

Reproducción digital, microfotografía estereoscópica y fotografía esférica aplicadas a la interpretación del arte rupestre prehistórico

Digital reproduction, stereoscopic microphotography and spherical photography as tools for interpretation of prehistoric rock art

Martí Mas Cornellà¹, Rafael Maura Mijares¹,
 Mónica Solís Delgado¹ y Javier Pérez González¹

1 · Universidad Nacional de Educación a Distancia. Departamento de Prehistoria y Arqueología. Madrid.
 Email: mmas@geo.uned.es.

RESUMEN

En este artículo realizamos una revisión de las diferentes técnicas documentales que venimos aplicando en los últimos años en lugares con arte rupestre al aire libre y en el interior de cuevas. Estas técnicas abarcan desde la obtención de calcos electrónicos a partir de fotografías digitales, hasta la utilización microfotografía estereoscópica in situ para la observación traceológica de las marcas dejadas por los útiles y los pigmentos empleados en las pictografías rupestres, y exclusivamente por aquellos en los grabados.

Por último, la fotografía esférica permite integrar en una imagen panorámica el lugar donde se localizan las manifestaciones gráficas prehistóricas con el entorno en el que se conservan y en el que fueron creadas.

ABSTRACT

We review In this paper a group of different recording techniques that we have been using in the last years in open-air and deep caves rock art sites. These techniques range from electronic tracings based in digital pictures to on-site use of stereoscopic microscopy for use-wear analyses of the marks left by tools and pigments in rock paintings and just by tools in engraved panels.

Finally, spherical photography allows the integration in a single panoramic picture of the site where prehistoric rock art is located and of the landscape where it is preserved and where it was created.



INFORMACIÓN · INFORMATION

Palabras clave

Arte rupestre; reproducción digital; microfotografía estereoscópica; fotografía esférica

Recibido · mayo 2010

Aceptado · noviembre 2010

Revisado · julio 2013

Keywords

Rock art; digital tracing; stereoscopic microphotography; spherical photography

Received · May 2010

Accepted · November 2010

Revised · July 2013

1. REPRODUCCIONES DIGITALES

El calco digital tiene por objetivo principal evitar la intervención directa sobre las manifestaciones prehistóricas (párietales o mobiliars). El análisis de la imagen multispectral mediante ordenador ofrece grandes posibilidades, sobre todo en el seguimiento de procesos de degradación y alteración, permitiendo al mismo tiempo la planificación de intervenciones de conservación; así como la elaboración de reproducciones, y sobre todo el estudio de casos de superposiciones de figuras.

Pensamos al respecto que el ordenador es la única herramienta útil en la elaboración de reproducciones "libres" de la subjetividad del investigador. Así, partiendo de reportajes fotográficos digitales se realizan los calcos mediante tratamiento de imágenes (escaladas), utilizando programas como *Adobe-PhotoShop*, o *Corel-PhotoPaint*, entre otros. El ordenador puede diferenciar en las imágenes millones de tonalidades, es decir puede tratar tonalidades que el ojo humano es incapaz de distinguir. El soporte digital tiene grandes ventajas, además de la gran capacidad de almacenaje: Las imágenes digitalizadas no se ven afectadas por los conocidos procesos de alteración de imágenes foto-químicas, causadas normalmente por condiciones no adecuadas de almacenamiento (humedad, temperatura, polvo...). Aunque en menor medida que la fotografía analógica convencional, la imagen también produce ciertas distorsiones cromáticas, para corregir esta eventualidad hay que someter las imágenes a un calibrado de color, para ello se contrasta la escala IFRAO de la fotografía original con la real para lograr así la máxima aproximación a la realidad cromática de las pinturas rupestres.

El soporte informático garantiza un almacenamiento sin pérdida de información, es de fácil implantación y permite

el intercambio de imágenes. Al mismo tiempo constituye la única manera de preservar estas manifestaciones artísticas para futuros estudios. Este procedimiento resulta, en definitiva, mucho más fiel y menos interpretativo e invasivo que los tradicionales calcos. La reproducción digital del arte rupestre cuenta con numerosas ventajas; evita entrar en contacto de manera directa con las manifestaciones y se favorece así su conservación dada la fragilidad de las mismas. Los resultados son más precisos y objetivos (ajenos a ideas preconcebidas del investigador) que los obtenidos mediante calcos tradicionales y permiten además conservar el color de la pintura.

