sonido (Tabla 3), y tomando en consideración que la respuesta del oído para diferentes frecuencias es desigual, se ha considerado 20 dB como el valor mínimo del umbral de audición en frecuencias convencionales en individuos adultos (Rodríguez Valiente, 2015). En cuanto la amplitud de la propagación del sonido, y como forma de facilitar el ejercicio comparativo, se han establecido las mismas categorías que para la visibilidad, aunque con un sentido matizado en tanto hacen referencia a cuestiones diferentes (Fig. 5):

- Panorámica: cuando el sonido se propaga de forma esférica cubriendo un arco de en torno a 180° sin apenas interrupciones.
- Amplia: cuando el sonido se propaga de forma esférica cubriendo un arco de en torno a 90° sin apenas interrupciones.
- Sectorial: cuando el sonido se propaga con interrupciones que hacen que la propagación se realice hacia sectores separados.
- Parcial: cuando el sonido se propaga de manera limitada y con claras interrupciones hacia un único sector próximo al abrigo.

En cuanto a la distancia a la cual se propaga el sonido audible, esta resulta más compleja de categorizar y comparar en relación con la visibilidad por tratarse de unidades de medida diferentes (dB/m) y por el carácter multiplicador que llegan a tener las paredes de los barrancos en los que se ubican algunos de estos abrigos.

Tabla 3: Superficie (ha) de la propagación del sonido desde los sitios con arte macroesquemático.

Abrigos con ARM	90-50 dB	90-20 dB
1. Barranc de la Carbonera ab. I	0.32	18.62
2. Barranc de Benialí ab. IV	0.37	19.63
3. Coves Roges de Tollos I	0.65	49.21
4. Coves Roges de Benimassot I-II	0.26	17.82
5. Covalta I-II	0.32	18.62
6. Racó de Sorellets I	0.37	18.29
7. Pla de Petracos III-VII	1.59	37.84
8. Barranc de l'Infern Conj. 2, I	0.21	9.541
9. Barranc de l'Infern Conj. 4 I, II, VI	0.50	22.82
10. Barranc de Famorca I	0.38	23.02
11. Barranc de Famorca V	0.26	22.58
12. La Sarga I y II	0.60	18.55

4. Iconografía, visibilidad y sonoridad en un territorio iconográfico jerarquizado

Cualquier proyecto de investigación arqueológica implica la necesidad de determinar, aplicar y concatenar unidades de observación como forma de asociar teoría y praxis. Así, si a las variables relacionadas con las características básicas de las representaciones pictóricas –tipología, cantidad y variedad de motivos– sumamos su ubicación espacial, la tipología de sitios en relación con los motivos en ellos representados y las modelizaciones de visibilidad y sonoridad proyectada a y hacia el entorno (Tabla 4), se hacen posibles varias inferencias.

La primera, y más significativa, sería la aparente relación entre la cantidad de tipos/subtipos, el número total de motivos y las características de la percepción visual y sonora de cada abrigo. Estas correlaciones permiten distinguir entre abrigos principales y secundarios. Los abrigos principales se definen por presentar una amplia variabilidad y cantidad de motivos representados, incluyendo casi todos los tipos reconocidos y entre 4 y 6 subtipos, así como por un significativo número de motivos (entre 15 y 41). Estos abrigos se caracterizan, además, por una visibilidad de tipo panorámico, pudiendo reconocerse desde los abrigos, pero también a la inversa, cualquier rasgo de la anatomía humana en lo que hemos establecido como rango inmediato y medio. Por lo que respecta a la sonoridad, es interesante constatar que la amplitud de propagación del sonido es panorámica, en ocasiones con arcos superiores a los 180° , aunque no siempre a mayor distancia. En esta categorización encajarían el Pla de Petracos, localizado en el centro geográfico del territorio macroesquemático, el conjunto IV del Barranc de l'Infern, emplazado en el extremo oriental de esta zona, y La Sarga, situado en los límites occidentales.

En los abrigos secundarios se documentan hasta un máximo de 5 motivos y, por norma general, solo está representado un tipo en cada uno de ellos, destacando los serpentiformes verticales, mientras que los antropomorfos son escasos y, en el caso de abrigos con solo un motivo, inexistentes. En esta categoría hay que anotar algunas particularidades. Por un lado, debe señalarse el amplio número de motivos el abrigo IV del

