

# TFG

---

## MECANISMOS PREVENTIVOS EN LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE PINTURA RUPESTRE AL AIRE LIBRE.

EL CASO DEL ABRIGO DE LOS TOROS DEL BARRANCO DE LAS  
OLIVANAS, ALBARRACÍN (TERUEL).

Presentado por Rosa Gasque Rubio.

Tutora: Dra. M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea Muñoz.

Facultad de Belles Arts de San Carles.

Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales.

Curso 2016-2017.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES



## RESUMEN

La conservación y restauración del arte rupestre presenta una problemática que ha sido objeto de estudio, especialmente, desde la segunda mitad del siglo XX. A raíz de estos análisis se concluye que su intervención no solo debe basarse en métodos teóricos y poco invasivos, sino también en mecanismos preventivos que permitan gestionar la casuística de conservación concreta de cada abrigo.

El trabajo presente aborda un estudio sobre los mecanismos preventivos en la conservación y restauración del arte rupestre, que permiten establecer pautas tanto objetivas como concretas para cada abrigo, y cierta anticipación de actuación ante el riesgo de pérdida.

El abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas se encuentra en Albarracín, en la provincia de Teruel. Se declaró Patrimonio de la Humanidad en 1998 y forma parte del conjunto de arte rupestre de la Comarca de la Sierra de Albarracín, que engloba diferentes términos municipales.

Este enclave de manifestaciones rupestres es de gran importancia en el ámbito local y provincial, dada la relación observada entre la sociedad, las pinturas rupestres y su entorno.

El proceso de conservación preventiva realizado se ha llevado a cabo por medio del estudio, registro y seguimiento del abrigo. En caso de necesidad de intervenir, se realizaría un proceso de carácter curativo, basado en procesos de consolidación y fijación del soporte rocoso.

Con esta opción conservativa se persigue el objetivo de anticiparse a los daños, planificar una correcta gestión de la conservación de las pinturas y ampliar las posibilidades de estudio, conservación y difusión de este bien cultural.

## PALABRAS CLAVE

Pintura rupestre; Conservación preventiva; Intervención conservativa; Gestión cultural.

## ABSTRACT

Curators' tasks in rock art show some problems that have been studied since the second part of the 20<sup>th</sup> century. According to all studies that have been done, researchers conclude that rock art conservation must be based in theoretic and less invasive methods, focused in preventive mechanisms. It allows to manage the conservation casuistic in each specific cave with rock art.

The present research offers a study about preventive mechanisms in the conservation and restoration tasks in outdoors rock art paintings. It allows to settle objective and prolonged rules in a specific place and some anticipation to the material losses.

The Toros del Barranco de las Olivanas small cave is located in Albarracín, in Teruel. It was declared as World Heritage in 1998, like the rest of the rock art of that region, which is located in different villages.

This group of rock art examples has a great importance in the area where it is located because of the relationship between society, the rock art paintings and the environment.

The preventive conservation suggested in this study has been carried out through the study, record and monitoring of the small cave and its paintings. If it were necessary, the conservative intervention would be based in consolidation and fixation processes of the rock art support.

The main objective of all of that is to anticipate for the damages, to plan a correct management of the painting's conservation and to expand the possibilities of the study, register, conservation and social diffusion of this asset.

## KEY WORDS

Rock art; Preventive conservation; Conservative operations; Cultural affairs.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi tutora, Dra. M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea Muñoz, que me ha guiado, acompañado, y enseñado en todas las gestiones, pruebas y análisis que se han hecho a lo largo de este proyecto.

También quiero agradecer a la Comisión Provincial de Patrimonio Cultural de Teruel la oportunidad de realizar este estudio. En especial, agradezco la disposición y colaboración incondicional de los técnicos del departamento José Ignacio Royo Guillén, Blanca Latorre Vila (Facultativos Superiores de Patrimonio Cultural de la Comisión Provincial del Patrimonio Cultural de Aragón) y Clara Villalba (Arquitecta Provincial de Conservación de Monumentos y Sitios de Teruel).

El acceso al abrigo no habría sido posible sin Hilario Dalda (Agente de Protección de Patrimonio Cultural), a quien agradezco su disponibilidad completa, su continua disposición a ayudar y sus jornadas sin horario, que han facilitado la realización de pruebas y la rentabilidad de las visitas al abrigo.

Agradezco la ayuda desinteresada de Dr. Manuel Bea (Doctor en Historia por la Universidad de Zaragoza y Técnico Superior de Investigación), quien ha compartido información y material científico que ha servido de gran ayuda en la realización de este estudio.

La disponibilidad y el acceso a herramientas de estudio científicas de Micro-análisis se lo agradezco a Enrique Raga, Técnico Superior de Laboratorio del *Servei Central de Suport a la Investigació Experimental* (SCIE) del Departamento de Microscopía Electrónica de la *Universitat de València*. Su servicio ha permitido profundizar en el estudio y obtener así conclusiones más objetivas.

Los materiales y herramientas prestados con total disponibilidad del Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la *Universitat Politècnica de València* han sido fundamentales para la realización de este proyecto. Gracias por este servicio, que permite aprender por medio de la experiencia práctica.

Finalmente, quiero agradecer al Instituto de Educación Secundaria Segundo de Chomón (Teruel) y, en particular, a la profesora María Jesús Pérez Hernández, por la oportunidad de dirigir y realizar una actividad formativa en horario lectivo como parte de este estudio.

A todos vosotros, gracias. Gracias por hacer de este proyecto una experiencia de aprendizaje completa.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA .....	3
3. LA PINTURA RUPESTRE EN LA PROVINCIA DE TERUEL .....	6
3.1. Del estilo levantino al estilo esquemático: evolución de las pinturas rupestres en la provincia turolense .....	7
3.2. Localización y contextualización del abrigo de Los Toros del Barranco de las Olivanas .....	8
3.3. Introducción a la problemática de la conservación y restauración del arte rupestre en el Parque Cultural de Albarracín .....	9
3.3.1. Factores de deterioro intrínsecos .....	9
3.3.2. Factores de deterioro extrínsecos .....	10
3.4. Principales vías de conservación y restauración en la actualidad .....	12
4. PROCESOS DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA EN EL ABRIGO DE LOS TOROS DEL BARRANCO DE LAS OLIVANAS .....	14
4.1. Estudio y catalogación del abrigo y las pinturas rupestres .....	14
4.2. Análisis del estado de conservación .....	17
4.2.1. Registro fotográfico y proceso de documentación .....	18
4.2.2. Registro de datos climáticos y ambientales .....	21
4.2.3. Estudio colorimétrico .....	26
4.3. La conservación curativa como mecanismo preventivo .....	28
4.3.1. Estudio de muestras del soporte rocoso y de otros elementos presentes en el abrigo .....	28
4.3.2. Estudio higroscópico del soporte .....	30
4.4. Análisis de las herramientas de gestión del bien cultural .....	31

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....	33
6. BIBLIOGRAFÍA .....	38
7. ÍNDICE DE IMÁGENES .....	45
8. ANEXOS .....	48
8.1. Proceso de obtención del permiso para acceder al abrigo .....	48
8.2. Informes de las visitas 1 y 4. Permisos de intervención .....	53
8.3. Catalogación del Abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas .....	58
8.4. Datos registrados en el proceso de análisis del abrigo .....	66
8.4.1. Registro fotográfico y proceso de documentación .....	66
8.4.2. Registro de datos climáticos y ambientales .....	76
8.4.3. Datos del estudio de colorimetría .....	83
8.4.4. Resultados de las pruebas de análisis del soporte .....	89
8.5. Taller didáctico para la puesta en valor del arte rupestre del Parque Cultural de Albarracín en el Instituto de Educación Secundaria Obligatoria Segundo de Chomón (Teruel) .....	105

# 1. INTRODUCCIÓN

Este Trabajo Final de Grado consiste en la realización de un estudio de mecanismos prácticos de carácter preventivo aplicables a la conservación y restauración de arte rupestre al aire libre. Por medio de la catalogación, el registro, el análisis y el seguimiento de datos objetivos se ha propuesto lograr el control de los principales agentes de deterioro que afectan a este bien cultural.

El interés personal por este campo de estudio comenzó en etapa escolar, con la realización de visitas pedagógicas al Parque Cultural de Albarracín. Esta motivación aumentó tras realizar el curso *La conservación y restauración del arte rupestre al aire libre: homenaje al profesor D. Antonio Beltrán*, en Ariño (Teruel), en julio de 2014, organizado por la Universidad de Verano de Teruel (UVT).

Con todo, este proyecto se presentó como una oportunidad de unir las principales disciplinas de la rama de Humanidades que son de gran interés a nivel personal: la Antropología, la Historia del Arte y la Conservación y Restauración del legado cultural.

La elección del Parque Cultural de Albarracín como ámbito de estudio se fundamenta especialmente por la vinculación personal con el entorno, la facilidad de acceso al abrigo y la disponibilidad de datos meteorológicos próximos al mismo. Tras realizar una visita a los principales abrigos del Parque, se eligió centrar el estudio en los Toros del Barranco de las Olivanas, por considerarse obra cumbre del arte rupestre levantino del Parque y presentar unas características concretas de gran interés, como la presencia de pinturas blancas o un cerramiento tipo jaula peculiar.

La primera parte del trabajo se centra en el estudio del arte rupestre en la provincia de Teruel. Se observa una evolución en la consideración de estas manifestaciones pictóricas desde los primeros investigadores que estudiaron los incipientes descubrimientos en el siglo XIX y XX, hasta su declaración como Bien de Interés Cultural en 1985 y Patrimonio de la Humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura (UNESCO) en 1998. Este estudio ha permitido contextualizar al abrigo en el ámbito geográfico, analizar los principales agentes de deterioro a los que se enfrenta y las actuales vías de intervención, que se fundamentan en procesos preventivos y curativos.

La segunda parte se estructura en cuatro puntos en los que se ha aplicado una metodología de trabajo de carácter preventivo al abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas.

En el primer punto se profundiza en el estudio del bien cultural por medio de la realización de una ficha de catalogación de elaboración propia para este proyecto. Este estudio se ha estructurado en cuatro apartados: una

caracterización del abrigo, un análisis del estado de conservación que abarca la estructura rocosa, el soporte y las pinturas rupestres, una descripción del entorno en el que se encuentra el abrigo y un apartado de registro fotográfico que permite visualizar los aspectos analizados anteriormente.

El segundo punto, más extenso, ha consistido en el desarrollo de diferentes pruebas que, prolongadas en el tiempo, permitirían alcanzar un control de los principales agentes de degradación que afectan a la conservación del abrigo y de las pinturas rupestres. Estas pruebas realizadas se han basado en un registro fotográfico con cámara réflex y microscopio USB portátil, el registro y estudio de datos termohigrométricos con la instalación y seguimiento de dos DataLoggers y la realización de mediciones colorimétricas en cuatro figuras representativas del abrigo.

A continuación, en el tercer apartado, se ha realizado el estudio petrográfico del soporte para proporcionar datos que permitan discriminar el uso de ciertos productos y metodologías prácticas en caso de que se procediera a una intervención curativa. Este estudio se ha logrado por medio de la toma de muestras rocosas externas al abrigo, su análisis a través de Microscopio Óptico, Microscopio Electrónico de Barrido y Micro-análisis con rayos X (SEM-EDX), y la realización del test higroscópico propuesto por el *Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali-Consiglio Nazionale delle Ricerche (ICVBC-CNR)* de Florencia.

Finalmente, se ha realizado un análisis de la gestión del abrigo en relación a tres actores que son determinantes para garantizar su correcta conservación: el Parque Cultural, las herramientas que interactúan directamente con el abrigo (como el cerramiento) y el turismo.

Todas estas pruebas y estudios realizados son extrapolables a cualquier abrigo con manifestaciones rupestres al aire libre, por lo que, a raíz de este proyecto, se abre la posibilidad de establecer un protocolo de actuación de carácter preventivo en la conservación del arte rupestre en el entorno del Parque Cultural de Albarracín.

## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El **objetivo** principal de este trabajo es estudiar los mecanismos preventivos que pueden aplicarse a la conservación y restauración del arte rupestre al aire libre, llevándolos a cabo en el abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas, en Albarracín (Teruel). Como objetivos secundarios se señalan:

- Analizar el arte rupestre en la provincia de Teruel, su evolución, el valor sociocultural en el área de estudio y las herramientas empleadas hasta la fecha para garantizar su conservación.
- Abordar las principales problemáticas de conservación y restauración de la pintura rupestre al aire libre, centrándose en el ámbito del Parque Cultural de Albarracín.
- Realizar un estudio del abrigo basado en la documentación y el análisis visual, como primera medida preventiva que se puede llevar a cabo en su conservación.
- Efectuar el control del abrigo a partir del registro de datos climáticos, ambientales, colorimétricos y de análisis del soporte, que servirán como punto de inicio en el seguimiento del deterioro de la pintura rupestre.
- Aportar una metodología de control preventivo extrapolable a cualquier otro abrigo del Parque Cultural de Albarracín.

Estos objetivos se han trabajado con una **metodología** teórica y empírica, que ha permitido lograr un estudio planificado y ordenado.

### **Método teórico.**

- Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en plataformas de recursos en línea como Dialnet (Portal de difusión creado por la Universidad de La Rioja), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (Gobierno de España), el Gobierno de Aragón, el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS), el Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE), el Grupo Español de Conservación-*International Institute for Conservation* (Ge-iic), la revista *Journal of Cultural Heritage* a través de la plataforma *ScienceDirect*, artículos científicos publicados en *Researchgate* y en los sitios web España es cultura, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y el Parque Cultural de Albarracín (PCA). También se ha consultado material audiovisual en plataformas como Radio Televisión Española-A la carta, YOUTUBE y VIMEO.
- Se ha obtenido información de recursos bibliográficos obtenidos mediante el uso del préstamo bibliotecario de la *Universitat Politècnica de València*.

- La investigación y formación teórica se ha complementado con la conferencia de la conservadora Pilar Pérez Narciso (Conservadora-Restauradora de Documento Gráfico por la Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Aragón), titulada *La reproducción de arte rupestre de la provincia de Teruel: los dibujos de Benítez Mellado conservados en el Museo de Teruel y su restauración*, llevada a cabo el día 18 de mayo de 2017 en el Museo Provincial de Teruel. A esta actividad se sumó la visita de la exposición *Benítez Mellado: la documentación del arte rupestre en Teruel, 1921-1943*, realizada entre el 18 y el 28 de mayo de 2017 en el Museo Provincial de Teruel.
- Se han generado documentos para la tramitación del permiso de acceso y de estudio del abrigo y documentos técnicos que recogen el trabajo realizado en las visitas solicitadas por medio de la Comisión de la Diputación de Teruel, responsable de gestionar el acceso y el estudio del abrigo.

#### **Método empírico.**

- En las visitas periódicas al abrigo, realizadas con Hilario Dalda, Agente de Patrimonio Cultural, que proporciona el acceso al mismo, se ha realizado el análisis y estudio de las pinturas rupestres por medio de:
  - Registro fotográfico con cámara réflex tipo *Canon*® modelo *600D*, carta de gris neutro *Lastolite*®, escala de color *Opcard*® *203*, escalímetro arqueológico y trípode tipo *Hama*® *star61*.
  - Se realizó la toma de medidas del abrigo (largo, alto y profundo) con el distanciómetro láser *Horex*®, modelo *46 5540 65*.
  - En la primera visita se instalaron dos DataLogger tipo *LOG32TH*, comercializados por *Dostmann-electronic*®. El seguimiento se ha realizado con la descarga sistemática de los datos (registrados cada seis horas) en el ordenador portátil por medio del software *LOG32TH*®.
  - Se tomaron tres muestras petrográficas similares al soporte rocoso y de otros elementos presentes en el abrigo con bisturí y tubos Eppendorf.
  - En todas las visitas se realizó la toma de medidas del nivel de incidencia lumínica en el panel de las pinturas rupestres con el luxómetro portátil con el registro *SM700 Milwaukee*®.
  - De forma regular, en las visitas realizadas, se ha llevado a cabo el seguimiento de la temperatura de superficie del soporte con el termómetro digital de superficie *Tescoma*® *420910* y el termómetro láser *Testo*® *830-T1*. También se han tomado datos termohigrométricos ambientales con el termohigrómetro portátil *Testo*® *610*.
  - Se han realizado mediciones de colorimetría en cuatro figuras representativas. Para establecer puntos concretos que puedan repetirse en el futuro, se imprimió la imagen de cada figura en un acetato a tamaño natural, que se perforó para colocar correctamente el sensor



Fig.1. Humectación de la esponja homologada para el test de higroscopicidad.



Fig.2. Microscopio Electrónico de Barrido y Microanálisis de rayos X (SEM-EDX) empleado.

del colorímetro *X-Rite*<sup>®</sup> modelo *Eye-One Defined*<sup>1</sup>. El procesado de los resultados, según el sistema *CIE Lab\**, se realizó en el ordenador portátil y con el software *i1Profiler*<sup>®2</sup>.

- También se realizó un test higroscópico con la prueba desarrollada por el *Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali-Consiglio Nazionale delle Ricerche* (ICVBC-CNR) de Florencia y regulada con la norma UNI 11432:2011.
- Se ha llevado a cabo un estudio con fotografías realizadas con el microscopio USB portátil U500x *Digital Microscope Rohs*<sup>®</sup> y el microscopio USB tipo *Dino-Lite*<sup>®</sup> *special light solutions*, modelo AM2000/AD4000. Este microscopio permite observar el objeto a estudiar tanto con luz visible como con luz ultravioleta e infrarroja.

Otras operaciones que han contribuido al estudio del abrigo han sido:

- El análisis y estudio de las muestras petrográficas con Microscopio Óptico y Estereoscópico tipo *LEICA*<sup>®</sup>, modelo *MZ APO*, y sistema de adquisición de imágenes *LEICA MICROSYSTEMS*<sup>®</sup> (Servicio de Análisis del Departamento de Conservación y Restauración de la *Universitat Politècnica de València* -UPV-) y Microscopio Electrónico de Barrido y Microanálisis de rayos X (SEM-EDX) de la marca *HITACHI*<sup>®</sup>, modelo *S-4800*, del *Servei Central de Suport a la Investigació Experimental* (SCSIE), del *Servei de Microscopía Electrónica* de la *Universitat de València* (UV)<sup>3</sup>.
- La realización de mapas geográficos en la plataforma *GOOGLE*<sup>®</sup> *Maps*. Los diagramas de datos y de daños se han realizado con el software de tratamiento de imagen *PhotoShop*<sup>®</sup> y de diseño gráfico *CorelDraw*<sup>®</sup> *XS5*.
- El día 9 de diciembre de 2016 se realizaron actividades didácticas de tipo teórico-práctico en el Instituto de Educación Secundaria Obligatoria Segundo de Chomón (Teruel). El taller, titulado *Detectives de la Prehistoria*, estuvo dirigido a alumnos de 1º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) incluidos en el Programa de Aprendizaje Inclusivo (PAI).

<sup>1</sup> Las imágenes de las figuras estudiadas proceden del calco informático cedido para este estudio por el arqueólogo Dr. Manuel Bea (Universidad de Zaragoza), cuyo proceso de realización está expuesto en MARTÍNEZ BEA, M. *Documentando el arte Rupestre pictórico en Aragón*, 2012, pp. 53-58 y en BEA MARTÍNEZ, M.; ANGÁS PAJAS, J. *Nuevos planteamientos para el arte rupestre de la Sierra de Albarracín*, 2015, pp.121-127.

<sup>2</sup> El sistema *CIE Lab\** sigue la normativa UNE-EN15886 y establece coordenadas de luminancia (L\*) y cromáticas (a\*, b\*). Para mayor información consultar: BERRERA USÓ, G. *Consolidantes para soporte pétreos con manifestaciones de arte rupestre en la Comunidad Valenciana. Análisis práctico en Cova Remigia (Barranc de Gasulla-Ares del Maestre)*, 2016, p.16. La norma se puede encontrar en AENOR. *NORMA UNE-EN 15886:2011. Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Medición del color de superficies*. [consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<http://www.aenor.es>>.

<sup>3</sup> El SEM-EDX empleado está equipado con cañón de emisión de campo (FEG), tiene una resolución de 1.4 nm a 1 KV, detector retrodispersado, detector de RX Broker, detector de luz transmitida, programa QUANTAX 400 para microanálisis y los cinco ejes motorizados. Las pruebas se realizaron con los técnicos de laboratorio Rafael Benito Alcázar y Enrique Navarro Raga, del SCSIE de la *Universitat de València*. UNIVERSITAT DE VALÈNCIA. *Microscopía*. [consulta: 2017-06-25]. Disponible en: <<http://www.uv.es>>.

### 3.LA PINTURA RUPESTRE EN LA PROVINCIA DE TERUEL

La pintura rupestre se conserva como registro de la expresión del ser humano en época prehistórica. Se trata de una manifestación artística desarrollada con elementos de fácil alcance: un soporte rocoso y una película pictórica a base de sustancias naturales. Hoy en día se considera un bien cultural de extrema fragilidad y constituye un legado para el ser humano de carácter universal a nivel antropológico, social y cultural.

Se pueden observar muestras de este arte parietal en diferentes puntos de la Tierra, pero destacan las zonas de Europa central y meridional, siendo el área levantina de la Península Ibérica la que más enclaves presenta<sup>4</sup>.

Es aquí, en el este peninsular, donde el arte rupestre fue declarado Patrimonio de la Humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (en adelante UNESCO) en 1998, recibiendo el nombre de Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica. En referencia al estilo pictórico predomina el Arte Rupestre Levantino, definido por unas características estilísticas concretas<sup>5</sup>. Se extiende de norte a sur, desde Huesca hasta Almería, encontrándose en este recorrido la provincia de Teruel, que se presenta como un enclave prolífico<sup>6</sup>.

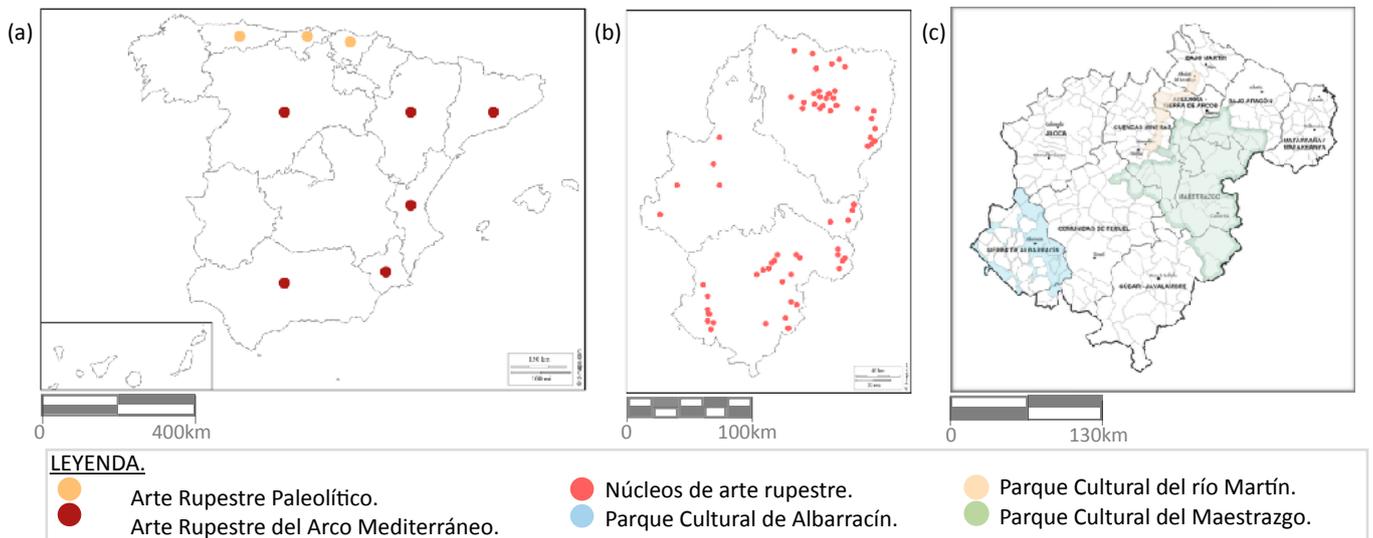


Fig.3. (a) Comunidades Autónomas de la Península Ibérica con arte rupestre declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO; (b) localización aproximada de los principales núcleos de arte rupestre en Aragón; (c) Parques Culturales de la provincia de Teruel.

<sup>4</sup> UNESCO. *Rock Art of the Mediterranean Basin on the Iberian Peninsula*. [consulta: 2016-12-11]. Disponible en: <<http://whc.unesco.org>>.

<sup>5</sup> LÓPEZ-MECHERO BENEDICHO, V.M.; SERIO TEJERO, I. *La puesta en valor del arte rupestre: nuevas técnicas de presentación de un patrimonio singular*, 2011, pp.22-31.

<sup>6</sup> APARICIO PÉREZ, J.; MESEGUER FOLCH, V; RUBIO GOMIS, F. *El primer arte valenciano II. El arte rupestre levantino*, 1982, p.11.



Fig.4. Abrigo de Los Chaparros I, Albalate del Arzobispo. Fase 2. Mesolítico II (8500-7500 a.C.).



Fig.5. Abrigo de Los Toros del Barranco de las Olivanas, Albarracín. Fase 3. Mesolítico III (7500-5500 a.C.). Período de máximo esplendor. Imagen con valores de exposición y contraste modificados para facilitar la visión de la pintura.



Fig.6. Abrigo del Tío Garroso, Alacón. Fase 4. Eneolítico (5500-1500 a.C.).



Fig.7. Abrigo del Barranco del Pajarejo, Albarracín. Fase 5. Eneolítico (5500-1500 a.C.).

Son 163 las manifestaciones rupestres catalogadas como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en el conjunto aragonés. De ellas, 67 pertenecen a la provincia de Teruel; de las cuales, 54 son de estilo levantino<sup>7</sup>.

Fue a finales del siglo XIX y a lo largo del siglo XX cuando, a partir de los estudios realizados por los turolenses Juan Cabré (1882-1947), Martín Almagro (1911-1984) o Antonio Beltrán (1916-2006), entre otros, se comenzaron a valorar las pinturas rupestres en la provincia de Teruel como bien único e irremplazable, de gran valor histórico, antropológico, cultural y económico. Una muestra de ello es su proclamación como Bien de Interés Cultural (BIC) en 1985<sup>8</sup>.

### 3.1. DEL ESTILO LEVANTINO AL ESTILO ESQUEMÁTICO: EVOLUCIÓN DE LAS PINTURAS RUPESTRES EN LA PROVINCIA TUROLENSE

A pesar de la diversidad de muestras de arte rupestre (pinturas, grabados o cerámica), es el Arte Rupestre Levantino (8000 a.C.-1500 a.C.) el que más se desarrolló en la provincia de Teruel.

Herederos del Arte Paleolítico del Mediterráneo Occidental (25000 a.C. - 12000 a.C.), el estilo levantino alcanzó su máximo esplendor entre el 12000 a.C. y el 5000 a.C., evolucionando hacia el Arte Rupestre Esquemático a partir del 1500 a.C. La serie de imágenes Fig.4 - Fig.7 muestra la evolución del arte rupestre en diferentes abrigos de la provincia de Teruel<sup>9</sup>.

El arte rupestre de estilo levantino, documentado en el abrigo de estudio, se caracteriza por ser un arte figurativo, con formas estilizadas, buscando el naturalismo en la representación de escenas de la vida cotidiana y suele estar situado en abrigos poco profundos o al aire libre<sup>10</sup>.

La película pictórica está constituida por pigmento y aglutinante, sin un estrato de preparación sobre el soporte rocoso. El pigmento, natural, consiste en partículas de óxidos de hierro, negro carbón o blanco, posiblemente a base de sulfato de bario<sup>11</sup>. Los aglutinantes, también de origen natural, podían

<sup>7</sup> ROYO GUILLÉN, J.I. *Arte rupestre aragonés. Documentación, protección y difusión*, 2001, p.44.

<sup>8</sup> BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. BOE-A-1985-12534. *Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español*. España, 1985. [consulta: 2017-02-01]. Disponible en: <<https://www.boe.es>>. El abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas fue declarado Monumento Histórico-Artístico y Bien de Interés Cultural en 2002. BOLETÍN OFICIAL DE ARAGÓN. *ORDEN de 8 de marzo de 2002, del Departamento de Cultura y Turismo, por la que se aprueba la relación de diferentes cuevas y abrigos con manifestaciones de arte rupestre y su localización, considerados Bienes de Interés Cultural en virtud de lo dispuesto en la Disposición Adicional Segunda de la Ley 3/1999, de 10 de marzo, de Patrimonio Cultural Aragonés*. España, 2002. [consulta: 2017-02-01]. Disponible en: <<http://www.boa.aragon.es>>.

<sup>9</sup> APARICIO PÉREZ, J.; MESEGUER FOLCH, V.; RUBIO GOMIS, F. *Op.cit.*, 1998, pp.13-15. FERNÁNDEZ CLEMENTE, E. [et.al.] *Historia de Aragón*, 2008, p.44.

<sup>10</sup> ESPAÑA ES CULTURA. *Arte Rupestre del Arco Mediterráneo: pintores de la Prehistoria*. [consulta: 2017-01-02]. Disponible en: <<http://www.españaescultura.es>>.

<sup>11</sup> Según el estudio de Baldellou y Alloza, este pigmento procede del sulfato de bario, que se obtiene del mineral Barita. BALDELLOU, V.; ALLOZA, R. *El análisis de pigmentos en Aragón: otra forma de documentar el arte rupestre*, 2012, p.75.



### 3.3. INTRODUCCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA PINTURA RUPESTRE EN EL PARQUE CULTURAL DE ALBARRACÍN

El carácter material de la pintura rupestre la aboca a la degradación natural, propia de toda materia tangible. Esta evolución no se puede evitar, pero sí frenar y controlar por medio de mecanismos preventivos.

#### 3.3.1. Factores de deterioro intrínsecos

##### El carácter inmueble de la pintura rupestre

La naturaleza inmóvil del abrigo no solo condiciona su musealización para facilitar el control de las variables termohigrométricas, sino que expone a las pinturas al devenir histórico y, en este aspecto, tiene gran relevancia el emplazamiento en el que se encuentra. En la provincia de Teruel, punto neurálgico de la Guerra Civil española y la postguerra, conviven en el mismo espacio las pinturas rupestres y los campamentos maquis, del siglo XX<sup>17</sup>.



##### La técnica de ejecución

En cuanto a la técnica artística es determinante la ausencia de estrato de preparación, que aportaría estabilidad a la capa pictórica al reducir la porosidad del soporte y garantizar una buena adhesión al mismo. La fragilidad de la película pictórica deriva de la delgadez del estrato y la composición orgánica de los aglutinantes, pero gracias a la composición natural de los pigmentos es químicamente muy estable<sup>18</sup>.

##### El soporte rocoso

El abrigo de las Olivanas tiene como soporte la roca arenisca característica del Parque Cultural, cuyas formaciones particulares, logradas por efectos erosivos del medio, reciben el nombre de rodено. Esta naturaleza hace al soporte muy susceptible de experimentar variaciones volumétricas fruto de la erosión, especialmente, del viento y la lluvia (Fig.10)<sup>19</sup>.

Fig.10. Representación gráfica del proceso de haloclastismo en una matriz calcárea (a) y una matriz silíceo (b).

<sup>17</sup> En el Parque Cultural de Albarracín se situó la Agrupación Guerrillera de Levante y Aragón (AGLA), organización antifranquista de la postguerra entre 1945 y 1947. Se refugiaban en formaciones rocosas similares o, incluso, en los propios abrigos con pinturas rupestres. Numerosos abrigos se emplearon también como corral de ganado bovino, actividad económica fundamental en el entorno hasta el siglo XX. PARQUE CULTURAL DE ALBARRACÍN. *Arte Rupestre Patrimonio Mundial y mucho más...* [consulta: 2017-02-03]. Disponible en: <[www.parqueculturaldealbarracin.org](http://www.parqueculturaldealbarracin.org)>.