El método consiste en la diferenciación de píxeles, se trata de discernir entre los que corresponden al soporte y los que forman parte del pigmento. El objetivo final tiene que ser la eliminación total de los niveles correspondientes al soporte. Para llegar a este resultado se puede optar por dos vías en función de las condiciones de conservación del emplazamiento, el calco en positivo o en negativo. El calco en positivo consiste en la sucesiva selección sobre píxeles adyacentes correspondientes al propio motivo. Por el contrario, la reproducción digital en negativo se fundamenta en la eliminación sucesiva de píxeles adyacentes del soporte. Esta labor es más costosa cuanto menor es la distancia cromática entre pigmento y soporte. Se trata de la total eliminación de la roca que sirve de base a los motivos para que en la reproducción digital sólo aparezca la superficie impregnada con pigmento.

A veces es preciso introducir una variante, aquella que se proyecta sobre el soporte rocoso tratado digitalmente, es decir no se elimina totalmente el lienzo pétreo, aportando información adicional que no es posible registrar en el calco de fondo blanco. Un claro ejemplo son aquellos motivos que

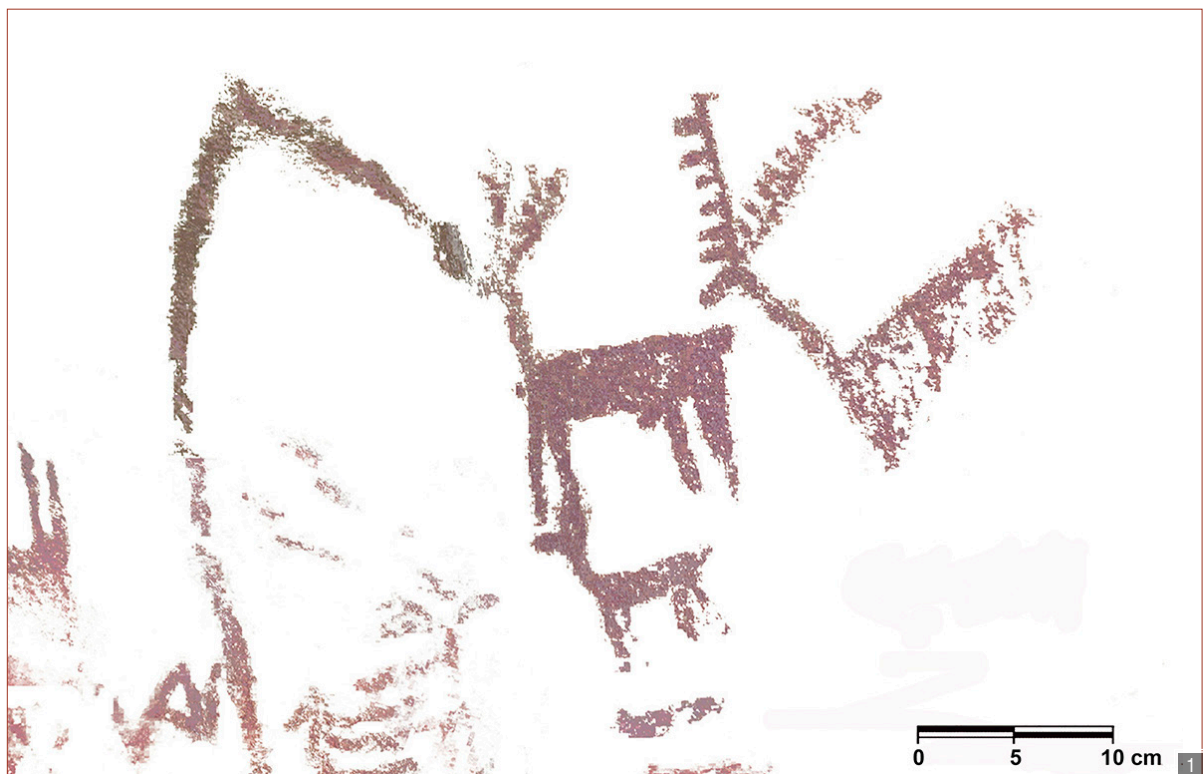


Figura 1 · Reproducción digital con fondo blanco de un fragmento del panel principal de la Cueva de Palomas I (Tarifa, Cádiz)

presentan en la actualidad formas que vienen determinadas por diferentes degradaciones, tales como descamaciones, o figuras que se ubican en espeleotemas, por ejemplo.

