

*Almoraima 42, 2011*

# TRATAMIENTO Y CALCO DIGITAL APLICADO AL ESTUDIO DE LOS ABRIGOS DE ARTE RUPESTRE DE LA PROVINCIA DE CÁDIZ

*Ana María Gomar Barea, Antonio Ruiz Trujillo, Ana María Carreras Egaña*

**Palabras Clave:** Arte rupestre. Procesamiento digital. Documentación. Prehistoria reciente.

**Key words:** *Rock paintings. Digital processing of rock art. Recent Prehistory.*

## Resumen

La tecnología digital ha dejado de ser una mera herramienta auxiliar para el investigador y se ha convertido en la protagonista de una línea de investigación más en el ámbito del estudio del arte rupestre. Estas técnicas han demostrado eficacia como medio de registro e investigación a través de la experimentación del tratamiento digital de la imagen. Lothar Bergmann fue el pionero en la aplicación del procesamiento informático para la elaboración de calcos, el cual confiaba en el

registro fotográfico como la manera más eficaz de salvaguardar este patrimonio tan vulnerable. Desde AGEDPA, y partiendo de la aplicación inicial de L. Bergmann, se ha desarrollado un nuevo método de tratamiento digital de la imagen previo a su calco y lo hemos enmarcado en un estricto conjunto de acciones de trabajo por el cual se controlan todas las variables que intervienen en el proceso de reproducción de los paneles.

En este artículo describimos en detalle el desarrollo metodológico que aplicamos a la documentación y estudio del patrimonio rupestre de la provincia de Cádiz. Método globalizador cuya ejecución supone la estandarización de un protocolo que ha ampliado los recursos de nuestra investigación, dotándola de las condiciones de fiabilidad necesarias y exigibles en toda la investigación científica.

### **1. INTRODUCCIÓN**

Conseguir una copia precisa de las representaciones del arte rupestre ha sido una preocupación constante por parte de los investigadores. Dejar un documento válido para el futuro debe partir de un calco exacto y desprovisto de subjetividad, enmarcado en un riguroso proceso de documentación. En la producción de nuestros calcos el objetivo principal es el de conseguir una reproducción fiable del panel pictórico para, por un lado, evitar las disensiones en la comunidad científica con respecto a su registro y la heterogeneidad en su posterior interpretación; y por otro, tener evidencia de la evolución del deterioro de pigmentos y del soporte rocoso. Desde los años 90 del siglo pasado, las técnicas de registro basadas en la tecnología digital han permitido nuevas

posibilidades de observación, mejorando y ampliando la percepción en la que el investigador se basa, yendo más allá del tradicional y limitado examen visual y multiplicando las posibilidades de la recuperación y almacenamiento de datos.

### **2. NECESIDAD DE UNA DOCUMENTACIÓN DIGITAL**

Hoy día son pocos los que dudan de la fiabilidad de la fotografía digital pero en el inicio de su aplicación a los estudios rupestres no eran más que un complemento a los calcos (Moneva, 1993) y ofrecía principalmente testimonio documental del entorno geográfico y arqueológico. Es decir, carecía del carácter de herramienta de análisis científico que se le reconoce hoy día. El calco obtenido por tratamiento digital, a pesar de ser un método practicado desde hace dos décadas, no ha sido aceptado, hasta hace poco tiempo, como documento relevante en cualquier presentación científica del hallazgo, posiblemente por la mayor confianza depositada en otros métodos tradicionales de reproducción y la sospecha sobre su fiabilidad, debido a la susceptibilidad de ser manipulados intencionalmente. Una documentación fotográfica de arte rupestre tiene por objetivo principal la salvaguarda de este patrimonio tan vulnerable y por ello es exigible máxima profesionalidad en su ejecución, a la vez que ofrezca fiabilidad en sus resultados, y practicar una agresión mínima a las representaciones rupestres y su soporte.

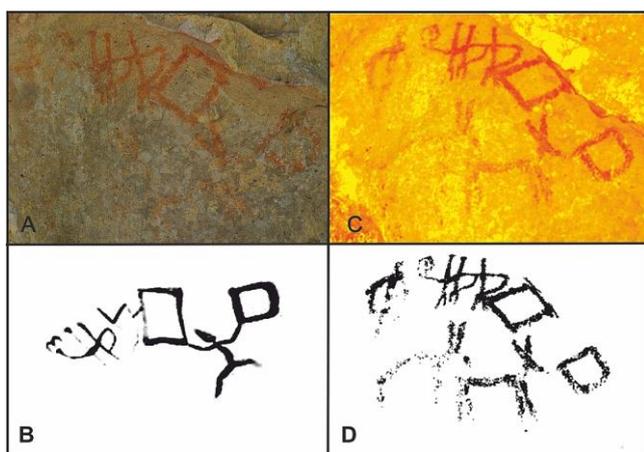
Todos los intentos de aplicación de técnicas de registro digital no producen más que condiciones ventajosas con respecto al objeto de estudio. Se impide con ello la realización de actividades de

