

# Aplicación del plugin DStretch para el programa ImageJ al estudio de las manifestaciones pictóricas del abrigo Riquelme (Murcia)

*Application of plugin D-Stretch for Image-J for the research of rock art paintings of abrigo Riquelme (Murcia)*

Francisco Javier Martínez Collado<sup>1</sup>, Antonio Javier Medina Ruiz<sup>2</sup> y Miguel San Nicolás del Toro<sup>1</sup>

1 · Centro de Estudios de Prehistoria y Arte rupestre, Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. 2 · Museo Arqueológico Municipal Jerónimo Molina (Jumilla).

## RESUMEN

El abrigo Riquelme (Jumilla, Murcia) fue descubierto en noviembre del año 2009. En su documentación se ha empezado a aplicar la extensión *DStretch* para el programa *ImageJ*, creada por el Dr. Jon Harman. Su principio operativo consiste en la intensificación, plasmada en una imagen de falsos colores, del contraste de diversas variables presentes en un archivo gráfico digital. *DStretch* facilita la detección de pigmento e identificación de pictografías, ayuda en la definición morfológica de las figuras, permite profundizar en el análisis técnico y estilístico de las pictografías y resulta valioso en el diagnóstico del estado de conservación tanto del registro pictórico como del soporte.

## ABSTRACT

The Riquelme rock shelter (Jumilla, Murcia, Spain) was discovered in November 2009. We began to use *DStretch* plugin for *ImageJ*, developed by Dr. Jon Harman, in the recording of the rock art of this site. *DStretch* plugin is based on the enhancement of the contrast among different variables taken from a digital picture, producing a false colour image. *DStretch* makes easier the detection of faint pictographs and pigments, and may help in the morphological characterization of pictographs as well. It may also be used for deeper analysis of pictorial technique and style of rock art figures, and is useful for diagnosis of preservation of rock paintings and bedrock.



## INFORMACIÓN • INFORMATION

### Palabras clave

DStretch, abrigo Riquelme, Jumilla, documentación, arte rupestre

*Recibido* · diciembre 2010

*Aceptado* · enero 2011

*Revisado* · diciembre 2013

### Keywords

DStretch, Riquelme rock shelter, Jumilla, recording, rock art

*Received* · December 2010

*Accepted* · January 2011

*Revised* · December 2013

## 1. EXTENSIÓN *DSTRETCH* PARA EL PROGRAMA *IMAGEJ*

### 1.1. Presentación

El *plugin DStretch* es una herramienta informática creada por Jon Harman para el procesado específico de imágenes fotográficas de arte rupestre. Ha sido desarrollado como extensión del programa *ImageJ*.

*DStretch* opera procesando de forma automatizada las variables cromáticas presentes en un archivo gráfico, de modo que consigue definir con gran precisión cualquier contraste de tono, valor y saturación entre los colores de una imagen, ayudando al estudio detallado de cualquier rastro pictórico, especialmente de aquellos difícilmente apreciables para el ojo humano.

### 1.2. Historia de su desarrollo

*ImageJ* es un programa de procesamiento y análisis de imágenes basado en lenguaje Java creado por el National Institute of Mental Health (NIMH) del U.S. Department of Health & Human Services en 1997 y ampliamente utilizado en investigación y diagnóstico médico, si bien los antecedentes se basan en los trabajos del Jet Propulsion Laboratory del California Institute of Technology de la NASA, que aplicaba la técnica para el procesado de imágenes aéreas y espaciales, como por ejemplo, las de la sonda Mars Rover en Marte.

Jon Harman, doctor en matemáticas especializado en el diseño de algoritmos utilizados en la creación de imágenes médicas y en el análisis estructural de imágenes, además de investigador de arte rupestre, modifica y desarrolla esta téc-

nica de forma específica para la investigación en arte rupestre a través de la creación en el año 2004 del *plugin DStretch* para el programa *ImageJ*.

El *plugin DStretch* fue presentado al público en marzo de 2005 en una reunión de la Sociedad de Arqueología de California en Sacramento. Es ofrecido por el doctor Jon Harman desde su página web (<http://www.dstretch.com>), junto a toda la información necesaria, los ejemplos y tutoriales para su instalación y utilización.

### 1.3. Descripción

El *plugin DStretch* es una extensión, como se ha dicho más arriba, del programa *ImageJ*. *ImageJ* se puede obtener de forma gratuita desde la página web <http://rsbweb.nih.gov/ij/index.html> del propio NIMH. Este programa está desarrollado en lenguaje Java y su código abierto permite a la comunidad científica su constante mejora y adaptación a necesidades específicas. La capacidad de trabajo con múltiples tipos de archivos gráficos (raw, jpeg, tiff, png, gif, etc.) en diferentes plataformas operativas (Windows, Linux, Mac OS X), lo convierte en una herramienta muy versátil y con amplias capacidades de procesado y análisis.

El principio operativo del *plugin DStretch* consiste en la intensificación, plasmada en una imagen de falsos colores, del contraste de las variables cromáticas presentes en un archivo gráfico. La extensión presenta tres interfaces diferentes: una simple, otra en modo experto y un panel de máscara de tono.

La interfaz simple permite las siguientes operaciones:

- procesado de la imagen a partir de ocho espacios de color adaptados a aquellos más útiles en el aná-

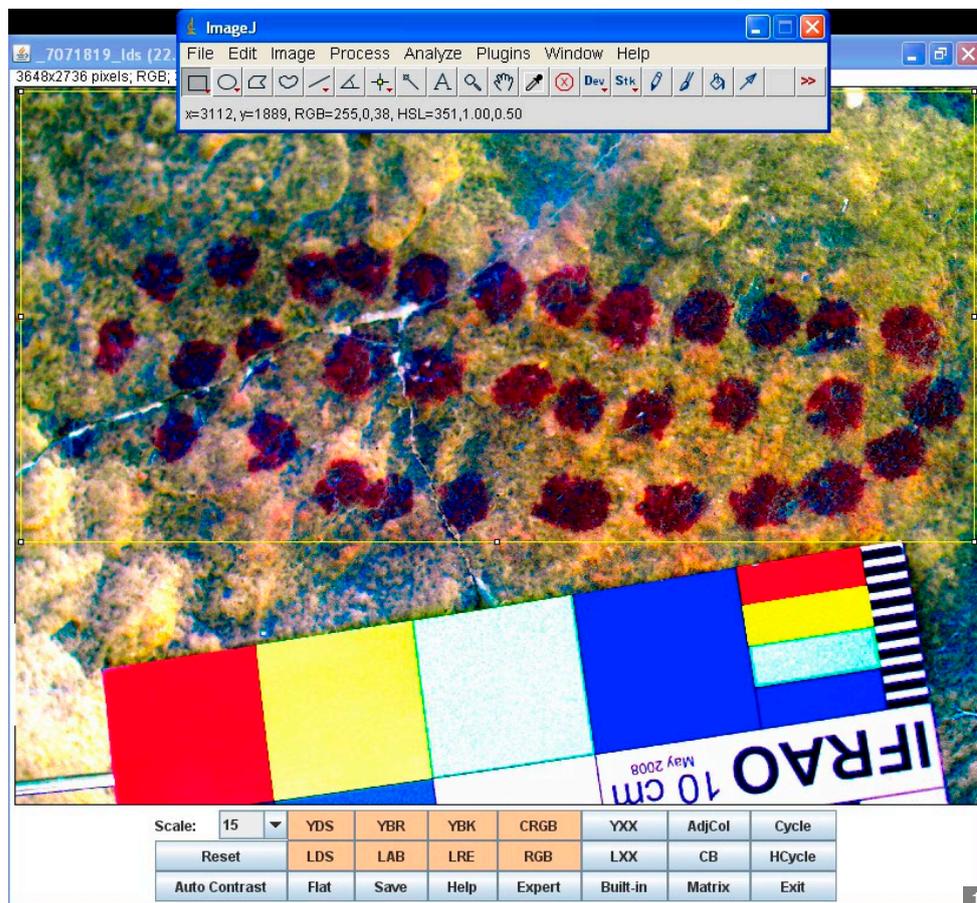


Figura 1 · Diversos procesos de captura y visualización de datos sobre superficies grabadas, llevadas a cabo por el IIPC

lisis de rojos y negros, los colores más habituales en el arte rupestre, (comandos YDS, YBR, YBK, CRGB, LDS, LAB, LRE y RGB).