En este caso el calco se proyecta sobre la fotografía, es obvio decir que hay que someter la imagen de base (soporte) a diferentes procesos, ya que si la superposición del calco se hiciera sobre la fotografía en bruto el contraste entre pintura y soporte sería el mismo que el de la toma de partida. Para solventar este problema se somete el soporte a diferentes filtros entre los que destacamos el de bordes añadidos. El objetivo es acentuar las irregularidades del soporte rocoso y así poder evaluar de una manera concisa su incidencia en la morfología del motivo. Por último hay que variar los índices de opacidad de esta capa (soporte) para establecer cierta distancia cromática entre la manifestación rupestre, pictórica en este caso, y el lienzo rocoso sobre la que fue realizada. La disminución de la opacidad de la base varía de un emplazamiento a otro, en función de la tonalidad de las características litológicas de los soportes. Dicho de otro modo, la opacidad será menor en aquellos soportes que presenten coloraciones más oscuras y mayor en aquellos lugares en los que las formaciones litológicas que constituyen la base de los motivos presenten tonalidades más claras.

2. MICROFOTOGRAFÍA ESTEREOSCÓPICA

En 2003 y gracias a la concesión de un proyecto de investigación (*Estudio sobre los procedimientos de realización de las manifestaciones rupestres prehistóricas (introducción a las técnicas macro y microscópicas)*) por parte de la Dirección General de Investigación de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y el Fondo Social Europeo de



la Unión Europea (Proyectos de Investigación en Humanidades, Ciencias Sociales y Económicas), el cual nos permitió adquirir el equipamiento técnico necesario, iniciamos una línea de investigación en el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la UNED, que finalmente hemos denominado *Tecnología del arte rupestre prehistórico*. En ella se enfati-