<sup>18</sup> ALLOZA IZQUIERDO, R. *Caracterización del soporte rocoso del arte rupestre*, 2010, p.77.

<sup>19</sup> La arenisca de Albarracín está compuesta principalmente por sílice, sales solubles, cuarzo y óxidos de hierro. Se formó en el Triásico inferior (-250 millones de años, aprox) y está asociada a las formaciones Buntsandstein (sedimentos fluviales). Sus características mineralógicas, estructurales y de textura las hacen muy sensibles a la meteorización por procesos de haloclastismo y de disolución. LUCAS PELLICER, R. *Conservación del arte rupestre al aire libre*, 1977, p.3. BENITO, G.; MACHADO, M.J.; SANCHO, C. *Alteración de las areniscas y la conservación de las pinturas rupestres del Rodeno de Albarracín (Teruel)*, 1991-1992, pp.10-19.

Por ello, las pinturas están expuestas a procesos poco reversibles y controlables, como los desprendimientos del soporte, escamaciones, delaminaciones, eflorescencias salinas, costras calcáreas, mineralización de los pigmentos y aglutinantes o la proliferación de colonizaciones biológicas<sup>20</sup>.

### 3.3.2. Factores de deterioro extrínsecos

#### El factor climático y ambiental

El municipio de Albarracín se encuentra a 150 km (*circa*) de la costa mediterránea en línea recta y los enclaves con pinturas rupestres están localizados a una altura de 1.290 m (aprox) sobre el nivel del mar<sup>21</sup>.

Esta localización determina el clima de la provincia de Teruel, templado, de carácter mediterráneo, con un rango térmico diario muy amplio por su localización interior. Las precipitaciones irregulares y el fuerte viento son los agentes responsables de la erosión de la roca arenisca, generando formaciones particulares, como gammas, anillos de Liessengan o taffonis (Fig.11 - Fig.13), por las que el enclave es Paisaje Protegido<sup>22</sup>.



Fig.11. Gamma del Parque Cultural de Albarracín.



Fig.12. Anillos de Liessengan en una roca arenisca el Parque Cultural de Albarracín.



Fig.13. Alveolos y taffonis en el abrigo de estudio.

La luz es otro factor de degradación de tipo ambiental inevitable y prácticamente imposible de controlar en una manifestación cultural al aire libre, como el caso de las pinturas rupestres del Parque Cultural de Albarracín. El tiempo de exposición, el tipo de espectro lumínico (natural en este caso) y la intensidad de la incidencia lumínica son factores determinantes en la conservación de las pinturas rupestres. Estos parámetros generan los efectos de deterioro, que son, principalmente, la decoloración de las superficies pictóricas y la descomposición de los enlaces químicos de los aglutinantes<sup>23</sup>.

La contaminación ambiental, también inevitable y difícilmente controlable en un espacio al aire libre es un tercer factor ambiental de degradación. En el

<sup>20</sup> BENITO, G.; MACHADO, M.J.; SANCHO, C. *Op.cit.*, 1991-1992, pp.18-21.

<sup>21</sup> AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA. *Predicción por municipios: Albarracín (Teruel)*. [consulta: 2016-10-21]. Disponible en: <<http://www.aemet.es/>>.

<sup>22</sup> BENITO, G.; MACHADO, M.J.; SANCHO, C. *Op.cit.*, 1991-1992, p.10.

<sup>23</sup> VAILLANT CALLOL, M.; VALENTÍN RODRIGO, N.; DOMENECH CARBÓ, M.T. *Una mirada hacia la conservación preventiva del patrimonio cultural*, 2003, p.111.

caso del Parque Cultural de Albarracín, incluido en un espacio protegido, este factor está más controlado, pero aún así es importante tener en cuenta que la actividad forestal, ganadera, agrícola o turística tienen un impacto en las pinturas rupestres, no solo en relación a los humos o residuos que se generan, sino también en relación a las vibraciones que pueden transmitirse a la estructura del abrigo (maquinaria forestal, grupos numerosos de turistas, etc).

El efecto más visible es la ocultación de las pinturas por la sedimentación de polvo atmosférico, polen, ácaros y semillas que, en combinación con el resto de los factores de deterioro, puede suponer la degradación físico-química del soporte, aglutinantes y pigmentos<sup>24</sup>.

Actualmente surge la preocupación de los efectos del cambio climático sobre el arte rupestre al aire libre. Las previsiones apuntan a un aumento de las temperaturas, vientos más fuertes y precipitaciones más desequilibradas que, junto con el aumento de la polución, supondrán una aceleración en la erosión del soporte y una clara amenaza de pérdida de estas manifestaciones<sup>25</sup>.

Por ello, el control de los parámetros termohigrométricos se presenta como uno de los principales retos para prevenir la catalización del resto de agentes de deterioro.



Fig.14. Resto biológico animal (rodeado) sobre las pinturas del abrigo de estudio.

### La acción zoológica y de vegetales

A estos procesos se suma la acción de animales de todo tipo que, conjugando sus actividades vitales (como la construcción de nidos) y biológicas (como los excrementos), se presentan como agentes de degradación de alto orden, pudiendo suponer la pérdida total o parcial de las pinturas.

Las oscilaciones termohigrométricas, en posible combinación con la acción de animales y las raíces de los árboles próximos al abrigo, conducen a la proliferación de hongos o líquenes que abren microfisuras en la roca, por las cuales se puede filtrar fácilmente el agua de lluvia y sustancias solubles, que pueden derivar en eflorescencias salinas y serios problemas de estabilidad estructural.

### La acción antrópica

El factor antrópico comenzó a interferir de forma directa en la conservación de las pinturas rupestres desde que se descubrieron los primeros abrigos. Los científicos que las documentaron a principios del siglo XX utilizaban técnicas de calco y estudio muy intrusivas, para las que reavivaban los colores con agua, orín u otros líquidos, e incluso repasaban el perfil de algunas figuras con tiza y grafito, como se ha podido documentar en el abrigo de estudio<sup>26</sup>.

<sup>24</sup> DOEHNE, E.; PRICE, C.A. *Stone Conservation. An overview of current research*, 2010, p.10.

<sup>25</sup> Según GIESEN, M.J. [et.al.]. *Condition assessment and preservation of open-air rock art panels during environmental change*, 2014, pp.49-56.

<sup>26</sup> Otros autores que nombran esta práctica son SAN NICOLÁS DEL TORO, M. *Documentación gráfica del arte rupestre postpaleolítico para un plan de gestión*, 2012, p. 27. BARREDA USÓ, G. *Op.cit.* 2016, p.187. El registro de grafito en el abrigo de estudio se puede observar en la página 21.



Fig.15. Inscripciones modernas junto a un abrigo con pinturas rupestres.



Fig.16. Señalización de los abrigos en el Parque Cultural de Albarracín.

En la segunda mitad del siglo XX, con el desarrollo de la fotografía y la tecnología de imagen, este procedimiento cambió hacia la toma fotográfica y de apuntes in situ para realizar los dibujos en laboratorio<sup>27</sup>.

A pesar de estas medidas impulsadas en el ámbito científico, no existía un reconocimiento social colectivo. El público continuó reavivando los colores con líquidos, lanzando piedras para señalar las pinturas, grabando incisiones en la roca, ocultándolas con resina o arrancándolas como *souvenir*<sup>28</sup>.

Ante las alarmantes pérdidas se buscó impedir el acceso libre a los abrigos sin interferir en la conservación del entorno y el disfrute del bien cultural. La conjunción de estas vías se encuentra en el Parque Cultural con una solución física: el cerramiento de los abrigos tipo jaula.

La señalización, los paneles informativos o el vallado de los abrigos son algunas de las medidas que favorecen la conservación y correcta gestión tanto del entorno como de las manifestaciones rupestres. Sin embargo, se observa cierta degradación del entorno como resultado de su adaptación a las visitas turísticas con la creación de zonas de aparcamiento, el asfaltado de caminos, la instalación de tendidos eléctricos o el desarrollo de *boulder*<sup>29</sup>.

Las conclusiones de los teóricos del siglo XX, como Antonio Beltrán o Eudald Guillamet<sup>30</sup>, determinan que la mejor intervención es la no intervención directa, y se basan en la prevención a través de la concienciación social para prevenir el factor antrópico, generando así las bases teóricas de las intervenciones actuales<sup>31</sup>.

### 3.4. PRINCIPALES VÍAS DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN EN LA ACTUALIDAD

Como ya se ha señalado, un problema de conservación asociado al carácter material del bien es la degradación natural de los materiales. Por ello, actualmente, las intervenciones se centran en el estudio preventivo para garantizar su estabilidad y pervivencia a largo plazo.

Como herramientas empleadas en el Parque Cultural para esta intervención

<sup>27</sup> Como apunta SAN NICOLÁS DEL TORO, M. *Op.cit.*, 2012, pp.29-31.

<sup>28</sup> Cabe diferenciar las intervenciones antrópicas en un período de tiempo próximo a las pinturas, consideradas documentos históricos que muestran la reutilización del espacio habitable; y las realizadas con una clara intención vandálica o por desconocimiento, que se califican como agresiones a un espacio que ya no es habitable para el ser humano actual y en el que suponen la pérdida del documento histórico original, como explica BRANDI, C. en la *Teoría de la restauración*, 2012, pp.35-41. RIPOLL PERELLÓ, E. *La piedra con figuras rupestres de Federico Marés*, 1992, p.208. BARREDA USÓ, G. *Op.cit.* 2016, p.200.

<sup>29</sup> El *boulder* es una modalidad de escalada libre en la que se alcanzan objetivos de poca altura y la única medida de seguridad es un colchón para amortiguar la caída. Albarracín es un referente europeo de esta actividad y, a pesar de su novedad, hay una normativa que la regula. SOLEILHAVOUP, F. *Un arte en peligro*, 1998, p.30. CLUB COTA 8000. *Bloques de Albarracín*. [consulta: 2017-03-04]. Disponible en: <<http://www.clubcota8000.com/>>.

<sup>30</sup> BELTRÁN, A. *La conservación del arte rupestre*, Castellón, 1987-1988, p.69. GUILLAMET, E. *Intervenciones de conservación de arte rupestre al aire libre*, 2012, pp.123-125.

<sup>31</sup> PÉREZ PLAZA, A. *La protección para la conservación del arte rupestre. Criterios de conservación preventiva complementarios a la conservación aplicada*, 2012, p.107.



Fig.17. Monitorización del Abrigo de las Cabras Blancas (Tormón).



Fig.18. Cerramiento del abrigo de estudio.

preventiva destacan la documentación fotográfica, el seguimiento termohigrométrico con cámaras termográficas, la instalación de sensores en algunos abrigos y la toma de datos para su reproducción virtual en 3D<sup>32</sup>.

En cuanto a los procesos de restauración, quedan descartadas las actuaciones directas y se vela por el control del buen estado de conservación del soporte rocoso, por lo que la intervención se centra principalmente en procesos de consolidación<sup>33</sup>.

La gestión del entorno en relación con el bien cultural se caracteriza principalmente por la realización y adaptación de los cerramientos metálicos tipo jaula integrados estéticamente en el entorno. En ocasiones, como en el abrigo de estudio, el cerramiento va acompañado de muros de roca y cemento en los laterales, que dificultan la correcta circulación del aire y favorecen la proliferación de eflorescencias salinas.

Otras medidas a destacar, externas al abrigo, son el acondicionamiento del acceso con senderos sin obstáculos y señalizados o los aparcamientos próximos a los núcleos de manifestaciones rupestres, donde se pueden encontrar zonas habilitadas para la gestión de residuos<sup>34</sup>.

Se considera también una medida de conservación la instalación de paneles informativos y centros de interpretación que, como herramientas informativas y pedagógicas, educan al público para valorar el entorno y las manifestaciones culturales que guarda<sup>35</sup>.

Todo ello se lleva a cabo con un trabajo interdisciplinar, con el objetivo de dar a conocer el valor cultural y natural del Parque, partiendo del respeto al entorno, sin perder de vista el aprovechamiento económico y el compromiso de garantizar su conservación y transmisión a raíz de la condición de Bien de Interés Cultural y Patrimonio de la Humanidad de las pinturas rupestres<sup>36</sup>.

<sup>32</sup> Para más información consultar: ANGÁS PAJAS, J. [et.al]. *Las pinturas rupestres de Bezas y Tormón (Teruel)*, 2015, pp.28-42. SEBASTIÁN LÓPEZ, M.[et.al]. *Documentación sistemática del arte rupestre mediante el análisis espectral del escaneado 3D de las estaciones pintadas en Aragón, el caso concreto del abrigo de La Vacada (Castellote, Teruel) y el covacho del Plano del Pulido (Caspé, Zaragoza)*, 2010, pp.123-127. ALLOZA IZQUIERDO, R.; ROYO GUILLÉN, J.I.; LATORRE VILA, B. *La conservación de un bien declarado patrimonio mundial y el proyecto de monitorización del arte rupestre en Aragón*, 2015, pp.638-641.

<sup>33</sup> Ningún abrigo del Parque ha experimentado un proceso de limpieza. Aunque sea una intervención directa y muy poco recomendada, es aconsejable, ya que es compleja la correcta lectura de los paneles. ROYO LASARTE, J.[et.al]. *Trabajos de estabilización de urgencia en el soporte rocoso y estudio de patologías en el abrigo de "La Cañada de Marco" en Alcaine, Parque Cultural del Río Martín (Teruel)*, 2013, pp.22-26.

<sup>34</sup> La presencia de mapas, la señalización de los senderos o, incluso, la adaptación a minuválidos facilita el acceso hasta los abrigos. Esto garantiza el disfrute y el aprovechamiento social del entorno, pero supone una modificación y desgaste del mismo.

<sup>35</sup> El Parque Cultural cuenta presenta una gran actividad divulgativa. En este estudio se ha puesto en práctica esta labor realizando un taller sobre las pinturas rupestres del Parque Cultural en el Instituto de Educación Secundaria Segundo de Chomón (Teruel). La descripción de esta actividad se encuentra anexa en el punto 8.5. *Taller didáctico para la puesta en valor del arte rupestre del Parque Cultural de Albarracín en el Instituto de Educación Secundaria Obligatoria Segundo de Chomón (Teruel)*, (pp.105-109).

<sup>36</sup> Se está desarrollando un proyecto de investigación y estudio arqueológico, técnico y científico de todos los abrigos del Parque, dirigido por el arqueólogo Dr. Manuel Bea.

## 4. PROCESOS DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA EN EL ABRIGO DE LOS TOROS DEL BARRANCO DE LAS OLIVANAS

Tomando el relevo de los estudios teóricos realizados desde el siglo XX y de la política de intervención del Parque Cultural de Albarracín, se considera que la mejor conservación del arte rupestre es la correcta gestión del bien cultural por medio del control de los agentes de deterioro. Este control permite realizar un seguimiento del estado de conservación de las pinturas y del abrigo para prevenir daños irreversibles, basado en una correcta gestión del bien.

En este seguimiento, de carácter preventivo, se debe tener en cuenta que, cada abrigo con manifestaciones rupestres tiene una casuística concreta, aunque se encuentren en un mismo entorno. Por ello, las intervenciones deben basarse en el estudio, el análisis y la gestión, actuaciones extrapolables a cualquier manifestación de este tipo.

Los procesos de conservación preventiva llevados a cabo en este proyecto se estructuran en el estudio del bien cultural, el análisis de su estado de conservación, el reconocimiento de la conservación curativa como medida de prevención y el análisis de la gestión del bien cultural por medio del estudio de las herramientas empleadas actualmente para ello. Los datos obtenidos pretenden ser el punto de inicio de un seguimiento que permitiría alcanzar un grado de control elevado en la conservación de las pinturas rupestres<sup>37</sup>.

### 4.1. ESTUDIO Y CATALOGACIÓN DEL ABRIGO Y LAS PINTURAS RUPESTRES

El estudio del abrigo y las pinturas rupestres se ha regido por la cumplimentación de la ficha de catalogación elaborada ex profeso para este proyecto (anexa en el punto 8.3. *Catalogación del Abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas*). Tanto el estudio como la catalogación permiten obtener datos fundamentales por medio de análisis visuales, que permiten conocer de forma completa, ordenada y sistemática las características del bien cultural.

La ficha de catalogación se estructura en cuatro puntos que proporcionan información sobre las características generales del bien, su estado de conservación, un análisis del entorno más próximo al abrigo y, todo ello, apoyado en el registro fotográfico y pruebas básicas no destructivas<sup>38</sup>.

<sup>37</sup> ALLOZA IZQUIERDO, R. *Op.cit.*, 2010, p.70.

<sup>38</sup> Por pruebas básicas no destructivas se entiende la toma de datos con tecnología que no precisa de elementos externos para el registro de los datos (termómetro, luxómetro, distanciómetro láser, etc) y que no requiere la toma de muestras del bien cultural para la realización de la prueba.

Los Toros del Barranco de las Olivanas es un abrigo con pinturas rupestres de estilo levantino realizadas entre el 6000 a.C. y el 4000 a.C.<sup>39</sup>. Las, al menos, 40 figuras catalogadas, de las que hoy en día solo se pueden ver cómodamente 18, representan escenas cotidianas de caza y pastoreo. Los pigmentos empleados en estas pinturas aportan tonos de rojo, negro y blanco e, incluso, se encuentra una figura con bicromía (ver Fig. 24. en la página siguiente)<sup>40</sup>.

Declarado Bien de Interés Cultural (BIC) en 2002 y Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1998, el abrigo se considera obra cumbre, junto con el abrigo de Los Toros del Navazo, del arte rupestre levantino del Parque Cultural de Albarracín.

El estado de conservación general es regular<sup>41</sup>. La estabilidad estructural no es óptima para garantizar una conservación a largo plazo debido a las grietas, fracturas y el debilitamiento estructural general que presenta el abrigo, producto de la erosión natural de la roca y la influencia negativa del cerramiento.

Esta inestabilidad estructural afecta al soporte de las pinturas, de roca arenisca. Su estabilidad y resistencia es muy baja, fruto de su naturaleza granulosa, de las grietas y fracturas, de la exposición a los agentes erosivos del medio (especialmente el viento) y de agresiones mecánicas de tipo antrópico<sup>42</sup>.



Fig.19. Registro fotográfico del panel.



Fig.20. Medida del abrigo con distanciómetro láser.

Entidad que lo realiza: Universitat Politècnica de València		Entidad que lo recibe: Parque Cultural de Albarracín	
<b>INFORMACIÓN GENERAL BÁSICA.</b>			
Registró:	Rosa Gasque Rubio.	Fecha:	24/02/2017
Responsable del registro fotográfico:	Rosa Gasque Rubio.		
Tipo de obra	Abriego rocoso con pintura rupestre.	REFERENCIA EN EL REGISTRO FOTOGRÁFICO	
Título	Abriego de los Toros del Barranco de las Olivanas.		
Atribución	Horno Sapiens <sup>43</sup> .	Fig. 21. Vista general del abrigo estudiado.	
Fecha o periodo de ejecución	5.000-4.000 a.C. Neolítico <sup>44</sup> .		
Materiales de ejecución	Aglutinantes y pigmentos naturales aplicados con pinceles rudimentarios, posiblemente, a base de palos y pelo o plumas de animal.		
Técnicas de ejecución	Pintura mural al seco.		
Dimensiones del abrigo <sup>45</sup>	Altura: 3,929m Longitud: 5,553m Profundidad: 1,380m		
Dimensiones del panel con pinturas rupestres <sup>46</sup>	Altura: 1,71m Longitud: 5,31m		

Fig.21. Fragmento de la ficha de catalogación adjuntada en Anexos.

<sup>39</sup> LECUMBERRI GÓMEZ, F., ROYO GUILLÉN, J.I. *Op.cit.*, 1998, p.166.

<sup>40</sup> La figura con bicromía corresponde a la figura catalogada con el número 31 del calco proporcionado por Dr. Manuel Bea, que no se ha publicado en este proyecto por motivos de derechos de autor.

<sup>41</sup> El grado de conservación se ha evaluado en *malo*, *regular* y *bueno*, considerando como *malo* la pérdida total o parcial, *regular* cuando el riesgo de pérdida es elevado por motivos de conservación y *bueno* cuando no hay riesgo de pérdida.

<sup>42</sup> Los daños antrópicos son, principalmente, ralladuras y golpes, pero podría ser peor. En el abrigo de los Toros del Navazo se ha constatado la presencia de perdigones, impacto de balas y ocultamiento a conciencia con resina de conífera. Todo ello es fruto del recelo de los habitantes de los pueblos próximos para evitar un impacto negativo en el medio y en las mismas pinturas con la afluencia masiva de público. Este desconocimiento de un correcto control del bien cultural ha supuesto una agresión, en ocasiones irreversible, como ocurre en algunas figuras del abrigo de estudio (especialmente las situadas a la izquierda del panel).



Fig.22. Fractura en la esquina inferior izquierda del soporte de las pinturas rupestres.



Fig.23. Pérdida matérica en bóvido de color negro por desplazación y abolsamiento del soporte.

La técnica pictórica desarrollada es mural con una metodología de aplicación en seco. No cuenta con estrato de preparación o similar y está realizada con pigmentos y aglutinantes naturales<sup>43</sup>. Su estado de conservación se ha calificado como malo, ya que presenta importantes pérdidas, fruto de agresiones mecánicas de origen antrópico, del desgaste natural, especialmente en las pinturas de color blanco, y de una importante capa de suciedad depositada que, junto con la presencia de sales solubles y materia orgánica, la oculta parcialmente y la deteriora estructuralmente.



Fig.24. Figura bicromada.



Fig.25. Agresión antrópica en el abrigo de estudio.

El entorno inmediato al abrigo se caracteriza por los elementos que definen el paisaje protegido del rodeneo: roca arenisca y un monte en el que predomina la especie del *Pinus pinaster*. Jabalíes, corzos, ciervos, roedores y microfauna son las especies que predominan en este hábitat. El estado de conservación del entorno se ha calificado como bueno porque está libre de residuos, de focos potenciales de contaminación y controlado, aunque cabe señalar que, debido a la densidad de árboles en la proximidad al abrigo, el riesgo de incendio es elevado<sup>44</sup>.

<sup>43</sup> Sobre esta técnica pictórica levantina consultar DOMINGO SANZ, I [et.al]. *Imágenes en la piedra. Arte rupestre en el Abrigo de Las Monteses y su entorno (Jalance)*, 2013, p.27.

<sup>44</sup> El control y la gestión del Paisaje Protegido está regulado por el Gobierno de Aragón. BOA. Decreto 187/2014. *Plan de Protección del Paisaje Protegido de los Pinares de Rodeno*. España, 2014. [consulta: 28/04/2017]. Disponible en: <<http://www.rednaturaldearagon.com>>.

La gestión del bien cultural y su entorno se realiza tanto por medios externos, como la señalización del abrigo, que facilita y permite el acceso al público, como por medios anexos a este, como muestran los paneles informativos y el cerramiento tipo jaula.



Fig.26. Pista forestal para llegar a la senda que conduce al abrigo.

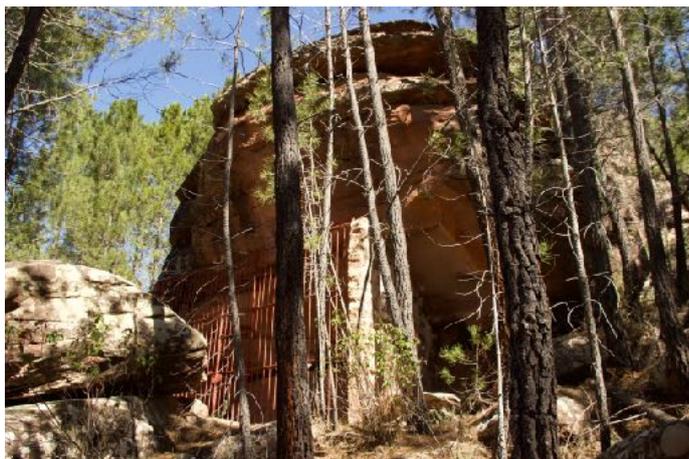


Fig.27. Vista del abrigo y su entorno próximo.

En este estudio se ha observado la importancia fundamental de un control continuo de la evolución del abrigo a nivel estructural con el seguimiento de las grietas y fracturas que presenta el soporte rocoso. Al mismo tiempo, se ha hecho patente la necesidad de abordar un proceso de limpieza en las pinturas rupestres que, aunque sea una intervención directa y totalmente desaconsejada por la mayoría de expertos en la materia, permitiría recuperar y subsanar gran parte del conjunto, hoy oculto por la capa de suciedad depositada<sup>45</sup>. En cuanto a la gestión del abrigo y del entorno se recomienda realizar una limpieza periódica del monte y modificar el cerramiento, un sistema desfasado cronológicamente y que, por su morfología está fomentando el desarrollo de sales solubles en el abrigo<sup>46</sup>.

## 4.2. ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

El análisis del estado de conservación desde una perspectiva preventiva se fundamenta en el registro, control, estudio y seguimiento de múltiples datos relacionados con los principales parámetros de degradación que afectan tanto al soporte como a las pinturas rupestres<sup>47</sup>. Los datos que se ofrecen en este estudio deberían ser datos iniciales de un seguimiento prolongado en el tiempo, con el que se obtendrían unas conclusiones más objetivas.

<sup>45</sup> Una intervención de este tipo solo puede realizarse por profesionales expertos en la materia, y siempre con un fondo documental y analítico lo más profundo posible.

<sup>46</sup> Así se expone en MONTES BARQUÍN, R. *Protecciones físicas para el arte rupestre: su filosofía, tipología, resultados y algunas propuestas novedosas*, 2012, pp.179, 181-183.

<sup>47</sup> VAILLANT CALLOL, M.; VALENTÍN RODRIGO, N.; DOMENECH CARBÓ, M.T. *Op.cit.*, 2003, pp. 9-12.

#### 4.2.1. Registro fotográfico y proceso de documentación

El estudio del bien cultural, debido a su naturaleza material, debe sustentarse en el registro fiel y objetivo de sus características tangibles. Para ello, un método con recursos de fácil alcance, extrapolable a cualquier casuística, y con un desarrollo metodológico sencillo, es el registro fotográfico.

Con él no solo se obtiene información precisa y objetiva del estado de conservación y de las características del bien cultural, sino que también permite observar la evolución del soporte y las pinturas en el tiempo, mediante el contraste visual de las diferentes tomas que se realicen<sup>48</sup>.

Para ampliar el estudio, el registro fotográfico puede complementarse con un proceso de documentación que abarque más campos, como se ha realizado en este proyecto. El empleo de microscopios portátiles con diferentes tipos de luz permite generar un material visual a una escala microscópica que la cámara fotográfica convencional no abarca<sup>49</sup>.

Todo el material obtenido se ha analizado y, con la ayuda de programas de manipulación de imagen, se han realizado un diagrama de datos y un diagrama de daños. El estudio también se ha centrado en la selección y análisis de los principales problemas de conservación y otras sustancias presentes en el abrigo, como concreciones de cera de origen animal o marcas de grafito en algunas figuras, fruto del proceso de estudio que se llevaba a cabo a finales del siglo XIX y principios del siglo XX<sup>50</sup>. A continuación se adjuntan la fotografía compuesta de todo el panel, el diagrama de datos y el diagrama de daños<sup>51</sup>.



Fig.28.Registro fotográfico.



Fig.29.Realización del registro con el microscopio portátil.

<sup>48</sup> SAN NICOLÁS DEL TORO, M. *Op.cit.*, 2012, p.33.

<sup>49</sup> Desde la cámara convencional hasta el registro en 3D hay un campo de herramientas y métodos que permiten alcanzar un nivel de documentación y registro muy elevado. Estas herramientas se encuentran expuestas en SAN NICOLÁS DEL TORO, M. *Op.cit.*, 2012, pp.27-39. MARTÍNEZ BEA, M. *Op.cit.*, 2012, pp.53-54, 57-58. ANGÁS PAJAS, J. *Nuevas técnicas de documentación geométrica y análisis del arte rupestre*, 2012, pp.61-70.

<sup>50</sup> El proceso de estudio se ha expuesto en el punto 3.3.2. *Factores de deterioro extrínsecos* (pp. 11-12).

<sup>51</sup> En la composición del panel, realizada a partir de múltiples tomas, se observó que el abrigo tiene un desnivel hacia el lateral izquierdo y una curvatura convexa que dificulta la correcta unión de las fotografías. El material fotográfico considerado de mayor interés se encuentra anexo en el punto 8.4.1. *Registro fotográfico y proceso de documentación*. (pp. 66-75).



Fig.30. Visión del conjunto del panel con las pinturas rupestres del abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas.

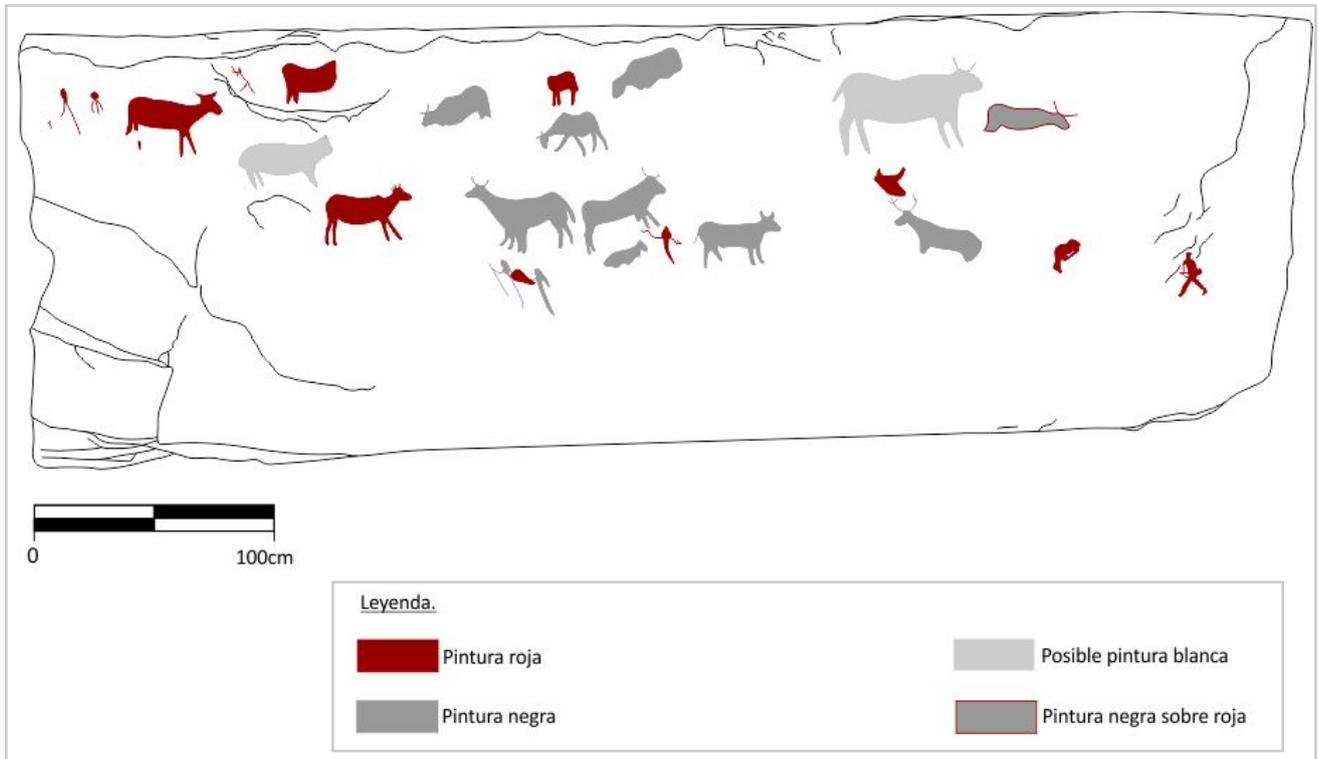


Fig.31. Diagrama de datos del panel con pinturas rupestres del abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas.