Barranc de Benialí, lo cual permitiría insertarlo en la categoría de principales, aunque solo se han determinado dos tipos –pequeños antropomorfos en “X” o “Y” y un amplio conjunto de serpentiformes verticales–. Por otro lado, el abrigo V del Barranc de Famorca, en el que solo se anotan 5 motivos, presenta 4 de los subtipos establecidos, entre ellos dos figuras antropomorfas de gran tamaño que ocupan la práctica totalidad del panel. En ambos casos, el hecho de no cumplir todas las premisas obliga a mantenerlos dentro de los abrigos secundarios. Por lo que refiere a la modelización del campo y la amplitud visual, en la mayor parte de los abrigos secundarios están circunscritos a los entornos inmediatos y siempre de manera parcial o sectorial, exceptuando los abrigos I-II de Covalta y el abrigo V de Famorca que, por su encumbramiento, poseen una visibilidad de tipo amplio. En este sentido, una excepción entre los abrigos secundarios sería la representada por el Barranc de la Carbonera, ubicado en el límite septentrional del territorio macroesquemático y jalonando el paso entre los valles del Serpis y de Albaida. En Carbonera destaca el dominio visual y sonoro de carácter panorámico y a amplias distancias, características similares a las de los abrigos principales, particularmente La Sarga. Su carácter de secundario viene dado por el número y limitada variedad de motivos macroesquemáticos, aunque debemos reseñar que las paredes de los abrigos presentan coladas de carbonatos que dificultan su visualización, lo que había llevado a que no fuera considerado ni siquiera como macroesquemático hasta su reciente revisión (Hernández Pérez, Segura, & Barciela, 2014). El carácter especial de este sitio, en todo caso, estaría marcado también por el importante número de motivos que pueden adscribirse al arte esquemático antiguo (AEA), entre ellos varios orantes simplificados, denotando la gran complejidad del conjunto y su continuidad simbólica respecto al ARM.

Una segunda inferencia la obtenemos si relacionamos los diferentes tipos de motivos con la localización de los abrigos y con la modelización de sus características sensoriales. Este cruce de variables permite plantear una serie de cuestiones significativas. En primer lugar, debemos reseñar que todos los sitios con antropomorfos presentan visibilidades panorámicas o amplias, así como una sonoridad uniforme y de amplitud panorámica. En cuanto a los motivos geométricos curvilíneos de gran tamaño, dada su ubicuidad, no es de extrañar que estén relacionados con todos los rangos de visibilidades y sonoridades. En este sentido, los abrigos con meandriformes, localizados en las zonas más occidentales –La Sarga y Carbonera–, muestran una visibilidad de carácter panorámica en todos los rangos de distancia, además de una sonoridad uniforme y de notable amplitud.

Por último, una tercera inferencia se deriva del análisis estadístico de las superficies visibles dentro de los rangos relacionados con el reconocimiento básico del individuo (ca. <600 m) y reconocimiento humano (ca. 975 m). Estos datos señalan relevantes diferencias entre abrigos principales y secundarios, presentando los primeros valores medios y totales significativamente superiores, lo cual estaría refrendando la correlación directa entre el número y variedad de motivos y la amplitud y distancia de la visibilidad (Fig. 7).

Como reflexión, y en referencia a las modelizaciones obtenidas en relación con la visibilidad y sonoridad, nos vemos obligados a matizar apreciaciones realizadas en trabajos anteriores en los que habíamos señalado a los artistas macroesquemáticos como poco interesados en la visibilidad y casi nada en la sonoridad (Díaz-Andreu et al., 2017; Mattioli et al., 2019). Aquellas conclusiones no reflejaban la riqueza y variedad de enclaves que hemos podido captar con el análisis más pormenorizado desarrollado en este trabajo. El estudio realizado ahora

Tabla 4: Resumen cualitativo de visibilidad y sonoridad (●: área cubierta ≥ 75%; ○: área cubierta 25-75%).

Abrigos	Visibilidad							Sonoridad			
	Amplitud				Distancia			Amplitud			
	Panorámica	Amplia	Sectorial	Parcial	Inmediata	Media	Larga	Panorámica	Amplia	Sectorial	Parcial
1. Barranc de la Carbonera ab. I	●				●	●	●	●			
2. Barranc de Benialí ab. IV			●		○					●	
3. Coves Roges de Tollos I			●		●					●	
4. Coves Roges de Benimassot I-II			●		●			●			
5. Covalta I-II		●			●	●		●			
6. Racó de Sorellets I				●	●	○				●	
7. Pla de Petracos III-VII	●				●	●		●			
8. Barranc de l'Infern Conj. 2, ab. I				●	●					●	
9. Barranc de l'Infern Conj. 4 ab. I, II, VI	●				●	●		●			
10. Barranc de Famorca I				●	○					●	
11. Barranc de Famorca V		●			●	○	○		●		
12. La Sarga I y II	●				●	●	●	●			

señala que los abrigos principales presentan una visibilidad panorámica a distancias inmediatas y medias, así como una sonoridad igualmente panorámica, aunque inmediata. De esto se podría deducir que estos abrigos fueron socialmente elegidos en función de la posibilidad de congregarse una cantidad importante de individuos, de forma tal que pudieran ver y escuchar sin grandes problemas lo que en ellos estuviera ocurriendo. Por otra parte, tanto la visibilidad como la sonoridad en los abrigos secundarios es, por lo general, más heterogénea, circunscribiéndose la visibilidad a las áreas más inmediatas y, en el caso de la sonoridad, a los barrancos en los que se encuentran.