calco por contacto que supongan un acercamiento excesivo al motivo rupestre y que puedan modificar el panel o acelerar el proceso de degradación natural de la roca que lo alberga. Actividades como la costumbre de mojar con agua las pinturas rupestres para una mejor visibilidad de las figuras o la superposición de papel o presión de lápiz tal y como requería la tan desaconsejada técnica de calco directo deben quedar desterradas de cualquier método riguroso que aspire a la conservación de un bien patrimonial tan frágil. Por otra parte, las circunstancias que afectaban al proceso de almacenamiento y copia de imágenes en papel fotográfico quedan ampliamente superadas por la calidad de los dispositivos digitales y su capacidad de contener una gran cantidad de información en poco espacio. Tanto las imágenes matrices como aquellas a las que se les ha aplicado el tratamiento, una vez transferidas al soporte de almacenamiento elegido, conservan toda la información de las condiciones en que fueron realizadas y cualquier reproducción a partir de ellas es precisa y lo suficientemente fiable para que se pueden realizar duplicados sin que éstas variables degeneren. Además, este registro digital ofrecería la posibilidad de hacer un seguimiento histórico de las alteraciones que sufra el panel y el pigmento en vista a su conservación, lo cual permitirá medir la incidencia e intensidad de la degradación de la roca y otros procesos naturales y/o antrópicos que afecten a las pinturas rupestres. Esto permitiría la planificación de intervenciones de conservación (L. Bergmann, 1996).

Otro factor clave para otorgar a la fotografía digital la categoría de herramienta fiable es que posibilita la eliminación, en cierta medida, de la subjetividad del investigador. El mal estado de conservación de algunas representaciones, por la propia degradación de pigmento o la erosión

## Comunicaciones

sufrida por la roca arenisca, impide una completa y correcta visualización de los motivos, por lo tanto, los calcos mediante observación directa pueden incluir errores.



**Imagen 1: A. Escena del abrigo principal Bacinete. B, Calco de H. Breuil (1929). C, Imagen tratada. D, Calco a partir de la imagen tratada.**

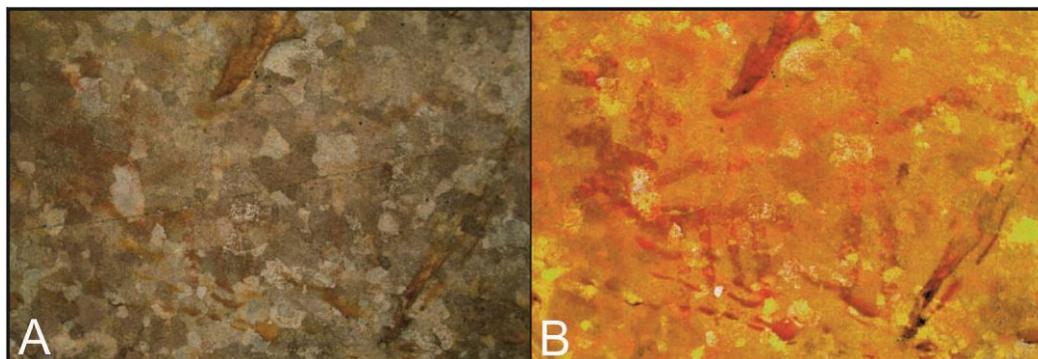
A esto se une la dependencia de factores naturales como la luminosidad o la humedad del ambiente que influyen en la percepción de las imágenes rupestres. De ahí las grandes diferencias entre los calcos realizados por diferentes autores, algunos de ellos formados en el ámbito de las artes plásticas y que imprimen a sus reproducciones un estilo personal que incluso hacen posible la identificación de la autoría de los calcos. Además, el alto contenido de óxidos de hierro de algunos estratos de arenisca en los que se conservan los abrigos de arte rupestre en la provincia de Cádiz imposibilita una delimitación clara de muchas representaciones al estar elaborados con pigmentos de óxidos de este mismo metal (L. Bergmann, 1996).