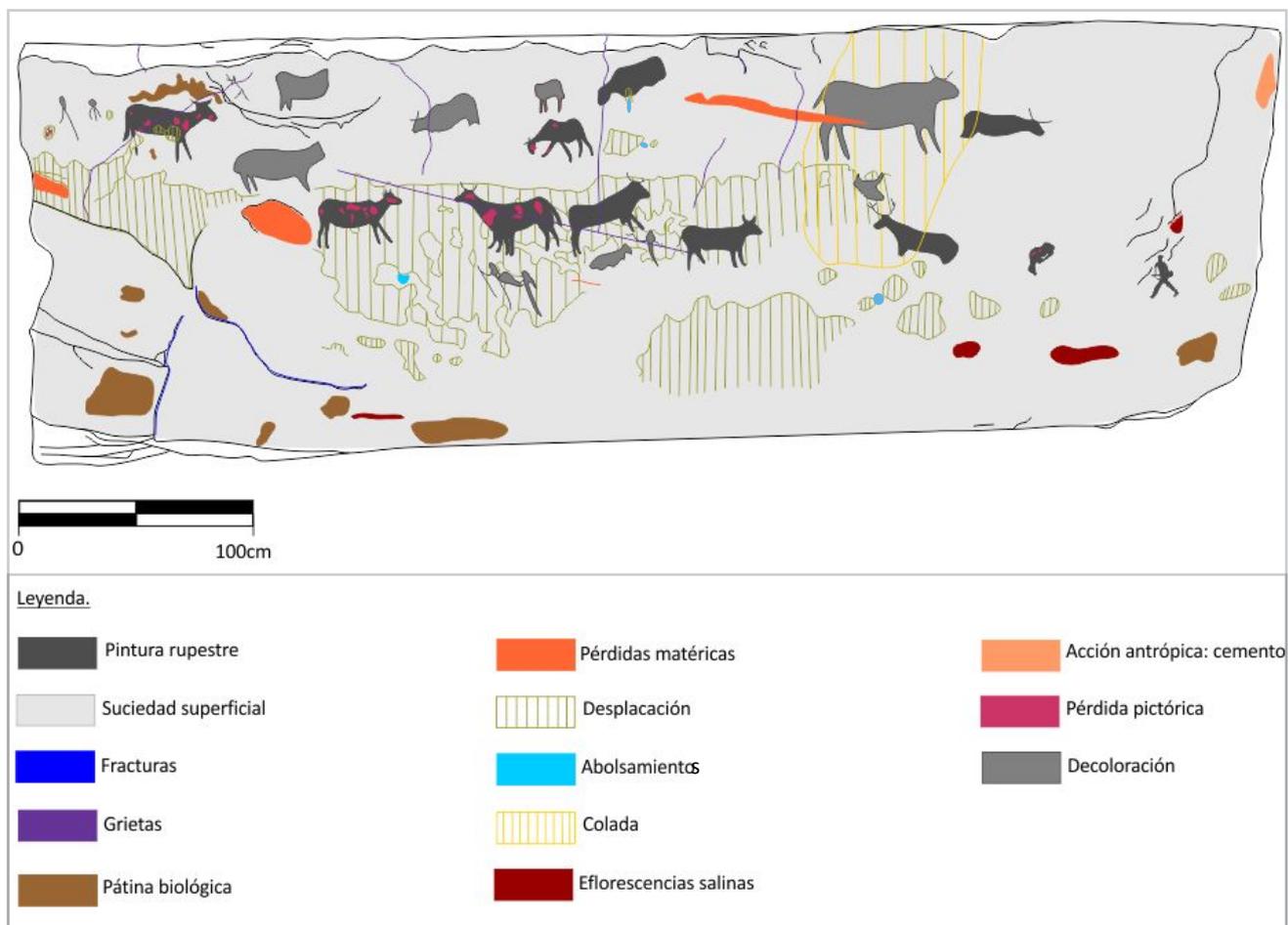


Fig.32. Diagrama del estado de conservación del panel con pinturas rupestres del abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas.

Observando el diagrama de daños se percibe que las patologías más significativas del abrigo son: la capa de suciedad superficial generalizada, que puede suponer el inicio de otras patologías más graves documentadas (como colonias biológicas o costras minerales), y las grietas, fracturas y abolsamientos del soporte rocoso, que ponen en riesgo la estabilidad estructural del panel.



Fig.33. Cabeza de bóvido semioculta por la deposición de suciedad ambiental, manchas de excrementos de mamífero (comadreja) y eflorescencias salinas.

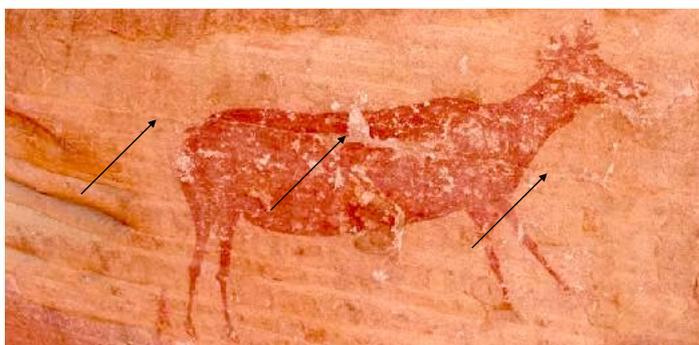


Fig.34. Figura de cérvido segmentada por una grieta estructural (flechas) del soporte (los valores de contraste y exposición se han manipulado para facilitar la visión de la problemática).

A nivel microscópico, los detalles más significativos registrados son eflorescencias salinas, depósitos de cera y/o resina y marcas de grafito sobre algunas pinturas, generalmente en las que se observa un mejor estado de conservación.

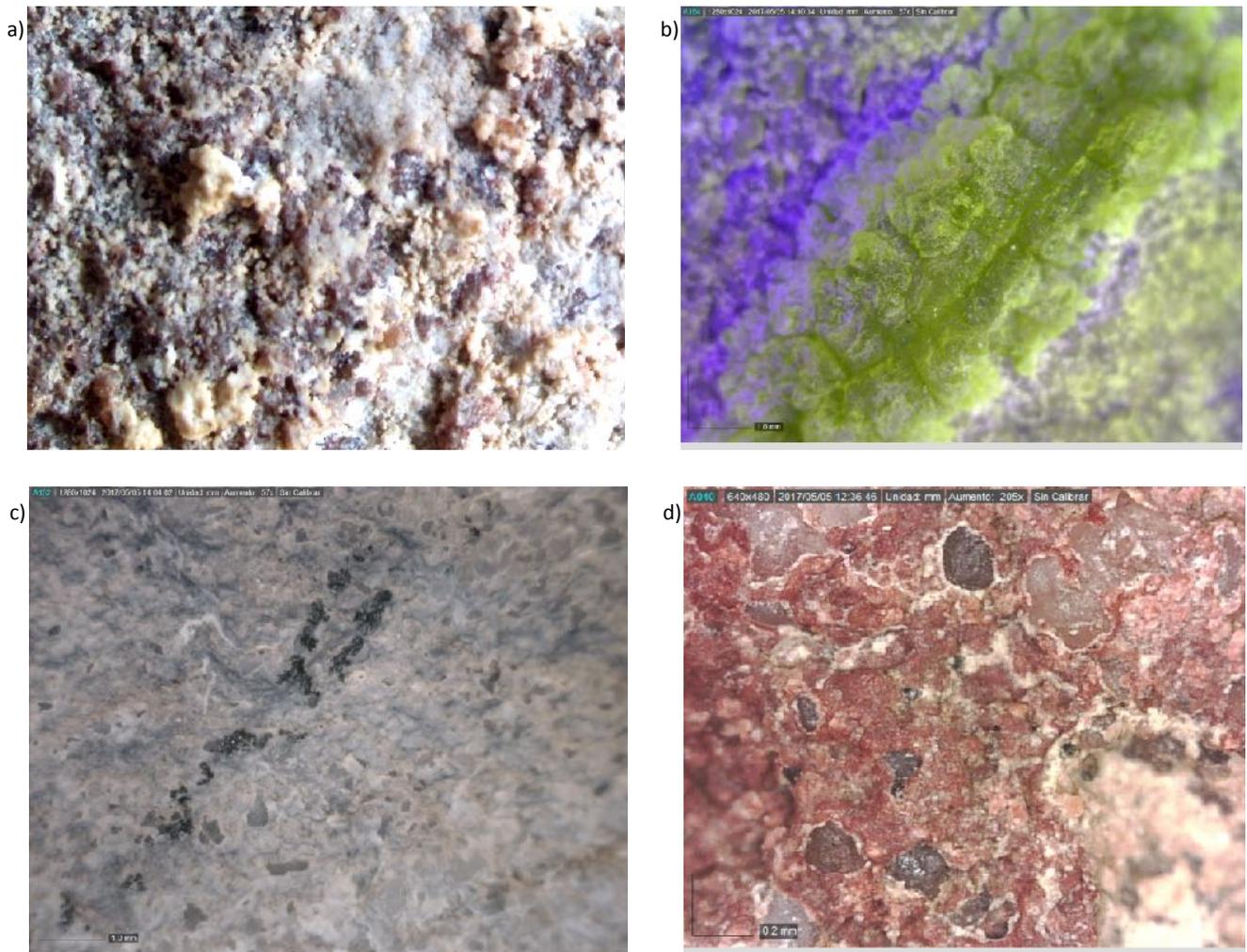


Fig.35. (a) Detalle de eflorescencias salinas con luz visible (aumentos: 57x); (b) detalle de concreción de resina con luz ultravioleta (aumento: 57x); (c) detalle de marca de grafito con luz infrarroja (aumento: 57x); (d) detalle de superficie pictórica con luz visible (aumento: 205x).

#### 4.2.2. Registro de datos climáticos y ambientales

En la primera visita al abrigo se instalaron dos DataLoggers para registrar datos de temperatura ( $T^{\text{a}}$ ), humedad relativa (HR) y punto de rocío, tanto del exterior como del interior del abrigo.

Estos datos permiten conocer las condiciones termohigrométricas en las que se encuentra el bien cultural y observar su evolución en el tiempo. De este modo, se podrían establecer parámetros de seguridad para garantizar cierta estabilidad climática que facilite su conservación.

Pero surge la complejidad de establecer estos parámetros de seguridad debido al emplazamiento al aire libre del bien, que lo aboca a experimentar las variaciones termohigrométricas del clima. Por ello, este sistema adquiere un gran valor preventivo, pues es la labor de control, análisis y seguimiento la que garantiza una correcta conservación en relación a estos parámetros ambientales. En las siguientes gráficas se ofrece una representación de los valores medios periódicos de los parámetros registrados<sup>52</sup>.

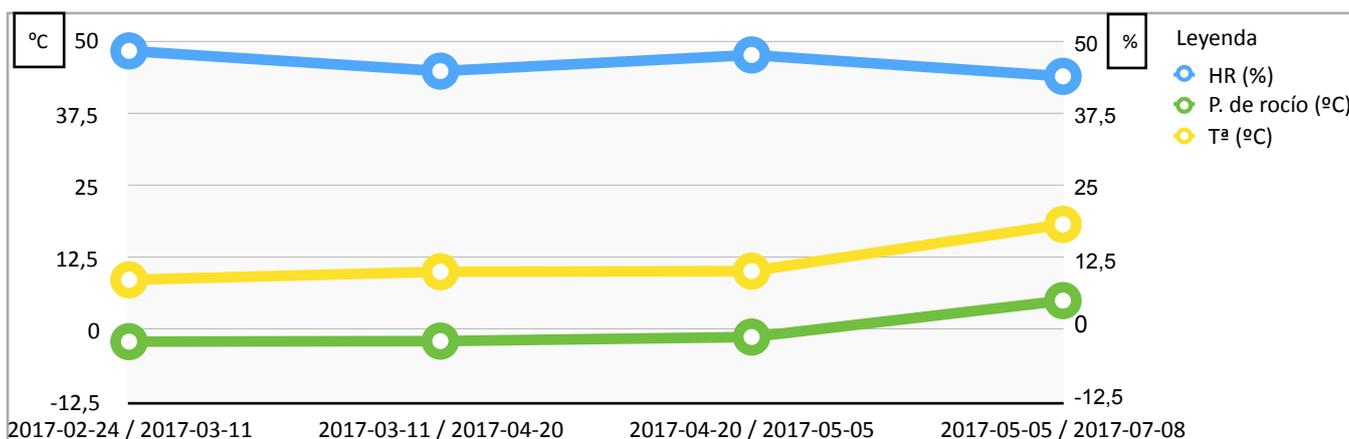


Fig.36. Resultados medios mensuales registrados en el exterior del abrigo.

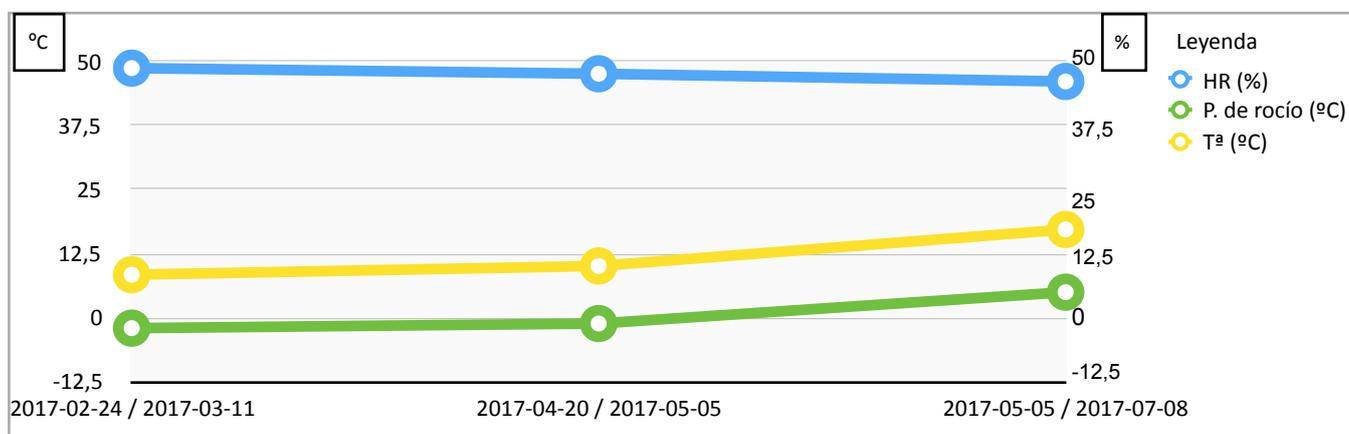


Fig.37. Resultados medios mensuales registrados en el interior del abrigo.

Al comparar las gráficas se observa que la diferencia entre el exterior y el interior del abrigo es insignificante (+0'2 % de HR, -0'2 °C de Tª y 0 °C de punto de rocío). Estos resultados muestran que la autorregulación termohigrométrica del abrigo respecto al clima es óptima, lo que garantiza una mayor estabilidad en la conservación del soporte rocoso y de las pinturas rupestres.

<sup>52</sup> Las gráficas individuales y originales están anexas en el punto 8.4.2. *Registro de datos climáticos y ambientales*, (pp.76-82). Los valores corresponden a los cinco meses que ha abarcado el método empírico de este proyecto (24 de febrero-8 de julio), pero está previsto que los dispositivos queden en el abrigo por más tiempo para obtener datos más objetivos. Debido a un problema de configuración del dispositivo, no se han obtenido datos del período 2017-03-11 / 2017-04-20 del interior del abrigo, pero se estima que podrían ser muy similares a los registrados en el mismo período por el dispositivo del exterior el abrigo.

Además de estos datos, también se ha realizado un seguimiento de la temperatura de la superficie del soporte y la temperatura y humedad relativa del ambiente en cada visita. En la siguiente imagen se han localizado los puntos de medición con los datos obtenidos<sup>53</sup>.

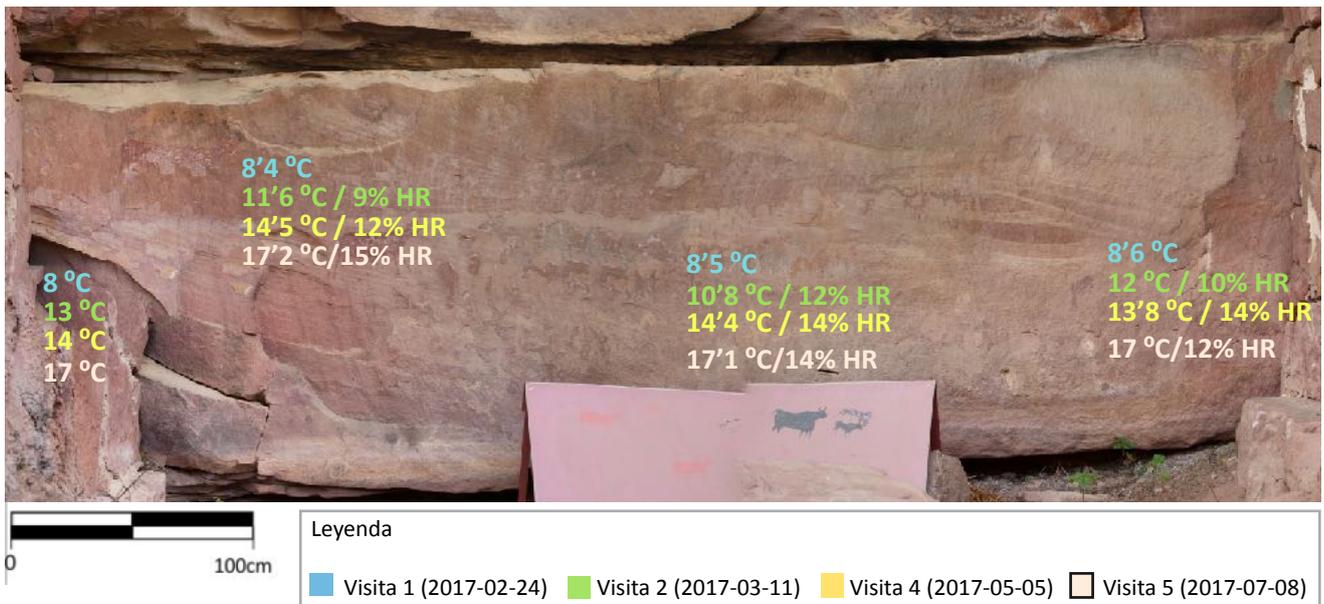


Fig.38. Resultados de la temperatura y humedad relativa registrados en la superficie del soporte.

En la siguiente tabla se muestran los valores ambientales obtenidos los días de las visitas al abrigo. Al compararlos con los valores de la superficie del panel y los registrados por los DataLoggers se observa una correspondencia clara, sin variaciones significativas, lo que corrobora que el soporte rocoso se adapta correctamente a las condiciones medioambientales.

	Visita 1 (2017-02-24)	Visita 2 (2017-03-11)	Visita 3 (2017-04-20)	Visita 4 (2017-05-05)	Visita 5 (2017-07-08)
Tª ambiente	9 °C	19'3 °C	-	20'3 °C	20'8 °C
HR ambiente	43 %	54 %	-	51'7 %	72'7 %

Tabla 1. Datos de temperatura y humedad relativa ambiental.

La problemática de conservación deriva del estrés térmico diario elevado (el día con mayor amplitud térmica registrado por los DataLoggers fue el 18 de marzo, con un rango térmico y de humedad relativa de +/-10 °C y +/-37 %) y

<sup>53</sup> En la Visita 3 (2017-04-20) no se obtuvieron datos ambientales ni de la superficie del soporte. Debido a la visita del profesor Dr. Giovanni (*Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana -SUPSI-*) se aprovechó la ocasión para acudir al abrigo, pero no para trabajar en él. Se recogieron los datos de los DataLoggers y se realizaron las mediciones con el luxómetro.

las anomalías climáticas que se están registrando últimamente<sup>54</sup>. Todo ello cataliza la degradación natural del soporte, propiciando la aparición de problemas estructurales como los ya nombrados.

El factor de degradación lumínico también ha sido estudiado. La luz, natural, considerada la más dañina para la conservación de obras pictóricas, filtrada por las hojas de los árboles próximos al abrigo, solo incide de forma directa en horario vespertino, cuando la intensidad es menor que en el resto del día. Aún así, el espectro lumínico produce un impacto en las pinturas que cataliza su degradación natural por procesos de decoloración y calentamiento, produciendo modificaciones a nivel físico-químico en el aglutinante y los pigmentos<sup>55</sup>.

La medición de los valores lumínicos con el luxómetro (lux) permite conocer la exposición de las pinturas a este agente ambiental, así como realizar un seguimiento de la intensidad y el impacto del mismo. En la siguiente imagen se localizan los puntos de medición y los resultados obtenidos<sup>56</sup>.



Fig.39. Resultados de los valores de incidencia lumínica registrados en la superficie del soporte.

<sup>54</sup> Las anomalías climáticas a las que se hace referencia en el texto están registradas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) en sus informes mensuales, estacionales y anuales. En los documentos consultados para este estudio (períodos del invierno 2016-2017 y los meses de febrero, marzo, abril y mayo de 2017) se observa un incremento notable de las temperaturas medias (de entre 2'5 y 3'5 °C) y una disminución preocupante de las precipitaciones, identificando como seco el período analizado en el entorno del abrigo. Todo ello influye en los ciclos de regulación de la humedad interna de la roca, que puede llegar a suponer problemas estructurales graves, como el desarrollo de grietas y fracturas. Información extraída de AEMET, *Resúmenes climatológicos*. [consulta: 2017-06-17]. Disponible en: <<http://www.aemet.es>>.

<sup>55</sup> Como explica VAILLANT CALLOL, M.; VALENTÍN RODRIGO, N.; DOMENECH CARBÓ, M.T. *Op.cit.*, 2003, p.111.

<sup>56</sup> No se han obtenido datos de la visita 2 (2017-03-11) porque el motivo de la misma fue realizar el registro fotográfico y cumplimentar la catalogación del abrigo.

Los datos lumínicos obtenidos se registraron en diferentes momentos del día. Con ello se observa que la incidencia lumínica es mayor a partir de las 13 horas (valores obtenidos en la visita 4).

Además, se observa una inversión en la zona con mayor insolación. Durante el horario matutino es la zona derecha e inferior del panel la que registra mayores niveles lumínicos, mientras que por la tarde, por el movimiento de rotación, es la zona izquierda y superior del panel la que presenta los niveles más altos. Esto se debe a la orientación y a la morfología del abrigo, como se observa en el siguiente gráfico<sup>57</sup>.

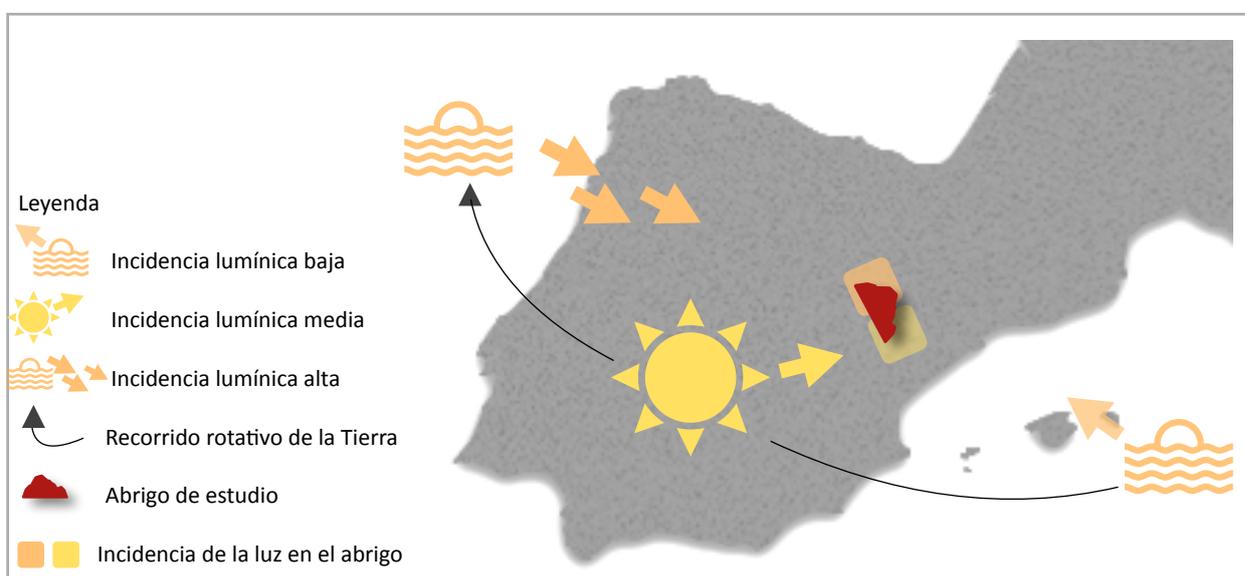


Fig.40. Representación gráfica (sin referencia de escala) de la insulación del abrigo.

Los niveles de contaminación medioambiental no se han medido por no disponer de herramientas para ello, pero sí se han analizado los principales focos que pueden generar problemas de contaminación. Tanto el entorno próximo al abrigo como el que comprende el área declarada Paisaje Protegido está limpio. No hay industrias a menos de 10 km ni actividad ganadera a menos de 6 km. Tampoco hay cableado eléctrico próximo al abrigo y la pista forestal que conduce a él, poco transitada, está alejada 200 m (*circa*).

Aunque la actividad antrópica no genera un impacto nocivo en el entorno próximo al abrigo sí que es importante la contaminación generada en el propio abrigo con el sistema de cerramiento y los materiales industriales (cemento, yeso y metal) empleados en el mismo. En el momento en que estos materiales comenzaron a degradarse y a catalizar nuevas patologías en el abrigo, dejó de

<sup>57</sup> La orientación suroeste, la forma de refugio natural (techumbre, panel retirado del exterior - más del lateral izquierdo que del derecho-) y los muros del cerramiento mantienen la sombra en el abrigo desde el amanecer hasta las horas centrales del día. La mayor profundidad del lateral izquierdo justifica los niveles de insolación menores durante la mañana pero, por su orientación, es la zona donde primero inciden los rayos vespertinos que, en su recorrido descendente del final del día, recorren el panel desde la zona superior izquierda hacia la zona inferior derecha.

ser un elemento de protección y pasó a ser un elemento de contaminación con un riesgo potencial de daño mecánico en el soporte de las pinturas rupestres debido a la catálisis de la proliferación de eflorescencias salinas.

Por otra parte, el hecho de estar al aire libre en un medio natural lleva asociada la interacción del abrigo con el entorno. La combinación del polvo en suspensión, el particulado de disgregación de la roca del abrigo y la actividad biológica de pequeños mamíferos y aves que pueden entrar al mismo es la contaminación natural del medio natural, responsable, en combinación con otros agentes, del ocultamiento parcial de las pinturas rupestres<sup>58</sup>.

La actual preocupación de los profesionales del clima por el calentamiento global y el incremento de los niveles de contaminación atmosférica no debería pasar desapercibida en la conservación del abrigo. A pesar de encontrarse en un medio natural, en un entorno protegido y controlado, los gases y las partículas volátiles no tienen límites y pueden llegar a las pinturas rupestres de la misma forma que alcanzan cualquier otro punto atmosférico<sup>59</sup>.

Se debe tener en cuenta la ausencia de vibraciones potencialmente peligrosas en las proximidades del abrigo, al menos de forma continuada, lo que garantiza cierta estabilidad estructural.

#### **4.2.3. Estudio colorimétrico**

El estudio colorimétrico se ha llevado a cabo como punto de partida de un proceso que, continuado en el tiempo, permite realizar el seguimiento del deterioro visual de la película pictórica. Los datos obtenidos definen los valores de luminosidad ( $L^*$ ), afinidad al rojo ( $a^*$ ) y afinidad al verde ( $b^*$ ).

La interpretación de los datos se establece en función de la positividad o negatividad de los valores obtenidos. En el caso de  $L^*$ , un valor positivo se interpreta como una tendencia al aclarado, mientras que un valor negativo, se interpreta como una tendencia al oscurecimiento. Por otra parte, el valor positivo de  $a^*$  define el grado de rojo, mientras que su valor negativo define el

---

<sup>58</sup> Las galerías que se abren en la zona superior e inferior del panel son buen cobijo para comadrejas, ardillas, roedores y otros animales similares. Sus excrementos, huellas, movimiento de pequeñas piedras son algunos de los restos de su actividad que confirman su presencia y su interacción con la conservación de las pinturas.

<sup>59</sup> Los valores de contaminación atmosférica están aumentando en los últimos años a pesar de múltiples alertas enviadas desde la Organización Mundial de la Salud (OMS), servicios de climatología (AEMET) o de otros organismos científicos. Los valores consultados en los últimos análisis estatales muestran un incremento de gases de efecto invernadero (principalmente Ozono), lo que a largo plazo significa un incremento de las temperaturas, un descenso y contaminación química en las precipitaciones y mayores horas de insolación. Todo ello contribuye a la pérdida de arte rupestre y explica, en parte, la desaparición de múltiples figuras en el abrigo de estudio en los últimos 50 años (tomando como referencia el calco que realizó Mellado en 1943, consultado en la exposición *Benítez Mellado: la documentación del arte rupestre en Teruel, 1921-1943*, realizada entre el 18 y el 28 de mayo de 2017). AEMET. *Vigilancia del clima*. [consulta: 2017-06-17]. Disponible en: <<http://www.aemet.es>>.

grado de verde; el valor positivo de b\* establece el grado de amarillo, mientras que este valor expresado en un parámetro negativo señala el grado de azul. En la siguiente tabla se ofrecen los resultados de las pruebas de colorimetría<sup>60</sup>.

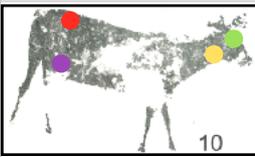
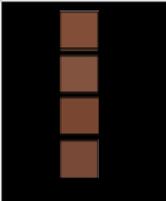
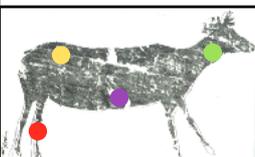
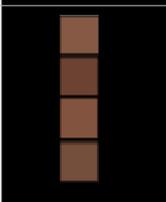
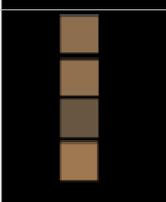
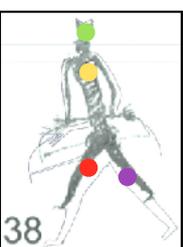
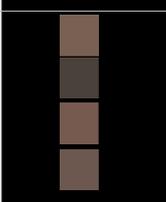
Figura	Prueba	Valor medio de L*	Valor medio de a*	Valor medio de b*	Resultado cromático	Referencia visual
 Fig.41. Calco 1.	● Punto 1 ● Punto 2 ● Punto 3 ● Punto 4	39'23 40'50 36'13 36'37	19'82 16'89 18'74 16'86	15'62 12'87 16'12 13'06		 Fig.45. Figura 10.
 Fig.42. Calco 2.	● Punto 1 ● Punto 2 ● Punto 3 ● Punto 4	42'46 33'29 39'97 37'49	15'48 15'47 16'60 12'42	11'46 11'62 12'47 10'39		 Fig.46. Figura 13.
 Fig.43. Calco 3.	● Punto 1 ● Punto 2 ● Punto 3 ● Punto 4	49'52 50'37 38'37 53'67	07'67 08'36 03'89 10'57	13'27 14'65 07'18 18'16		 Fig.47. Figura 26.
 Fig.44. Calco 4.	● Punto 1 ● Punto 2 ● Punto 3 ● Punto 4	43'22 29'60 41'36 38'66	08'62 05'38 11'33 08'34	10'85 04'83 10'76 09'12		 Fig.48. Figura 38.

Tabla 2. Resultados de la prueba de colorimetría realizada el 2017-05-05 en el abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas.