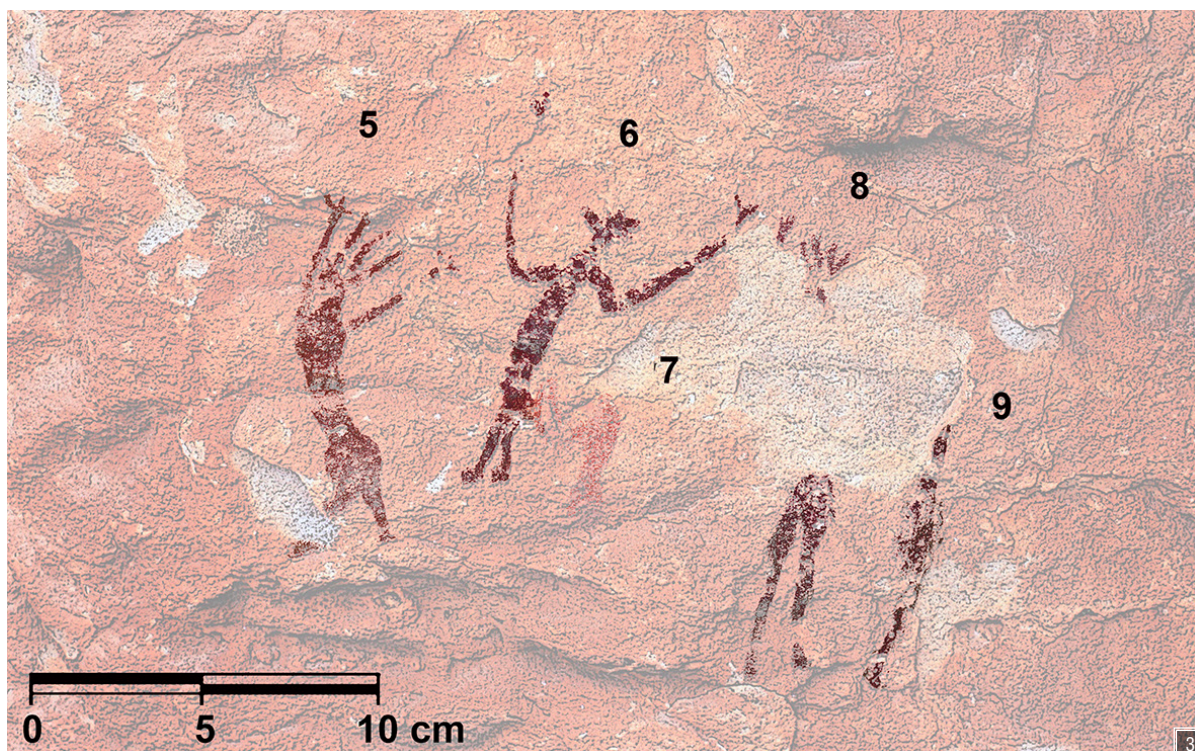


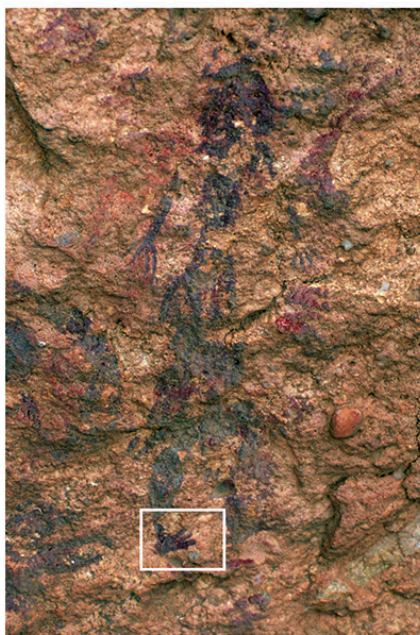
Figura 2 · Reproducción digital de un grabado integrado con el soporte (columna) de la Cueva del Reguerillo (Patones, Madrid).

Figura 3 · Reproducción digital de un fragmento del panel, con integración de soporte, del Abrigo de Pico Tienda I (Hellín, Albacete)

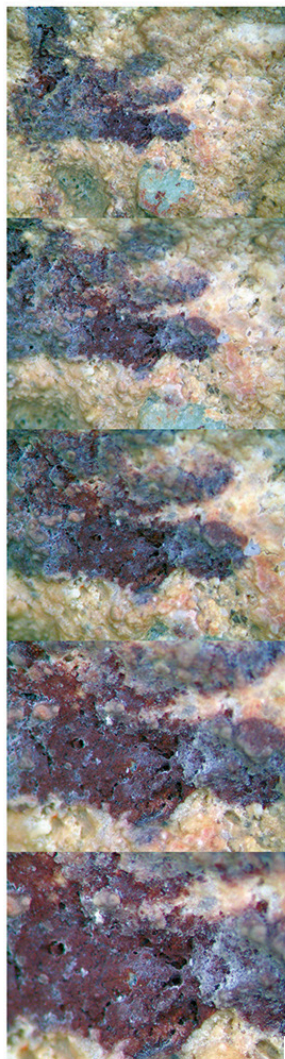


Figura 4 · Toma de microfotografías.

Figura 5 · Microfotografías de parte de un motivo (Abrigo Grande de Minateda, Hellín)



Micro 001. x5, x7.5, x10, x15 y x20



za el estudio de las técnicas de ejecución de pinturas y grabados: analizando pigmentos, tanto procedentes de muestreos directos como de excavaciones o prospecciones arqueológicas (fuentes de materias primas), y posibles aglutinantes (análisis fisicoquímicos); observando los trazos de las representaciones (procedimientos macro y microfotográficos); y finalmente combinando estos análisis y procedimientos con estudios de tipo experimental.

Nuestra intención era iniciar estudios de las características y morfología de los trazos pintados (forma, densidad de la pintura, características del pigmento –tonalidad, granulometría, superficie pigmentada o cantidad de partículas existentes...) y grabados para determinar los instrumentos empleados en su realización. Pueden advertirse, igualmente, de esta manera, problemáticas tafonómicas y constatarse superposiciones e infraposiciones.