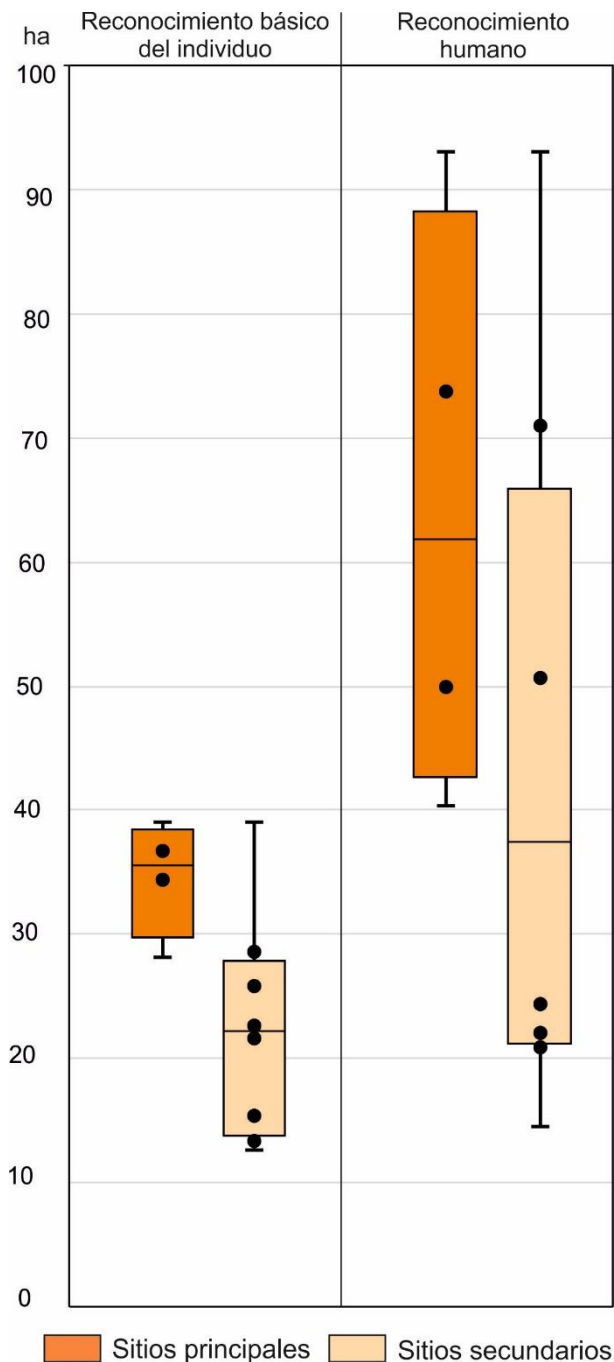


Figura 7: Valores en hectáreas de la superficie visible representados mediante diagrama de cajas. Puntos: valores absolutos; Línea horizontal: mediana; Cajas: cuartiles; Bigotes: valores máximo y mínimo de cada serie.

5. Conclusión: el paisaje sentido

En este artículo hemos intentado acercarnos desde una perspectiva integral y multidimensional a la tradición pictórica macroesquemática. La modelización de variables de carácter sensorial, además de una relectura iconográfica y espacial de sus motivos, nos ha permitido un acercamiento alternativo a un horizonte único en el conjunto artístico prehistórico peninsular, así como una nueva interpretación sobre el valor social que sus abrigos pudieron tener para las primeras comunidades campesinas de la actual área del norte de Alicante y sur de Valencia.

Al igual que ocurre con los lugares de hábitat o relacionados con la explotación económica del territorio (García Atiénzar, Martínez & Sirvent, 2021), la función de cada abrigo dentro del entramado social del grupo cardial debió ser distinta. Así, debe destacarse la posición central del Pla de Petracos (Fig. 8a), precisamente el que presenta mayor cantidad y variedad de motivos, reflejando así toda la cosmología neolítica (Roche, 2020), y el que ofrece unas características de percepción sensorial más singulares. Este conjunto de características permitiría que los mensajes sonoros y visuales desde allí transmitidos llegaran con facilidad al espacio geográfico mediato, pudiéndose plantear que este santuario pudo haber funcionado como un lugar de agregación y reunión social, posiblemente relacionado con la transmisión de información asociada al fortalecimiento de los lazos de pertenencia a una misma entidad tribal. En este sentido, la antropología ha puesto de relieve que el uso del ritmo, la música y las vocalizaciones emotivas parecen hacer un papel fundamental en el establecimiento de vínculos sociales y la cohesión grupal (Cross & Morley, 2009; Morley, 2013). Sobre el componente social de la música, cabe recordar que se han constatado evidencias materiales en forma de flautas y silbatos en varios yacimientos neolíticos asociados al horizonte cardial, especialmente en Cova de l'Or (Martí, Arias-Gago, Martínez-Valle, & Juan-Cabanilles, 2001).