### **3. APLICACIÓN EN EL ARTE RUPESTRE EN LA PROVINCIA DE CÁDIZ.**

Hoy día la generalización del uso de cámaras digitales y su facilidad de manejo, unido a la calidad y simplicidad de distintos programas informáticos de tratamiento de imagen, hacen posible la exploración de múltiples posibilidades en el ámbito de la investigación rupestre. El perfeccionamiento de estas primeras técnicas desarrolladas en la última decena del pasado siglo ha ido acrecentándose y formando parte de rigurosos desarrollos metodológicos.

Los inicios de la utilización de recursos digitales en la investigación del arte rupestre en la provincia de Cádiz se remontan a las aplicaciones de L. Bergmann, que veía en el soporte digital “la manera más precisa de salvaguardar este patrimonio” (1996). Este descubridor ideó un método de calco electrónico, partiendo de imágenes digitalizadas de diapositivas (50 ASA) a las que aplicaba un tratamiento informático mediante programas como Aldus-PhotoStyler® o *Adobe® Photoshop®*. El tratamiento garantizaba en todo momento el control sobre una serie de parámetros que permitían una aproximación al diseño original (L. Bergmann, 1996). Desde AGEDPA1 hemos mejorado y simplificado la aplicación inicial creada por L. Bergmann hasta crear un tratamiento digital que no sólo supone una fuente más de observación y reproducción del arte rupestre, sino que a la vez ha ampliado los recursos de la investigación al optimizar de manera extraordinaria los datos obtenidos en la fotografía matriz. Un ejemplo de ello es el descubrimiento de nuevas figuras durante los estudios en laboratorio, inapreciables en el propio abrigo, debido principalmente a la erosión sufrida por algunos paneles, que habían reducido la intensidad del pigmento y no era posible su visibilidad

*in situ*.



**Imagen 2: A, Escena Cueva del Cochino. B, Imagen tratada: zoomorfo y antropomorfo portando un arma.**

Por otra parte, se han recuperado figuras que aparecen en los calcos realizados a principio de siglo pasado y que creíamos perdidas para siempre. También la reproducción digital facilita el procedimiento de abordar una estratigrafía y cronología relativa de fases del propio abrigo aplicándose, con gran éxito, en el estudio de los casos de superposiciones de figuras.

### **3.1. Documentación fotográfica**

El registro digital y su posterior tratamiento se ha convertido en una herramienta imprescindible para la documentación y la fiabilidad de la investigación. Nuestro procedimiento de toma de fotografías y posterior tratamiento se incluye en el marco de aplicación sistemática de un proceso que responde a la necesidad de un método riguroso de copia para su posterior estudio y publicación científica. La rigurosidad del proceso comienza desde el trabajo en la cueva. Debe ser un procedimiento medido en el que se anotan todas las variables que participan en la toma de las fotografías digitales.

## Comunicaciones

Durante los últimos años hemos testado diferentes cámaras réflex digitales profesionales (Sigma, Canon, Olympus, Nikon, Fuji) y el resultado en todas las pruebas ha sido parecido, sin diferencias notables que nos hagan inclinarnos por una marca en concreto. En cada sesión fotográfica usamos dos cámaras distintas. Ya sabemos que los modelos comerciales varían en diferencias de tipo tecnológico, como la tendencia a la sub o sobreexposición o las diferencias en las gamas cromáticas, solucionables mediante correctores selectivos en el posterior procesado; pero no es obstáculo para el tratamiento, que será aplicado a las imágenes digitales obtenidas por ambas cámaras para mayor seguridad del resultado. Con respecto a la calidad, hemos conseguido rendimientos satisfactorios a partir de 3 megapíxeles, pero sin duda, cuanto más alta es la resolución, mayor es la cantidad de información guardada en la imagen matriz. En estos momentos trabajamos con una calidad no inferior a 6 u 8 megapíxeles para que los detalles visibles queden definidos y sea posible la captura de restos mínimos o casi imperceptibles de pintura. Igualmente, la toma de imágenes se realiza en dos archivos a la vez en cada disparo: JPEG y RAW/ NEF.<sup>2</sup> Pensamos que este último formato conlleva una compresión de datos sin pérdida de información tal y como el sensor la capta y sin ningún filtro de mejora. La ventaja principal de archivar en “negativo” es tener una imagen captada por el sensor de forma previa a cualquier procesado a la vez que almacena separadamente los valores de ajuste que se les aplicarían normalmente. En definitiva, tendríamos una matriz de datos que representa la imagen según los parámetros de contraste y saturación definidos por la cámara, pero estos ajustes no alteran la información captada sino que sólo se utilizan para la representación, de manera que estamos ante una imagen que reproduce el

motivo tal y como es observado en el abrigo. El tratamiento digital se aplica a la imagen en JPEG o al formato negativo una vez transformado en archivo tratable.