- variación de la intensidad del efecto aplicado.
- creación de espacios de color personalizados.
- ajuste de saturación y suavizado cromático.
- ciclo de espacios de color prefijados.
- ciclo de transformaciones de tono.
- creación de matrices.
- uso de matrices preseleccionadas.

El modo experto permite básicamente implementar los distintos espacios de color prefijados a partir de las matrices de covarianza o correlación. Da también la opción de utilizar otro nuevo paquete de filtros.

Por último, el panel de máscara de tono permite superponer a la imagen original el color realzado, lo cual resulta útil para resaltar sobre el soporte la pictografía correspondiente (Fig. 1).



## 2. EL ABRIGO RIQUELME

### 2.1. Situación

El abrigo Riquelme fue descubierto en noviembre de 2009 en el transcurso de una prospección vinculada a la revisión de la Carta Arqueológica de la Región de Murcia. Se localiza en el sector suroriental del término municipal de Jumilla, en el ámbito de la rambla de la Raja, un paso natural entre la vega alta del Segura y el Vinalopó Medio (Alicante), situado entre las comarcas naturales de la cuenca Abanilla-Fortuna y el altiplano Jumilla-Yecla, respectivamente al Sur y Norte (Fig. 2).

El abrigo Riquelme, de origen mioceno, es de caliza bioclástica con abundantes fósiles marinos, junto a otro reciente descubrimiento de pinturas esquemáticas en la sierra de la Pila (Abarán) (Alonso y Grimal 2007) representa hasta la fecha el área de dispersión más suroriental de pinturas rupestres en la Región de Murcia.

### 2.2. Descripción del abrigo

El abrigo Riquelme se orienta al NNE, tiene una superficie próxima a 10 m<sup>2</sup> conformando en planta un único espacio de tendencia ovalada salvo al fondo en el que se definen dos lóbulos de similares dimensiones. La entrada, con forma de tendencia circular, tiene un alzado de 3 m, altura que decrece considerablemente hacia el interior, distinguiéndose en

2

Figura 2 - Localización del abrigo Riquelme.

Figura 3 - Vista desde el exterior del abrigo Riquelme



3

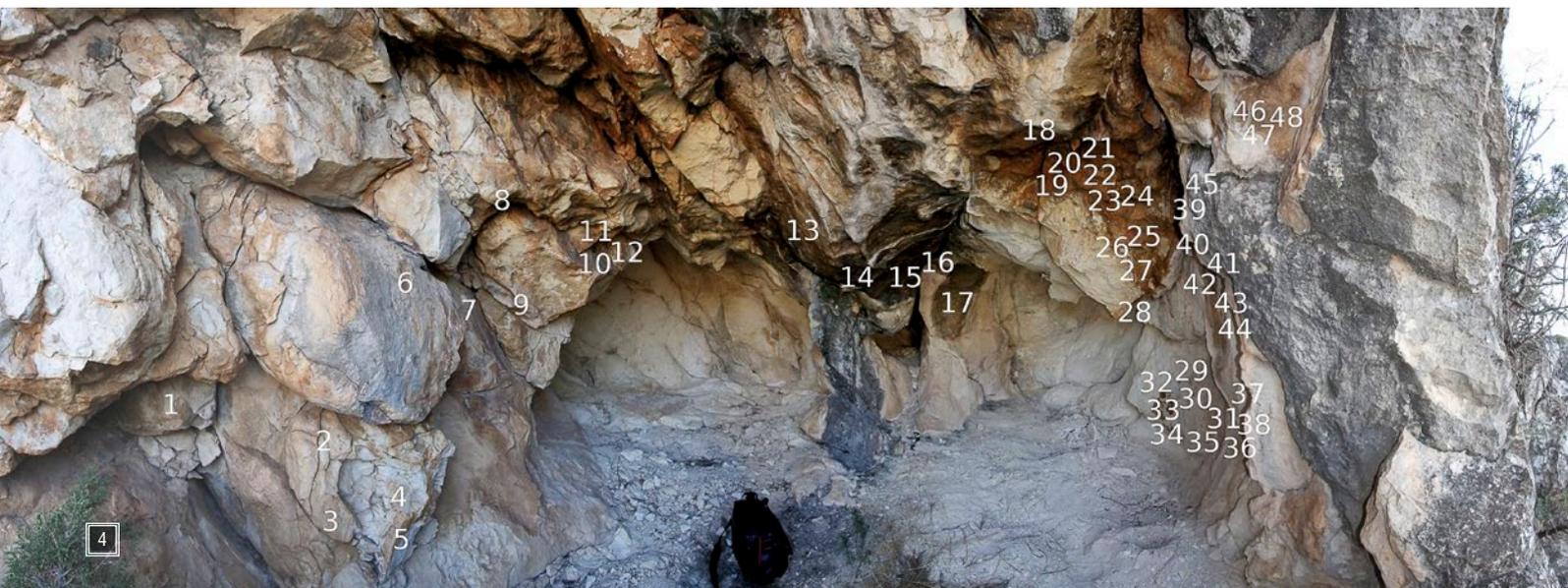


Figura 4 · Panorámica de la cavidad y localización de registros pictóricos

la bóveda un marcado resalte central (Fig. 3). El suelo tiene inclinación descendente hacia el exterior, se compone de un sustrato formado exclusivamente por los desprendimientos del soporte, no habiéndose constatado hasta la fecha materiales arqueológicos ni indicios de ocupación.

La roca aparece muy fisurada restando una matriz de bloques poco cohesionados, con marcadas cicatrices y parcialmente desprendidos que ha condicionado una superficie de pared muy irregular, definida por una consecución de planos perpendiculares, salientes y recovecos que no son ajenos a la disposición y articulación de las figuras pintadas. En otro orden, el soporte también presenta algunas coladas calcínicas, actualmente no activas, que, como se apuntará, sirvieron de base para algunas figuras pintadas; sectores del techo han sido colonizados por comunidades de *Fungi* que ocultan varias pinturas. La superficie rocosa poco consistente y meteorizada experimenta procesos de descamación y craquelado, por otro lado el intemperismo, más intensificado en la pared oriental donde incide el sol de la tarde, ha significado la pérdida de intensidad del pigmento.

### 2.3. Descripción general de los registros pictóricos

Se han documentado un total de 48 registros pictóricos, referidos al número mínimo de figuras pintadas, distribuidos en mayor o menor medida por todo el abrigo, no observándose en zonas más altas de la bóveda y en los lóbulos que configuran el fondo de la cavidad, sectores estos últimos donde la meteorización ha sido tan intensa que no se conservan superficie patinada antigua. La mayor parte de las figuras pintadas se localizan en la pared occidental 31 registros (nº 18 a 48), la pared oriental, de similares dimensiones tan solo alberga 12 representaciones (nº 1 a 12), mientras que al fondo de cavidad, dispuestas en el tabique de separación entre los lóbulos y en la cresta de la bóveda, se han encontrado 5 figuras (nº 13 a 17). Las pinturas se disponen de forma aislada o agrupadas, formando conjuntos, siendo difícil establecer composiciones o relaciones entre las figuras; del mismo modo se observa una

amplia variabilidad en la altura con respecto a la pared, encontrando registros tanto próximos a la rasante, como a más de 1,80 m de altura, si bien un gran número se hallan en la mitad inferior de la pared. En esta línea, la dirección del plano del soporte rocoso utilizado para pintar tampoco es homogénea pudiendo ser vertical, oblicua u horizontal, aspecto que significa modificar el plano de visión para definir las relaciones espaciales entre las diferentes figuras pintadas o la propia cavidad; en otras ocasiones la visibilidad de la representación es prácticamente nula y contraria a la perspectiva, ilustrativo es el caso del registro nº 28 que se oculta tras un resalte orientado a la pared de la que dista escasos centímetros. Tras lo expuesto el modelo de dispersión de figuras es opuesto a la concentración en paneles, más bien muestra un reparto espacial expansivo, al ocupar o disponer de la mayor parte de los planos de visión, y articulado con la propia configuración física del abrigo (Fig. 4).

Dentro del conjunto de pictografías del Abrigo Riquelme se pueden encontrar restos, que se refieren a retazos de pigmento pertenecientes a figuras muy degradadas (registros nº 1, 2, 6, 27, 30, 35 y 47), manchas, en relación con representaciones indefinidas, difusas o informes, figuras de trazo simple o figuras compuestas, respectivamente figuras representadas por uno o por varios trazos. Si se analiza el registro pictórico desde el punto de vista formal, en concreto de las figuras de trazo simple y figuras compuestas, se descubre una compleja tipología que dificulta su ordenación, pese a todo se ha desarrollado un modelo de clasificación, primera síntesis que sin duda será objeto de revisión en la medida que se avance en el estudio y discusión de estas pinturas rupestres. La clasificación morfo-temática de las pictografías es la siguiente:

1. Manchas y disoluciones.
2. Trazos longitudinales.
3. Alineaciones de puntos.
4. Cruciformes.
5. Representaciones oblongas/ovaladas de puntos de articulación geométrica.