La combinación de este tipo de estudios nos permite identificar, caracterizar y conocer tanto la procedencia de los pigmentos utilizados para pintar como los instrumentos empleados para pintar o grabar, pasando por la composición, en su caso, de la pintura y/o soporte rocoso, determinando también los procesos y causas de degradación, lo cual puede contribuir a su protección y conservación. En última instancia, pueden resolverse hipótesis sobre la cronología de las manifestaciones artísticas, ya que permiten una comparación técnica, tanto dentro de una misma estación artística como en ámbitos espaciales más o menos amplios.

Se trata de reconstruir los procedimientos pictóricos o técnicas de grabado, desde el desarrollo de una idea hasta la plasmación de una forma, pasando por la obtención de los pigmentos y la elaboración de la pintura, lo cual define el gesto del artista. Se recurre también a aproximaciones experimentales, que nos han dado excelentes resultados en diferentes proyectos de investigación que hemos venido realizando. La técnica, en cierto modo, no deja de condicionar la forma de las figuras que observamos, definiéndolas generalmente a partir de parámetros estilísticos.

Aunque nuestros métodos de investigación se aproximan a la traceología nuestros planteamientos teóricos son más propios de la tecnología.

3. FOTOGRAFÍA ESFÉRICA Y PAISAJE

La fotografía esférica es una modalidad de imagen panorámica inmersiva, que se puede ver a través de la pantalla de un ordenador. Lo particular de estas imágenes es que puede observarse toda la realidad que envuelve a la cámara/fotógrafo, permitiendo al usuario navegar por el interior de un campo visual globular en el que se muestran 360° en la horizontal y 360° en la vertical.

Para realizar la toma primero se elige la posición de la cámara y a continuación se fijan los parámetros de enfoque, velocidad, diafragma y calidad. La premisa fundamental en la realización de una toma esférica es colocar un cabezal panorámico en el trípode para poder rotar el eje nodal del objetivo. Así se consigue que una toma y la precedente no tengan errores de paralelaje y, por consiguiente, fuera un in-

conveniente a la hora de realizar el procedimiento de solapar imágenes consecutivas. Las tomas realizadas se vuelcan en un computador provisto de un software que permita crear y mostrar panoramas de realidad virtual.

Visita virtual es la integración entre fotografías esféricas enlazadas a través de "zonas clickables", permitiendo el desplazamiento en y entre todas las imágenes seleccionadas mediante un menú interactivo. Una "zona clickable" es un punto dentro de la panorámica o esférica 360°, donde el usuario puede interactuar, pudiendo ver imágenes, textos, video y/o sonido, o transitar de una imagen esférica a otra.

El objetivo de proyectar una imagen esférica es ubicar al usuario en el contexto espacial citado, en el lugar donde se encontraba el fotógrafo reemplazándolo y convirtiéndose en actor, decidiendo con un gesto de "clickear" qué área del espacio propuesto recorrerá. La imagen fotográfica pasa a un segundo plano, surgiendo así un nuevo contenido visual, y por tanto intuitivo. No quedan rastros del paso del fotógrafo, sólo intenciones, recuerdos y sensaciones.

La tecnología esférica nos puede acercar estaciones remotas o de difícil acceso de cualquier parte del planeta a través de Internet y con un realismo fotográfico que hasta ahora se limitaba a la impresión y/o el vídeo. Esta nueva modalidad fotográfica resulta interesante para paisaje y arquitectura, descartando de momento imágenes con objetos, animales o personas en movimiento por los resultados que se presentan a la hora del procedimiento de solapado.

La aplicación de esta nueva forma de documentación a través de imágenes esféricas al estudio del paisaje prehistórico nos ayuda a su reconocimiento y comprensión, al permitirnos observar in situ las relaciones visuales que se estable-



Figura 6 · Realización de una imagen esférica en el Abrigo VI del Conjunto rupestre de Peñas de Cabrera (Casabermeja, Málaga)