En cuanto a las condiciones de iluminación las cuevas, a rasgos generales, nos ofrecen suficiente luz natural para la realización de fotografías, pero aquellas destinadas a tratamiento digital son realizadas con flash, lo cual nos proporciona las condiciones más estables de luminosidad en vista a su procesado posterior. Al mantener constantes las condiciones de iluminación, la apertura del diafragma y el tiempo de exposición también serán comunes a todos los registros (Vicent y otros, 1996), con lo cual producimos en todos y cada uno de los archivos fotográficos la homogeneidad necesaria para un estudio eficaz. De igual manera, se fotografían los paneles con distintas condiciones de luz diurna para transmitir el ambiente de los abrigos. Por otra parte, las tomas de cada panel y figuras aisladas se realizan con calibrador de enfoque y sin él (imágenes limpias).

### **3.2. Aplicación del software: tratamiento digital**

Las imágenes digitales son matrices de datos que responden a las propiedades físicas de la superficie que es objeto de la observación, y que son susceptibles de análisis cuantitativos (Vicent, 1994). Ésta es la definición que más se ajusta al concepto que manejamos y que la enmarca en el desarrollo de un proceso científico. Por lo tanto, pensamos que el calco electrónico-digital debe entenderse como herramienta que analiza de manera fiable y objetiva la información, y puede

procesar datos difíciles o imposibles de captar por el ojo humano (Montero Ruiz, 1998).



**Imagen 3: A. Escena Cueva de las Mujeres cubierta por líquenes. B, Imagen tratada**

Una vez obtenidas las imágenes digitales bajo las condiciones anteriormente expuestas, comienza el trabajo en laboratorio utilizando para ello el programa Corel® PHOTO-PAINT™ en cualquiera de sus versiones más actuales<sup>3</sup>. De cada imagen hemos obtenido una matriz de datos susceptibles de ser ordenados. Con el tratamiento informático manejamos valores numéricos constantes, y trabajamos con códigos de colores en lugar de establecer *a priori* contornos de figuras o signos. Se toman decisiones sobre diversos parámetros de manera sistemática y ordenada (brillo, contraste, intensidad...) . Con todo ello se intenta discriminar la disposición de los diferentes códigos atribuibles a las distintas variables que pueden ser seleccionadas en el panel rupestre como objeto de estudio (pigmento, óxido natural de la roca, líquenes, grietas, desconchados...) y ajustar todos los colores por igual. En el caso de la preparación de la imagen para la elaboración del calco, descomponemos la información de matriz y la reducimos hasta quedarnos con la aquella necesaria

## Comunicaciones

para destacar el código pigmento sobre el código soporte (rojo sobre amarillo). Es decir, mediante la selección y modificación de distintos parámetros hacemos resaltar la variable deseada que ha sido previamente seleccionada e identificadas como códigos de color y el resultado final respeta la ausencia de color que representan los desconchados o grietas que, en ocasiones al elaborar el calco según métodos tradicionales, el investigador rellena en su afán de completar la figura para hacerla reconocible. Por último, añadir que sólo cuando el tratamiento ha sido realizado, otorgamos una correlación icónica a la imagen de datos resultante.

En el caso de nuestra experiencia con las pinturas rupestres de la provincia de Cádiz, y debido a la uniformidad cromática de paneles y tono de la roca arenisca, hemos llegado a encontrar una horquilla de valores numéricos, es decir, un porcentaje de ajuste mínimo de las distintas herramientas del programa informático que pueden ser usados en gran parte de los abrigos sin tener que realizar excesivas modificaciones cada vez que abordamos el estudio de cada uno ellos. Queremos decir con esto, que este enfoque experimental ha derivado en unos criterios científicos aplicables bajo circunstancias similares.

Llegados a este punto del proceso, la imagen conseguida en el tratamiento nos puede servir como calco del panel (rojo sobre amarillo), que queda suficientemente contrastado y es atractivo para su exhibición mediante programas informáticos de presentación. Pero es posible realizar, a partir de la imagen tratada, un calco en vistas a su publicación en blanco y negro.