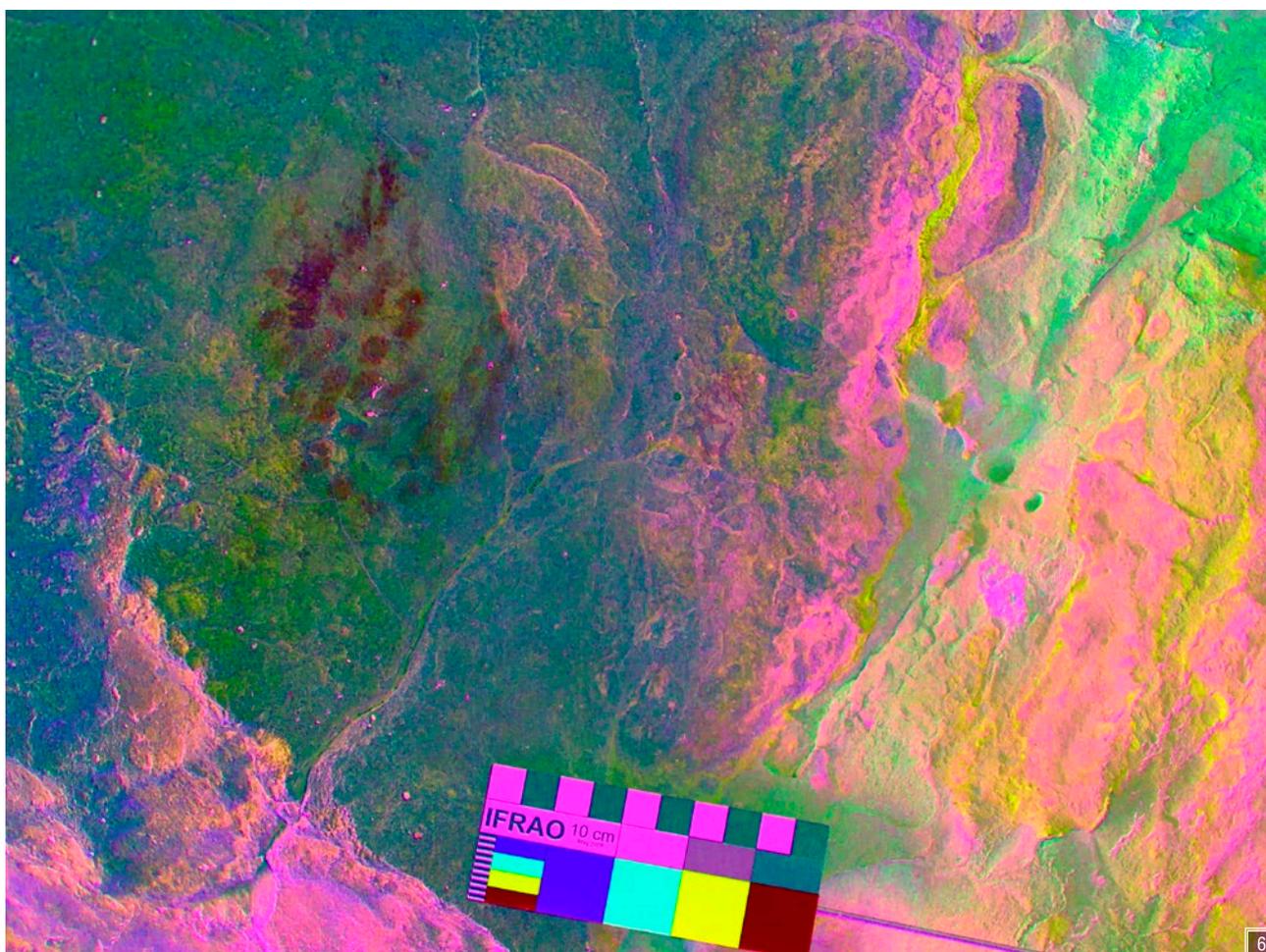
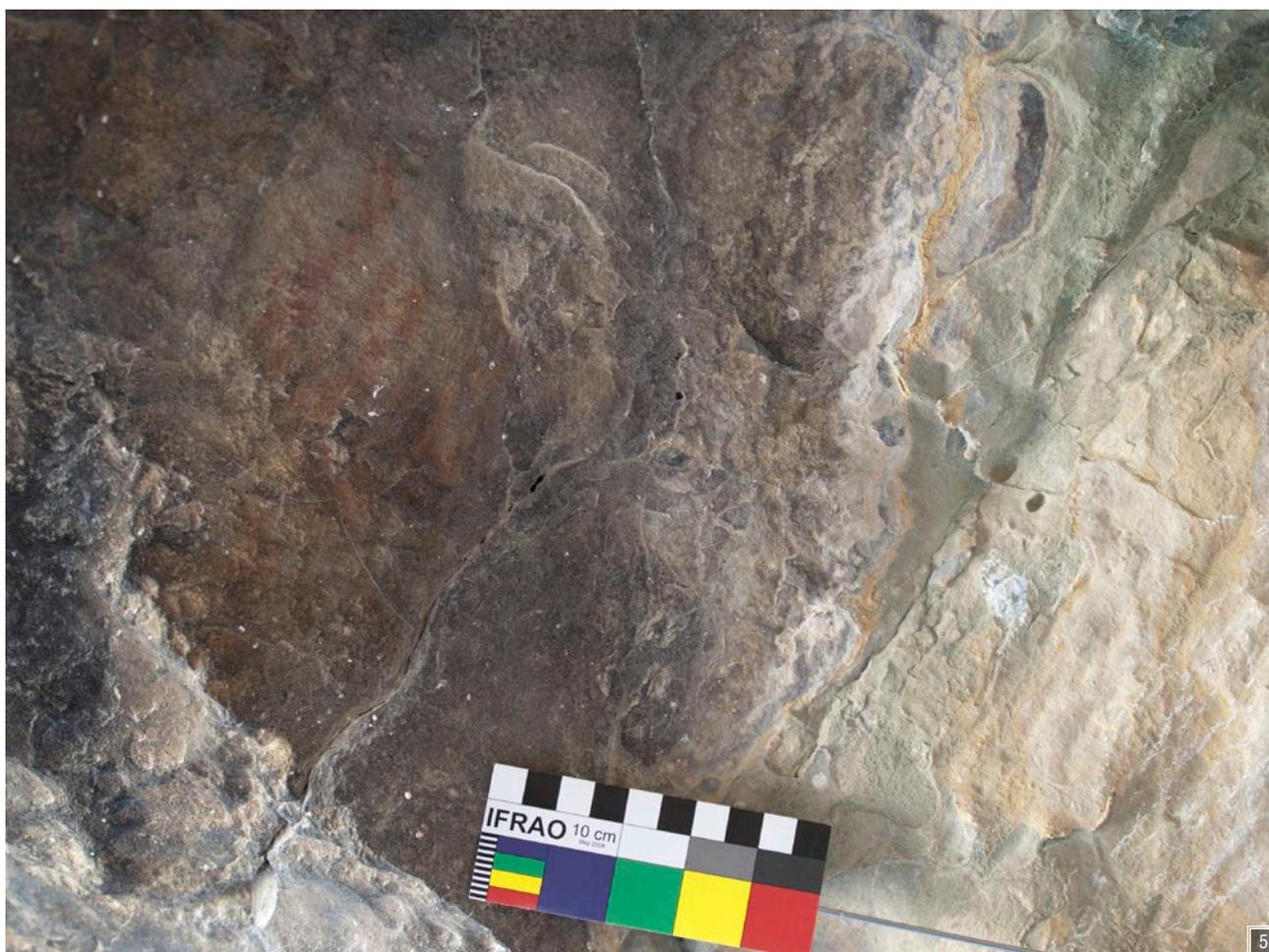


Figura 5 · Registro nº16.