Los otros sitios principales –conjunto IV del Barranc de l'Infern o La Sarga y, probablemente, Carbonera– (Fig. 8b-c-d), ubicados en los límites exteriores del territorio cardial, ofrecen también unas características sensoriales destacadas. La modelización a través de SIG de sus campos visuales revela un dominio de carácter panorámico a todos los rangos de distancia, lo cual los convierte en lugares de referencia fácilmente reconocibles desde el paisaje. Por otra parte, su posición preeminente también facilitaría la transmisión de mensajes sonoros hacia el entorno inmediato. Sin embargo, a diferencia de Petracos, muestran una semiótica menos completa, aunque igualmente compleja, al representarse una menor variedad y cantidad de motivos. Estas características podrían estar relacionándose con otro tipo de prácticas sociales, igualmente necesarias, como pudieran ser la delimitación del espacio o la interacción con otras entidades sociales.

Por otra parte, los abrigos secundarios pueden relacionarse con mensajes más concisos si tomamos en consideración la limitada variedad y número de motivos. En este sentido, las características sensoriales que evidencian estos sitios son de carácter limitado. Por un lado, su campo y amplitud visual se limita al entorno



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 8: Vistas generales de la ubicación de abrigos con ARM: a) Pla de Petracos ab. II-VIII; b) Barranc de l'Infern conj. 4; c) La Sarga; d) Barranc de Carbonera.

inmediato y siempre de manera heterogénea. Por otra parte, los mensajes sonoros también quedarían circunscritos a las proximidades de los abrigos o a los estrechos barrancos en los que se enclavan la mayor parte de ellos. Algunos de estos conjuntos artísticos fueron interpretados como hitos en el movimiento entre la costa y el interior (Fairén, 2006). Sin embargo, el hecho que, a excepción de Benialí, estén ubicados en el eje Vall de Seta-Barranc de Malafí, zona con un escaso número de asentamientos con niveles cardiales (Fig. 1), permite plantear que pudieron haber estado vinculados a la articulación interna del paisaje social, jalonando el camino desde los valles en los que se ubican las principales aldeas campesinas hacia el Pla de Petracos, lo cual podría interpretarse en clave de la sacralización de estas vías naturales.

Estas consideraciones nos llevan a insistir, en primer término, en la necesidad de establecer aproximaciones en las que las distintas unidades de observación, desde el motivo hasta las características sensoriales del paisaje, aparezcan debidamente definidas y concatenadas. Como se ha puesto de relieve en anteriores páginas, las aproximaciones que pretendan establecer categorizaciones objetivas de los sitios en función de distintas variables de carácter simbólico, sensorial y paisajístico deben atender primero a la secuenciación y categorización interna de las manifestaciones, tanto a nivel sincrónico –análisis de estilo e iconografía– como diacrónico –análisis de evolución interna–. Con esto queremos insistir en la necesidad de no tomar el conjunto de los sitios rupestres de una misma tradición como si fueran homogéneos, como así se había venido haciendo en la mayor parte de los trabajos citados, incluidos nosotros mismos, con resultados, como ya hemos apuntado, contradictorios. Para entender las elecciones relacionadas con la visibilidad y sonoridad es necesario analizar subconjuntos homogéneos del total de sitios de una misma tradición pictórica dado que no todos los abrigos con arte rupestre responderían a una misma función social.

Por último, queremos insistir en el potencial de los SIG, no solo como herramienta de gestión de datos espaciales, sino también como herramienta con altas capacidades de modelizar, aunque sea desde el plano teórico, la percepción de y desde los conjuntos con arte prehistórico. Para el futuro queda el análisis comparativo entre aquellos conjuntos con arte macroesquemático y los que se pueden clasificar como arte esquemático antiguo, o las relaciones entre estas manifestaciones y el arte levantino, trabajos necesarios para comprender mejor las posibles relaciones de sincronía-evolución que pudieron tener las manifestaciones artísticas postpaleolíticas y sus implicaciones a nivel simbólico, social y cultural.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el European Research Council en el marco del proyecto “*Artsoundscapes: The sound of special places: exploring rock art soundscapes and the sacred*” [Advanced Grant Agreement No. 787842]; y por el Vicerrectorado de Investigación y Transferencia de Conocimiento de la Universidad de Alicante en el marco del proyecto “Arte rupestre y paisajes culturales en la montaña de Alicante” [GRE18-02]. Queremos manifestar nuestro agradecimiento a los revisores anónimos, cuyas anotaciones han permitido no solo mejorar significativamente el trabajo, sino también reflexionar sobre investigaciones futuras.