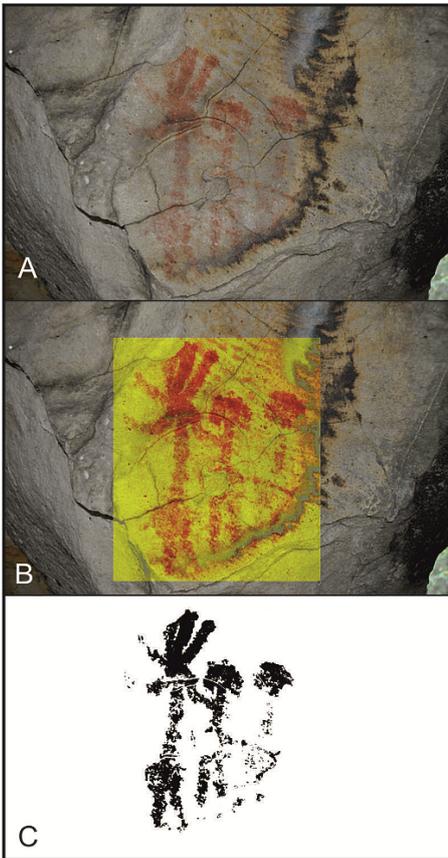


Imagen 4: A Panel de la Cueva del castaño VII. B, Imagen tratada. C, Calco digital

### Recapitulación

En resumen, el uso de la tecnología digital en la investigación de la pintura rupestre en la provincia de Cádiz ha supuesto una excelente ayuda al investigador. Estas técnicas han demostrado eficacia tanto como herramienta de documentación y registro como de investigación a través de la experimentación del tratamiento digital de la imagen y siempre dentro de un proceso metodológico

riguroso. Además, con la documentación digital evitamos las carencias naturales de la percepción humana a la vez que aumenta la posibilidad de apreciar las formas de la imagen, aportando a esa primera visualización más datos sobre los que basar las conclusiones científicas y todo ello sin tocar el panel pictórico. Por otra parte, el uso de las nuevas tecnologías nos provee de la herramienta más eficiente para llevar un registro histórico de degradación y/o alteración del bien patrimonial en aras a establecer acciones de conservación del mismo.

Igualmente, queremos insistir en la necesidad de la elaboración de un protocolo metodológico en todo el territorio español para la reproducción, documentación y conservación digital de las imágenes en el ámbito de la investigación del arte prehistórico, que ayuden a superar las heterogeneidad de los procesos de documentación gráfica existentes y garantice la fiabilidad y la calidad de cualquier actividad científica, ajustando los sistemas de representación a una norma común que promueva la estandarización de un registro válido. A su vez, esta documentación debe responder a unos criterios mínimos asumibles por todas las administraciones e instituciones dedicadas al estudio de las manifestaciones prehistóricas y debe servir para la gestión integral del bien patrimonial.

### BIBLIOGRAFÍA

BERGMANN, Lothar: “Tratamiento de imágenes por ordenador: Aplicaciones en la investigación del Arte Rupestre”, *Computadora* (Revista de difusión informática), Noviembre, Cádiz, 1996.

Manual Corel® PHOTO-PAINT™ X5. (Incluido en CorelDRAW Graphics Suite X5) (c) 2010 Corel Corporation.

MONEVA MONTERO, M<sup>a</sup> D.: “Primeros sistemas de reproducción de Arte Rupestre en España”, *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie I Prehistoria y Arqueología t.6, Madrid, 1993, pp. 413-442.

MONTERO RUIZ, I. y otros: “Técnicas digitales para la elaboración de calcos de Arte Rupestre”. *Trabajos de Prehistoria*, 55, nº1,1998, pp. 155-169.

VICENT, J. M.: “La digitalización del archivo de arte rupestre post-paleolítico del Departamento de Prehistoria del Centro de Estudios Históricos (CSIC)”, Madrid. *Boletín del Instituto Andaluz de Patrimonio* 7, 1994, pp. 40-43

VICENT, J.M. y otros: “Aplicación de la imagen multiespectral al estudio y conservación del arte rupestre postpaleolítico”, *Trabajos de Prehistoria*, 53 (2), Madrid, 1996, pp. 19-35.

---

<sup>1</sup> **AGEDPA. Asociación Gaditana para el Estudio y la Defensa del Patrimonio Arqueológico.**

**asociacion.agedpa@gmail.com**

<sup>2</sup> RAW y NEF son formatos de archivo digital de imágenes sin comprensión que contiene la totalidad de los datos de la imagen. Las cámaras que soportan dichos archivos normalmente vienen con su propio software para la conversión a otros formatos como TIFF o JPEG. Adobe Systems Inc. en 2004 publicó en formato abierto y gratuito el DNG, archivo soporte estándar para imágenes de negativo digital. A su vez, en 2005 surge openRAW, otro intento de estandarización de formatos como software libre.

<sup>3</sup> **Durante todos estos años de investigación hemos experimentado con Corel PHOTO-PAINT® ver.10**

**(2000); ver. X3 (2006) y la última utilizada ver. X5 (2010).**