Figura 6 · Registro nº 16. Filtro CRGB. Escala 15. DStretch

6. Agrupaciones/ racimos de puntos.

7. Pectiniformes.

Lo más destacado son representaciones bícromas en color rojo y negro, el empleo mayoritario del punto en la realización de las figuras y una iconografía poco frecuente en ámbito del SE peninsular. Frente a esto hay un grupo de figuras claramente identificables con el estilo esquemático sobre las que se ha fundamentado la clasificación estilística del abrigo Riquelme.

### 3. ESTUDIO DE LOS REGISTROS PICTÓRICOS DEL ABRIGO RIQUELME CON EL *PLUGIN DSTRETCH PARA IMAGEJ*

#### 3.1. Método de aplicación

El acceso al programa se realiza a través de la página web (<http://www.dstretch.com>) creada por Jon Harman para su difusión, proporcionándose el archivo ejecutable del *plugin* a través del correo electrónico. En el abrigo Riquelme se

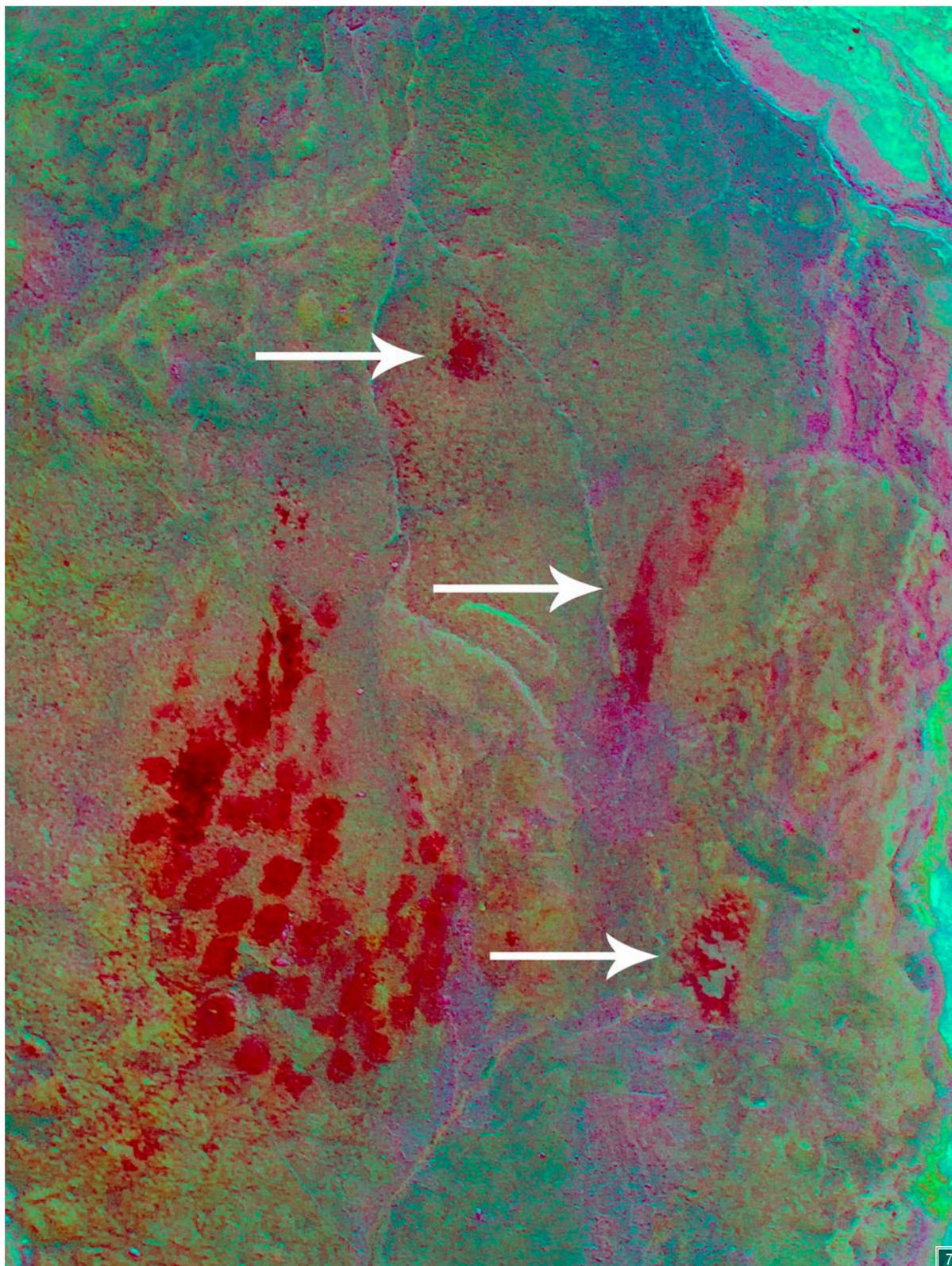


Figura 7 · Registro nº 16. Filtro BTN2. Escala 15. DStretch. Se señalan con flechas los restos de pigmento inicialmente no detectados

iniciaron las primeras prácticas de aplicación en el mes de diciembre de 2009, cuando la documentación se encontraba en fase inicial, integrándose en la metodología de trabajo una vez experimentadas sus posibilidades.

De forma sumaria se puede indicar que la incorporación metodológica de la nueva herramienta se sustanció en los siguientes aspectos:

#### A. Prospección de superficies

La capacidad del *plugin* de detectar mínimos rastros de pigmento, incluso inapreciables a simple vista, en condiciones de deterioro importantes tanto del pigmento como del soporte, obliga a replantearse los procedimientos de prospección de las superficies susceptibles de contener restos pictóricos.

1. Se llevaron a cabo rastreos extensivos de zonas que se consideraron idóneas para contener registros pictóricos. La idoneidad se estableció según el criterio de semejanza con otros soportes en cuanto a dimensiones, textura, composición geológica y ubicación espacial en los que se han documentado registros. Por otro lado, se consideraron también los contrastes cromáticos relevantes del soporte.

El procesado de las fotografías de las superficies prospectadas, en el caso del abrigo Riquelme, no ha proporcionado, sin embargo, nuevos registros. La práctica parece indicar que el método más efectivo sigue consistiendo en una prospección visual concienzuda que detecte los primeros indicios de pintura, a partir de ese momento *DStretch* amplía extraordinariamente las posibilidades de definición de lo detectado y revela restos de pintura inicialmente no percibidos.

2. Ampliación del área de prospección en torno a los registros:

Una vez identificada la presencia de pigmento, una documentación fotográfica minuciosa del área adyacente y su posterior procesado –destacamos la importancia de una escala de rastreo con óptica macro, en la que el rendimiento de *DStretch* proporciona excelentes resultados– producen casi sistemáticamente la detección de nuevos restos pictóricos, aquellos que con frecuencia suelen pasar desapercibidos o se subestiman en la documentación del arte parietal.

3. Por último, el análisis de los resultados orienta nuevas prospecciones del soporte.

#### B. Proceso de registro fotográfico

La documentación fotográfica del abrigo Riquelme fue llevada a cabo con cámaras digitales Olympus E520 y con ópticas Zuiko Digital 35mm 1:3.5 Macro y Zuiko Digital 17.5-45mm 1:3.5-5.6, incorporando en las tomas la escala cromática de la Internacional Federation of Rock Art Organizations (IFRAO) en su versión del año 2008.

En la medida de lo posible nos ceñimos a las indicaciones que el propio Dr. Harman proporciona para obtener tomas fotográficas adecuadas al procesamiento con *DStretch* y que son las siguientes:

1. Cámara: un sensor más grande es mejor, los DSLR son buenos. La calidad de las lentes es también importante.
2. Megapixel: un valor más alto no es necesariamente mejor, si bien por defecto es recomendable el valor más elevado, especialmente si la toma se realiza en JPEG.
3. Los mejores formatos son tiff o raw.
4. Utilizar el ISO más bajo en posición manual.
5. Usar flash en condiciones de baja luminosidad y evitar la luz directa.

#### C. Procesamiento de las imágenes

Una vez realizadas las fotografías la mecánica de su procesamiento ha seguido los siguientes pasos:

1. Análisis de las características generales de la imagen: evaluación general de los valores cromáticos a través del histograma.
2. Rutinas de mejoramiento de la imagen: saturación, brillo, contraste, balance de blancos, etc.
3. Rutina de aplicación comparada de espacios de color.
4. Obtención de conclusiones: grado de definición de la pictografía proporcionado por el filtro, hallazgo de pigmento, detalles susceptibles de re-fotografiado con óptica macro, etc.
5. Aplicación de controles personalizados con fines de procesamiento definidos: creación de espacios de color personalizados, aplicación de las variables de covarianza y correlación, uso de la escala de tonos, reintegración de la pictografía mediante la máscara de tonos, etc.
6. Revisión de los motivos in situ y toma de nuevas fotografías.