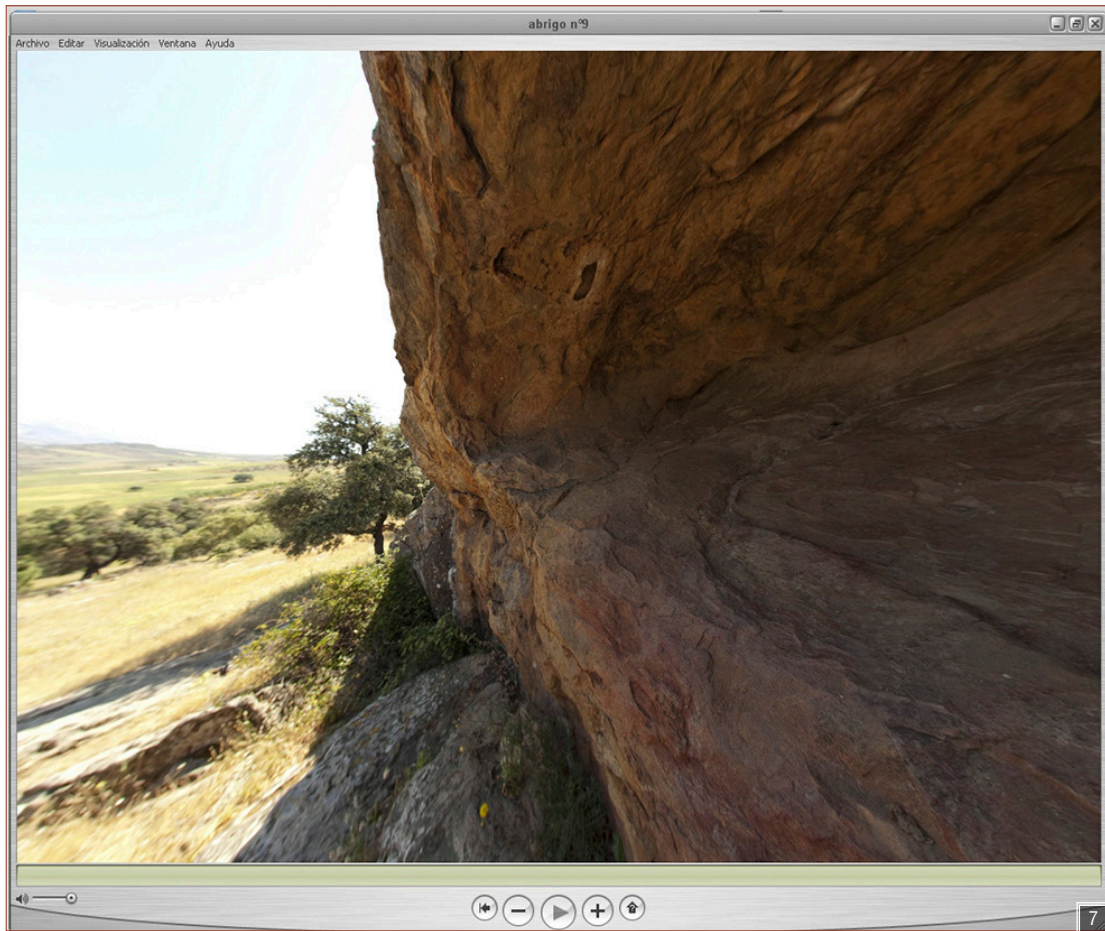


Figura 7 · Captura de pantalla del “software” con una imagen esférica montada del Abrigo X de Peñas de Cabrera

cen entre los distintos elementos, yacimientos o estaciones rupestres que integran cada territorio.

La dificultad de acceso o el estado de conservación de diferentes estaciones con arte impide, en muchos casos, que la puesta en valor para las visitas de estos emplazamientos resulte viable. Con los programas informáticos de visitas virtuales, un museo o centro de interpretación puede revestirse de dimensiones múltiples, acercando a todo tipo de público este patrimonio de un valor inestimable, solventando así los problemas de accesibilidad y/o estado de conservación. Por otra parte este procedimiento no sólo favorece la visita virtual, sino que viene a complementar cualquier tipo de registro hecho hasta hoy (dibujo, fotografía y video), tanto de cualquier circunstancia antrópica (dólmenes, pinturas...) y/o natural (paisaje, geología...), y que se convertirá en el futuro en un valioso documento.

Se abre una nueva ventana para el conocimiento, una innovadora vía a tener en cuenta en las distintas líneas de investigación e interpretación del arte prehistórico. A su vez es innegable el fuerte potencial de esta técnica en la puesta en valor de nuestra herencia patrimonial con un tiempo, espacio y forma sin precedentes en la fotoarqueología.