Referencias

- Aiano, L. (2006). Pots and drums: an acoustic study of Neolithic pottery drum. *EuroREA - Journal of (Re)construction and Experiment in Archaeology*, 3, 31–42.
- Badal, E., Martí, B., & Pérez, M. (2012). From agricultural to pastoral use: changes in neolithic landscape at Cova de l'Or (Alicante, Spain). In E. Badal, Y. Carrión, M. Macías, & M. Ntinou (Coords), *Wood and charcoal evidence for human and natural history* (pp. 75-84). *Saguntum Extra-13*. Valencia: Universitat de València.
- Baena, J., Blasco, C., & Quesada, F. (1997). *Los S.I.G. y el análisis espacial en Arqueología*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Baldwin, J., Fisher, P., Wood, J., & Langford, M. (1996). Modelling environmental cognition of the view with GIS. In *Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling*. Santa Fe: National Center for Geographic Information and Analysis. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/43x094z3>
- Bernabeu, J., Orozco, T., & Díez, A. (2012). Mas d'Is y las construcciones con fosos del VI al III milenio cal a.C. *MARQ, Arqueología y Museos*, 5, 53–72.
- Bernabeu, J., Lozano, S., & Pardo-Gordó, S. (2017). Iberian Neolithic Networks: the rise and fall of the Cardial world. *Frontiers in Digital Humanities*, 4, 7. <https://doi.org/10.3389/fdigh.2017.00007>
- Brughams, T., van Garderen, M., & Gillings, M. (2018). Introducing visual neighbourhood configurations for total viewsheds. *Journal of Archaeological Science*, 96, 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.05.006>
- Cardito, L. M. (1998). Arte macroesquemático y paralelos mediterráneos: apuntes para su cronología. *Saguntum*, 31, 99–108.
- Carrión, J. S. (Ed.) (2012). *Paleoflora y Paleovegetación de la península Ibérica e islas Baleares: Plioceno-Cuaternario*. Madrid/Murcia: Ministerio Economía y competitividad, Universidad de Murcia, Fundación Séneca.
- Carrión, J. S., Fernández, S., González-Sampériz, P., Gil-Romera, G., Badal, E., Carrión-Marco, Y., López-Merino, L., López Sáez, J. A., Fiero, E., & Burjachs, F. (2010). Expected trends and surprises in the Lateglacial and Holocene vegetation history of the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162(3), 458–475. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2009.12.007>
- Cerrillo, E. (2012). Planteamientos y nuevos datos para la interpretación de los paisajes prehistóricos del sector extremeño del Tajo: el área de Alconétar. *Zephyrus, LXVIII*, 139–161.
- Chippindale, C. (2004). From millimetre up to kilometre: a framework of space and of scale for reporting and studying rock-art in its landscape. In C. Chippindale & G. Nash (Eds.), *The figured landscapes of Rock-Art. Looking at pictures in place* (pp. 102–117). Cambridge: Cambridge University Press.
- Conkey, M. W. (1984). To find ourselves: art and social geography of prehistoric hunter-gatherers. In C. Shirire (Ed.), *Past and present in hunter-gatherer studies* (pp. 253–276). New York: Academic Press.
- Cross, I., & Morley, I. R. M. (2009). The evolution of music: Theories, definitions and the nature of the evidence. In S. Malloch & C. Trevarthen (Eds.), *Communicative musicality: Exploring the basis of human companionship* (pp. 61–81). Oxford: Oxford University Press.
- Cruz Berrocal, M. (2004). *Paisaje y arte rupestre: Ensayo de contextualización arqueológica y geográfica de la pintura levantina*. (Doctoral thesis, Universidad Complutense de Madrid, Spain). Retrieved from <https://eprints.ucm.es/id/eprint/5334/>
- Cruz Berrocal, M. (2005). *Paisaje y arte rupestre. Patrones de localización de la pintura levantina*. British Archaeological Reports International Series 1409. Oxford: Archaeopress.
- Deacon, J. (1988). The power of a place in understanding southern San rock engravings. *World Archaeology*, 20(1), 129–140.
- Díaz-Andreu, M., García Atiénzar, G., García Benito, C., & Mattioli, T. (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*, 73(2), 181–213. <https://doi.org/10.1086/692103>
- Fábrega-Álvarez, P., & Parcero-Oubiña, C. (2019). Now you see me. An assessment of the visual recognition and control of individuals in archaeological landscapes. *Journal of Archaeological Science*, 104, 56–74. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2019.02.002>