### 3.2. Resultados de la aplicación

#### A. Detección ampliada de pigmento

El procesamiento con *DStretch* de las tomas obtenidas mediante un rastreo fotográfico minucioso de las áreas en las que una primera prospección detectó presencia de pigmento ha permitido, la mayoría de las veces, identificar otros restos pictóricos, inapreciables en primera instancia, y que habitualmente pasan desapercibidos o, peor aún, no son tenidos en cuenta.

Un principio metodológico básico en el estudio del abrigo Riquelme ha sido, pues, el de detectar y estudiar cualquier mínimo rastro pictórico e interpretar los usos diferenciados en la aplicación del pigmento sobre el soporte: desde la mera representación ideográfica a un amplio abanico de acciones pictóricas de interpretación variada (marcar, manchar, tachar, retocar, restregar, etc.). La consideración integral del pigmento muestra que la acción pictórica responde a un entramado de motivaciones complejo, más allá de la mera figuración de motivos.

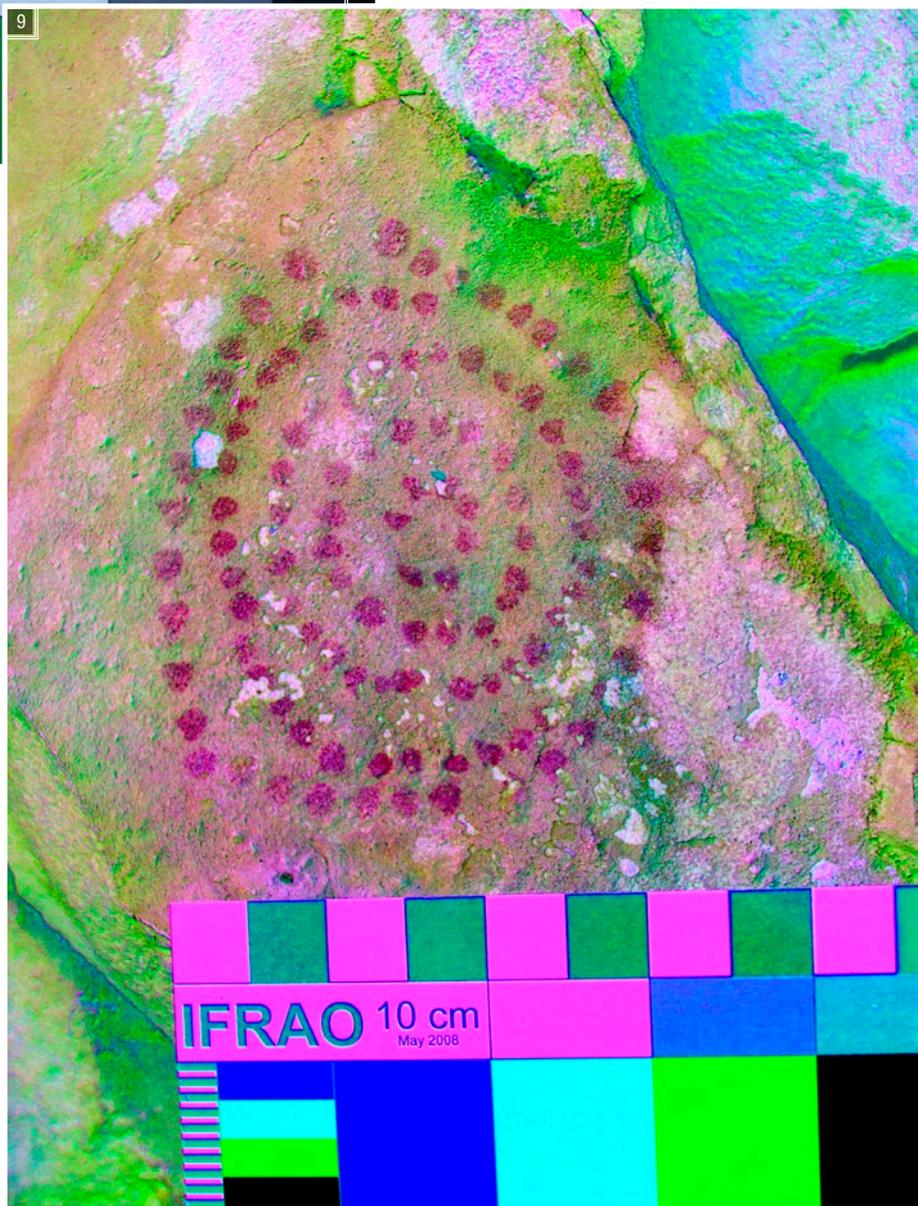


Figura 8 · Registro nº 3.  
Figura 9 · Registro nº 3 . Filtro  
aplicado: CRGB. Escala 15.  
Dstretch

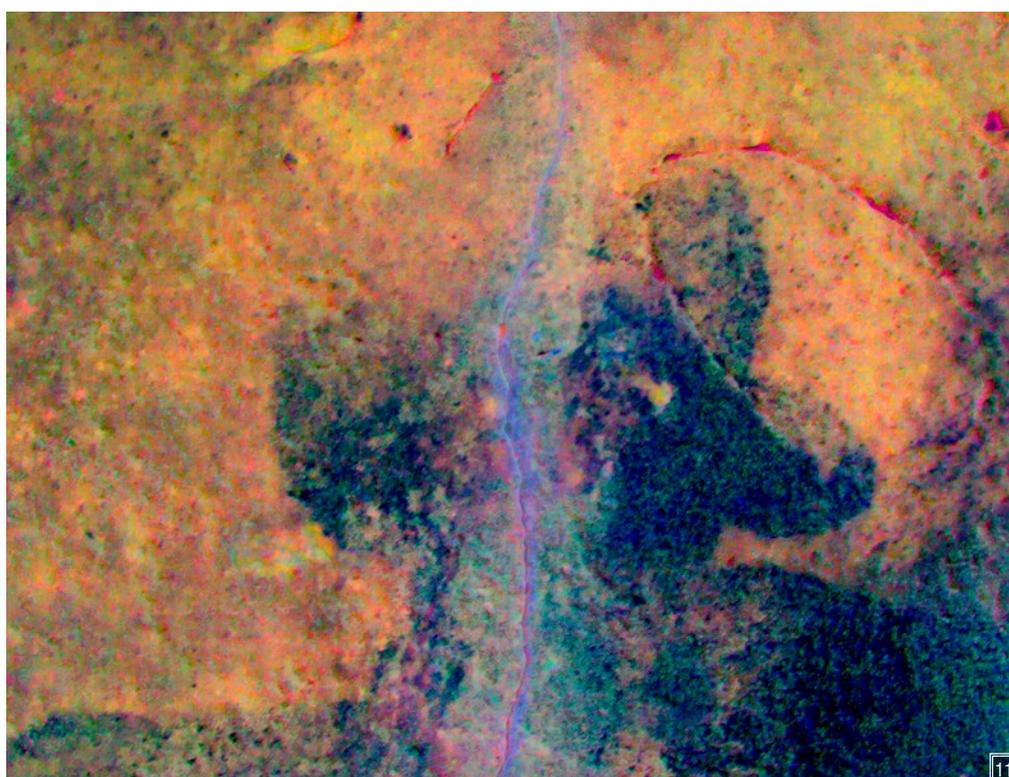
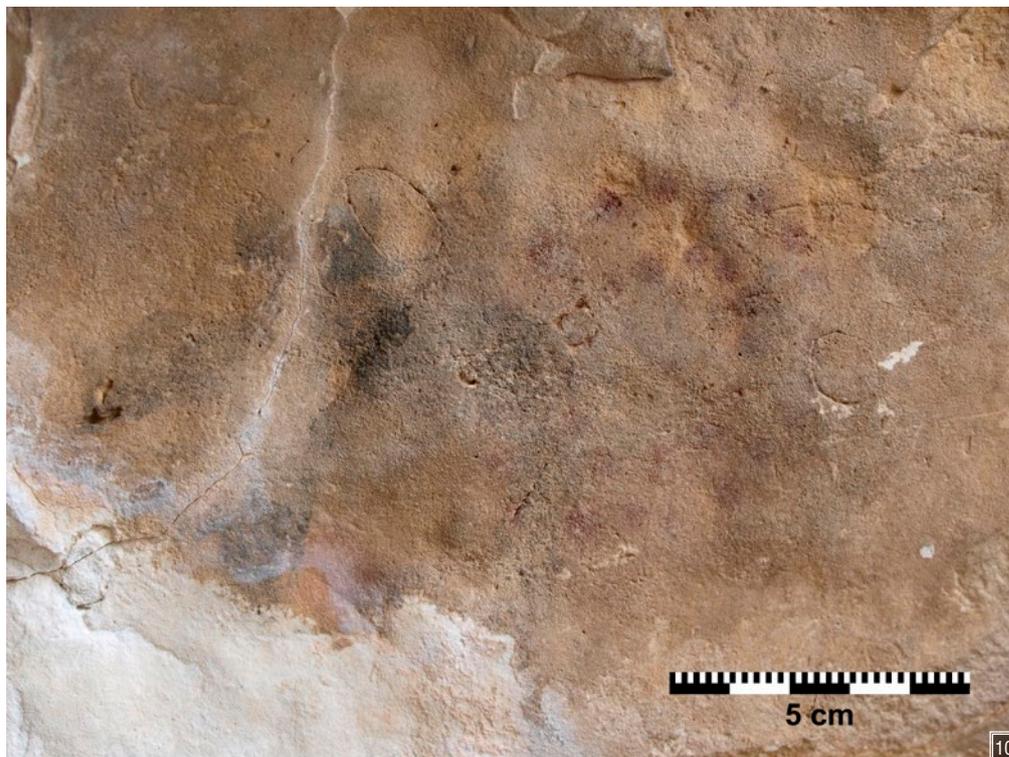