No tenemos, sin embargo, tiempo que perder, es preciso rescatar y preservar las primeras imágenes de la humanidad como objeto precioso y como documento histórico, a menudo tan frágil como los trazos de luz del pasado cuya fugacidad quedó capturada con hematites y carboncillos y que de otro modo se hubieran perdido para siempre.

4. BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, M., FIORE, D., FAVRET, E. Y CASTILLO, R. (2001). The use of lithic artefacts for making rock art engravings: Observation and analysis of use-wear traces in experimental tools through optical microscopy and SEM. *Journal of Archaeological Science*, 28: 457-464.
- ARROYO, M., GIL, V. Y MARTÍNEZ, E. (1997). Materialidad de las obras de arte. Estudio mediante métodos científicos, *Técnica y arte DYNA* 6: 93-102.
- BEDNARIK, R.G. (2001): *Rock art science. The scientific study of palaeoart*. Brepols, Turnhout.
- CANTALEJO, P., MAURA, R., ESPEJO, M. M., RAMOS, J., MEDIANERO, J. Y ARANDA, A. (2006). *Arte rupestre y otras evidencias de frecuentación de los cazadores recolectores del Paleolítico superior en la Cueva de Ardales*. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía – Diputación de Málaga, Málaga.
- HERNANZ, A., MAS, M., GAVILÁN, B. Y HERNÁNDEZ, B. (2006). Raman microscopy and IR spectroscopy of prehistoric paintings from Los Murciélagos cave (Zuheros, Córdoba, Spain). *Journal of Raman Spectroscopy*, 37: 492-497.
- MAS, M. (2000). Metodología de reproducción y estudio directo del arte rupestre. En M. Mas (ed): *Proyecto de investigación arqueológica “Las manifestaciones rupestres prehistóricas de la zona gaditana”*, Empresa Pública de Gestión de Programas Culturales de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 37-50.
- (2005). *La Cueva del Tajo de las Figuras*. UNED – Diputación de Cádiz, Madrid.
- MAS, M., RUIZ, J.F., HERNANZ, A. Y GAVIRA, J.M. (2005). Rock art technology. En E. Devlet (ed): *World of rock art. Papers presented at the International Conference – Мир наскального искусства. Сборник*

- докладов международной конференции, Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Moscú, p. 377.
- MAURA, R. (2005). *Las manifestaciones rupestres prehistóricas en las cuencas de los ríos Turón y Guadalteba*. Málaga, UNED, Madrid (Tesis doctoral inédita).
- MAURA, R. Y CANTALEJO, P. (2004). La metodología aplicada en la Cueva de Ardales para la documentación del arte prehistórico. En *Actas de las Jornadas Temáticas Andaluzas de Arqueología. Sociedades recolectoras y primeros productores*. Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 317-331.
- (2005). Procesos digitales aplicados a la reproducción gráfica del arte paleolítico. En *Actas del IV Simposio de Prehistoria Cueva de Nerja. La cuenca mediterránea durante el Paleolítico superior*. Patronato de la Cueva de Nerja, Nerja (Málaga), pp. 306-405.
- MONTERO, I., RODRÍGUEZ, A. L., VICENT, J. M. Y CRUZ, M. (1998). Técnicas digitales para la elaboración de calcos de arte rupestre, *Trabajos de Prehistoria*, 55: 155-169.
- PASCUAL, F. (2004). *Guía de campo Adobe Photoshop CS y 7*. Ediciones Ra-Ma, Madrid.
- RUIZ, J.F., MAS, M., HERNANZ, A., ROWE, M.W., STEELMAN, K.L. Y GAVIRA, J.M. (2006). Premières datations radiocarbones d'encroûtements d'oxalate de l'art rupestre préhistorique espagnol – First radiocarbon dating of oxalate crusts over spanish prehistoric rock art. *International Newsletter on Rock Art*, 46: 1-5.
- TECAL (1997). *Ensayos no destructivos, técnicas radiológicas aplicadas a obras de arte*. TECAL, Madrid.
- VICENT, J. M., MONTERO, I., RODRÍGUEZ, A. L., MARTÍNEZ, M. I. Y CHAPA, T. (1996). Aplicación de la imagen multispectral al estudio y conservación del arte rupestre postpaleolítico. *Trabajos de Prehistoria*, 53: 19-35.