En los resultados obtenidos se observa una luminosidad media en las cuatro figuras, aunque los valores más altos se alcanzan en la Figura 26 debido a la composición de la película pictórica con pigmento blanco. Respecto al valor de a\*, todas las figuras tienen un claro cromatismo rojizo aunque, en el caso de la Figura 26, estos valores son muy bajos debido a la composición cromática de la

<sup>60</sup> Las figuras 41-45 son los acetatos impresos a partir del calco proporcionado por Dr. Manuel Bea. Se es consciente de que resulta complejo observar las pinturas en la serie 45-48, pero se ha desestimado modificar los valores de saturación y contraste, ya que esto condicionaría la apreciación visual del color real. El diferente tono que se aprecia en estas imágenes se debe a las variaciones cromáticas del soporte rocoso. La referencia de tamaño se encuentra en el apartado anexo 8.4.3. *Datos del estudio de colorimetría*, (pp.83-88): son imágenes impresas en tamaño natural, en un formato de soporte DIN-A3, y hay que tener en cuenta que los puntos de medición miden de 3 a 5 mm, son menores al tamaño indicado en la serie 42-45.

película pictórica ya señalada. Finalmente, el análisis del valor de  $b^*$  indica un claro componente amarillo en todas las pruebas que, con mayor probabilidad que el valor de  $a^*$ , puede provenir de una contaminación cromática por el sílice compositivo de la roca, que aporta un tono amarillento al soporte.

### **4.3. LA CONSERVACIÓN CURATIVA COMO MECANISMO PREVENTIVO**

Las labores de conservación curativa, siempre apoyadas en la conservación preventiva, tienen como objetivo prolongar la vida del bien cultural por medio de procesos de consolidación y fijación que aseguren la estabilidad estructural y físico-química del bien cultural<sup>61</sup>. Se presenta como mecanismo preventivo por evitar o reducir con estas actuaciones el riesgo de pérdida de algún aspecto (material o inmaterial) que caracterice al bien<sup>62</sup>.

En este proyecto no se ha realizado ninguna intervención de consolidación o fijación, pero sí se han realizado pruebas que permiten determinar los materiales y las metodologías que se podrían emplear en caso de que se realizara un proceso curativo. Así, lo que se presenta en este punto es un estudio de las pruebas de caracterización del soporte, que permiten realizar un acercamiento a sus características físico-químicas y mecánicas.

#### **4.3.1. Estudio de muestras del soporte rocoso y de otros elementos presentes en el abrigo**

El estudio de la composición y de la morfología interna del soporte es un proceso imprescindible para valorar tanto la metodología de intervención como los parámetros de conservación preventiva más adecuados<sup>63</sup>. Este proceso se ha llevado a cabo con el análisis de tres muestras del soporte y de otros elementos presentes en el abrigo (pátina biológica, cemento y yeso) por medio del análisis organoléptico con el Microscopio Esteroscópico y el Microanálisis con el SEM-EDX<sup>64</sup>.

Atendiendo a las imágenes obtenidas con el Microscopio Esteroscópico, la roca del abrigo se define como una roca sedimentaria, arenisca, perteneciente

---

<sup>61</sup> La conservación curativa, una intervención directa en el bien cultural, se diferencia de la restauración por tener como objetivo devolver la estabilidad estructural o físico-química al bien, no revalorizarlo formal o estéticamente. La diferencia con la conservación preventiva es que esta última no interviene directamente en el bien cultural. VAILLANT CALLOL, M.; VALENTÍN RODRIGO, N.; DOMENECH CARBÓ, M.T. *Op.cit.*, 2003, pp.24,25.

<sup>62</sup> El respeto hacia la obra que, en este caso, se justifica observando la extrema fragilidad de la pintura rupestre y su valor histórico, debe guiar toda actuación de tipo curativo.

<sup>63</sup> El análisis del soporte, de la película pictórica y de pátinas o productos de alteración son los campos básicos de los que los análisis físico-químicos proporcionan información para la conservación del arte rupestre. ROLDÁN GARCÍA, C. *Contribución de los análisis físico-químicos a la caracterización y conservación del arte rupestre en entornos abiertos*, 2012, pp.129-131.

<sup>64</sup> Los resultados obtenidos en los análisis se encuentran anexos en el apartado 8.4.4. *Resultados de las pruebas de análisis del soporte*, (pp.89-104).



Fig.49. Granulometría de la roca a 8x.

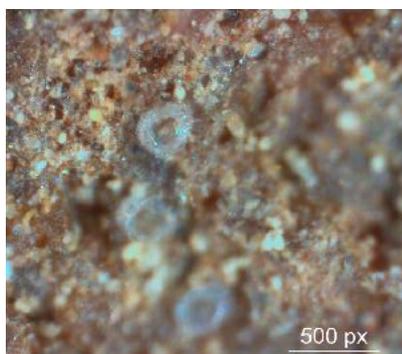


Fig.50. Formaciones orgánicas a 8x.

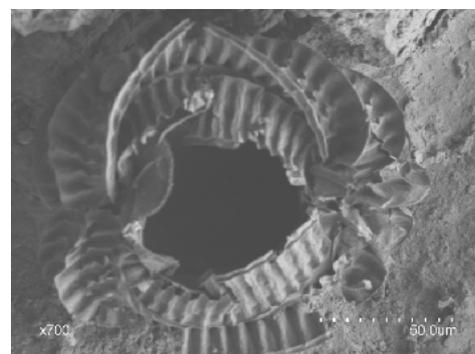


Fig.51. Formaciones orgánicas a 700x.

al grupo de las arenitas (tamaño de los granos de 0,063 a 2 mm), compuesta por arena muy fina (granos de 0,063 a 0,125 mm). El orden de los granos es moderadamente ordenado y presenta un hábito de grano generalmente redondo, con una distribución homogénea. Muestra zonas puntuales de foliación, fruto de los estratos sedimentados, pero a nivel microscópico se observa una composición turricular, posiblemente debida a la deposición sedimentaria por decantación<sup>65</sup>.

En este análisis visual se ha observado material biológico, como restos biológicos de arácnidos. Destacan las formaciones orgánicas, que no se han podido identificar, localizadas en el reverso de las muestras 1 y 3 (Fig. 50 y 51). En las muestras de cemento y yeso del cerramiento se puede observar el grado elevado de disgregación de estos materiales, especialmente del cemento.

Esta descripción morfológica se completa con el análisis químico, que permite clasificar la roca según su composición mineralógica, como arenita feldespática (arcosa) de tipo arcillosa, característica de las formaciones Buntsandstein del Sistema Ibérico peninsular<sup>66</sup>.

Esta tipología lítica se caracteriza por tener menos del 15% de matriz y un esqueleto compuesto mayoritariamente de cuarzo (óxido de silicio), feldespatos potásicos, micas (compuestas principalmente de óxidos de aluminio, hierro, calcio y magnesio), vaterita (carbonato cálcico) y turmalina (compuesta principalmente a partir de sodio, boro, magnesio y hierro)<sup>67</sup>. Todo ello se refleja en los resultados del microanálisis, en los que se observa que los principales componentes de la roca son sílice, sulfato, potasio, calcio, hierro y magnesio.

El microanálisis en las muestras de cemento y yeso muestra un alto grado de sílice en composición, lo que hace patente el problema de disgregación del material por el alto contenido de árido en comparación con las sustancias aglomerantes de composición carbonática.

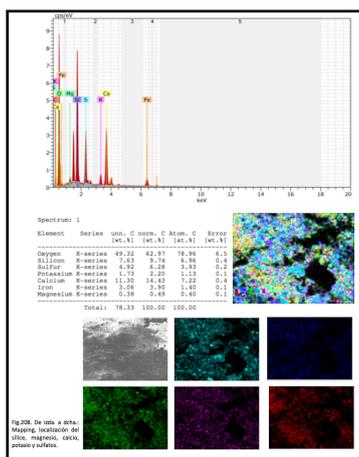


Fig.52. Microanálisis del soporte (página 98).

<sup>65</sup> La descripción de la roca se ha realizado según los parámetros ofrecidos en KRÖNER, S; [et.al]. *Conservación y restauración de materiales pétreos: diagnóstico y tratamientos*, 2010, pp.21-23.

<sup>66</sup> BENITO, G.; MACHADO, M.J.; SANCHO, C. *Op. cit.*, 1991-1992, pp.10-19.

<sup>67</sup> La información para realizar la clasificación mineralógica de la roca se ha obtenido de JABBOUR, G.; MÁRQUEZ, R.; GUERRA, I. *Un modelo para la clasificación de areniscas*, 2009, pp. 220-221.

#### 4.3.2. Estudio higroscópico del soporte

Conocer las características higroscópicas del soporte es fundamental para planificar las labores de consolidación y fijación, pues tanto los materiales como las metodologías de trabajo van a estar determinadas por la capacidad de absorción y regulación de líquidos de la roca.

Las pruebas realizadas se han distribuido por el panel de las pinturas rupestres con el fin de obtener datos generales que permitan obtener unas conclusiones más objetivas. A continuación se muestran las tomas y los resultados obtenidos<sup>68</sup>.



Fig.54. Diferencia de diámetro entre la esponja de la prueba y la mancha de humedad residual en el soporte rocoso.

Los resultados obtenidos muestran que la absorción del soporte es prácticamente nula (0'1 g, 0'3 g y 1'1 g). El tiempo de absorción total en los tres puntos es de tres minutos, lo que implica que, la regulación de la humedad es inmediata. Este bajo nivel de absorción y el tiempo corto de evaporación evita que el líquido penetre en profundidad en la roca con tiempos cortos de humectación, evitando así que se solubilizen partículas cristalinas a nivel interno, lo que asegura cierta estabilidad estructural<sup>69</sup>. Sin embargo esto supone un problema en los tratamientos de adhesión, consolidación y fijación, en los que es fundamental una correcta penetración del producto.

<sup>68</sup> La metodología de desarrollo se ha ajustado a la normativa descrita en el apartado 2. *Objetivos y metodología*, (pp.3-5).

<sup>69</sup> En el abrigo de La Ceja de Piezarrodilla (Tormón), próximo al abrigo de estudio, se observó que la roca tenía bajos niveles de humedad (13%). Tras humectar un fragmento similar a la roca del soporte, se obtuvieron datos del 50%, pero al cabo de 30 minutos, los valores de humedad volvían a ser los iniciales. Esta experiencia corrobora la capacidad de regulación de la humedad de la roca, soporte de las pinturas rupestres del abrigo. Como apunta ALLOZA IZQUIERDO, R.; ROYO GUILLÉN, J.I.; LATORRE VILA, B. *Op.cit.*, 2015, pp.639, 640.

#### 4.4. ANÁLISIS DE LAS HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DEL BIEN CULTURAL

El mismo factor antrópico que supone un riesgo para las pinturas rupestres es el que tiene las herramientas para trabajar y velar por su conservación. Las labores de estudio, control y seguimiento, deben contemplar también la gestión del bien cultural para asegurar una comunicación efectiva, respetuosa y comprensiva de los científicos, teóricos y visitantes del siglo XXI con los abrigos, las pinturas rupestres y el entorno prehistórico<sup>70</sup>.

La gestión del abrigo, al igual que las labores de conservación preventiva, tienen una continuidad temporal, un aspecto dinámico basado en el cambio continuo de la interacción del ser humano con el entorno y el bien cultural<sup>71</sup>.

En este estudio se ha realizado el análisis de la gestión del abrigo a partir de tres aspectos relacionados entre sí: la figura de Parque Cultural, el abrigo en sí y la sociedad que interactúa con el entorno y con el abrigo.



Fig.55. Señalización del abrigo de estudio según el sistema del Parque Cultural de Albarracín.

##### La gestión desde la figura del Parque Cultural

El Parque Cultural es un espacio al aire libre que guarda elementos culturales en un entorno con gran valor paisajístico y/o ecológico. Su gestión se debe encauzar tanto por los bienes culturales como por el entorno, a través de la sostenibilidad, el respeto y la adecuación espacio-temporal<sup>72</sup>.

Dentro de la legislación que rige el funcionamiento del Parque Cultural de Albarracín, enmarcado en esta condición desde el 2001, se engloban las actividades puestas en marcha por la entidad para garantizar una correcta gestión del patrimonio cultural y natural que guarda<sup>73</sup>.

Entre las labores que realiza el Parque destaca la creación de la red de senderos y zonas de aparcamiento que unen y facilitan el acceso a los abrigos, el cerramiento de los abrigos al aire libre, la creación de centros de interpretación o la realización de actividades lúdicas con centros educativos<sup>74</sup>.

<sup>70</sup> ALLOZA IZQUIERDO, R. *Op.cit.*, 2010, p.71.

<sup>71</sup> Las herramientas de gestión están coordinadas por el Gobierno de Aragón. Es fundamental la labor del Agente de Protección de Patrimonio Cultural (Departamento de Educación, Cultura y Deporte), quien realiza el control del entorno y los bienes culturales. RUBIO TERRADO, P. *Desarrollo local y patrimonio cultural. El Parque Cultural de Albarracín*, 2008, p.28. MARTÍNEZ, J; RODRIGO, A. *Planes de gestión para paisajes culturales complejos*, 2012, p.193.

<sup>72</sup> *Ibid.*, pp.27-33. La inclusión de las nuevas tecnologías en la documentación y difusión del Arte Rupestre se ha estudiado y desarrollado por MARTÍNEZ BEA, M.; ANGÁS PAJAS, J. *Nuevas metodologías de documentación para la investigación y difusión del arte rupestre en Aragón*, 2015, pp.523-530, adaptando el acceso al bien a las características sociales actuales, como con recorridos virtuales. PARQUE CULTURAL DE ALBARRACÍN. *Recorrido virtual Arte Rupestre*. [consulta: 2017-06-25]. Disponible en: <<http://www.parqueculturaldealbarracin.org>>.

<sup>73</sup> GOBIERNO DE ARAGÓN. LEY 12/1997. *Parques Culturales de Aragón*. España, 1997. [consulta: 2017-02-01]. Disponible en: <<http://www.boa.aragon.es>>. PARQUE CULTURAL DE ALBARRACÍN. *Parque Cultural*. [consulta: 2017-06-24]. Disponible en: <<http://www.parqueculturaldealbarracin.org>>.

<sup>74</sup> RUBIO TERRADO, P. *Op.cit.*, 2008, p.41. REY GARCÍA, J.M. *La difusión en los nuevos espacios de presentación al público del arte rupestre prehistórico*, 2012, pp.215-219. En este aspecto se enmarca la actividad realizada en el IES Segundo de Chomón (Teruel).

### La gestión desde la figura del abrigo

El respaldo de la UNESCO al declarar el abrigo de las Olivanas Patrimonio de la Humanidad en 1998 suma y complementa la protección legal a la ya aplicada por su declaración como Bien de Interés Cultural en 1985 y a su inclusión en el marco legal del Parque Cultural en el año 2002.

En el caso concreto del abrigo de estudio, esta seguridad institucional se complementa con otros aspectos característicos del bien que facilitan las labores de control y gestión. El aislamiento natural del emplazamiento del abrigo evita una masificación turística y garantiza un menor impacto antrópico en el entorno y, por otra parte, las medidas de control estático puestas en marcha favorecen su protección, conocimiento y divulgación social (sistema de cerramiento, paneles informativos, señalización, senderos acondicionados).

### La gestión del turismo cultural

No cabe duda de que el grupo social que acude al abrigo hoy en día es diferente al grupo social que habitó en él y creó las manifestaciones pictóricas. El consumo, la masificación, la pluralidad y la diversificación son aspectos que caracterizan a las actividades turísticas actualmente<sup>75</sup>.

Se estima que, alrededor de 50.000 personas visitan al año las pinturas rupestres del Parque. Son visitas fugaces, marcadas por ese afán de consumo rápido, que buscan conjugar un turismo natural, deportivo y cultural en un ambiente rural, despoblado y dependiente del sector turístico<sup>76</sup>. La educación y concienciación social a través de los Centros de Interpretación, es la principal herramienta preventiva que garantice una correcta gestión del turismo<sup>77</sup>.



Fig.56. Representación gráfica del panel del abrigo de estudio para facilitar su lectura.

<sup>75</sup> El turismo actual nace de la unificación de esfuerzos e intereses europeos. Muestra de ello es el Itinerario Cultural del Consejo de Europa (ICCE) con la inclusión del Parque Cultural de Albarracín en la Asociación Internacional "Camino de Arte Rupestre Prehistórico (CARP)", en 2010, por el comité Director de la Cultura del Consejo de Europa. PARQUE CULTURAL DE ALBARRACÍN, *PCA miembro de "CARP"*. [consulta: 2017-06-24]. Disponible en: <<http://www.parqueculturaldealbarracin.org>>. MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE, *La ruta "Camino de Arte Rupestre Prehistórico", en la que participa España, ha obtenido la mención Itinerario Cultural del Consejo de Europa*. [consulta: 2017-06-24]. Disponible en: <<http://www.mecd.gob.es>>.

<sup>76</sup> El "ecoturismo" se fundamenta en el disfrute del medio natural por medio del respeto, aunque sigue siendo un impacto negativo en el entorno. PEDERSEN, A. *Gestión del turismo en sitios del Patrimonio Mundial: manual práctico para administradores de sitios del Patrimonio Mundial*, 2005, pp.23-36.

<sup>77</sup> En este aspecto hay que tener en cuenta una correcta gestión de la información y del público que acude a estos puntos de información. REY GARCÍA, J.M. *Op.cit.*, 2012, pp.213-215.

## 5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A partir de la realización de este estudio se ha observado la necesidad de planificar, regular e iniciar un Plan de Conservación Preventiva dirigido a los abrigos con manifestaciones rupestres en el Parque Cultural de Albarracín.

Es patente que la consideración del arte rupestre ha evolucionado desde los primeros descubrimientos del siglo XIX hasta la actualidad. En el estudio y el análisis de este arte prehistórico en la provincia turolense se ha observado un cambio en el proceder de un cuidado agresivo (calcos directos, tratamientos intrusivos, ocultaciones, arranques) a una preocupación por el cuidado de las agresiones a través de numerosas herramientas legislativas, científicas y pedagógicas, que han protagonizado su revalorización a lo largo del siglo XX.

Esta revalorización tuvo importantes repercusiones en el ámbito cultural, político y económico a nivel nacional y local. Principales movimientos de las Vanguardias del siglo XX, como el cubismo, el fauvismo o la abstracción, encontraron en las expresiones prehistóricas un nuevo tema en el que desarrollarse, como se observa en reconocidas obras de Pablo Picasso (1881-1973, como el lienzo de *Las señoritas de Avignon*, de 1907), Henri Matisse (1869-1954, como su obra de *La danza*, de 1910) o la obra de Miquel Barceló (1957-, para la que sirva de ejemplo la *Capilla del Santísim* de la Catedral de Mallorca, de 2001-2007).

Por otra parte, los nuevos parámetros que encierran los conceptos de Bien de Interés Cultural, Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO o Parque Cultural requieren de una legislación y una organización que modificó notablemente la gestión y el reconocimiento de las manifestaciones rupestres, lo que tuvo repercusiones importantes a nivel local. En el ámbito de Albarracín, el Parque Cultural implicó una normativa en un espacio que, económicamente, era vital para las comunidades más próximas por ser una fuente de recursos ganaderos, resineros y madereros muy importante a nivel local y provincial.

Estas instituciones y parámetros legislativos del siglo XX son los que guían actualmente las actuaciones en el Parque Cultural de Albarracín. El estudio, la documentación y la incipiente monitorización de los abrigos con arte rupestre son las principales herramientas, de carácter preventivo, que se llevan a cabo a través de diferentes organismos (Diputación General de Aragón, Universidad de Zaragoza, Gobierno de Aragón) con el objetivo de conocer, analizar y estudiar los principales problemas de conservación del arte rupestre en el entorno concreto del Parque Cultural de Albarracín.

En este aspecto, se ha comprobado cómo las principales vías de degradación de las pinturas rupestres son: la degradación natural del soporte rocoso y de la película pictórica, su emplazamiento al aire libre, que las expone a todo fenómeno climático e intervención zoológica y algunos errores en la gestión del bien, como el sistema de cerramiento, que cataliza la proliferación

de eflorescencias salinas, o la falta de educación, concienciación y valoración social de este bien cultural.

Las conclusiones de los teóricos del siglo XX y las investigaciones actuales conducen hacia una metodología de intervención basada en la prevención. Por ello, en el proceso práctico se han llevado a cabo pruebas que, por medio de mecanismos preventivos, permiten establecer un control sobre los principales agentes de degradación, **a partir del estudio, la documentación y el seguimiento de datos rigurosos, objetivos y fiables.**

La catalogación del abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas ha sido un proceso de estudio sistemático y global, en el que se ha comprobado que sus pinturas rupestres son significativamente importantes para ampliar el estudio del arte rupestre levantino en general. Sin embargo, el estado de conservación que presenta la estructura, el soporte y la película pictórica no asegura su pervivencia a largo plazo, debido a las grietas y fracturas del soporte y al estado de ocultación por suciedad superficial depositada en las pinturas.

Para gestionar esta degradación **se ha propuesto una metodología basada en el registro de datos fotográficos, ambientales y colorimétricos.** Los resultados obtenidos se consideran muy positivos, pues han permitido llevar a cabo un seguimiento de parámetros de degradación de difícil control debido al emplazamiento al aire libre. A raíz de este proceso se ha observado que:

- La documentación fotográfica y la generación de diagramas de datos y de daños **facilitan el control del proceso de degradación** del abrigo y las pinturas rupestres, siendo un punto de inicio del estudio y comparación visual objetivo, sistemático y crítico en el tiempo.
- El control de los parámetros termohigrométricos no solo permite conocer el grado de autorregulación de la roca, sino que también permiten saber cuándo se dan las condiciones meteorológicas más propicias para que las labores curativas de consolidación, adhesión y fijación sean más eficientes.

Los datos recogidos muestran una extraordinaria regulación de la temperatura y humedad relativa de la roca. Sin embargo, esto no asegura que se eviten dos problemas que pueden tener consecuencias dramáticas: el shock y el stress térmico (Alloza [et.al.]: 2012, pp.89-92). El primero de ellos se produce cuando la temperatura varía 2°C por minuto, un fenómeno solo posible en una situación extrema dominada por un incendio forestal. El segundo término, que ya se da en la roca, se expresa con una elevada amplitud térmica, que supone una periodicidad continua de ciclos de contracción/dilatación y humectación/desecación de la roca. Todo ello contribuye a la generación y desarrollo de grietas, eflorescencias salinas, abolsamientos y pérdidas.

Los DataLoggers empleados en este estudio requieren de un desplazamiento periódico al abrigo que obligan a realizar un control visual de forma asidua. Pero por las condiciones climáticas del ámbito geográfico, no siempre es posible realizarlo, lo que puede suponer un problema en un seguimiento riguroso en el tiempo. Para evitarlo, se propone emplear un sistema de seguimiento por radio, recogiendo los datos de los dispositivos por radiofrecuencia, sin necesidad de desplazamiento.

La influencia de la luz en la conservación de las pinturas es mínima, aunque se observa que las figuras con pigmento rojo tienen un mejor estado de conservación a nivel cromático. Sería interesante realizar un estudio sobre la interacción de la luz en las pinturas de este abrigo según la composición química de los pigmentos.

La contaminación atmosférica afecta considerablemente a las pinturas, ya que el particulado ambiental, ácaros y restos biológicos acaban depositándose en la superficie pictórica, produciendo el ocultamiento parcial o total de algunas figuras a raíz de películas de oxalatos y carbonatos. En relación a la contaminación de origen antrópico, no se han encontrado fuentes de emisión cercanas.

Hay que tener presente la evolución climática, cuyos efectos (elevadas temperaturas, escasas precipitaciones, mayores tiempos de insolación o la contaminación química de la lluvia), con total seguridad van a ser patentes en el bien cultural estudiado. **El seguimiento y el control periódico deben ser las herramientas preventivas** para observar la evolución del abrigo, ya que no es posible ni recomendable la instalación de elementos de control dinámico que los eviten (como humidificadores, ventiladores o filtros del aire) por su emplazamiento exterior y proceso de climatización. Pero sí que es posible, y altamente recomendable, instalar sistemas de control estático que permitan aumentar el control del abrigo, como dispositivos de detección de humo, debido al riesgo inminente de incendio que se ha observado en el entorno del bien cultural.

■ Con el estudio colorimétrico se ha registrado la composición cromática de la película pictórica de cuatro figuras. La repetición de esta prueba en el tiempo permitirá valorar la velocidad y el nivel de degradación de las pinturas en relación a valores de luminosidad y cromáticos.

Por otra parte, también es una fuente de documentación a la que acudir en búsqueda de referencias para contrastar resultados en la aplicación de productos consolidantes que puedan modificar las características cromáticas de la película pictórica.

Todos estos datos, recogidos a partir de una metodología preventiva, proporcionan información para la realización de procesos curativos, cuyo

objetivo de asegurar la estabilidad físico-química del bien cultural, dotan de carácter preventivo a estas intervenciones. En este aspecto, es de vital importancia conocer a nivel químico el soporte, la película pictórica y otros materiales o agentes que interactúan con el abrigo y las pinturas.

■ La roca arenisca del Parque Cultural de Albarracín tiene matriz silíceo, a la que acompañan otros compuestos químicos, como potasio, óxidos de hierro, calcio, sulfato y magnesio. Todo ello, junto con la descripción morfológica, la caracteriza como arenita feldespática (arcosa) de tipo arcillosa, respondiendo así a su procedencia de sedimentos fluviales (formaciones Buntsandstein) del Triásico Inferior (aproximadamente hace 250 millones de años).

Su condición de arenisca aporta una textura granulosa a la superficie de la roca con gran facilidad de experimentar procesos de pulverulencia, escamaciones o desplazados. Derivadas de estos problemas **se encuentran tres necesidades de consolidación en el panel**: a nivel general, se observa una disgregación superficial de la roca; de forma puntual, se han registrado pequeños abolsamientos en zonas delicadas (junto a pinturas, en zonas con desplazaciones y problemas de estabilidad); y, desde el punto de vista estructural, es necesario estabilizar las grietas y fracturas.

En este proyecto no se han realizado pruebas con consolidantes, ya que el tema de estudio no estaba enfocado a este fin. Sin embargo, se considera oportuno señalar que, por la naturaleza química del soporte, se estima que los productos organosilíceos son los más indicados para abordar los problemas de consolidación. Su elección se justifica en que:

- Son productos inorgánicos, de naturaleza similar a la roca original, por lo que la consolidación será mayor a nivel estructural en referencia a parámetros químicos y serán más estables a largo plazo.
- No son productos filmógenos, lo que garantiza la correcta transpirabilidad de la roca y no impiden futuras intervenciones a nivel interno.
- Su metodología de aplicación es sencilla en comparación con otros productos de consolidación del ámbito de la pintura mural.

Sin embargo, hay que tener en cuenta sus principales inconvenientes, como su carácter irreversible, la posible saturación del color, su carácter cementante, no adhesivo, y el posible microcraquelado que puede aparecer en superficie por la rápida reacción del material (Osca: 2015, pp. 29-34). Además, en la tesis doctoral de Barreda Usó (Barreda: 2016, p. 541), se observa cómo el consolidante interactúa con el ambiente, la metodología de aplicación y las características del soporte rocoso. Una mala gestión de alguno de estos parámetros puede derivar en problemas en las funciones consolidantes de un producto. Por ello, la recomendación

aportada no debe tomarse como referencia, sino como sugerencia para una fase experimental más amplia que determine los productos a emplear en una intervención curativa en el abrigo de las Olivanas.

■ A través de la prueba de higroscopicidad del soporte por capilaridad se ha observado la nula capacidad de absorción de humedad del mismo. Este aspecto asegura cierta estabilidad estructural al evitar la solubilidad de partículas que puedan derivar en criptoeflorescencias, lo que pondría en peligro la estabilidad interna del soporte. Sin embargo, esta característica se convierte en problema al aplicar los productos consolidantes, ya que es poco probable que el producto penetre correctamente en la roca.

Finalmente, en el análisis de la gestión del abrigo, se ha observado la gran relevancia que tiene la protección legislativa de los parámetros de Bien de Interés Cultural, Patrimonio de la Humanidad y Parque Cultural que, en coordinación con las herramientas físicas de conservación del abrigo (cerramiento, paneles informativos, senderos, etc) y la concienciación social (coloquios, talleres pedagógicos, centros de interpretación, etc), aseguran una correcta gestión del mismo, un buen colchón de seguridad ante la degradación intencionada de carácter antrópico. Sin embargo, se hace patente la reforma del sistema de cerramiento. Se recomienda la eliminación de los muros de mampostería laterales, que dificultan la correcta circulación del aire, y la sustitución del sistema de vallado por uno más respetuoso con la roca, desaconsejando el empleo de cemento en la operación.

Con todo, el proyecto ha proporcionado una metodología de trabajo que establece mecanismos preventivos en la conservación del arte rupestre al aire libre extrapolable a cualquier otro abrigo del Parque Cultural de Albarracín, aunque hay que tener en cuenta que cada abrigo presentará una problemática de conservación diferente.

Esta metodología permite establecer las bases para realizar un Plan Integral de Conservación Preventiva, en el que el mantenimiento, la difusión social y las medidas preventivas estén unidas en un objetivo común: conservar el entorno y las manifestaciones rupestres, con todos sus valores, para su disfrute actual y de las generaciones futuras, principio de toda labor de conservación, como señala Benoit de Tapol (VIMEO.[consulta: 2017-06-28]. Disponible en: <<https://vimeo.com>>). Para ello es necesario una actitud científica que dirija las labores con rigor, atendiendo a las normativas metodológicas en las pruebas, la capacitación del personal de conservación en mecanismos preventivos y contar con un respaldo reglamentado y pautado para poder abarcar todas las casuísticas posibles.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- AENOR. *AENOR: Norma UNE-EN 15886:2011. Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Medición del color de superficies*. Madrid: ©AENOR, 2011. [consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<http://www.aenor.es>>.
- CLUB COTA 8000. *Bloques de Albarracín*. [consulta: 2017-03-04]. Disponible en: <<http://www.clubcota8000.com/>>.
- EL DOCUMENTARIO. *La gran odisea de la humanidad 02-La adaptación de los primates*. En: *YouTube*. San Bruno (Estados Unidos): ©YouTube, 2016-12-09. [consulta: 2017-04-26]. Disponible en: <<https://www.youtube.com>>.
- GOBIERNO DE ARAGÓN. BOA Decreto 91/1995. *Decreto 91/1995, de 2 de mayo, de la Diputación General de Aragón, de declaración de Paisaje Protegido de los Pinares de Rodeno*. España, 1995. [consulta: 2017-02-01]. Disponible en: <<http://www.boa.aragon.es>>.
- GOBIERNO DE ARAGÓN. BOA Decreto 107/2001. *Decreto 107/2001, de 22 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se declara el Parque Cultural de Albarracín*. España, 2001. [consulta: 2017-06-26]. Disponible en: <<http://www.boa.aragon.es>>.
- GOBIERNO DE ARAGÓN. BOA Decreto 187/2014. *Plan de Protección del Paisaje Protegido de los Pinares de Rodeno*. España, 2014. [consulta: 2017-04-28]. Disponible en: <<http://www.rednaturaldearagon.com>>.
- GOBIERNO DE ARAGÓN. BOA Ley 12/1997. *Ley 12/1997, de 3 de diciembre, de Parques Culturales de Aragón*. España, 1997. [consulta: 2017-02-01]. Disponible en: <<http://www.boa.aragon.es>>.
- GOBIERNO DE ARAGÓN. BOA Orden Número 37. *Orden de 8 de marzo de 2002, del Departamento de Cultura y Turismo, por la que se aprueba la relación de diferentes cuevas y abrigos con manifestaciones de arte rupestre y su localización, considerados Bienes de Interés Cultural en virtud de lo dispuesto en la Disposición Adicional Segunda de la Ley 3/1999, de 10 de marzo, de Patrimonio Cultural Aragonés*. España, 2002. [consulta: 2017-02-01]. Disponible en: <<http://www.boa.aragon.es>>.
- GOBIERNO DE ARAGÓN. *Red Natural de Aragón*. Zaragoza: Sociedad Aragonesa de Gestión Agroambiental, S.L.U. (SARGA). [consulta: 2017-01-02]. Disponible en: <<http://www.rednaturaldearagon.com>>.
- GOBIERNO DE ESPAÑA. BOE-A-1985-12534. *Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español*. España, 1985. [consulta: 2017-02-01]. Disponible en: <<https://www.boe.es>>.