Figura 10 · Registro n° 46, 47 y 48.

Figura 11 · Detalle de la parte superior del registro 46. Filtro YBK. Escala 15. DStretch

El registro n° 16 (Fig. 5) se ubica en el sector central del abrigo, en uno de los laterales del tabique de separación entre los dos pequeños ábsides que conforman el fondo del abrigo. Una primera aproximación nos permitió detectar difusas manchas de pigmento rojizo. Tras el procesamiento de las imágenes con *DStretch*, se hizo patente la complejidad del registro (Fig. 6).

Además de una mayor definición del conjunto de puntos con perfil de tendencia ovalada, y de una serie de acciones pictóricas: lavados, pigmento corrido etc. en torno a

él, fue posible documentar varios restos de pigmento más, inicialmente no detectados (Fig. 7). Un rastreo fotográfico con objetivo macro permitió definir con mayor precisión dichos restos.

#### B. Mejora en el reconocimiento de pictografías

*DStretch* permite la obtención de datos visuales más completos que hacen posible establecer hipótesis más precisas y mejor fundamentadas sobre la definición formal de las pictografías.



Figura 12 · Registro nº 15.

Figura 13 · Registro nº 15. Filtro BTN1. Escala 15. DStretch

El registro número 3 se encuentra en la pared oriental del abrigo. Es una zona que recibe insolación directa al caer la tarde, por lo que el soporte se encuentra especialmente dañado y el pigmento muy desvanecido (Fig. 8 y 9). *DStretch*, sin embargo, ha ofrecido una imagen muy definida de uno de los registros más completos del abrigo.

Del mismo modo, dado el buen rendimiento del *plugin* en tomas con óptica macro, es posible definir con precisión detalles que de otro modo resultarían confusos,

como por ejemplo el remate superior de la pictografía 46 (Fig. 10 y 11).

### C. Análisis de la técnica pictórica.

El análisis comparado de la aplicación de diferentes filtros sobre una misma imagen puede aportar datos importantes de índole técnica. Puede ser estudiada, de esta forma, la naturaleza material del pigmento, el modo de aplicación, el tipo de instrumento utilizado y la influencia

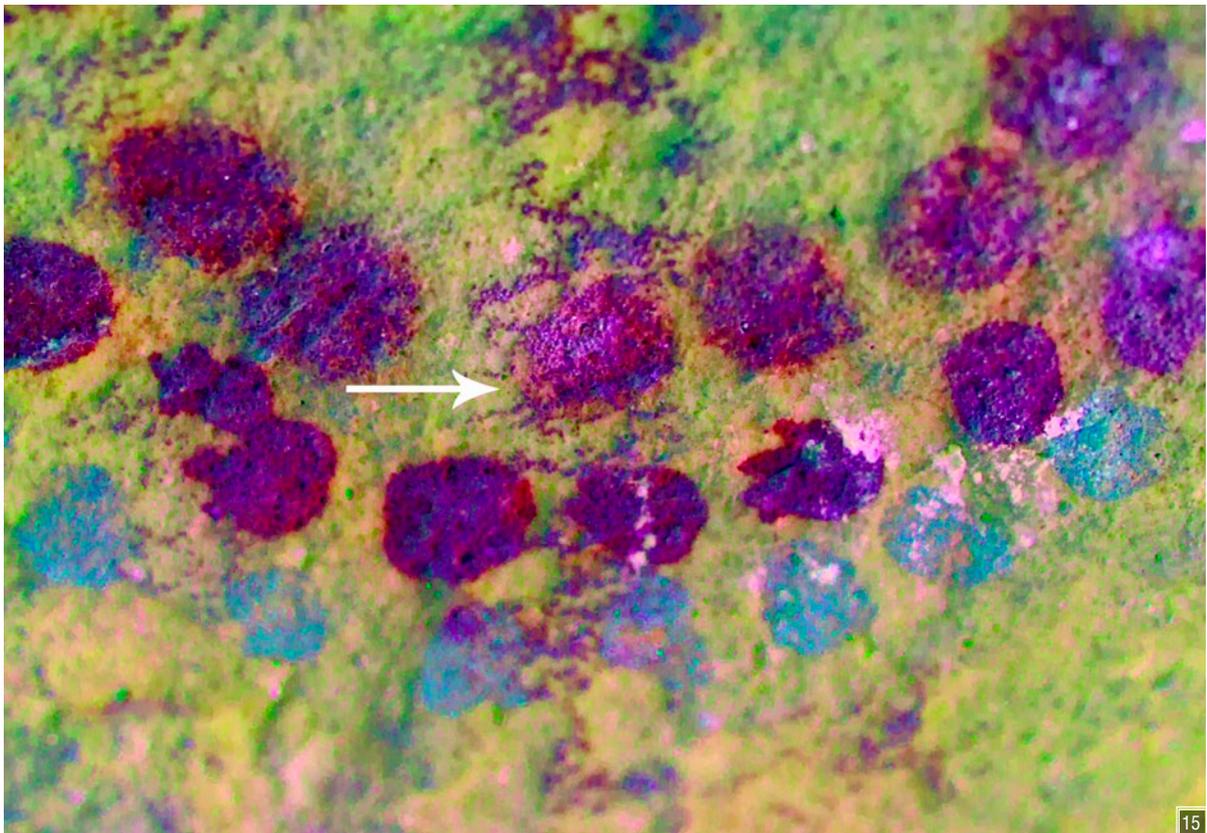
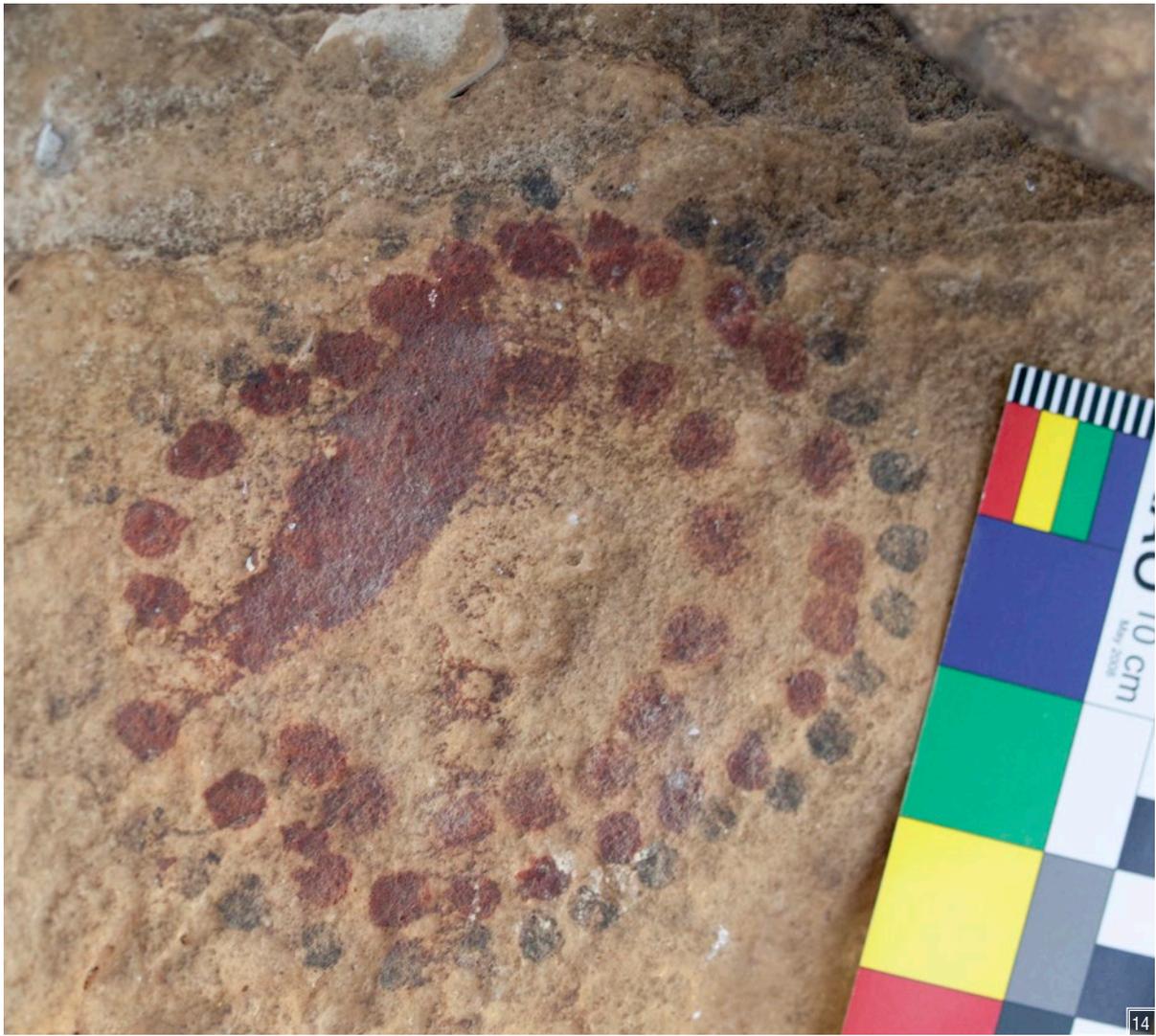