- Fairén, S. (2004). Arte Rupestre, estilo y territorio. La construcción de un paisaje neolítico en las comarcas centro-meridionales valencianas. *Zephyrus*, LVII, 167–182.
- Fairén, S. (2006). *El paisaje de la Neolitización. Arte rupestre, poblamiento y mundo funerario en las comarcas centro-meridionales valencianas*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Fiore, D. (2018). The materiality of rock art. Image-making technology and economy viewed from Patagonia. In A. Troncoso, F. Armstrong, & G. Nash (Eds.), *Archaeologies of Rock Art. South merican Perspectives* (pp. 23–57). London: Routledge.
- Fisher, P. F. (1994). Probable and fuzzy models of the viewshed operation. *Innovations in GIS*, 1, 161–175.
- Fisher, P. F., & Tate, N. J. (2006). Causes and consequences of error in digital elevation models. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 30(4), 467–489. <https://doi.org/10.1191/0309133306pp492ra>
- García Atiénzar, G. (2009). *Territorio neolítico: las primeras comunidades campesinas en la fachada oriental de la península Ibérica (ca. 5600-2800 cal BC)*. BAR International Series 2021. Oxford: Archaeopress.
- García Atiénzar, G. (2010). Las comarcas centromeridionales valencianas en el contexto de la neolitización de la fachada noroccidental del Mediterráneo. *Trabajos de Prehistoria*, 67(1), 37–58. <https://doi.org/10.3989/tp.2010.10030>
- García Atiénzar, G. (2011). El contexto arqueológico del Arte Rupestre Levantino en el Campo de Hellín (Albacete). *Zephyrus*, LXVIII, 63–86.
- García Atiénzar, G., Martínez, S., & Sirvent, L. (2021). The Use of Rock Shelters During the Early Neolithic in the North of Alicante (Spain). The Site of Peña Roja de Catamarruc (Alicante, Spain) as a Case Study. *Open Archaeology*, 7(1), 765–778. <https://doi.org/10.1515/opar-2020-0165>
- García Borja, P., Salazar-García, D. C., Aura, J. E., Cortell, E., & Velasco, A. (2016). El registro funerario cardial valenciano: dataciones radiocarbónicas. In H. Bonet (Ed.), *Del Neolític a l'Edat de Bronze en el Mediterrani occidental: estudis en homenatge a Bernat Martí Oliver* (pp. 125–140). Serie de Trabajos Varios 119. Valencia: Museu de Prehistòria de València. Retrieved from <http://mupreva.org/pub/864/va>
- Gibson, J. J. (1950). *The perception of the visual world*. Boston: Houghton Mifflin.
- Gillings, M. (2015). Mapping invisibility: GIS approaches to the analysis of hiding and seclusion. *Journal of Archaeological Science*, 62, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.06.015>
- Harrison, R. T., Clark, R. N., & Stanley, G. H. (1980). *Predicting Impact of Noise on Recreationists*. San Dimas, CA: Forest Service. U.S. Department of Agriculture Equipment Development Center. Retrieved from <http://www.fs.fed.us/t-d/pubs/pdfimage/80231202.pdf>
- Hengl, T. (2006). Finding the right pixel size. *Computers & Geosciences*, 32(9), 1283–1298. <http://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.11.008>
- Hernández Pérez, M. S. (2003). Las imágenes en el arte macroesquemático. In T. Tortosa, & J. A. Santos (Eds.): *Arqueología e iconografía: indagar en las imágenes* (pp. 41–58). Roma: L'Erma di Bretschneider.
- Hernández Pérez, M. S. (2006). Arte esquemático en la fachada oriental de la Península Ibérica. 25 años después. *Zephyrus*, LIX, 199–214.
- Hernández Pérez, M. S. (2018). Alicante, territorio macroesquemático. In J. A. Soler, R. Pérez, & V. Barciela (Eds.): *Rupestre. Los primeros santuarios. Arte prehistórico en Alicante* (pp. 96–107). Alicante: MARQ.
- Hernández Pérez, M. S., & Centre d'Estudis Contestans (1982). Consideraciones sobre un nuevo tipo de arte rupestre prehistórico. *Ars Praehistorica*, 1, 179–187.
- Hernández Pérez, M. S., & Centre d'Estudis Contestans (1983). Arte rupestre en el País Valenciano. Recientes aportaciones. *Zephyrus*, XXXVI, 63–75.
- Hernández Pérez, M. S., Ferrer, P., & Catalá, E. (1988). *Arte rupestre en Alicante*. Alicante: Fundación Banco Exterior, Banco de Alicante.
- Hernández Pérez, M. S., & Martí, B. (2000-2001). El arte rupestre de la fachada mediterránea: entre la tradición epipaleolítica y la expansión neolítica. *Zephyrus*, LIII-LIV, 241–265.
- Hernández Pérez, M. S., Segura, J. M., & Barciela, V. (2014). Pinturas rupestres en el Barranc de Carbonera (Beniatjar, Valencia). Nuevas lecturas de un yacimiento excepcional. *Recerques del Museu d'Alcoi*, 22/23, 7–20.
- Higuchi, T. (1983). *The Visual and Spatial Structure of Landscapes*. Cambridge: MIT Press.