- GOBIERNO DE ESPAÑA. *Ministerio de Educación, Cultura y Deporte*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. [consulta: 2017-06-24]. Disponible en: <<http://www.mecd.gob.es>>.
- HISTORIA Y ARQUEOLOGÍA. Plan Nacional de Conservación y Prevención. Entrevista a Benoit de Tapol. En: *Vimeo* [vídeo]. New York: ©Vimeo, 02-2017. [consulta: 2017-06-28]. Disponible en: <<https://vimeo.com>>.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. *Agencia Estatal de Meteorología. Predicción por municipios. Albarracín (Teruel)*. Madrid: ©AEMET. [consulta: 2016-10-11]. Disponible en: <<http://www.aemet.es/>>.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. *Agencia Estatal de Meteorología. Resúmenes climatológicos*. Madrid: ©AEMET. [consulta: 2017-06-17]. Disponible en: <<http://www.aemet.es>>.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. *Agencia Estatal de Meteorología. Vigilancia del clima*. Madrid: ©AEMET. [consulta: 2017-06-17]. Disponible en: <<http://www.aemet.es>>.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE. *España es cultura*. Madrid: Sociedad Estatal para la Gestión de la Innovación y las Tecnologías Turísticas, S.A. (©SEGITTUR). [consulta: 2017-01-01]. Disponible en: <<http://www.españaescultura.es>>.
- PARQUE CULTURAL DE ALBARRACÍN. *Arte Rupestre Patrimonio Mundial y mucho más...* [consulta: 2017-02-03]. Disponible en: <[www.parqueculturaldealbarracin.org](http://www.parqueculturaldealbarracin.org)>.
- PARQUE CULTURAL DE ALBARRACÍN. *Parque Cultural*. [consulta: 2017-04-28]. Disponible en: <<http://www.parqueculturaldealbarracin.org>>.
- PARQUE CULTURAL DE ALBARRACÍN. *PCA miembro de "CARP"*. [consulta: 2017-06-24]. Disponible en: <<http://www.parqueculturaldealbarracin.org>>.
- PARQUE CULTURAL DE ALBARRACÍN. *Recorrido virtual Arte Rupestre*. [consulta: 2017-06-25]. Disponible en: <<http://www.parqueculturaldealbarracin.org>>.
- UNESCO. *World Heritage Convention. Rock Art of the Mediterranean Basin on the Iberian Peninsula*. París: UNESCO World Heritage Centre. [consulta: 2016-12-11]. Disponible en: <<http://whc.unesco.org>>.
- UNESCO. *Carta de Cracovia, 2000*. París: UNESCO World Heritage Centre. [consulta: 2017-06-24]. Disponible en: <<http://www.unesco.org>>.
- UNIVERSITAT DE VALÈNCIA. *Servicio Central de Apoyo a la Investigación Experimental. Microscopía*. Valencia: Universitat de València. [consulta: 2017-06-25]. Disponible en: <<http://www.uv.es>>.

- ALLOZA IZQUIERDO, R. Caracterización del soporte rocoso del arte rupestre. En: *Cuadernos de Arte Rupestre*. Murcia: Centro de Estudios de Prehistoria y Arte Rupestre, 2010, nº6, ISSN: 1699-0889. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<http://www.cuadernosdearterupestre.es>>.
- ALLOZA IZQUIERDO, R. [et.al.]. La conservación del arte rupestre al aire libre: un desafío formidable. En: *Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, Patrimonio Mundial*. Huesca: Comarca de Somontano de Barbastro, 2012. Depósito legal: HU-355-2012. [fecha de última consulta: 2017:06:30]. Disponible en: <<https://jornadastecnicasarterupestre.wordpress.com>>.
- ALLOZA IZQUIERDO, R.; ROYO GUILLÉN, J.I.; LATORRE VILA, B. La conservación de un bien declarado patrimonio mundial y el proyecto de monitorización del arte rupestre en Aragón. En: *I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés (CAPA)* [actas]. Zaragoza: Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragón, 2015. ISBN: 978-84-608-8580-1. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<https://capa2015.wordpress.com>>.
- ANGÁS PAJAS, J. Nuevas técnicas de documentación geométrica y análisis del arte rupestre. En: *Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, Patrimonio Mundial*. Huesca: Comarca de Somontano de Barbastro, 2012. Depósito legal: HU-355-2012. [fecha de última consulta: 2017:06:30]. Disponible en: <<https://jornadastecnicasarterupestre.wordpress.com>>.
- ANGÁS PAJAS, J. [et. al.]. *Las pinturas rupestres de Bezas y Tormón (Teruel)*. Teruel: Parque Cultural de Albarracín, 2015. ISBN: 978-84-608-3978-1.
- APARICIO PÉREZ, J; MESEGUER FOLCH, V; RUBIO GOMIS, F. *El primer arte valenciano II. El arte rupestre levantino*. Valencia: Artes Gráficas Pérez Blay, 1982. ISBN 8450079004.
- BALDELLOU, V; ALLOZA, R. El análisis de pigmentos en Aragón: otra forma de documentar el arte rupestre. En: *Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, Patrimonio Mundial*. Huesca: Comarca de Somontano de Barbastro, 2012. Depósito legal: HU-355-2012. [fecha de última consulta: 2017:06:30]. Disponible en: <<https://jornadastecnicasarterupestre.wordpress.com>>.
- BARREDA USÓ, G. *Consolidantes para soportes pétreos con manifestaciones de arte rupestre en la Comunidad Valenciana. Análisis práctico en Cova Reígia (Barranc de Gasulla-Ares del Maestre)* [tesis doctoral]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2016. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<https://riunet.upv.es>>.
- BELTRÁN, A. La conservación del arte rupestre. En: *Cuadernos de prehistoria y arqueología castellanenses*. Castellón: Universidad Jaume I, 1987-1988,

- nº 13. ISSN 0212-1824. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<http://repositori.uji.es>>.
- BENITO, G.; MACHADO, M.J.; SANCHO, C. Alteración de las areniscas y la conservación de las pinturas rupestres del Rodeno de Albarracín (Teruel). En: *Kalathos*. Teruel: Seminario de Arqueología y Etnología Turolense (SAET), 1991-1992, nº11-12. ISSN 0211-5840. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es>>.
- BRANDI, C. *Teoría de la restauración*. Madrid: Alianza, 2012. ISBN 978840641386.
- DOEHNE, E; PRICE, C.A. *Stone Conservation. An overview of current research*. Los Ángeles, California: The Getty Conservation Institute, 2010. ISBN: 978-1-60606-046-9. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<http://www.getty.edu>>.
- DOMINGO SANZ, I [et.al]. *Imágenes en la piedra. Arte rupestre en el Abrigo de Los Montes y su entorno (Jalance)*. Valencia: Ayuntamiento de Jalance/Ministerio de Cultura, 2013. ISBN: 978-84-695-8154-4. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<http://www.jalance.es/sites>>.
- FERNÁNDEZ CLEMENTE, E. [et.al.]. *Historia de Aragón*. Madrid: La Esfera de los Libros, S.L., 2008. ISBN: 9788497347228.
- GIESEN, M.J. [et.al.]. Condition assessment and preservation of open air rock art panels during environmental change. En: *Journal of Cultural Heritage*. Ámsterdam (Países Bajos): ELSEVIER Masson SAS, 2014, nº15, ISSN 1296-2074 (e-ISSN: 1778-3674). [consulta: 2017-06-29]. Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- GUILLAMET, E. Intervenciones del arte rupestre al aire libre. En: *Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, Patrimonio Mundial*. Alquézar (Huesca): Comarca de Somontano de Barbastro, 2012. Depósito legal: HU-355-2012. [fecha de última consulta: 2017:06:30]. Disponible en: <<https://jornadastecnicasarterupestre.wordpress.com>>.
- JARBOUR, G.; MÁRQUEZ, R.; GUERRA, I. Un modelo para la clasificación de areniscas. En: *Revista Ciencia e Ingeniería*. Venezuela: Universidad de Los Andes, 2009, Vol.30, nº3. ISSN 1316-7081 (e-ISSN 2244-8780). [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<https://www.researchgate.net>>.
- KRÖNER, S. [et.al.]. *Conservación y restauración de materiales pétreos: diagnóstico y tratamientos*. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2010. ISBN: 978843635834.
- LECUMBERRI GÓMEZ, F; ROYO GUILLÉN, J.I. El Arte Rupestre en la Sierra de Albarracín. En: MARTÍNEZ GONZÁLEZ, J. *Comarca de la Sierra de Albarracín*. Zaragoza: Gobierno de Aragón, 1998. ISBN:

- 978-84-8380-095-9. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<http://www.aragon.es>>.
- LÓPEZ-MECHERO BENEDICHO, V.M; SERIO TEJERO, I. La puesta en valor del arte rupestre: nuevas técnicas de presentación de un patrimonio singular. En: *Estrat Crític*. España: Universitat Autònoma de Barcelona, 2011, Vol.1., nº5. ISSN 1887-8687. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es>>.
- LUCAS PELLICER, R. Conservación del arte rupestre al aire libre. En: *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 1977, Vol.4. ISSN 0211-1608 (e-ISSN 2530-3589). [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<https://revistas.uam.es>>.
- MARTÍNEZ BEA, M. Documentando el arte rupestre pictórico en Aragón. En: *Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, Patrimonio Mundial*. Alquézar (Huesca): Comarca de Somontano de Barbastro, 2012. Depósito legal: HU-355-2012. [fecha de última consulta: 2017:06:30]. Disponible en: <<https://jornadastecnicasarterupestre.wordpress.com>>.
- MARTÍNEZ BEA, M.; ANGÁS PAJAS, J. Nuevos planteamientos para el arte rupestre de la Sierra de Albarracín. En: *I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés (CAPA)* [actas]. Zaragoza: Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragón, 2015. ISBN: 978-84-608-8580-1. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<https://capa2015.wordpress.com>>.
- MARTÍNEZ BEA, M.; ANGÁS PAJAS, J. Nuevas metodologías de documentación para la investigación y difusión del arte rupestre en Aragón. En: *I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés (CAPA)* [actas]. Zaragoza: Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragón, 2015. ISBN: 978-84-608-8580-1. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<https://capa2015.wordpress.com>>.
- MARTÍNEZ, J; RODRIGO, A. Planes de gestión para paisajes culturales complejos. En: *Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, Patrimonio Mundial*. Alquézar (Huesca): Comarca de Somontano de Barbastro, 2012. Depósito legal: HU-355-2012. [fecha de última consulta: 2017:06:30]. Disponible en: <<https://jornadastecnicasarterupestre.wordpress.com>>.
- MARTÍNEZ UTRILLAS, L. [et.al]. *El Parque Cultural de Albarracín: Arte Rupestre Patrimonio Mundial*. Teruel: Dobleuve Comunicación, 2012. ISBN: 978-84-938724-4-1.
- MONTES BARQUÍN, R. Protecciones físicas para el arte rupestre: su filosofía, tipología, resultados y algunas propuestas novedosas. En: *Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, Patrimonio Mundial*. Alquézar (Huesca): Comarca de Somontano de Barbastro, 2012.

- Depósito legal: HU-355-2012. [fecha de última consulta: 2017:06:30]. Disponible en: <<https://jornadastecnicasarterupestre.wordpress.com>>.
- OSCA PONS, J. El empleo de consolidantes inorgánicos y organosilíceos como alternativa a los consolidantes orgánicos. En: *Tratamiento y metodología de conservación de pinturas murales* [actas]. Aguilar de Campoo (Palencia): Fundación Santa María la Real, 2015. ISBN: 8489483973.
- PEDERSEN, A. *Gestión del turismo en sitios del Patrimonio Mundial: manual práctico para administradores de sitios del Patrimonio Mundial*. Francia: Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO, 2005. WHC/2002/R/1. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<http://whc.unesco.org>>.
- PÉREZ PLAZA, A. La protección para la conservación del arte rupestre. Criterios de conservación preventiva complementarios a la conservación aplicada. En: *Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, Patrimonio Mundial*. Alquézar (Huesca): Comarca de Somontano de Barbastro, 2012. Depósito legal: HU-355-2012. [fecha de última consulta: 2017:06:30]. Disponible en: <<https://jornadastecnicasarterupestre.wordpress.com>>.
- REY GARCÍA, J.M. La difusión en los nuevos espacios de presentación al público del arte rupestre prehistórico. En: *Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, Patrimonio Mundial*. Alquézar (Huesca): Comarca de Somontano de Barbastro, 2012. Depósito legal: HU-355-2012. [fecha de última consulta: 2017:06:30]. Disponible en: <<https://jornadastecnicasarterupestre.wordpress.com>>.
- RIPOLL PERELLÓ, E. La piedra con figuras rupestres de Federico Marés, En: *Espacio, tiempo y forma. Serie I, Prehistoria y arqueología*. España: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), 1992, nº5. ISSN 1131-7698. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<http://revistas.uned.es>>.
- ROLDÁN GARCÍA, C. Contribución de los análisis físico-químicos a la caracterización y conservación del arte rupestre en entornos abiertos. En: *Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, Patrimonio Mundial*. Alquézar (Huesca): Comarca de Somontano de Barbastro, 2012. Depósito legal: HU-355-2012. [fecha de última consulta: 2017:06:30]. Disponible en: <<https://jornadastecnicasarterupestre.wordpress.com>>.
- ROYO GUILLÉN, J.I. Arte rupestre aragonés. Documentación, protección y difusión. En: *Panel*. Sevilla: Junta de Andalucía, Conserjería de Cultura, 2001, nº1. Depósito Legal XX-000-2001. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<http://www.academia.edu>>.
- ROYO LASARTE, J. [et.al]. Trabajos de estabilización de urgencia en el soporte rocoso y estudio de patologías en el abrigo de “La Cañada de Marco”

- en Alcaine. En: *Cuadernos de arte rupestre*. España: Gobierno de la Región de Murcia, 2013, nº6. ISSN 1699-0889. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es>>.
- RUBIO TERRADO, P. Desarrollo local y patrimonio cultural. El Parque Cultural de Albarracín. En: *Geographicalia*. España: Universidad de Zaragoza, 2008, nº53. ISSN 0210-8380. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es>>.
- SAN NICOLÁS DEL TORO, M. Documentación gráfica del arte rupestre postpaleolítico para un plan de gestión. En: *Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, Patrimonio Mundial*. Alquézar (Huesca): Comarca de Somontano de Barbastro, 2012. Depósito legal: HU-355-2012. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<https://jornadastecnicasarterupestre.wordpress.com>>.
- SEBASTIÁN LÓPEZ, M. [et. al]. Documentación sistemática del arte rupestre mediante el análisis espectral del escaneado 3D de las estaciones pintadas en Aragón, el caso concreto del abrigo de La Vacada (Castellote, Teruel) y el covacho del Plano del Pulido (Caspe, Zaragoza). En: *Virtual Archaeology Review (VAR)*. España: Universitat Politècnica de València, 2010, Vol.1. nº1, e-ISSN 1989-9947. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <[polipapers.upv.es](http://polipapers.upv.es)>.
- SOLEILHAVOUP, F. Un arte en peligro. En: *El correo de la UNESCO*. París: UNESCO, 1998, ISSN 0304-310X. [fecha de última consulta: 2017-06-30]. Disponible en: <<http://unesdoc.unesco.org>>.
- VAILLANT CALLOL, M; VALENTÍN RODRIGO, N; DOMENECH CARBÓ, M.T. *Una mirada hacia la conservación preventiva del patrimonio cultural*. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2003. ISBN 8497054202.

## 7. ÍNDICE DE IMÁGENES

- Fig.1. Humectación de la esponja homologada para el test de higroscopicidad. 2017-05-05. Imagen de Dra. M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea Muñoz.
- Fig.2. Microscopio electrónico de Barrido y microanálisis de rayos X (SEM-EDX) empleado. 2017-04-11. Imagen de autora.
- Fig.3. (a) comunidades Autónomas de la Península Ibérica con arte rupestre declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO; (b) localización aproximada de los principales núcleos de arte rupestre en Aragón; (c) Parques Culturales de la provincia de Teruel. Mapas extraídos de D-MAPS. *España-Reino de España*. [consulta: 2017-02-16]. Disponible en: <<http://www.d-maps.com/>>. D-MAPS. *España>Aragón*. [consulta: 2017-02-16]. Disponible en: <<http://d-maps.com/>>. COMARCALIZACIÓN DE ARAGÓN. *Repositorio*. [consulta: 2017-02-16]. Disponible en: <<http://www.comarcas.es/>>. Editados por la autora.
- Fig.4. Abrigo de Los Chaparros I, Albalate del Arzobispo. Fase 2. Mesolítico II (8500-7.500 a.C.). GOBIERNO DE ARAGÓN. *Patrimonio Cultural de Aragón*. [consulta: 2017-02-16]. Disponible en: <<http://www.patrimonioculturaldearagon.es/>>.
- Fig.5. Abrigo de Los Toros del Barranco de las Olivanas, Albarracín. Fase 3. Mesolítico III (6500-5500 a.C.). Período de máximo esplendor. Imagen con valores de exposición y contraste modificados para facilitar la visión de la pintura. 2016-10-22. Imagen de autora.
- Fig.6. Abrigo del Tío Garroso, Alacón. Fase 4. Eneolítico (5500-1500 a.C.). GOBIERNO DE ARAGÓN. *Patrimonio Cultural de Aragón*. [consulta: 2017-02-16]. Disponible en: <<http://www.patrimonioculturaldearagon.es/>>
- Fig.7. Abrigo del Barranco del Pajarejo, Albarracín. Fase 5. Eneolítico (5500-1500 a.C.). PARQUE CULTURAL DE ALBARRACÍN. *Arte Rupestre Patrimonio Mundial y mucho más...* [consulta: 2017-02-16]. Disponible en: <<http://www.parqueculturaldealbarracin.org/>>.
- Fig.8. Localización de los municipios que constituyen el Parque Cultural de Albarracín (Azul) y del abrigo (rojo). Creado por la autora en 2017-02-05. Se puede consultar en: <https://www.google.es/maps>.
- Fig.9. Vista general del Paisaje protegido de los pinares del rodano. 2016-10-22. Imagen de autora.
- Fig.10. Representación gráfica del proceso de haloclastismo en una matriz calcárea (a) y una matriz silíceo (b). Gráfico creado por la autora.
- Fig.11. Gamma del Parque Cultural de Albarracín. 2017-03-11. Imagen de autora.
- Fig.12. Anillos de Liessengan en una roca arenisca del Parque Cultural de Albarracín. 2016-10-22. Imagen de autora.

- Fig.13. Alveolos y taffonis en el abrigo de estudio. 2017-05-05. Imagen de autora.
- Fig.14. Resto biológico animal (rodeado) sobre las pinturas del abrigo de estudio. 2017-05-05. Imagen de autora.
- Fig.15. Inscripciones modernas junto a un abrigo con pinturas rupestres. 2016-10-22. Imagen de autora.
- Fig.16. Señalización de los abrigos en el Parque Cultural de Albarracín. 2016-10-22. Imagen de autora.
- Fig.17. Monitorización del Abrigo de las Cabras Blancas (Tormón). 2016-10-22. Imagen de autora.
- Fig.18. Cerramiento del abrigo de estudio. 2017-02-24. Imagen de autora.
- Fig.19. Registro fotográfico del panel. 2017-03-11. Imagen de M<sup>a</sup> Jesús Pérez Hernández.
- Fig.20. Medida del abrigo con distanciómetro láser. 2017-02-24. Imagen de Dra. M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea Muñoz.
- Fig.21. Fragmento de la ficha de catalogación adjuntada en *Anexos*. 2017-06-12. Imagen de autora.
- Fig.22. Fractura en la esquina inferior izquierda del soporte de las pinturas rupestres. 2017-05-05. Imagen de autora.
- Fig.23. Pérdida matérica en bóvido de color negro por desplazación y abolsamiento del soporte. 2017-05-05. Imagen de autora.
- Fig.24. Figura bicromada. 2017-02-24. Imagen de autora.
- Fig.25. Agresión antrópica en el abrigo de estudio. 2017-03-11. Imagen de autora.
- Fig.26. Pista forestal para llegar a la senda que conduce al abrigo. 2017-05-05. Imagen de autora.
- Fig.27. Vista del abrigo y su entorno próximo. 2017-05-05. Imagen de autora.
- Fig.28. Registro fotográfico. 2017-02-24. Imagen de Dra. M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea Muñoz.
- Fig.29. Realización del registro con el microscopio portátil. 2017-05-05. Imagen de Hilario Dalda.
- Fig.30. Visión del conjunto del panel con las pinturas rupestres del abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas. 2017-03-12. Imagen de autora.
- Fig.31. Diagrama de datos del panel con pinturas rupestres del abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas. 2017-03-16. Imagen de autora.
- Fig.32. Diagrama del estado de conservación del panel con pinturas rupestres del abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas. 2017-03-16. Imagen de autora.
- Fig.33. Cabeza de bóvido semioculta por la deposición de suciedad ambiental, manchas de excrementos de mamífero (comadreja) y eflorescencias salinas. 2017-05-05. Imagen de autora.

- Fig.34. Figura de cérvido segmentada por una grieta estructural (flechas) del soporte (los valores de contraste y exposición se han manipulado para facilitar la visión de la problemática). 2017-05-05. Imagen de autora.
- Fig.35. (a) Detalle de eflorescencias salinas con luz visible (aumentos: 57x); (b) detalle de concreción de resina con luz ultravioleta (aumento 57x); (c) detalle de marca de grafito con luz infrarroja (aumento: 57x); (d) detalle de superficie pictórica con luz visible (aumento: 205x). 2017-05-05. imagen de Dra. M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea Muñoz y de autora.
- Fig.36. Resultados medios mensuales registrados en el exterior del abrigo. 2017-06. Imagen de autora.
- Fig.37. Resultados medios mensuales registrados en el interior del abrigo. 2017-06. Imagen de autora.
- Fig.38. Resultados de la temperatura y humedad relativa registrados en la superficie del soporte. 2017-06. Imagen de autora.
- Fig.39. Resultados de los valores de incidencia lumínica registrados en la superficie del soporte. 2017-06. Imagen de autora.
- Fig.40. Representación gráfica (sin referencia de escala) de la insolación del abrigo. 2017-06. Imagen de autora.
- Fig.41. Calco 1. Imagen proporcionada por Dr. Manuel Bea Martínez.
- Fig.42. Calco 2. Imagen proporcionada por Dr. Manuel Bea Martínez.
- Fig.43. Calco 3. Imagen proporcionada por Dr. Manuel Bea Martínez.
- Fig.44. Calco 4. Imagen proporcionada por Dr. Manuel Bea Martínez.
- Fig.45. Figura 10. 2017-05-05. Imagen de autora.
- Fig.46. Figura 13. 2017-05-05. Imagen de autora.
- Fig.47. Figura 26. 2017-05-05. Imagen de autora.
- Fig.48. Figura 38. 2017-05-05. Imagen de autora.
- Fig.49. Granulometría de la roca a 8x. 2017-03-20. Imagen de autora.
- Fig.50. Formaciones orgánicas a 8x. 2017-03-29. Imagen de autora.
- Fig.51. Formaciones orgánicas a 700x. 2017-04-11. Imagen de autora.
- Fig.52. Microanálisis del soporte (página 98). Imagen de autora.
- Fig.53. Representación de los puntos de toma de datos y resultados de la prueba de absorción higroscópica del soporte. 2017-06. Imagen de autora.
- Fig.54. Diferencia de diámetro entre la esponja de la prueba y la mancha de humedad residual en el soporte rocoso. 2017-05-05. Imagen de Dra. M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea Muñoz.
- Fig.55. Señalización del abrigo de estudio según el sistema del Parque Cultural de Albaracín. 2017-03-11. Imagen de autora.
- Fig.56. Representación gráfica del panel del abrigo de estudio para facilitar su lectura. 2017-02-24. Imagen de autora.

## **8. ANEXOS**

### **8.1. PROCESO DE OBTENCIÓN DEL PERMISO PARA ACCEDER AL ABRIGO**

El acceso al abrigo se ha gestionado a través de la Comisión Provincial del Patrimonio Cultural Aragonés de Teruel y el Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón, por medio de documentos escritos y llamadas telefónicas para lograr la aceptación de la solicitud y, de esta forma, la asignación del expediente a los dos técnicos (José Ignacio Royo Guillén y Blanca Latorre Vila) y a un Agente Cultural (Hilario Dalda).

Los trámites los inició la Dra. M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea Muñoz el 20 de diciembre de 2016, el permiso se obtuvo el 6 de febrero de 2017, pudiendo realizar la primera visita el 24 de febrero de 2017.

A continuación se adjuntan los documentos del proceso y la acreditación de acceso al abrigo en formato .jpg.

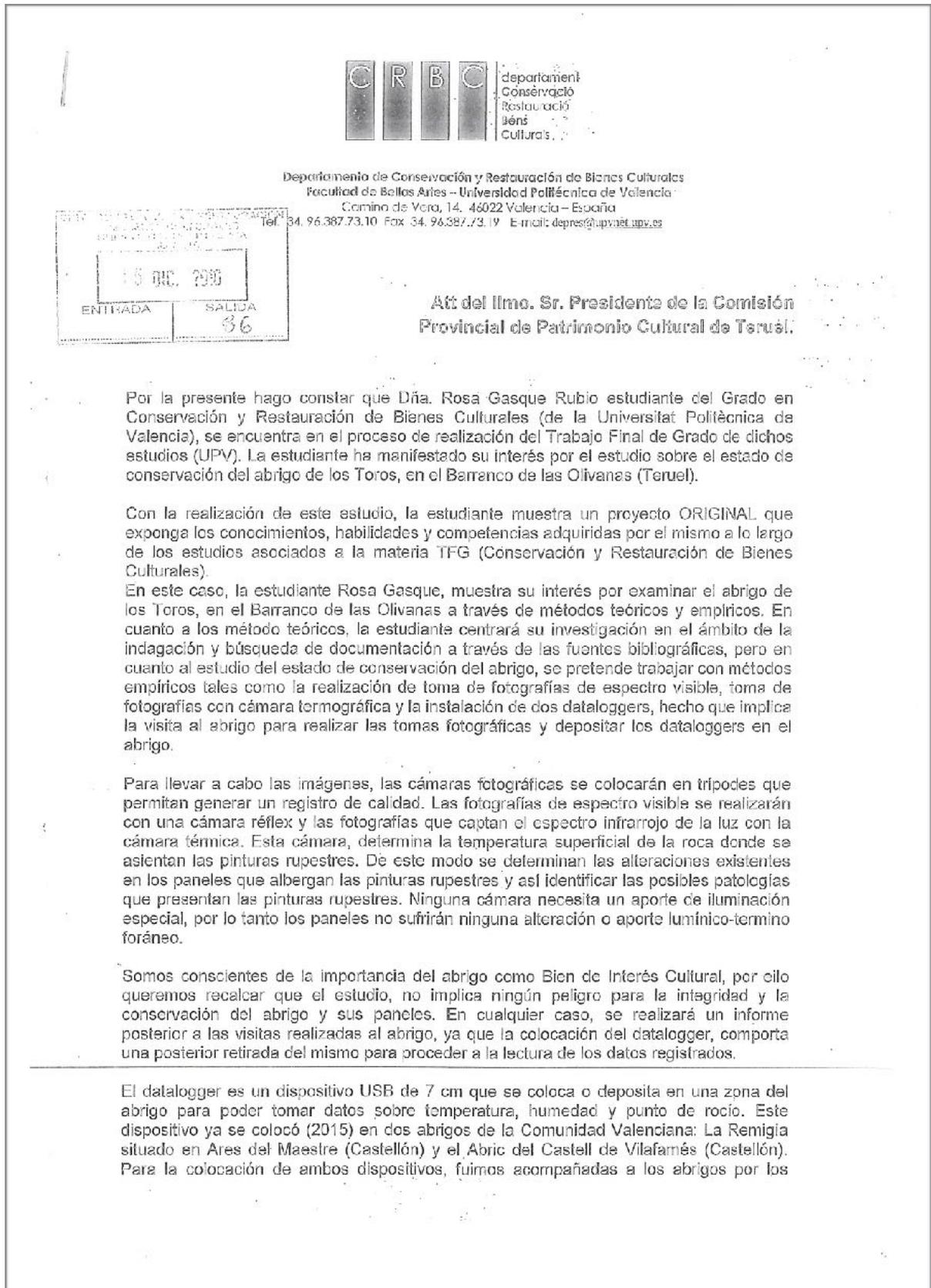
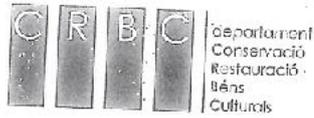


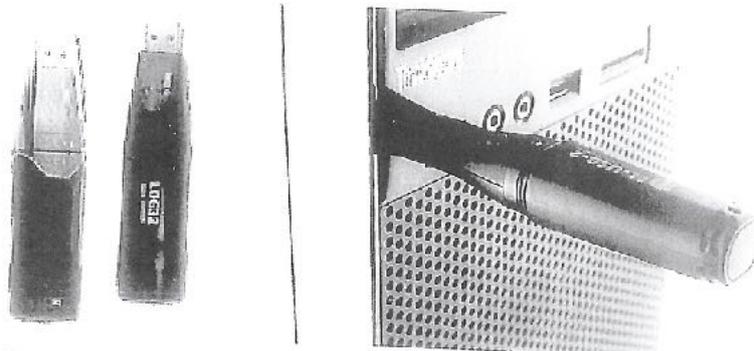
Fig.57. Documento enviado desde la *Universitat Politècnica de València*, página 1.



Departament de Conservació i Restauració de Bienes Culturales  
Facultad de Bellas Artes - Universidad Politécnica de Valencia  
Camino de Vera, 14. 46022 Valencia - España  
Tel. 34. 96.387.73.10 Fax 34. 96.387.73.19 E-mail: [debes@upvnet.upv.es](mailto:debes@upvnet.upv.es)

técnicos responsables que la Conserjería de Cultura estimó oportuno. A la visita de la Cova Remigia nos acompañó el entonces director del Museo de la Valltorta, D. Josep Casabó, y a la visita del Abric del Castell de Vilafamés, nos acompañó el arqueólogo municipal Javier Alepuz. Ambos nos acompañaron en todo momento y nos aconsejaron sobre el lugar donde debían colocarse los dataloggers.

Incorporamos unas fotografías del dispositivo datalogger que se pretende colocar en el abrigo para que puedan comprobar el tamaño del mismo.



*Colocación del datalogger en Cova Remigia (Castellón).*

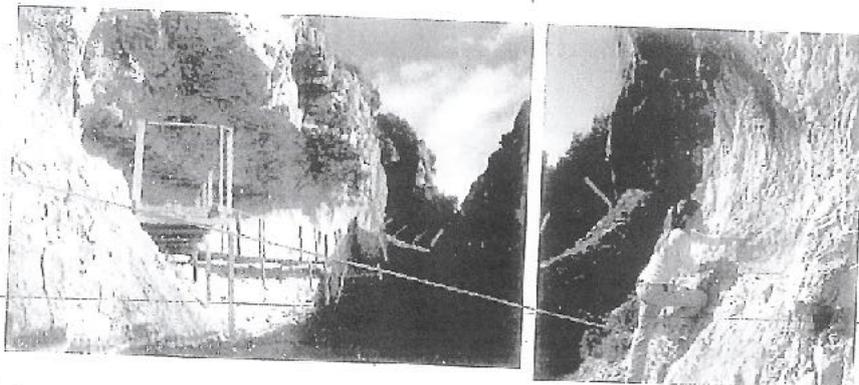


Fig.58. Documento enviado desde la *Universitat Politècnica de València*, página 2.