Figura 14 · Registro nº 21.  
Figura 15 · Registro nº 21. Filtro CRGB. Escala 15. DStretch

de las irregularidades del soporte. Se puede, del mismo modo, estudiar la interrelación entre diferentes pigmentos.

1. Análisis de las variaciones tonales, de saturación y valor de un mismo pigmento:

*DStretch* resalta los cambios de saturación y valor de un mismo tono, producto de la diferente carga de pigmento presente sobre el soporte. Ello nos permite analizar la sucesión estratigráfica de las aplicaciones del pigmento (superposición de marcas de uso: pinceladas, tamponados, marcas, etc.), así como los degradados tonales por descarga progresiva de la herramienta pictórica.

También nos permite valorar la influencia del soporte en la descarga de pigmento.

El registro número 15 fue localizado también en un lateral del tabique central del abrigo. El procesamiento con *DStretch* permite estudiar los degradados tonales de las hileras de puntos, producto de la descarga del pigmento tras sucesivas aplicaciones. A partir de ahí pueden inferirse direcciones de trazo y reconstruir las fases de diseño del pictograma (Fig. 14 y 15).

2. Análisis de las diferencias tonales entre pigmentos:

*DStretch* intensifica los contrastes entre tonos de pigmentos aparentemente semejantes, lo que permite diferenciarlos, ello resulta especialmente útil en la definición de las superposiciones y, por lo tanto,

en el establecimiento de hipótesis sobre los distintos momentos de ejecución de las pictografías.

Puede apreciarse la superposición de un trazo vertical sobre las alineaciones de puntos rojos y negros (Fig. 16).

3. Análisis de huellas de uso:

Las huellas de uso de los instrumentos utilizados para aplicar la pintura sobre el soporte pétreo pueden ser analizadas de forma más minuciosa con el *plugin*. En el caso del abrigo Riquelme, *DStretch* ha permitido registrar con precisión un amplio abanico de técnicas y herramientas pictóricas.

Los puntos del abrigo Riquelme fueron ejecutados mediante tamponado efectuado con pequeños palitos o ramitas. En ocasiones, como en la mostrada por la ilustración, es posible apreciar los perfiles irregulares producto de la aplicación del instrumento.

4. Estudio del soporte.

Por último, si centramos la atención del análisis en el soporte, *DStretch* resultará una herramienta muy válida para estudiar tanto la composición de la superficie rocosa (veladuras cálcicas, orgánicas, etc.), como el propio estado de conservación (desprendimientos de soporte, desprendimientos de pigmento, grietas, etc.) (Fig. 17 a 20).