- Hood, B. C. (1988). Sacred Pictures, Sacred Rocks: Ideological and Social Space in the North Norwegian Stone Age. *Norwegian Archaeological Review*, 21(2), 65–84. <https://doi.org/10.1080/00293652.1988.9965473>
- Ibáñez, J. J., Clemente, I., Soler, N., & Salius, J. (2015). Use and sonority of a 23,000 years old bone Aerophone from Davant Pau Cave (NE of the Iberian Peninsula). *Current Anthropology*, 56(2), 282–289. <https://doi.org/10.1086/680437>
- Jover, F. J., Torregrosa, P., García Atienzar, G., Pastor, M., Luján, A., Molina, F. J., Pérez Díaz, S., Ruiz, M., López-Sáez, J. A., Ferrer, C., & Tormo Cuñat, C. (2018). Los inicios del Neolítico en las tierras meridionales valencianas: a propósito de la Cova dels Calderons (La Romana, Alicante). *Munibe*, 69, 93–121. <https://doi.org/10.21630/maa.2018.69.08>
- Jover, F. J., Pastor, M., & Torregrosa, P. (2019). Advances in the analysis of households in the early neolithic groups of the Iberian Peninsula: Deciphering a partial archaeological record. *Journal of Anthropological Archaeology*, 53, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2018.10.001>
- Keyel, A. C., Reed, S. E., McKenna, M. F., & Wittemyer, G. (2017). Modeling anthropogenic noise propagation using the Sound Mapping Tools ArcGIS toolbox. *Environmental Modelling & Software*, 97, 56–60. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.07.008>
- Kvamme, K. L. (1999). Recent directions and developments in Geographical Information Systems. *Journal of Archaeological Research*, 7(2), 153–201. <https://doi.org/10.1007/BF02446276>
- Lancharro Gutiérrez, M^a. Á. (2018). *Marcadores gráficos y territorios megalíticos en la Cuenca interior del Tajo: Toledo, Madrid y Guadalajara*. Oxford: Archaeopress Publishing. <https://doi.org/10.2307/J.CTV1ZCKZVT>
- Lancharro Gutiérrez, M^a. Á. (2021). El uso de las grandes escalas: cuencas de visibilidad en los abrigos con arte esquemático en la Sierra de Patones (Madrid). *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 31, 45–73. <https://doi.org/10.30827/cpag.v31i0.15240>
- Lenissen-Erz, T. (2008). Space and Discourse As Constituents of Past Identities - The Case of Namibian Rock Art-. In I. Domingo, D. Fiore, & S. K. May (Eds.), *Archaeologies of Art: time, place and identity* (pp. 29–50). Walnut Creek: Left Coast Press.
- Llobera, M. (2006). What you see is what you get? Visualscapes, visual genesis and hierarchy. In T. L. Evand & P. Daly (Eds.), *Digital archaeology. Bridging method and theory*. London: Routledge
- López Montalvo, E. (2007). *Análisis interno del arte levantino: la composición y el espacio a partir de la sistematización del núcleo Valltorta-Gasulla*. València: Universitat de València.
- Martí, B., & Hernández Pérez, M. S. (1988). *El Neolítico Valencian. Art rupestre i cultura material*. Valencia: Diputació de València.
- Martí, B., Arias-Gago del Molino, A., Martínez, R., & Juan-Cabanilles, J. (2001). Los tubos de hueso de la Cova de L'Or (Beniarrés, Alicante). Instrumentos musicales en el Neolítico Antiguo de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 58(2), 41–67. <https://doi.org/10.3989/tp.2001.v58.i2.223>
- Martí, B., Juan-Cabanilles, J., & García Borja, P. (2018). Las decoraciones figurativas y simbólicas de las cerámicas del Neolítico Antiguo en Las comarcas meridionales valencianas. In J. A. Soler, R. Pérez, & V. Barciela (Eds.), *Rupestre. Los primeros santuarios. Arte prehistórico en Alicante* (pp. 108–125). Alicante: MARQ.
- Martínez Bea, M. (2006). Arte rupestre y SIG en los alrededores de Santolea (Teruel). In I. Grau (Ed.), *La aplicación de los SIG en la Arqueología del Paisaje* (pp. 171–180). Alicante: Universidad de Alicante.
- Martínez García, J. (1998). Abrigos y accidentes geográficos como categorías de análisis en el paisaje de la pintura rupestre esquemática. El sudeste como marco. *Arqueología Espacial*, 19-20, 543–561.
- Martínez i Rubio, T. (2010). *Evolució i pautes de localització de l'art rupestre post-paleolític de Millares (València) i el seu entorn geogràfic comarcal. Aproximació al territori des de l'art*. (Doctoral thesis, Universitat de València, Spain). Retrieved from <https://roderic.uv.es/handle/10550/23464>
- Mattioli, T. (2019). Arte rupestre postpaleolítico al sur de los Alpes: el registro artístico de la península italiana. In G. García Atiénzar, & V. Barciela (Eds.), *Sociedades prehistóricas y manifestaciones artísticas. Imágenes, nuevas propuestas e interpretaciones* (pp. 107–130). Colección Petracos 2, Alicante: INAPH.
- Mattioli, T., García Atiénzar, G., Barciela, V., & Díaz-Andreu, M. (2019). Escuchar con los ojos: la aplicación del GIS al estudio del campo visual y sonoro en los paisajes de arte rupestre de la montaña alicantina. In G. García Atiénzar, & V. Barciela (Eds.), *Sociedades prehistóricas y manifestaciones artísticas. Imágenes, nuevas propuestas e interpretaciones* (pp. 285–302). Colección Petracos 2, Alicante: INAPH.