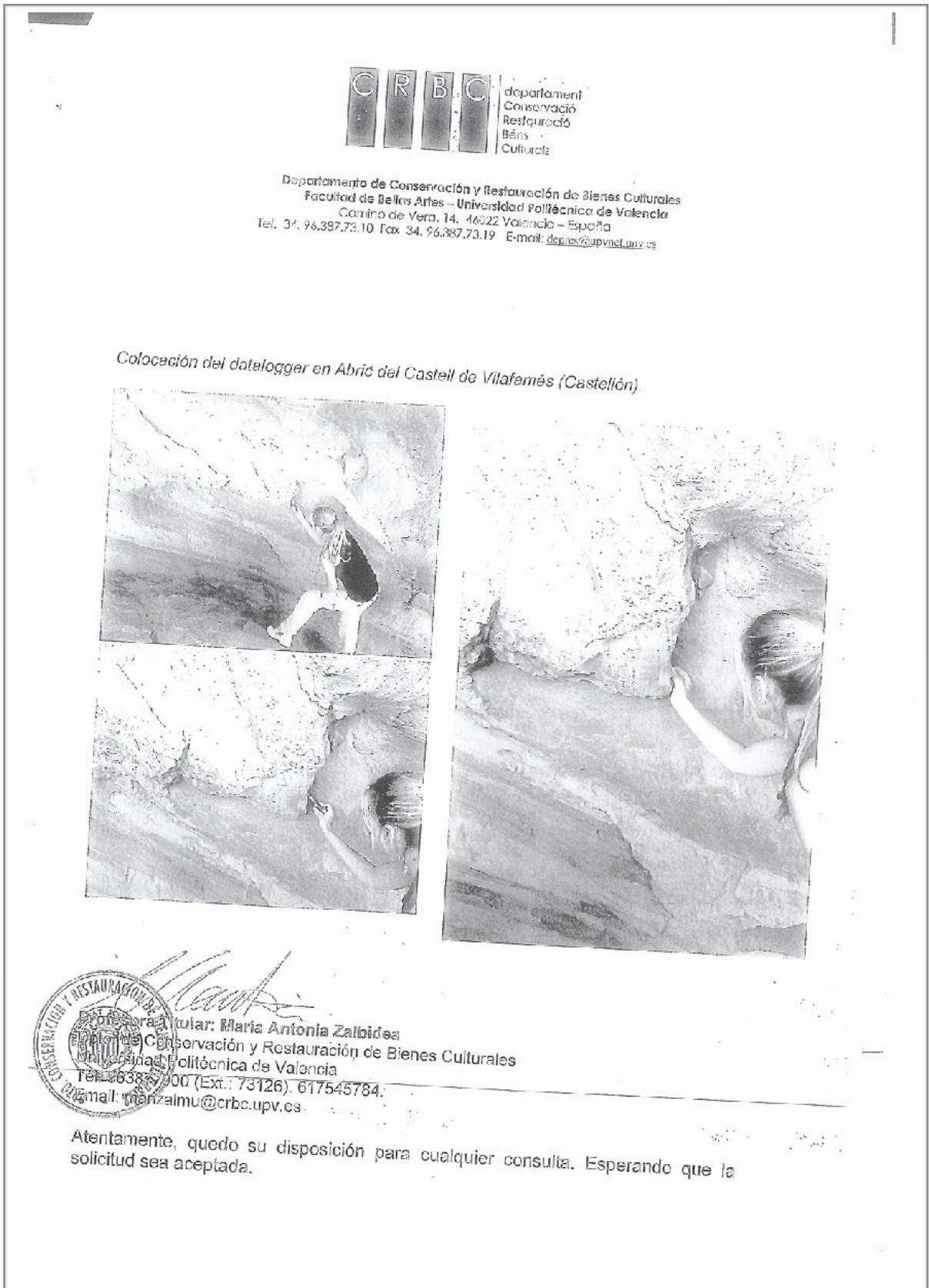
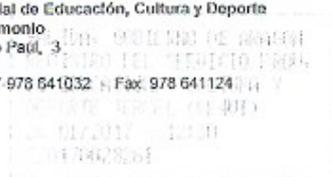


Fig.59. Documento enviado desde la *Universitat Politècnica de València*, página 3.



Servicio Provincial de Educación, Cultura y Deporte  
Sección de Patrimonio  
C/ San Vicente de Paúl, 3  
44002 - TERUEL  
Telf: 978 641037-978 641032 Fax: 978 641124



EXPEDIENTE N.º: 2016/0472  
LOCALIDAD: ALBARRACÍN  
EMPLAZAMIENTO: ABRIGO DE LOS TOROS - BARRANCO DE LAS OLIVANAS  
INTERESADO: MARÍA ANTONIA ZALBIDEA - DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES DE LA FACULTAD DE BBAA UPV.  
ASUNTO: DOCUMENTACIÓN RELATIVA A ESTUDIOS SOBRE EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL ABRIGO DE LOS TOROS, EN EL BARRANCO DE LAS OLIVANAS

La Comisión Provincial del Patrimonio Cultural Aragonés de Teruel, regulada por el Decreto n.º 300/2002, de 17 de septiembre, del Gobierno de Aragón (BOA de 4 de octubre de 2002), modificado parcialmente por el Decreto n.º 134/2005, de 5 de Julio (BOA de 11 de Julio de 2005), en sesión celebrada el día 25 de enero de 2017, cuya acta está pendiente de aprobación, adoptó el siguiente acuerdo, que transcribo para su conocimiento y efectos.

Escrito del Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia, con entrada en el Servicio Provincial de Educación, Cultura y Deporte el día 20 de diciembre de 2016, adjuntando documentación para realizar estudios sobre el estado de conservación del abrigo de Los Toros en el barranco de las Olivanas de Albarracín, monumento declarado BIC.

**SE ACUERDA:**

Autorizar las actuaciones solicitadas en el Abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas, en lo que es materia competencia de esta Comisión, condicionado al cumplimiento de la siguiente prescripción:

- Las actuaciones de toma de datos, colocación y retirada de los *dataloggers*, se realizarán en presencia de los técnicos de la Dirección General de Cultura y Patrimonio y/o del Agente de Protección del Patrimonio Cultural adscrito a la zona de intervención.

La presente resolución se efectúa basándose en el acta de la mencionada sesión, sin perjuicio de su posterior aprobación definitiva.

Contra dicha resolución, cabe interponer recurso contencioso-administrativo ante los Juzgados de lo Contencioso-Administrativo de Teruel, en el plazo de dos meses contados a partir del día siguiente al recibo de esta notificación, sin perjuicio de cualquier otro que pudiera interponer.

Teruel, 26 de enero de 2017  
EL SECRETARIO DE LA COMISIÓN PROVINCIAL  
DEL PATRIMONIO CULTURAL ARAGONÉS,

Fdo.: Joaquín Úbeda Carrasco

DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES  
DE LA FACULTAD DE BELLAS ARTES DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
CAMINO DE VERA, N.º 14 - 46022 - VALENCIA

Fig.60. Permiso de acceso al abrigo, redactado por la Comisión Provincial del Patrimonio Cultural Aragonés.

## 8.2. INFORMES DE LAS VISITAS 1 Y 4. PERMISOS DE INTERVENCIÓN

Para la obtención del permiso de intervención se han enviado a la Comisión Provincial del Patrimonio Cultural de Aragón los informes de las visitas en las que se proponía una metodología de actuación nueva en el abrigo. Se adjuntan a continuación, los dos documentos enviados.

### Visita 1. 2016-02-24.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA





**MECANISMOS PREVENTIVOS EN LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE PINTURA RUPESTRE. EL CASO DEL ABRIGO DE LOS TOROS DEL BARRANCO DE LAS OLIVANAS, ALBARRACÍN (TERUEL).**  
Trabajo Final de Grado.  
Presentado por Rosa Gasque Rubio.  
Dirigido por Dra. M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea Muñoz.

TRABAJO DE CAMPO. INFORME DE LA VISITA AL ABRIGO 1.

El presente informe tiene como objetivo recoger las operaciones realizadas el día 24 de febrero de 2017 en el abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas, localizado en el término municipal de Albarracín (Teruel). Estas operaciones se realizaron con motivo de recabar datos para poder llevar a cabo un estudio sobre el estado de conservación del abrigo y sus pinturas rupestres y, a partir del cual, establecer un plan conservativo basado en mecanismos preventivos.

La toma de datos se realizó en presencia de los tres técnicos asignados para llevar a cabo la visita, Hilario Dalda, Jose Ignacio Royo Guillén y Blanca Latorre Vila. Se empleó una metodología basada en el respeto máximo a las pinturas, al abrigo y al entorno, sin realizar pruebas de carácter destructivo y teniendo en cuenta el impacto visual que podrían causar determinados instrumentos que requieren permanecer en el emplazamiento, al menos, los meses que abarca el estudio. A continuación, se presenta un listado con las actuaciones realizadas, su propósito y su vinculación con el tema de estudio.

- **Recogida de muestras.** Se han recogido tres muestras del soporte rocoso. Se trata de fragmentos de rocas desprendidas de la techumbre del propio abrigo. Estas muestras serán estudiadas en el laboratorio de fotografía-microscopía óptica del departamento de CRBC (Conservación y Restauración de Bienes Culturales) para determinar su composición mineralógica. De esta forma, se puede orientar en el empleo de los materiales y metodología más adecuados para intervenciones de consolidación, adhesión o fijación atendiendo al índice de porosidad, permeabilidad, capacidad de absorción o composición. También se han recogido tres muestras de otras materias ajenas a la naturaleza del abrigo, pero que interactúan con el mismo por encontrarse en el sistema de cerramiento. Estas muestras son de cemento, yeso y, posiblemente, cal hidráulica. Estas muestras también serán analizadas en el laboratorio para conocer su composición y valorar si supone un riesgo su permanencia en el abrigo.

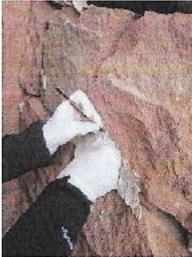


Fig.1. Toma de muestra del cemento presente en el sistema de cerramiento.



Fig.2. Instalación de data logger en el interior del abrigo.



Fig.3. Medición de la incidencia lumínica con luxómetro.



Fig.4. Medición de la temperatura del panel con pinturas rupestres.

- **Medición del abrigo con distanciómetro láser.** Se han realizado mediciones de longitud, profundidad y altura en dos puntos del abrigo con esta herramienta, que permite una precisión mucho mayor que otros sistemas tradicionales de medida. Al medir la profundidad se ha tenido en cuenta que el puntero láser no incidiera directamente sobre las pinturas. Con esta operación podemos conocer las dimensiones del abrigo, un dato básico en el estudio de este bien cultural.

Fig.61. Informe de la visita 1, página 1.

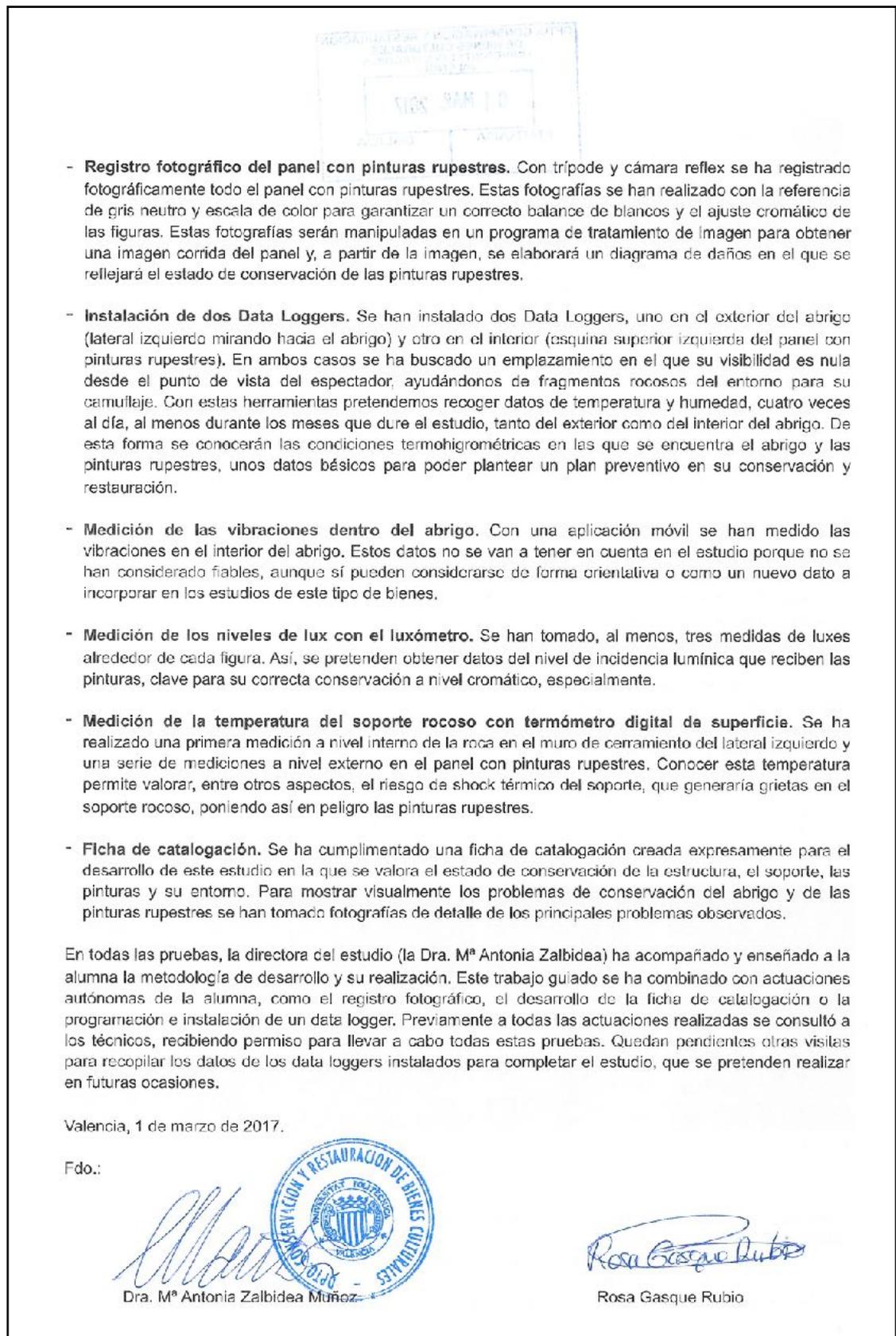


Fig.62. Informe de la visita 1, página 2.

Visita 4. 2017-05-05.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

DPTO. CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES UNIVERSITAT POLITÈCNICA VALÈNCIA

13 JUL. 2017

ENTRADA SALIDA

C R B C

**MECANISMOS PREVENTIVOS EN LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE PINTURA RUPESTRE. EL CASO DEL ABRIGO DE LOS TOROS DEL BARRANCO DE LAS OLIVANAS, ALBARRACÍN (TERUEL).**

Trabajo Final de Grado.  
Presentado por Rosa Gasque Rubio.  
Dirigido por Dra. Mª Antonia Zalbidea Muñoz.

TRABAJO DE CAMPO. INFORME DE LA VISITA AL ABRIGO 2.

El presente informe tiene como objetivo recoger las operaciones realizadas el día 5 de mayo de 2017 en el abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas, localizado en el término municipal de Albarracín (Teruel). Estas operaciones se realizaron con el objetivo de ampliar el estudio del abrigo, realizando pruebas de colorimetría, de microscopía óptica in situ y sobre el conocimiento del nivel de absorción higroscópica del soporte rocoso de las pinturas rupestres. Además, se recogieron datos de los que, de forma sistemática, se está realizando un seguimiento, como en los valores de humedad relativa, punto de rocío y temperatura registrados por los Data Logger instalados en la visita 1 (realizada el 24 de febrero de 2017). De esta forma, se recaban datos que facilitan analizar el estado de conservación del abrigo y sus pinturas rupestres. A partir del estudio de los resultados se puede establecer un plan conservativo del conjunto más adecuado, objetivo y concreto para este caso en particular.

La toma de datos se realizó en presencia de Hilario Dalda, responsable del acceso al abrigo. Se empleó una metodología basada en el respeto máximo a las pinturas, al abrigo y al entorno, sin realizar pruebas de carácter destructivo y teniendo en cuenta el impacto visual que podrían causar determinados procedimientos, como el testigo de humedad de la prueba de higroscopicidad. A continuación, se presenta un listado con las actuaciones realizadas, su propósito y su vinculación con el tema de estudio.

- **Pruebas de colorimetría.** Las pruebas se realizaron en las figuras 10, 13, 26 y 38, de acuerdo con el calco proporcionado por Manuel Bea. Corresponden a tres ciervos (10, 13 y 26) y al arquero (38). La elección de estos motivos es por el buen estado de conservación de la película pictórica, que permite recoger datos más fiables y objetivos sobre el color. Para evitar apoyar el colorímetro directamente en la pintura y obtener datos del mismo punto en todas las pruebas, se imprimieron las figuras seleccionadas en acetato a tamaño natural y se perforaron con un bisturí cuatro orificios del tamaño del sensor del colorímetro.

De esta forma, la herramienta no apoya sobre la pintura, sino sobre el acetato, pero el sensor tiene una zona libre de acceso a la pintura para obtener datos más fiables. Se tomaron tres datos de cada zona de muestra (cuatro) asignada a cada figura. Esta información se trabaja en el software i1Profile, donde se genera un archivo con los datos, que asignan un tono cromático dependiendo de la información obtenida con el colorímetro. Esta prueba permite conocer el estado de conservación de las pinturas a nivel cromático y realizar un seguimiento en el envejecimiento de los materiales que las constituyen.

- **Pruebas con el microscopio USB de tipo DinoLite, con luz visible y con luz UV-IR.** El objetivo de esta prueba es obtener información a nivel microscópico del estado de las pinturas y de otros elementos del abrigo. De esta forma, se han podido identificar sustancias que, con un examen visual, son muy complejas o imposibles de identificar, como la presencia de grafito en el perfil de las figuras o la

Fig.63. Informe de la visita 4, página 1.



Fig.1. Realización de las pruebas de colorimetría.

Fig.2. Realización de las pruebas con microscopio USB (izda) y registro con luz ultravioleta de resina o cera (dcha).

- **Pruebas de higroscopicidad con humectación por contacto.** Se trata de un test específico para conocer el nivel, el tiempo y la forma de absorción de humedad del soporte mural. El test consiste en pesar una esponja (el test realizado tiene tres esponjas, por lo que se han realizado tres pruebas) en una balanza de precisión, humectarla con agua desionizada empleando una jeringuilla, pesarla de nuevo, mantenerla en contacto con la superficie rocosa durante tres minutos y volverla a pesar.

La diferencia de peso entre la segunda y la última vez que fue pesada determina el grado de absorción del soporte rocoso. El testigo de humedad que queda en el muro permite observar el tiempo de evaporación y de absorción total (en este caso son 3 minutos). Analizando la forma del registro de la esponja se pueden entender las características de la roca en esa zona en concreto, pues dependiendo de aspectos como la composición interna de la roca, la presencia o no de eflorescencias salinas o el relieve, el testigo de humedad es diferente por lo que la absorción de la humedad en la roca es diferente.

- **Pruebas de registro con la cámara térmica.** Las tomas se realizaron tanto dentro como fuera del abrigo. El objetivo de estas pruebas es conocer el estado del interior del soporte rocoso y, de esta forma, poder prevenir pérdidas matéricas o problemas de consolidación que pudieran afectar a las pinturas. Los resultados obtenidos no se consideran concluyentes por no ser seguro el buen funcionamiento de la cámara utilizada.



Fig.3. Realización del test de higroscopicidad.



Fig.4. Realización de fotografías con cámara térmica.

- **Seguimiento de datos: Data Logger.** Una vez concluidas las pruebas específicas de la visita, se volcaron los datos de humedad relativa, temperatura y punto de rocío que los dos Data Logger instalados registran periódicamente. De esta forma se puede realizar un seguimiento de los valores termohigrométricos tanto del exterior como del interior del abrigo.

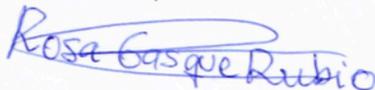
- **Seguimiento de datos: Data Logger.** Una vez concluidas las pruebas específicas de la visita, se volcaron los datos de humedad relativa, temperatura y punto de rocío que los dos Data Logger instalados registran periódicamente. De esta forma se puede realizar un seguimiento de los valores termohigrométricos tanto del exterior como del interior del abrigo.
- **Seguimiento de datos: niveles de lux.** Con el luxómetro portátil se tomaron tres medidas del nivel de incidencia lumínica en puntos significativos del panel con pinturas rupestres, evitando tocar las pinturas. A partir del seguimiento que se está realizando con esta prueba, se pretende determinar el grado de deterioro al que están expuestas las pinturas debido a la incidencia lumínica.
- **Seguimiento de datos: temperatura y humedad del soporte rocoso.** Además de los datos termohigrométricos ambientales, tanto del exterior como del interior del abrigo, se está realizando un seguimiento de los datos termohigrométricos del soporte rocoso de las pinturas rupestres para observar si los datos se acompañan o, por el contrario, el soporte no se adapta a los cambios estacionales, con el riesgo de colapso térmico que esto supone. Estas mediciones se realizan con termómetro digital de superficie y con un termómetro y un termohigrómetro portátil que aporta Hilario Dalda.

En todas las pruebas, la directora del estudio (la Dra. M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea) ha acompañado y enseñado a la alumna la metodología de desarrollo y su realización. Este trabajo guiado se ha combinado con actuaciones autónomas de la alumna, como la preparación de los acetatos para la prueba de colorimetría o la toma de datos de lux, temperatura y humedad del soporte. Cabe señalar que, tanto la prueba de colorimetría como el registro con el microscopio USB, necesitan de más de una persona para su realización, aspecto a tener en cuenta en la realización de estas pruebas en posibles futuros estudios.

Valencia, 1 de junio de 2017.

Fdo.:

  
Dra. María Antonia Zalbidea Muñoz

Rosa Gasque Rubio  


### 8.3. CATALOGACIÓN DEL ABRIGO DE LOS TOROS DEL BARRANCO DE LAS OLIVANAS

<u>Entidad que lo realiza:</u> Universitat Politècnica de València.		<u>Entidad que lo recibe:</u> Parque Cultural de Albarracín.	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		 PCA parque cultural de albarracín	
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL BÁSICA.</b>			
Registró: Rosa Gasque Rubio.	Fecha: 24/02/2017	Hora: 13:35	
Responsable del registro fotográfico: Rosa Gasque Rubio.			
Tipo de obra	Abrigo rocoso con pintura rupestre.	REFERENCIA EN EL REGISTRO FOTOGRÁFICO  Fig.66. Vista general del abrigo estudiado.  Fig.67. Toma de medidas de las dimensiones del abrigo.	
Título	Abrigo de los Toros del Barranco de las Olivanas.		
Atribución	Homo Sapiens.		
Fecha o período de ejecución	6.000-4.000 a.C. Neolítico.		
Materiales de ejecución	Aglutinantes y pigmentos naturales aplicados con pinceles rudimentarios, posiblemente, a base de palos y pelo o plumas de animal.		
Técnicas de ejecución	Pintura mural al seco.		
Dimensiones del abrigo	Altura: 3,929m Longitud: 5,550m Profundidad: 1,380m		
Dimensiones del panel con pinturas rupestres	Altura: 1,71m Longitud: 5,31m		
Orientación del abrigo	Suroeste.		
Localización (GPS)	Latitud norte 40.23 Longitud oeste -1.35		
Iluminación	Luz natural indirecta que, filtrada de forma natural por los pinos del entorno, solo incide en el soporte en horario vespertino (menor intensidad). Los valores de luminosidad oscilan entre 1.370 y 2.530 luxes.		
Breve descripción del tema representado:	Panel de pinturas rupestres con, aproximadamente, 40 figuras en las que se representan escenas de caza y pastoreo. Solo se pueden observar 18 figuras a ojo desnudo.		

Protección o reconocimiento patrimonial	Declarado Bien de Interés Cultural (BIC) en 2002 y Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1998.	Fig.68. Localización del abrigo en el Parque Cultural de Albarracín.
Contexto cultural de creación	Período de bonanza climática que permite el desarrollo de las primeras comunidades y asentamientos del ser humano.	
Contexto cultural actual	Cultura occidental europea del siglo XXI, con importante desarrollo industrial y tecnológico. En el emplazamiento predomina el sector económico terciario (turismo) y primario (agricultura, ganadería y recolección).	Fig.69. Medición de los niveles de lux.
Propietario y responsable	Parque Cultural de Albarracín.	

## 2. ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

### 2.1. ESTRUCTURA DEL ABRIGO.

ESTADO DE CONSERVACIÓN: MALO <input type="checkbox"/> REGULAR <input checked="" type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/>		
Descripción de la estructura	Abrigo de roca arenisca apoyado en dos muros artificiales de roca endémica y mortero de cemento y yeso.	REFERENCIA EN EL REGISTRO FOTOGRÁFICO
Período de formación	Período del Triásico inferior (hace 250-200 millones de años).	Fig.70. Detalle de la superficie de la roca con pintura rupestre.  Fig.71. Detalle de eflorescencias salinas por filtración en el techo del abrigo.  Fig.72. Filtración de agua de lluvia en el abrigo.  Fig.73. Humedad por agua de lluvia con viento en el panel.
Localización de las pinturas	Roca horizontal más profunda del abrigo.	
Breve descripción de los exteriores	Entorno de rodano y pinar sin impacto visual de actividades humanas.	
Descripción de exteriores a cubierto (abrigo)	Dos rocas principales. En la zona inferior, la roca soporte de las pinturas rupestres; en la zona superior, la roca que hace de techumbre del abrigo.	
Techumbre	Roca arenisca con eflorescencias salinas, alveolos y pátina biológica.	
Filtraciones	En la zona izquierda del muro de cerramiento. En el panel hay un resto de colada por filtración y se observan eflorescencias salinas, fruto de la filtración de agua de lluvia, en el techo del abrigo.	
Zonas enterradas	No.	
Crecimiento de humedades	En la roca de la techumbre y el muro izquierdo del cerramiento.	
Estabilidad estructural	El grado de estabilidad es regular. Presenta fisuras, grietas, desplazación y zonas de descohesión, especialmente en la mitad izquierda del panel. En la techumbre se observa una zona debilitada por alveolización y el cemento de los muros laterales y la verja metálica presenta un estado pulverulento.	

Pérdidas de material	En la zona izquierda de la roca de la techumbre se encuentra una zona con alveolos y taffonis, producidos por la erosión del viento y la lluvia. En el panel se observan zonas de desplazación y microimpactos.	
Otras patologías	Los materiales empleados para la sujeción del cerramiento (cemento y yeso) son excesivos visualmente, pueden catalizar otros factores de deterioro (como eflorescencias salinas), son muy invasivos (se encuentra cemento en el panel con pinturas rupestres) y se encuentran en mal estado de conservación.	Fig.74. Detalle de cemento artificial en el panel de las pinturas rupestres.
Observaciones	La principal modificación estructural del abrigo es la construcción de los muros laterales como versión del sistema de cerramiento tipo jaula.	Fig.75. Muro de cerramiento lateral izquierdo.
Presencia de cerramiento y descripción breve del mismo	Presenta un cerramiento metálico en la parte frontal del abrigo tipo jaula integrado cromáticamente en el entorno. Se han levantado dos muros de piedra endémica, cemento y yeso en los laterales.	
Propuesta de consolidación y/o restauración de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se propone una modificación del cerramiento para garantizar la correcta circulación del aire que, actualmente, impiden los dos muros artificiales.</li> <li>- Las humedades del techo del abrigo y de los muros pueden subsanarse con empacos de material celulósico.</li> </ul>	

## 2.2. SOPORTE

ESTADO DE CONSERVACIÓN: MALO <input type="checkbox"/> REGULAR <input checked="" type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/>		
Naturaleza	Roca arenisca.	REFERENCIA EN EL REGISTRO FOTOGRÁFICO
Dimensiones	Altura: 1,71m Longitud: 5,31m	
Componentes principales	Sílice y cuarzo.	
Estado de cohesión y consolidación	Presenta zonas puntuales de descohesión de la matriz. En la zona inferior se ha detectado una fractura en sentido longitudinal y presencia de abolsamientos, fruto de la descohesión laminar del material. El soporte presenta desplazaciones por toda la superficie y microimpactos, fruto de procesos de haloclastismo y de daño mecánico de carácter antrópico.	Fig.76. Fractura en la zona inferior izquierda del bloque rocoso del soporte.  Fig.77. Seguimiento de las dos grietas y del punto de tensión en su confluencia en el centro del panel.
Grado de vulnerabilidad	Alto. Está expuesto a la erosión continua de los agentes ambientales. Presenta dos grietas que confluyen en el centro del panel y una fractura en la zona inferior izquierda que ponen en riesgo la integridad del soporte.	

Principales agentes de deterioro	Agentes ambientales, especialmente el viento y la lluvia. También intervienen restos de flora, filtraciones de la techumbre, el sistema cerramiento cerrado por los laterales y la presencia de sales solubles próximas al panel.	
Temperatura de la superficie	Oscila acorde a la temperatura exterior. Como norma, tiene un grado menos que la temperatura ambiental y 0,5°C más que la temperatura interior de la roca.	Fig.78. Medición de la temperatura de superficie.
Crecimiento de humedades	No se observa crecimiento de humedades.	
Grado de estabilidad estructural	Regular. El mayor problema que presenta es la confluencia de las dos grietas antes descritas en el centro del panel, ya que puede suponer la pérdida completa por desprendimiento, si se produjese la fractura de la roca.	Fig.79. Alveolización de la roca del techo por erosión del viento y la lluvia.
Pérdidas de material	Se observan desplazaciones y zonas de microimpacto por todo el soporte. La mayoría son contemporáneas o anteriores a la ejecución de las pinturas.	Fig.80. Detalle de desplazación del soporte rocoso en el motivo 4.
Otras patologías	No se observan otras patologías.	
Observaciones	Hay que tener precaución con la fractura que se observa en al parte inferior izquierda del panel.	
Propuesta de consolidación y/o restauración del soporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se debe controlar la grieta de la esquina superior izquierda e inferior izquierda y, si fuera a más, se deberá intervenir en su consolidación y fijación.</li> <li>- Del mismo modo, se aconseja el control permanente de las dos grietas que confluyen en el centro del panel y, si fuese necesario, consolidarlas para evitar su desprendimiento.</li> </ul>	

### 2.3. PELÍCULA PICTÓRICA

ESTADO DE CONSERVACIÓN: MALO  REGULAR  BUENO

Descripción breve	Película pictórica a base de pigmentos y aglutinantes naturales. Representa escenas de pastoreo y de caza. Se encuentran figuras en rojo, en negro, blanco y una bicolor (negro sobre rojo). Rasgos estilísticos propios de la pintura rupestre levantina.	REFERENCIA EN EL REGISTRO FOTOGRÁFICO
Grosor	Menos de 1mm.	
Estratigrafía	Película pictórica ejecutada directamente sobre la roca.	Fig. 81. Representación gráfica de la estratigrafía de la película pictórica.
Técnica y materiales de ejecución	Aplicación sobre la superficie rocosa del pigmento molido y aglutinado con pinceles rudimentarios, a partir de tallos o ramas secas, plumas o pelo de animales.	