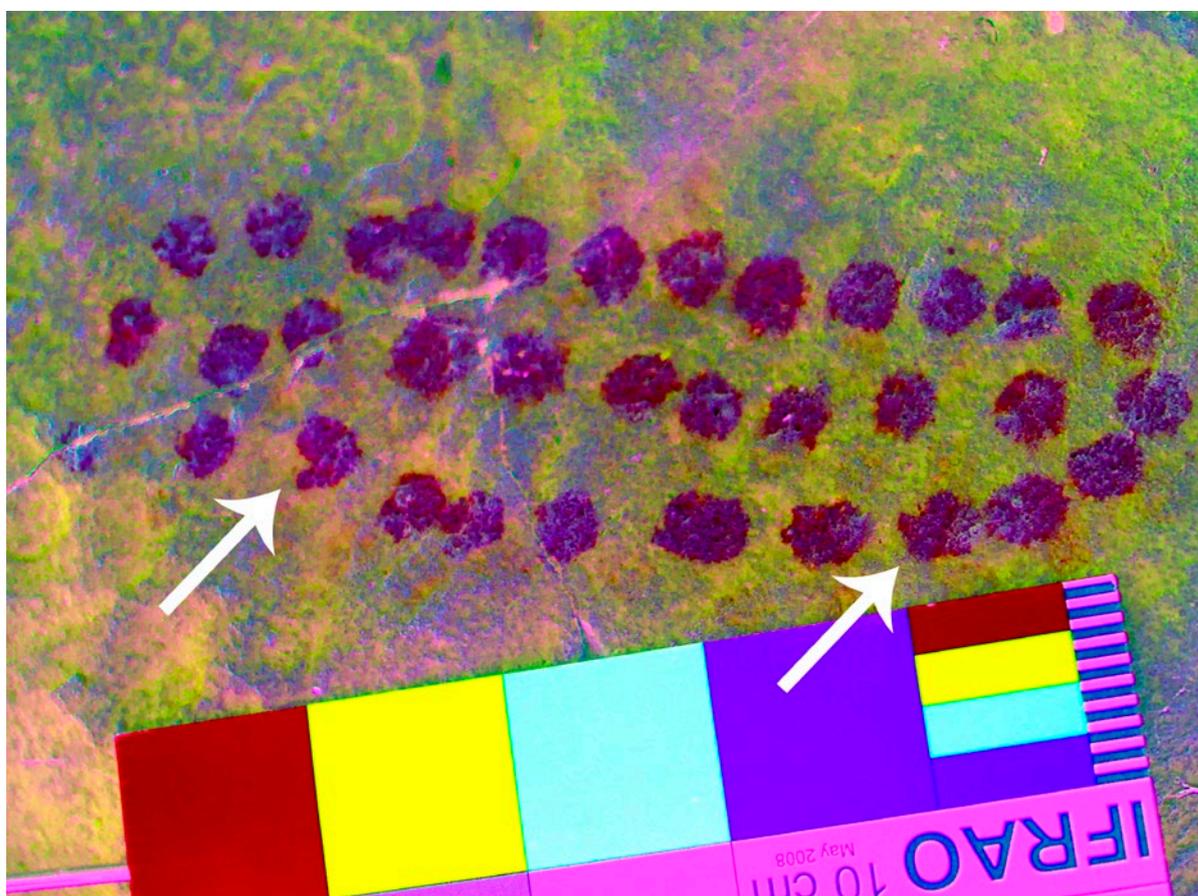


Figura 16 • Registro nº 41. Filtro CRGB, Escala 15. *DStretch*

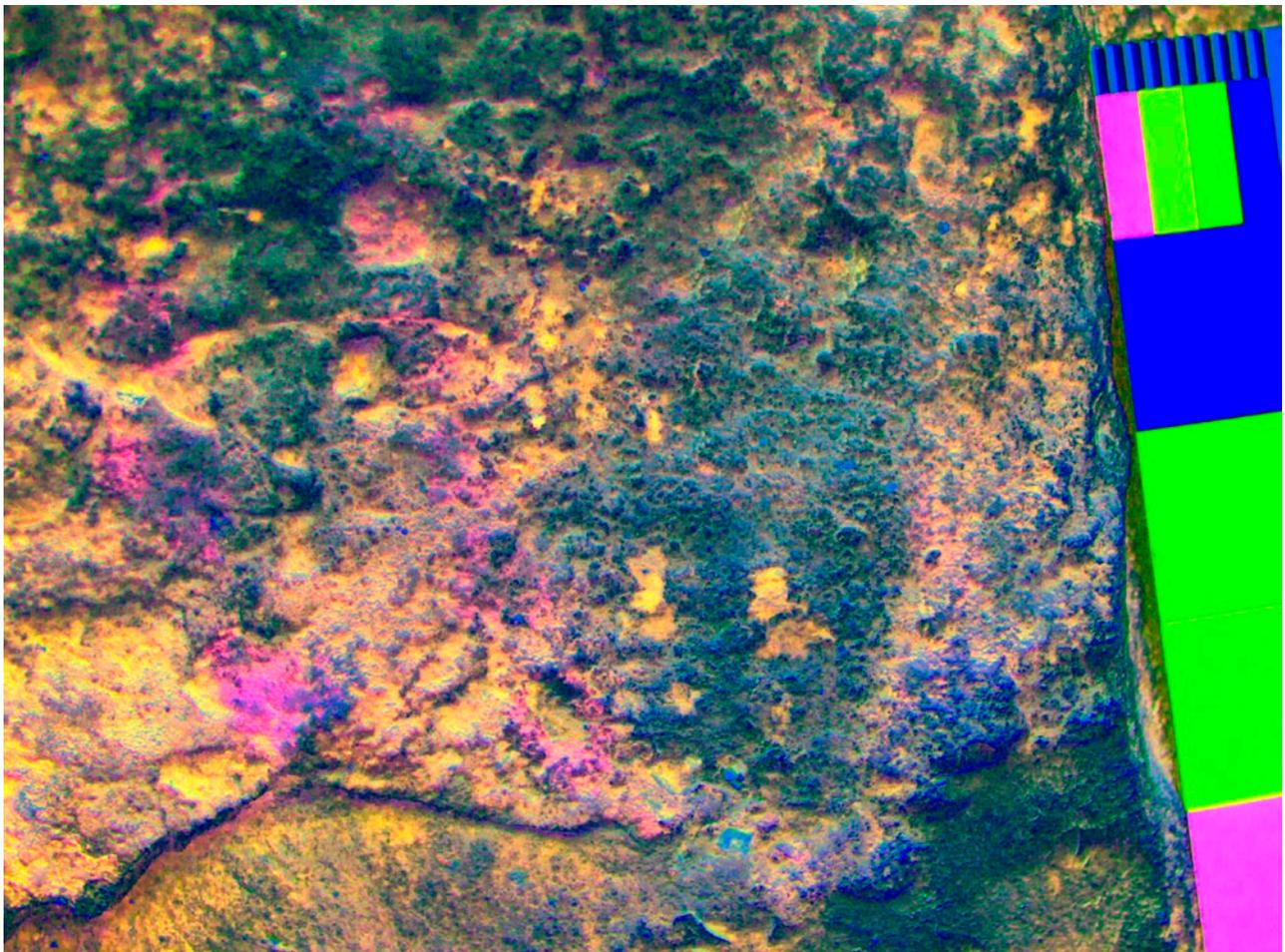


Figura 17 · Registro nº 14.

Figura 18 · Registro nº 14 con filtro YBK. Las zonas negruzcas corresponden a colonias de Fungi



Figura 19 · Registro nº 4

#### 4. DISCUSIÓN

Con la aparición y popularización de la informática ha cambiado en gran medida la documentación, el muestreo, la representación gráfica y edición del arte rupestre, en esta línea se enmarca el uso del *plugin DStretch* para el programa *ImageJ*.

Aunque se trata de una herramienta todavía en fase experimental que debe ser objeto de contrastación y debate por parte de estudiosos y foros especializados, el procesado de imágenes fotográficas con *DStretch* parte de una serie de premisas que difícilmente se pueden reunir en un mismo procedimiento metodológico:

1. Elemento objetivo: La unidad de documentación y el proceso de análisis es común y puede ser reproducida de forma sencilla, rápida, sin costes e ilimitada por cualquier usuario.
2. Relaciones con el soporte: El procedimiento de documentación *DStretch* no disocia el elemento de arte rupestre del soporte rocoso que lo integra, permitiendo una mejor percepción del objeto en su análisis y representación gráfica.
3. Conservación del registro: La documentación con *DStretch* no requiere el contacto directo con el elemento de arte rupestre, un factor de inestabilidad añadido,

pudiéndose incluso prescindir en ocasiones del proceso de humedecer para resaltar la intensidad cromática, que produce veladura por precipitación calcítica.

Desde el punto de vista de mejoras metodológicas el procesado de imágenes con *DStretch* se traduce en:

- Facilita la detección de pigmento e identificación de pictografías.
- Ayuda en la definición morfológica de las figuras.
- Profundización en el análisis técnico y estilístico de pictografías.
- Manejo de nuevas variables con implicaciones técnico-estilísticas de las figuras.
- Diagnóstico del estado de conservación del registro de arte rupestre y soporte rocoso.

Por otro lado, el empleo sistemático en el abrigo Riquelme ha puesto de manifiesto su carácter experimental, al menos en España, y el largo camino que queda por recorrer antes de su normalización y aceptación metodológica. De este modo, ha quedado patente que la documentación gráfica de una estación de arte rupestre con *DStretch* siempre es dependiente de una exploración visual previa de la superficie, no siendo factible la prospección aleatoria con el empleo directo de *DStretch*, al menos en el caso del abrigo Riquelme. Por otro lado, queda patente la ausencia de un protocolo en



Figura 20 · Registro n° 4. Filtro DStretch CRGB. Pueden apreciarse con más nitidez los desprendimientos de láminas en la parte superior de la imagen, así como la degradación alveolar de la parte derecha.

la secuencia de procesado de imágenes, quedando en la actualidad un tanto arbitraria la ejecución del programa y la definición de los parámetros empleados. En esta misma línea no está clara la validez del *plugin* en determinados soportes o condiciones físicas, por ejemplo los resultados son muy limitados en pictografías sometidas a agentes de cromatismo negrozco como ahumados o colonias de *Fungi*, echándose en falta modelos de ejecución de los filtros que componen el programa bajo diferentes casuísticas.

Pese a todo las perspectivas del *plugin* DStretch en el estudio del arte rupestre son inmejorables, a los óptimos resultados obtenidos hay que sumar el fácil acceso a la tecnología, la simplicidad y versatilidad de su manejo, las posibilidades de mejora técnica al tratarse de un programa de código abierto, así como su probable repercusión en grupos sociales no especializados que podrían acceder y usar un sistema de documentación gráfica de arte rupestre restringido hasta la fecha a círculos académicos.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

GILLESPIE, A.R., KAHLE, A.B. Y WALKER R.E. (1986). Color enhancement of highly correlated images. I. Decorrelation and HSI contrast stretches, *Remote Sensing of Environment*, 20: 209-235.

GUTIÉRREZ CALVACHE, D. A., GONZÁLEZ TENDERO, J. B., Y FERNÁNDEZ ORTEGA, R. (2009). Primera aplicación de DStretch-Image J. Mejora automatizada de la imagen digital en el arte rupestre cubano. *Rupestreweb*, <http://www.rupestreweb.info/dstretch-Cuba>. Consultada en diciembre 2010.

HARMAN J., DStretch. *Web Site for the DStretch plugin to ImageJ*. URL: <http://www.dstretch.com/>. Consultada en noviembre de 2010.

MARK R. Y BILLO E., Computer-assisted photographic documentation of Rock Art, *Coalition*, 11: 10-14.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH (USA) (s.f.). *ImageJ. Image processing and analysis in Java*. URL: <http://rsbweb.nih.gov/ij/>. Consultada en diciembre de 2010.

WESTERN ROCK ART RESEARCH (s.f.). <http://www.westernrockartresearch.com/directors.htm#jon>. Consultada en diciembre de 2010.