- Moreno, J., Alonso, F., Gomáriz, F., & Alonso, D. (2010). Análisis y validación de modelos digitales de elevaciones mediante datos LIDAR. In J. Ojeda, M. F. Pita, & I. Vallejo (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos* (pp. 254–271). Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Morley, I., (2013). *The Prehistory of Music: Human Evolution, Archaeology, and the Origins of Musicality*. Oxford: Oxford University Press.
- Naguib, M., & Wiley, R. H. (2001). Estimating the distance to a source of sound: mechanisms and adaptations for long-range communication. *Animal behaviour*, 62, 825–837. <https://doi.org/10.1006/anbe.2001.1860>
- Neuhoff, J. G. (2011). Perception, Cognition and Action in Auditory Displays. In T. Hermann, A. Hunt, & J. G. Neuhoff (Eds.), *The Sonification Handbook* (pp. 63-86). Berlin: Logos Verlag.
- Ogburn, D. E. (2006). Assessing the level of visibility of cultural objects in past landscapes. *Journal of Archaeological Science*, 33, 405–413. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.08.005>
- Olsen, W. O. (1998). Average Speech Levels and Spectra in Various Speaking/Listening Conditions: A Summary of the Pearson, Bennett, & Fidell (1977) Report. *American Journal of Audiology*, 7, 1059–0889. [https://doi.org/10.1044/1059-0889\(1998/012\)](https://doi.org/10.1044/1059-0889(1998/012))
- Pearsons, K. S., Bennett, R. L., & Fidell, S. (1977). *Speech levels in various noise environments*. EPA-600/1-77-025. Washington: U.S. Environmental Protection Agency.
- Reed, S.E., Boggs, J. L., & Mann, J. P. (2010). *SPreAD-GIS: an ArcGIS toolbox for modeling the propagation of engine noise in a wildland setting. Version 2.0*. San Francisco: The Wilderness Society. Retrieved from <https://dokumen.tips/documents/spread-gis-users-guide-v20.html?page=1>
- Reed, S. E., Boggs, J. L., & Mann, J. P. (2012). A GIS tool for modeling anthropogenic noise propagation in natural ecosystems. *Environmental Modelling & Software*, 3, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.04.012>
- Reznikoff, I. (2014). On the Sound Related to Painted Caves and Rocks. In J. Ikäheimo, A.-K. Salmi, & T. Äikäs (Eds.), *Sounds Like Theory. XII Nordic Theoretical Archaeology Group Meeting, Oulu* (2, pp. 101–109). Monographs of the Archaeological Society of Finland. Helsinki: The Archaeological Society of Finland.
- Robert, E. (2017). The role of the cave in the expression of prehistoric societies. *Quaternary International*, 432, 59–65. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.083>
- Roche, J. A. (2020). Images of the Mother Goddess in the Neolithic Sanctuary of Pla de Petracos (Alicante, Spain)—The Sacralization of Agriculture. *Religions*, 11, 614. <https://doi.org/10.3390/rel11110614>
- Rodríguez Valiente, A. (2015). *Determinación de los umbrales de audición en la población española. Patrones de normalidad de la totalidad del espectro auditivo humano*. (Doctoral thesis, Universidad Autónoma de Madrid, Spain). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10045/4080>
- Rossing, T. D. (Ed.) (2007). *Springer handbook of acoustics*. New York: Springer.
- Sognnes, K. (1987). Rock art and settlement pattern in the Bronze Age. Example from Stjørdal, Trøndelag, Norway. *Norwegian Archaeological Review*, 20(2), 29–50. <https://doi.org/10.1080/00293652.1987.9965457>
- Torregrosa, P. (2000): *La pintura rupestre esquemática en el levante de la Península Ibérica* (Doctoral thesis, Universidad de Alicante, Spain). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10045/4080>
- Torregrosa, P. (2001). La pintura rupestre esquemática y territorio: análisis de su distribución espacial en el Levante peninsular. *Lucentum*, XIX-XX, 39–64. <https://doi.org/10.14198/LVCENTVM2000-2001.19-20.03>
- Wheatley, D., & Gillings, M. (2000). Vision, perception and GIS: developing enriched approaches to the study of archaeological visibility. In G. Lock (Ed.), *Beyond the Map: Archaeology and Spatial Technologies* (pp. 1–27). Amsterdam: IOS Press.
- Wise, S. (2000). Assessing the quality for hydrological applications of digital elevation models derived from contours. *Hydrological Processes*, 14, 1909–1929. [https://doi.org/10.1002/1099-1085\(20000815/30\)14:11/12<1909::AID-HYP45>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/1099-1085(20000815/30)14:11/12<1909::AID-HYP45>3.0.CO;2-6)
- Zahorik, P. (2002). Assessing auditory distance perception using virtual acoustics. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 111(4), 1832–1846. <https://doi.org/10.1121/1.1458027>
- Zamora-Merchán, M. (2006). Visibilidad y SIG en arqueología: mucho más que ceros y unos. In I. Grau (Ed.), *La aplicación de los SIG en la arqueología del paisaje* (pp. 41–54). Alicante: Universidad de Alicante.