Estado de conservación	Presenta una correcta adhesión al soporte y no se observan problemas de consolidación. Está parcialmente oculta en una capa de suciedad ambiental depositada considerable. No se observan alteraciones colorimétricas significativas, excepto la decoloración en algunas figuras.	Fig.82. Detalle de la película pictórica del motivo 10.
Grado de vulnerabilidad	Alto. Están expuestas a la erosión del viento y la lluvia, que generan problemas estructurales, ya observados, en el soporte rocoso.	
Principales agentes de deterioro	Agentes atmosféricos y factores ambientales: viento, lluvia, incidencia de los rayos solares, temperatura y humedad relativa.	
Pérdidas de material	Pérdidas en zonas con desplazaciones del soporte rocoso posteriores a la ejecución. También se observan puntos de microimpacto que, acompañados de daño mecánico de factor antrópico, producen pérdidas puntuales.	Fig.83. Pérdida pictórica por daño mecánico de origen antrópico en el motivo 10.
Otras patologías	Daño mecánico debido a la acción antrópica, generando picaduras y ralladuras en las pinturas mejor conservadas.	
Observaciones	Las pinturas rupestres están cubiertas por una capa considerable de polvo ambiental que, en combinación con los factores climáticos, deriva en problemas de colonizaciones biológicas o su transformación en costras de oxalatos, de difícil eliminación.	Fig.84. Detalle de colonizaciones biológicas en la zona superior del motivo 10.
Estratos sobre la película pictórica	Pátina de oxalatos debido a la conjunción de presencia de suciedad superficial, sales solubles y materia orgánica.	
Propuesta de consolidación y/o restauración de la película pictórica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza superficial con métodos mecánicos poco abrasivos (pincel de pelo suave).</li> <li>- Consolidación en las zonas en que se observan microimpactos, fisuras o en los perímetros de las desplazaciones.</li> </ul>	

### 3. ESTUDIO DEL ENTORNO

ESTADO DE CONSERVACIÓN:	MALO <input type="checkbox"/>	REGULAR <input type="checkbox"/>	BUENO <input checked="" type="checkbox"/>
Descripción breve	Entorno de pinar y roca arenisca. Es de configuración reciente (aproximadamente 2.000 años). Se encuentra en el Sistema Ibérico oriental.		REFERENCIA EN EL REGISTRO FOTOGRÁFICO
Características geológicas	Roca sedimentaria arenisca, cuyas formaciones reciben el nombre de rodano.		Fig.85. Señalización del abrigo.
Flora predominante	<i>Pinus pinaster</i> , <i>Pinus sylvestris</i> .		

Fauna predominante	Corzos, ciervos, jabalíes, ardillas, microfauna. Se detecta una plaga de <i>Thaumetopoea pityocampa</i> (procesionaria).	<p>Fig. 86. Vista general del entorno próximo al abrigo.</p> <p>Fig.87. Remoción del suelo próximo al abrigo producida por jabalíes.</p>
Valor natural/paisajístico/patrimonial	Paisaje Protegido por la Diputación General de Aragón en 1995.	
Herramientas de gestión	Cortafuegos, pistas forestales, zonas de gestión de residuos y de aparcamiento.	
Interacción con el abrigo	Los pinos filtran las radiaciones solares de forma natural y mantienen unas condiciones de humedad y temperatura más o menos constantes. Se han limpiado las zonas inmediatas al abrigo para impedir que las raíces generen problemas estructurales.	
Otras observaciones	Dada la densidad de árboles próximos al abrigo, el riesgo de incendio es elevado.	
Propuesta de conservación	- Limpieza periódica del monte para mantener un entorno seguro y controlado.	

#### 4. REGISTRO FOTOGRÁFICO.

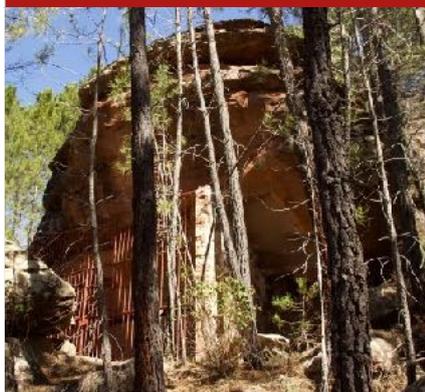


Fig.66. Vista general del abrigo estudiado.



Fig.67. Toma de mediciones de las dimensiones del abrigo.

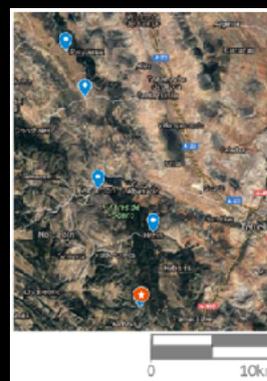


Fig.68. Localización del abrigo en el Parque Cultural de Albarracín.



Fig.69. Medición de los niveles de lux.



Fig.70. Detalle de la superficie de la roca con pintura rupestre.



Fig.71. Detalle de eflorescencias salinas por filtración en el techo del abrigo.



Fig. 72. Filtración de agua de lluvia en el abrigo.



Fig. 73. Humedad por agua de lluvia con viento en el panel.



Fig.74. Detalle de cemento artificial en el panel con las pinturas rupestres.



Fig.75. Muro de cerramiento del lateral izquierdo.



Fig.76. Fractura en la zona inferior izquierda del bloque.

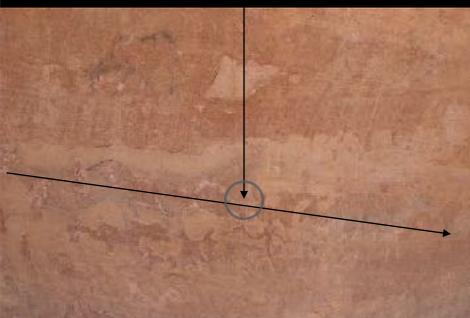


Fig.77. Seguimiento de las dos grietas y del punto de tensión en su confluencia en el centro del panel.



Fig.78. Medición de la temperatura de superficie.



Fig.79. Alveolización de la roca del techo por erosión del viento y la lluvia.



Fig.80. Detalle de desplazación del soporte rocoso en el motivo 10.

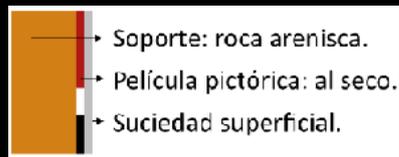


Fig.81. Representación gráfica de la estratigrafía de la obra.



Fig.82. Detalle de la película pictórica del motivo 10.



Fig.83. Pérdida pictórica por daño mecánico de origen antrópico en el motivo 4.



Fig.84. Detalle de colonizaciones biológicas en la zona superior del motivo 10.



Fig.85. Señalización del abrigo.



Fig.86. Vista general del entorno próximo al abrigo.



Fig.87. Remoción del suelo próximo al abrigo producida por jabalíes.

Tabla 3. Catalogación del abrigo de los Toros del barranco de las Olivanas.

## 8.4. DATOS REGISTRADOS EN EL PROCESO DE ANÁLISIS DEL ABRIGO

### 8.4.1. Registro fotográfico y proceso de documentación

#### ABRIGO DE LOS TOROS DEL BARRANCO DE LAS OLIVANAS

Registro fotográfico sistemático del panel (izquierda a derecha/superior-inferior)



Fig.88. Superior izquierda.



Fig.89. Superior centro.



Fig.90. Superior derecha.



Fig.91. Inferior izquierda.



Fig.92. Inferior centro.



Fig.93. Inferior derecha.

Registro fotográfico de las principales pinturas rupestres



Fig.94. Ciervo rojo (figura 13).



Fig.95. Toros negros.



Fig.96. Toros negros y blancos.



Fig.97. Figura bicromada.



Fig.98. Escena de caza (bóvido y arquero).



Fig.99. Toro rojo (figura 10).



Fig.100. Toro rojo (figura 13).



Fig.101. Toros negros.



Fig.102. Bóvido herido.



Fig.103. Arquero.

#### Registro fotográfico de patologías y agentes de degradación



Fig.104. Ocultación por pátina biológica (oxalatos).



Fig.105. Sedimentación de polvo y fractura del soporte.



Fig.106. Fragmentación de figura 13 por una grieta.



Fig.107. Delaminación y eflorescencias salinas de la roca.



Fig.108. Excremento de mamífero sobre pintura rupestre.



Fig.109. Excrementos de ave en el abrigo.



Fig.110. Erosión del soporte próxima a una pintura rupestre (Figura 13).



Fig.111. Descoplación del soporte en Figura 10.



Fig.112. Alveolización del techo del abrigo.



Fig.113. Pérdidas matéricas.



Fig.114. Abolsamiento.



Fig.115. Eflorescencia salina.



Fig.116. Colada (indicada sobre la fotografía).



Fig.117. Descohesión del soporte y eflorescencias salinas sobre la figura del arquero.



Fig.118. Muro de mampostería y cemento en el panel.



Fig.119. Agresión antrópica: daño mecánico.



Fig.120. Insolación en el panel.



Fig. 121. Unión de la verja del cerramiento con la techumbre del abrigo.



Fig.122. Techumbre del abrigo.

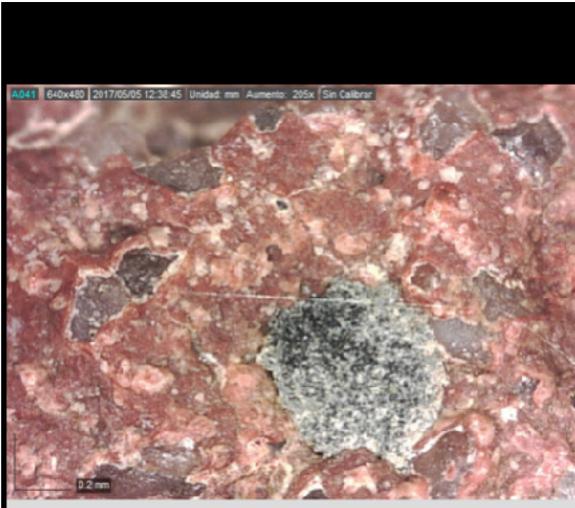


Fig.123. Película pictórica y pátina biológica de la Figura 10. Microscopio USB luz visible. 205x.



Fig.124. Película pictórica de la Figura 10. Microscopio USB luz visible. 205x.

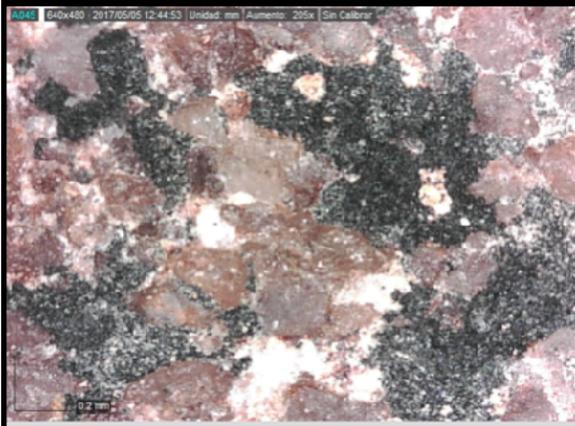


Fig.125. Detalle de pátina biológica en la Figura 10. Microscopio USB luz visible. 205x.



Fig.126. Concreción de cera en la Figura 10. Microscopio USB luz visible. 205x.

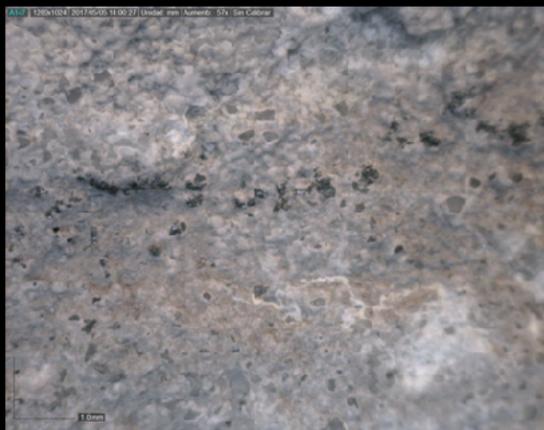


Fig.127. Marcas de grafito en la Figura 13. Microscopio USB luz infrarroja. 57x.



Fig.128. Marcas de grafito en la Figura 13. Microscopio USB luz infrarroja. 57x.

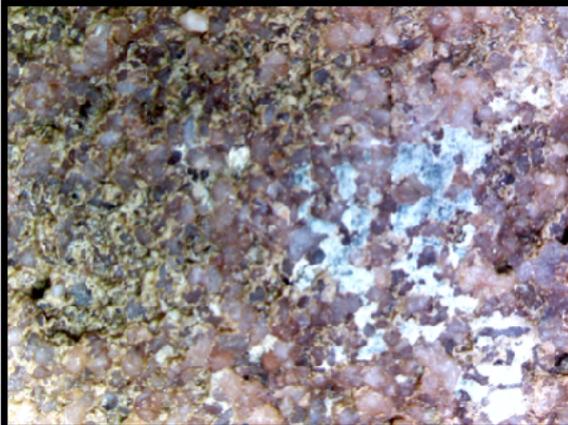


Fig.129. Superficie pictórica de la Figura 13. Microscopio USB luz visible. 205x.



Fig.130. Concreción de cera en la Figura 13. Microscopio USB luz visible. 205x.



Fig.131. Superficie pictórica de la Figura 26. Microscopio USB luz visible. 205x.

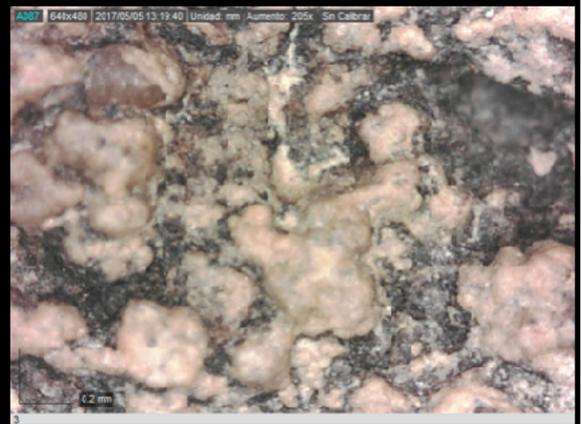


Fig.132. Superficie pictórica de la Figura 26. Microscopio USB luz visible. 205x.

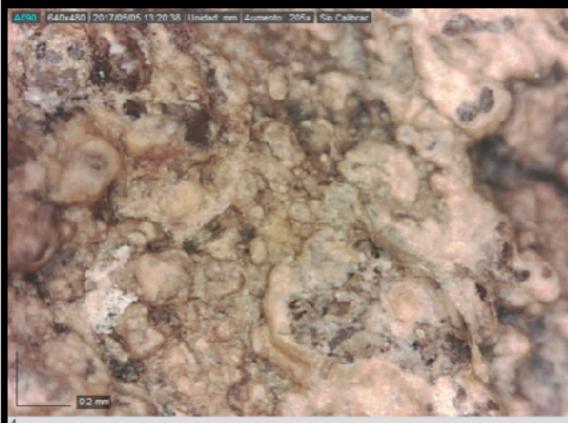


Fig.133. Superficie pictórica de la Figura 26. Microscopio USB luz visible. 205x.

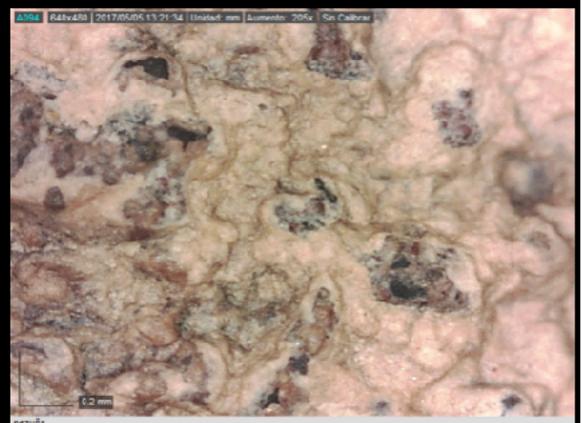


Fig.134. Superficie pictórica de la Figura 26. Microscopio USB luz visible. 205x.

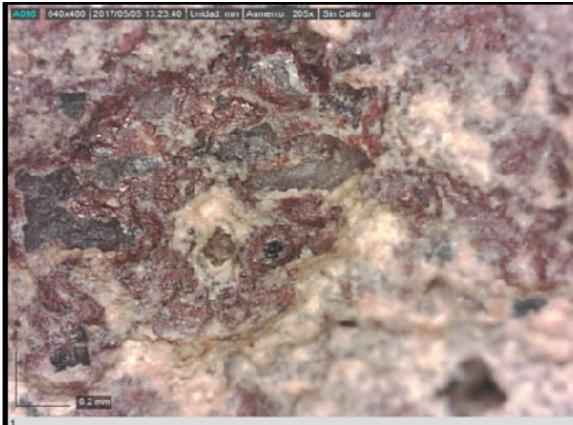


Fig.135. Superficie pictórica de Figura 38 (arquero). Microscopio USB luz visible. 205x.

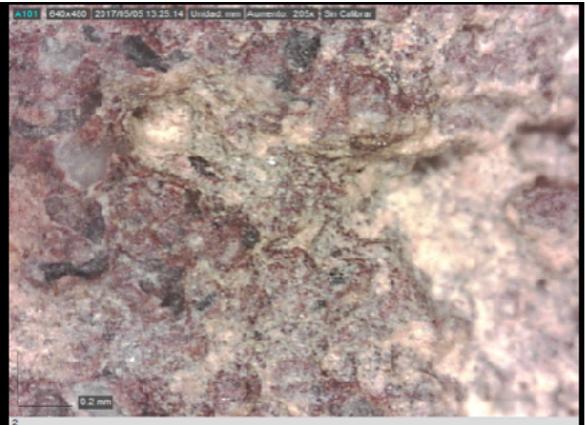


Fig.136. Superficie pictórica de Figura 38. Microscopio USB luz visible. 205x.

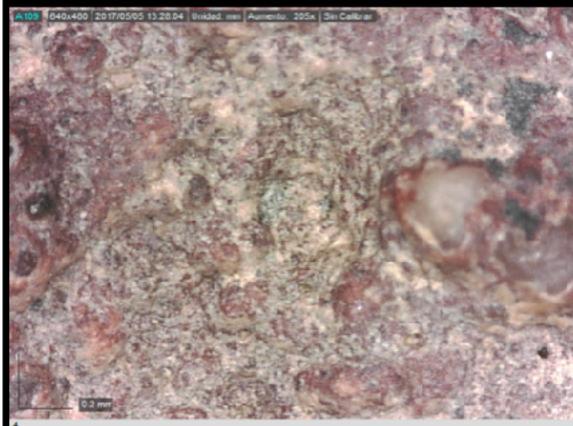


Fig.137. Pátina biológica en la Figura 38. Microscopio USB luz visible. 205x.



Fig.138. Pátina biológica en la Figura 38 y marcas de grafito. Microscopio USB luz visible. 205x.



Fig.139. Eflorescencias salinas en el soporte. Microscopio USB luz visible. 205x.

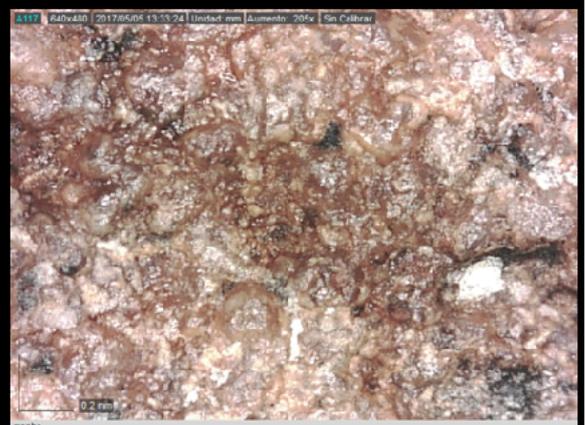


Fig.140. Superficie rocosa manchada por excremento de mamífero. Microscopio USB luz visible. 205x.

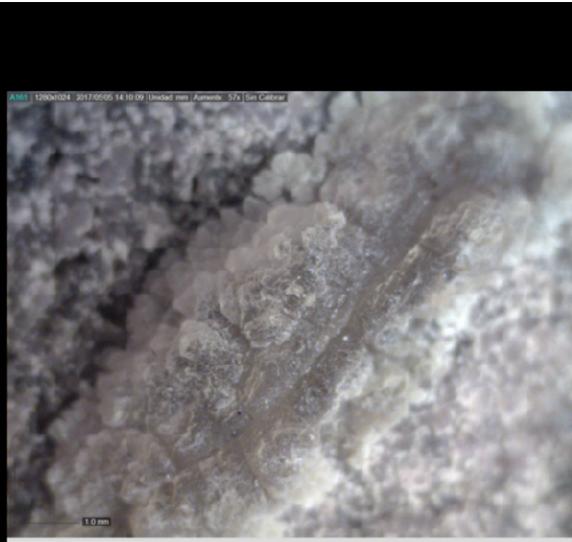


Fig.141. Concreción de resina en el soporte. Microscopio USB luz infrarroja. 57x.

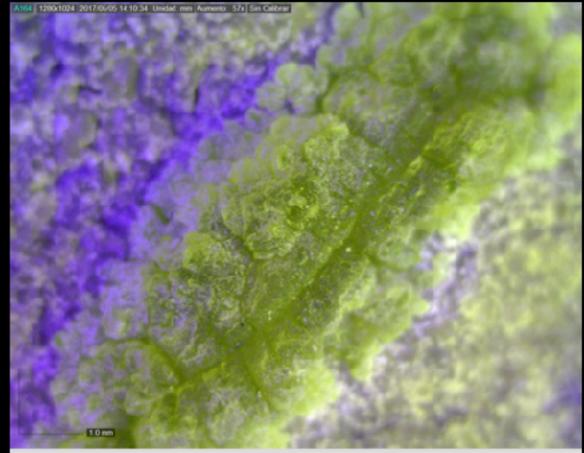


Fig.142. Concreción de resina en el soporte. Microscopio USB luz ultravioleta. 57x.



Fig.143. Concreción de resina en el soporte. Microscopio USB luz infrarroja. 57x.

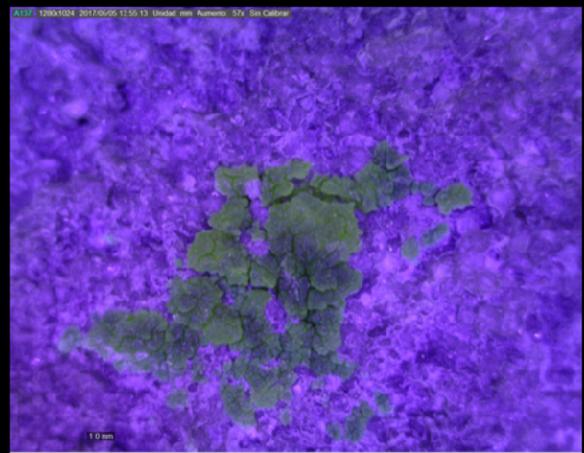


Fig.144. Concreción de resina en el soporte. Microscopio USB luz ultravioleta. 57x.

8.4.2. Registro de datos climáticos y ambientales

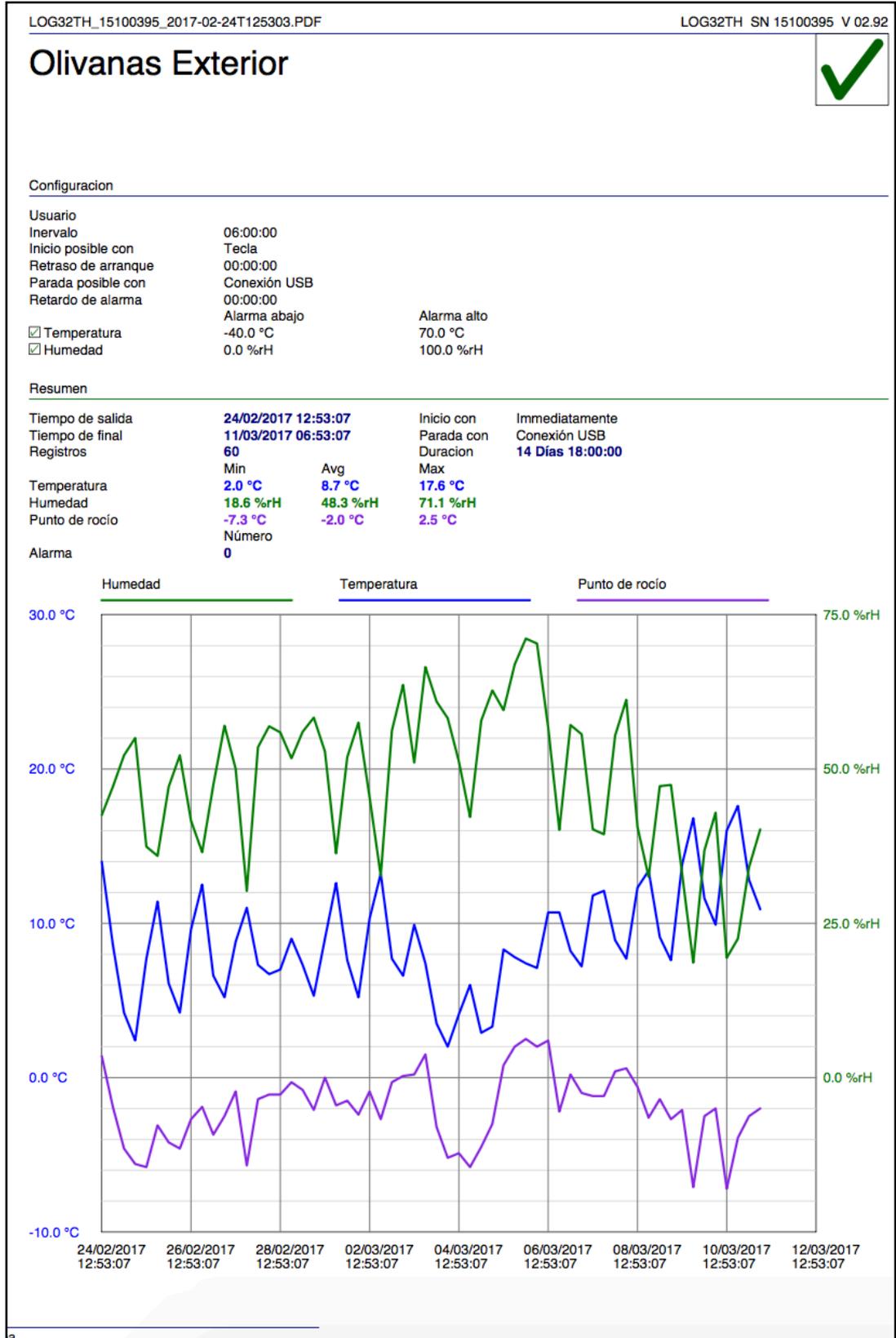


Fig.145. DataLogger exterior. Período 2017-02-24/2017-03-11.

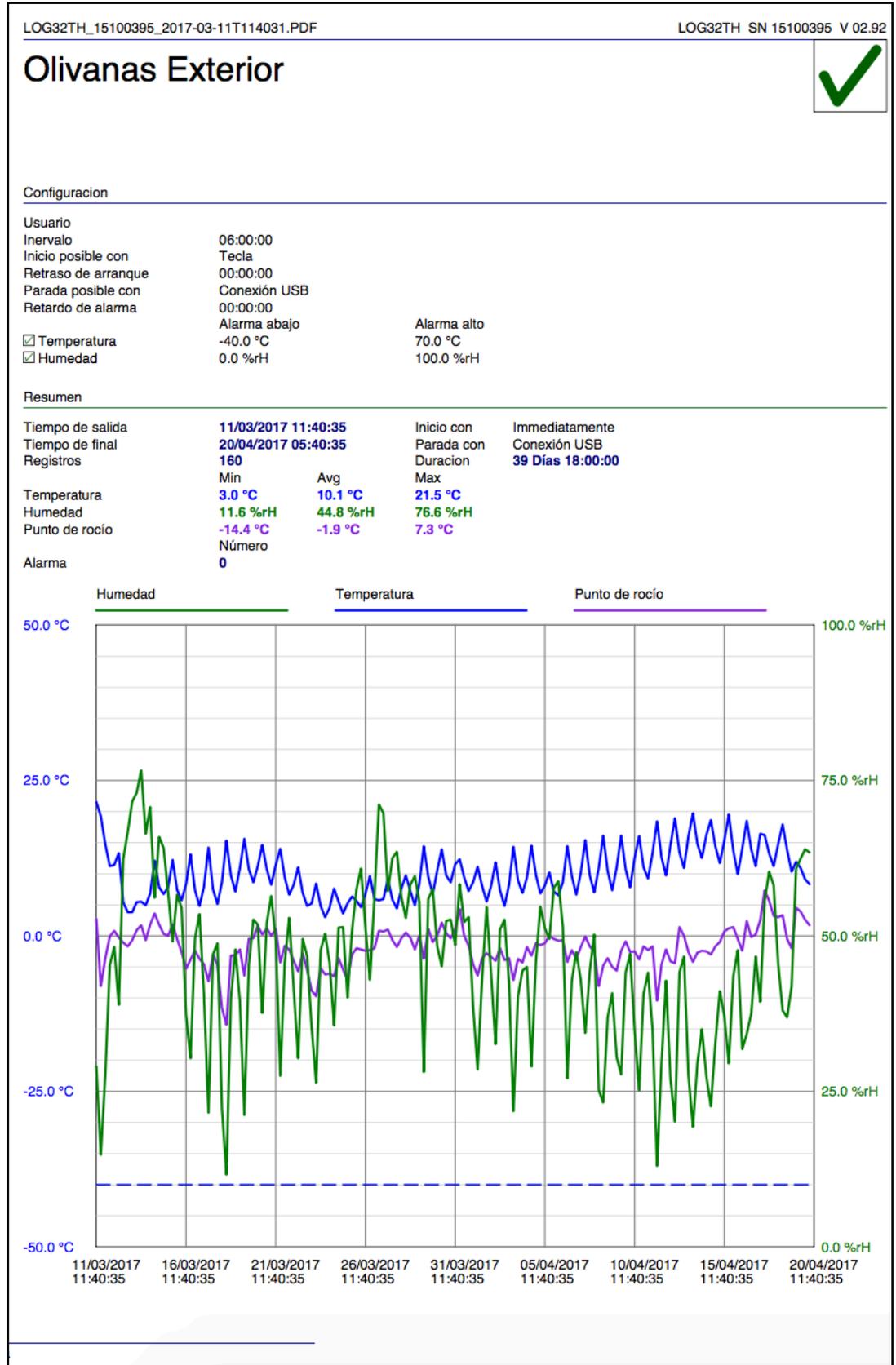


Fig.146. DataLogger exterior. Período 2017-03-11/2017-04-20.

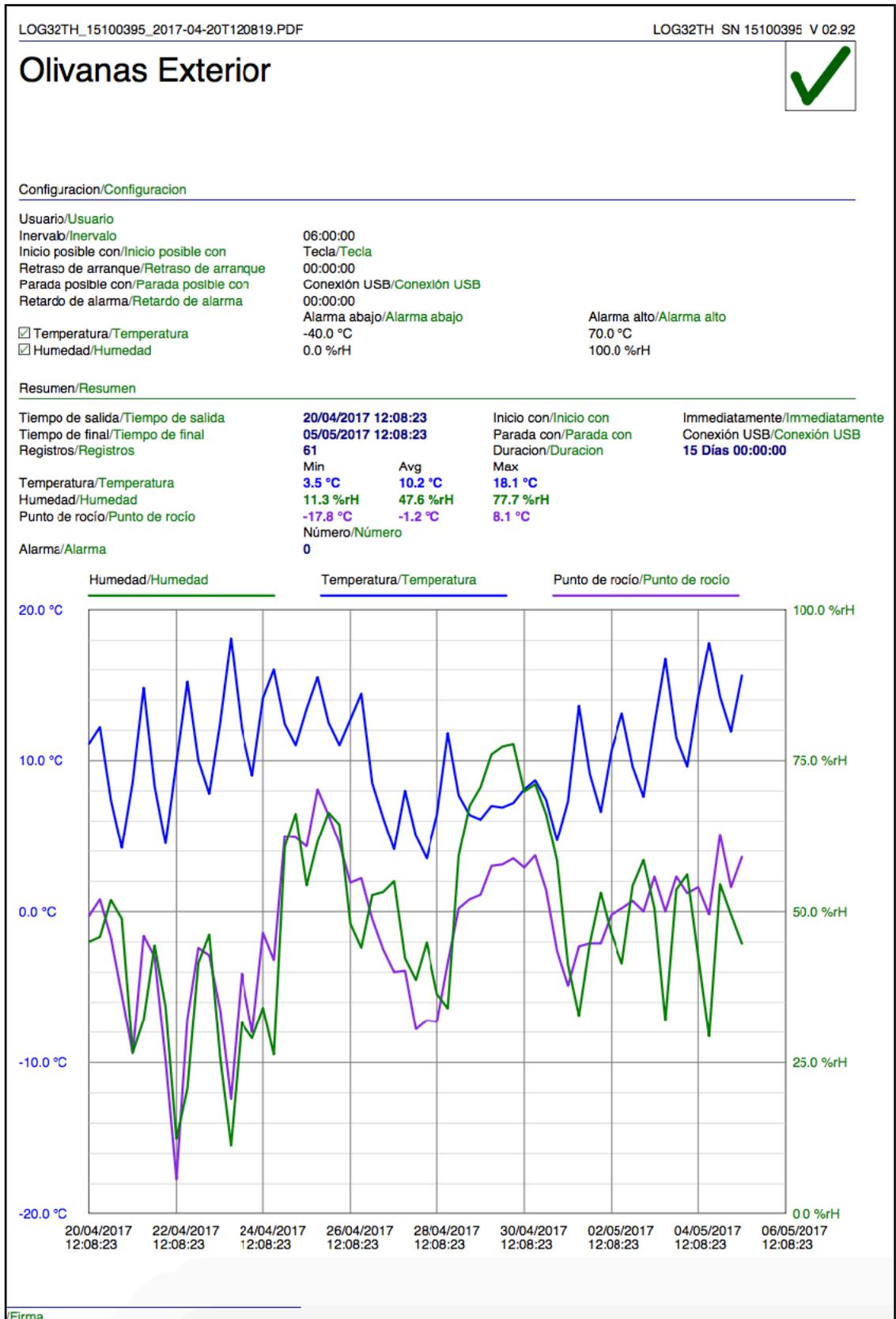


Fig.147. Datalogger exterior. Período 2017-04-20/2017-05-05.

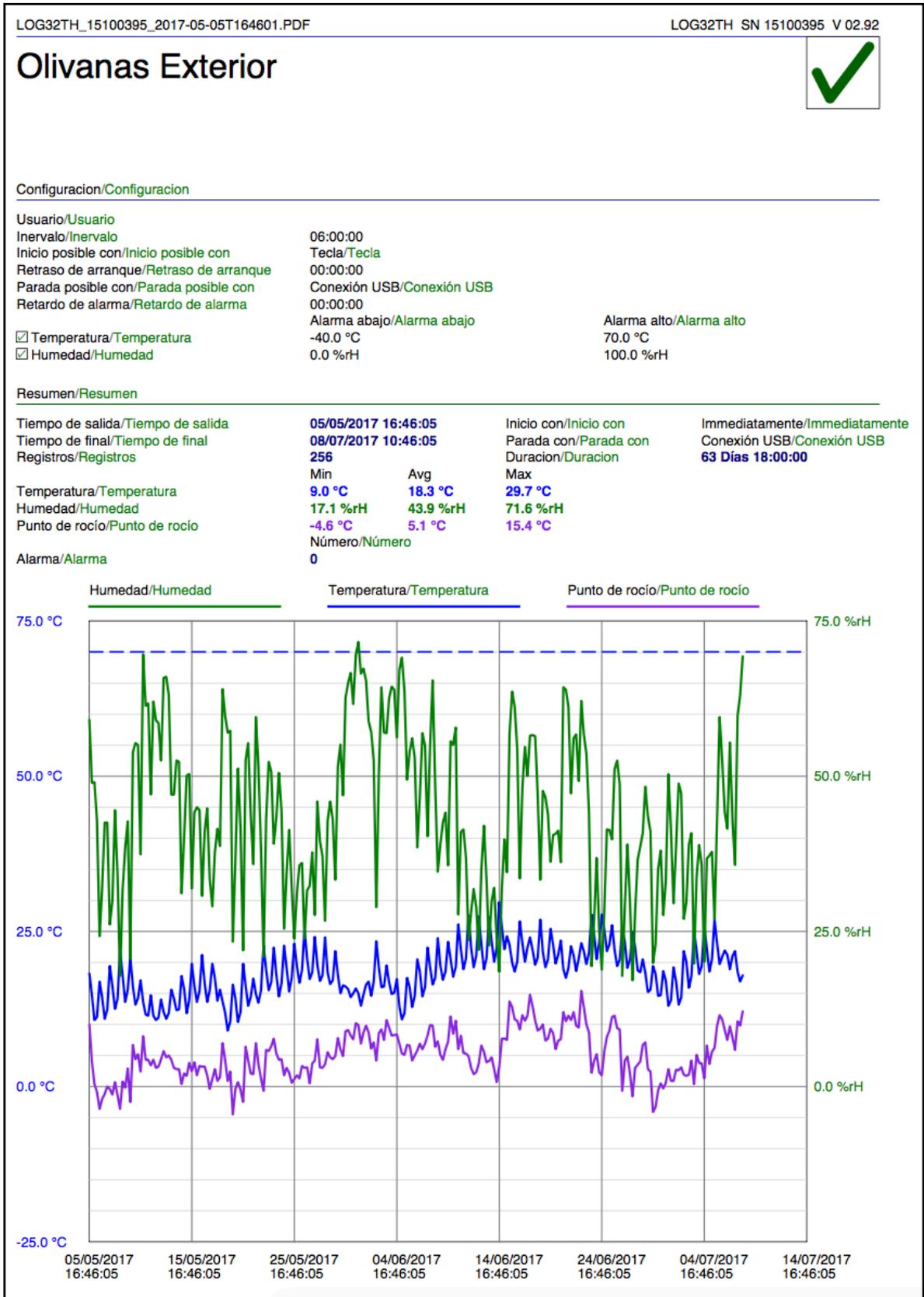


Fig.148. DataLogger exterior. Período 2017-05-05/2017-07-08.

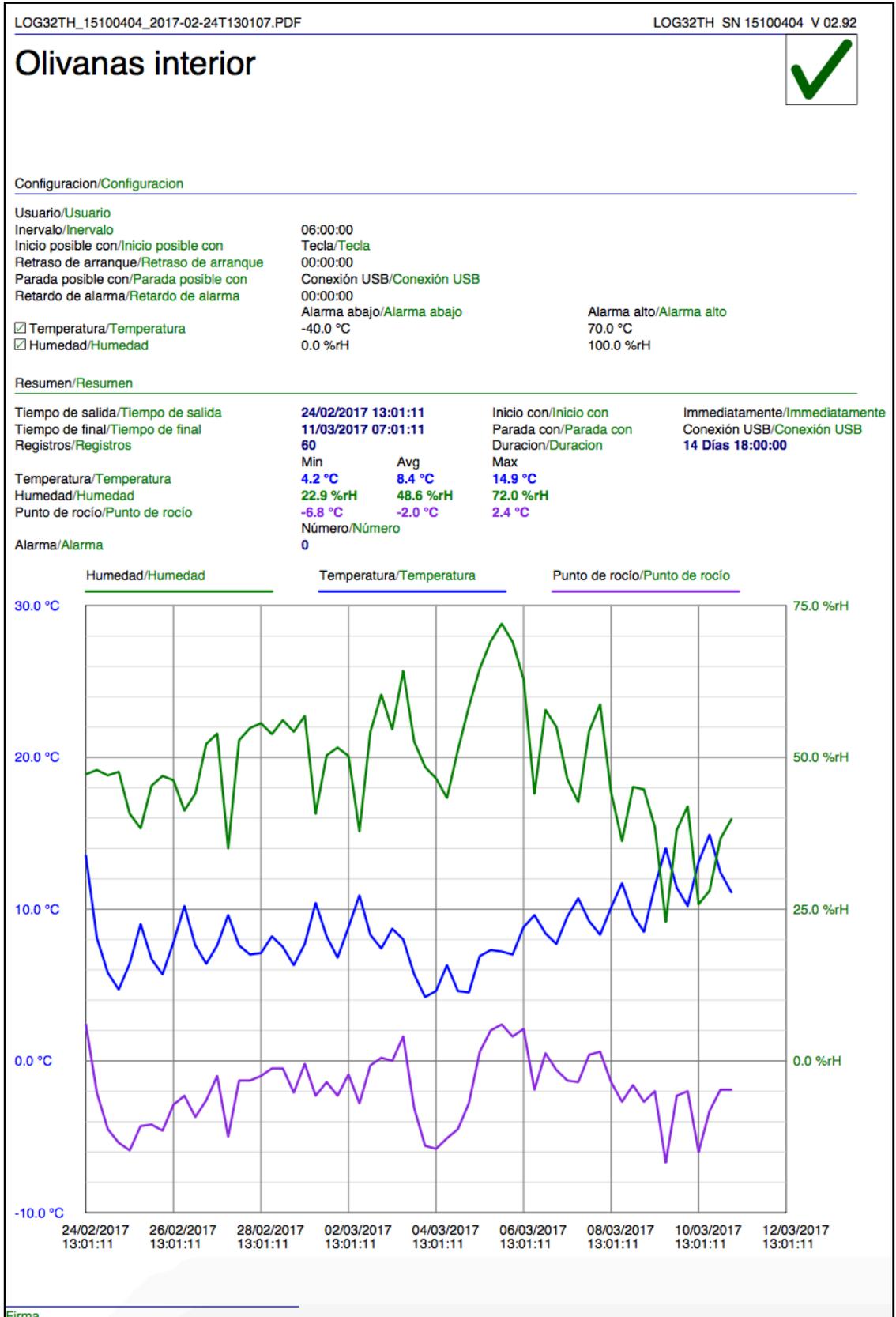


Fig.149. DataLogger interior. Período 2017-02-24/2017-03-11.

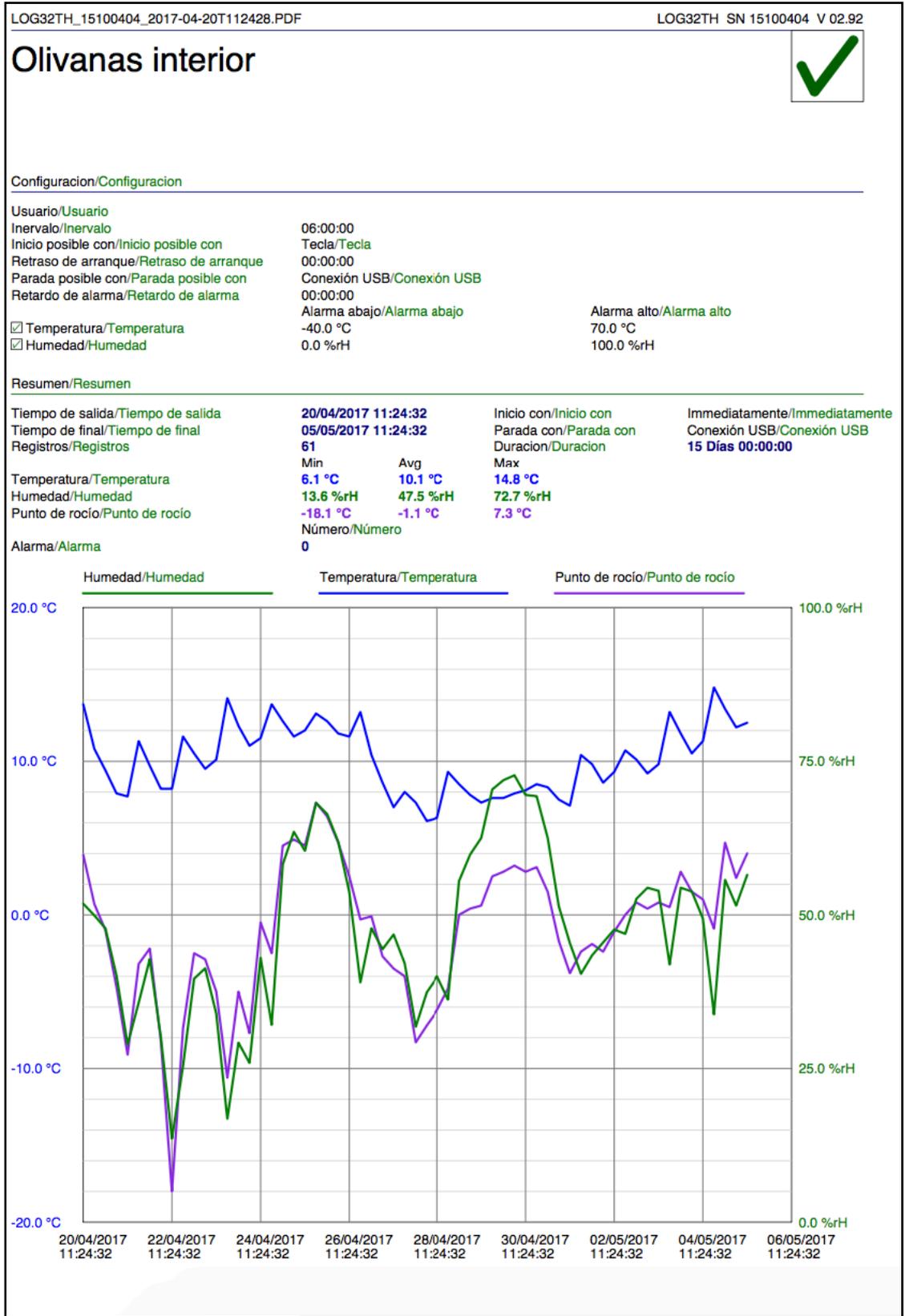


Fig.150. DataLogger interior. Período 2017-04-20/2017-05-05.

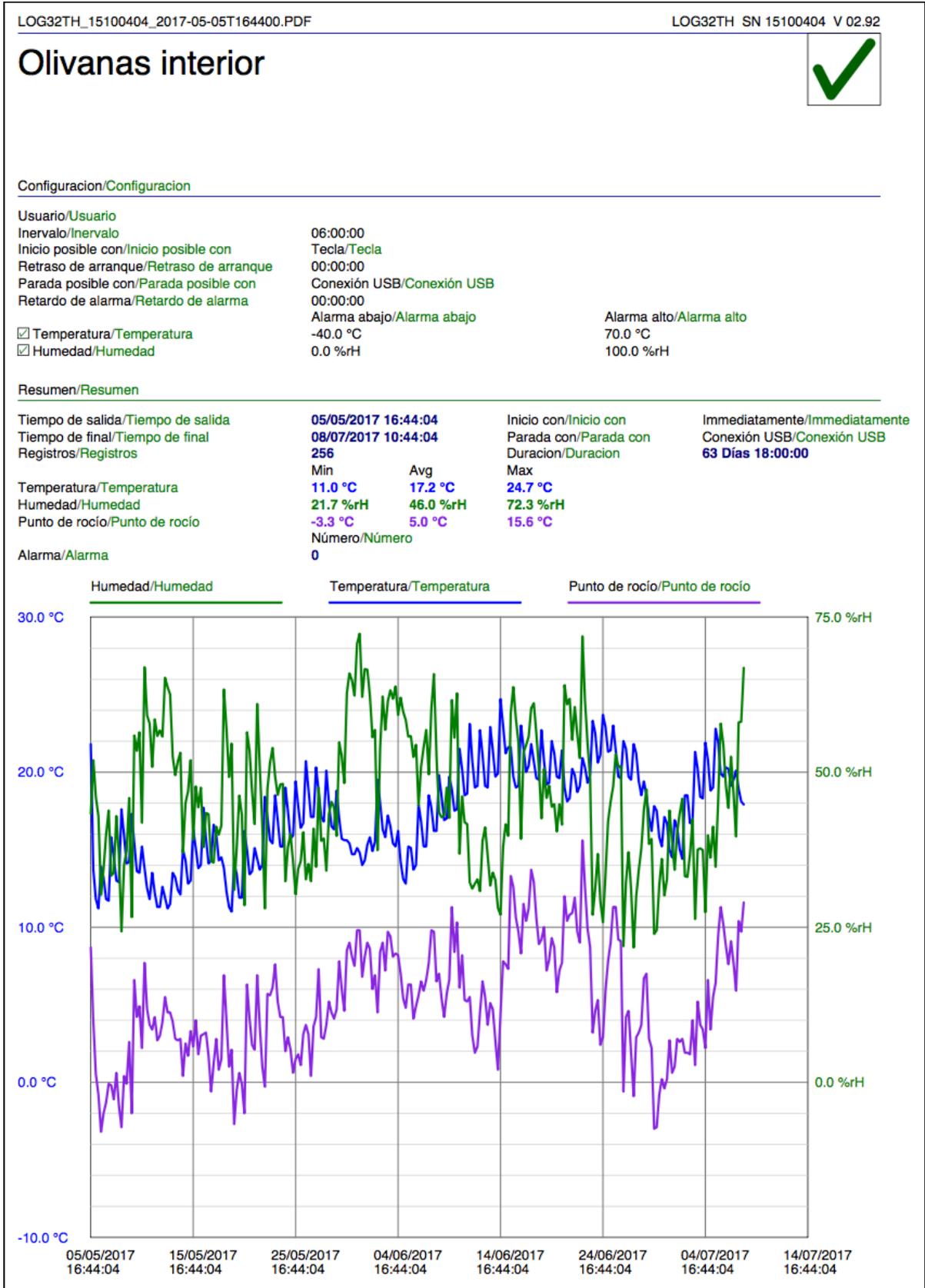


Fig.151. DataLogger interior. Período 2017-05-05/2017-07-08.

8.4.3. Datos del estudio de colorimetría

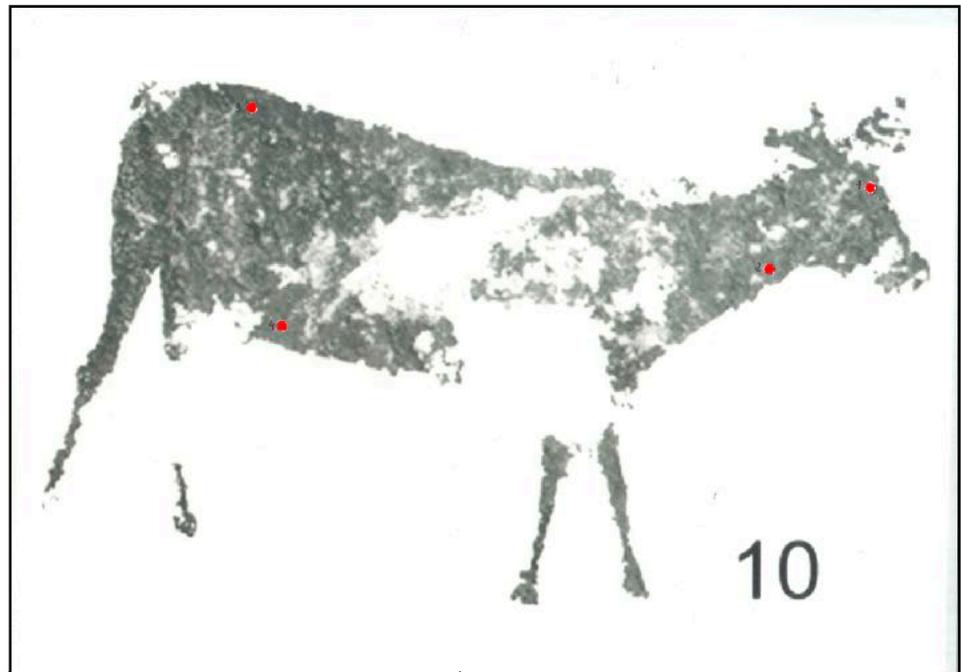


Fig.152. Calco de la Figura 10.



Fig.153. Calco de la Figura 13.



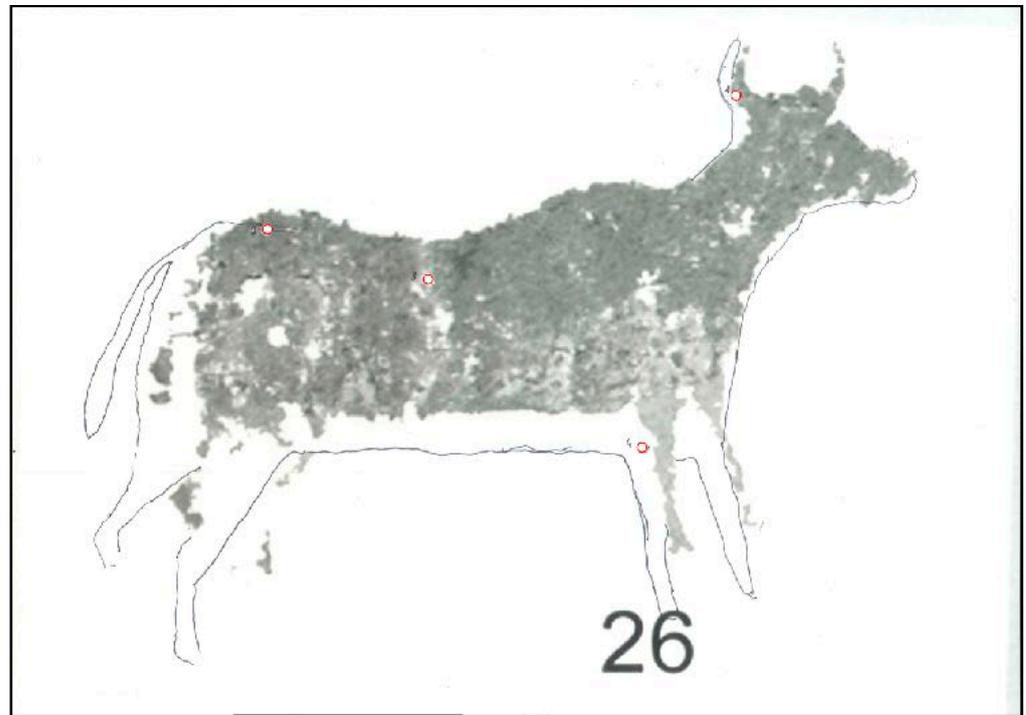


Fig.154. Calco de la Figura 26.

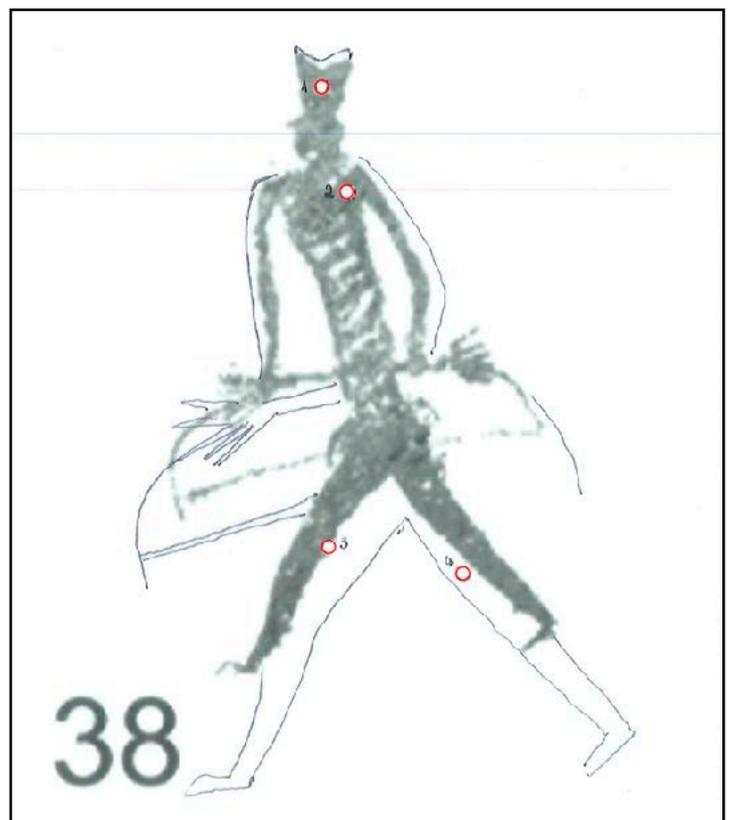


Fig.155. Calco de la Figura 38.



Figura 10.

CGATS.17		
ORIGINATOR	i1Profiler - X-Rite, Inc.	
INSTRUMENTATION	i1Pro ; Serial number 338505	
DESCRIPTOR	Default Measurement	
MEASUREMENT_SOURCE	MeasurementCondition=M0 Filter=no	
ILLUMINATION_NAME	D50	
OBSERVER_ANGLE		2
WEIGHTING_FUNCTION	ILLUMINANT, D50	
WEIGHTING_FUNCTION	OBSERVER, 2 degree	
KEYWORD	DEVCALSTD	
DEVCALSTD	XRGA	
CREATED		2017-05-05T11:55:48
NUMBER_OF_FIELDS		3
BEGIN_DATA_FORMAT		
LAB_L	LAB_A	LAB_B
END_DATA_FORMAT		
NUMBER_OF_SETS		12
BEGIN_DATA		
39.22	19.82	15.62
40.50	16.88	12.96
36.13	18.74	16.13
36.36	16.83	13.08
39.23	19.83	15.63
40.50	16.89	12.84
36.12	18.75	16.11
36.38	16.85	13.03
39.24	19.82	15.63
40.51	16.89	12.82
36.16	18.73	16.12
36.38	16.91	13.07
END_DATA		

Fig.156. Resultados de la Figura 10.

Figura 13.

CGATS.17		
ORIGINATOR	i1Profiler - X-Rite, Inc.	
INSTRUMENTATION	i1Pro ; Serial number 338505	
DESCRIPTOR	Default Measurement	
MEASUREMENT_SOURCE	MeasurementCondition=M0 Filter=no	
ILLUMINATION_NAME	D50	
OBSERVER_ANGLE		2
WEIGHTING_FUNCTION	ILLUMINANT, D50	
WEIGHTING_FUNCTION	OBSERVER, 2 degree	
KEYWORD	DEVCALSTD	
DEVCALSTD	XRG	
CREATED		2017-05-05T12:01:32
NUMBER_OF_FIELDS		3
BEGIN_DATA_FORMAT		
LAB_L	LAB_A	LAB_B
END_DATA_FORMAT		
NUMBER_OF_SETS		12
BEGIN_DATA		
42.44	15.49	11.48
33.28	15.49	11.67
40.62	16.70	12.59
37.46	12.42	10.44
42.47	15.47	11.44
33.29	15.46	11.60
40.62	16.69	12.66
37.49	12.43	10.41
42.48	15.47	11.45
33.29	15.47	11.60
38.66	16.40	12.15
37.53	12.42	10.33
END_DATA		

Fig.157. Resultados de la Figura 13.

Figura 26.

CGATS.17		
ORIGINATOR	i1Profiler - X-Rite, Inc.	
INSTRUMENTATION	i1Pro ; Serial number 338505	
DESCRIPTOR	Default Measurement	
MEASUREMENT_SOURCE	MeasurementCondition=M0 Filter=no	
ILLUMINATION_NAME	D50	
OBSERVER_ANGLE		2
WEIGHTING_FUNCTION	ILLUMINANT, D50	
WEIGHTING_FUNCTION	OBSERVER, 2 degree	
KEYWORD	DEVCALSTD	
DEVCALSTD	XRGA	
CREATED		2017-05-05T11:46:38
NUMBER_OF_FIELDS		3
BEGIN_DATA_FORMAT		
LAB_L	LAB_A	LAB_B
END_DATA_FORMAT		
NUMBER_OF_SETS		12
BEGIN_DATA		
49.56	7.67	13.28
50.46	8.38	14.76
38.29	3.88	7.13
53.71	10.48	17.89
49.53	7.68	13.28
50.46	8.40	14.68
38.38	3.88	7.15
53.64	10.45	17.82
49.47	7.66	13.24
50.20	8.29	14.50
38.45	3.92	7.25
53.66	10.77	18.77
END_DATA		

Fig.158. Resultados de la Figura 26.

Figura 38.

CGATS.17		
ORIGINATOR	i1Profiler - X-Rite, Inc.	
INSTRUMENTATION	i1Pro ; Serial number 338505	
DESCRIPTOR	Default Measurement	
MEASUREMENT_SOURCE	MeasurementCondition=M0 Filter=no	
ILLUMINATION_NAME	D50	
OBSERVER_ANGLE		2
WEIGHTING_FUNCTION	ILLUMINANT, D50	
WEIGHTING_FUNCTION	OBSERVER, 2 degree	
KEYWORD	DEVCALSTD	
DEVCALSTD	XRGA	
CREATED		2017-05-05T11:26:52
NUMBER_OF_FIELDS		3
BEGIN_DATA_FORMAT		
LAB_L	LAB_A	LAB_B
END_DATA_FORMAT		
NUMBER_OF_SETS		12
BEGIN_DATA		
43.23	8.62	10.88
35.68	7.51	6.83
41.40	11.33	10.72
38.75	8.32	9.17
43.21	8.62	10.87
27.34	4.73	4.15
41.34	11.34	10.76
38.76	8.36	9.10
43.22	8.63	10.81
25.80	3.91	3.51
41.34	11.33	10.81
38.47	8.35	9.10
END_DATA		

Fig.159. Resultados de la Figura 38.

8.4.4. Resultados de las pruebas de análisis del soporte

**ABRIGO DE LOS TOROS DEL BARRANCO DE LAS OLIVANAS**

Análisis organoléptico con microscopio óptico

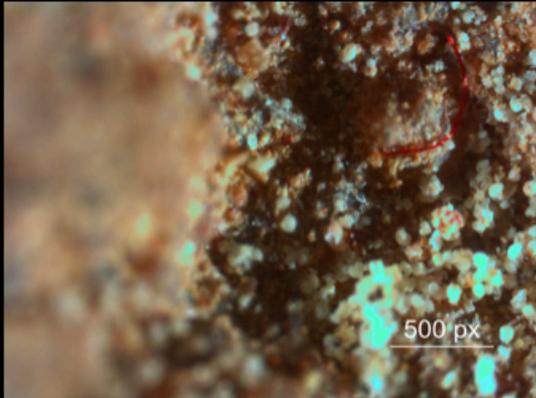


Fig.160. Muestra 1-anverso. 5x.



Fig.161. Muestra 1-anverso. 8x.

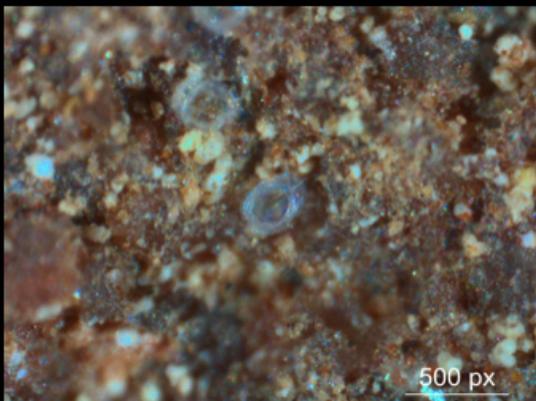


Fig.162. Muestra 1-reverso. 8x.



Fig.163. Muestra 1-reverso. 8x.

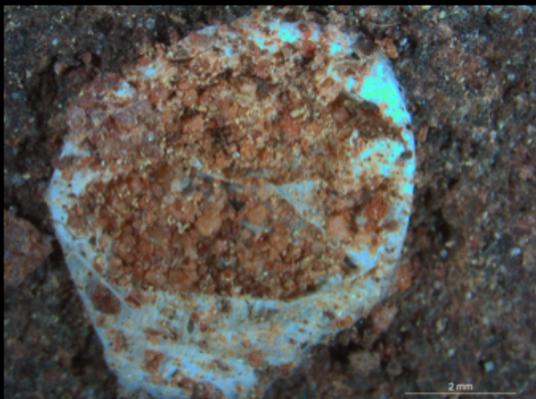


Fig.164. Muestra 2-anverso. 1x.

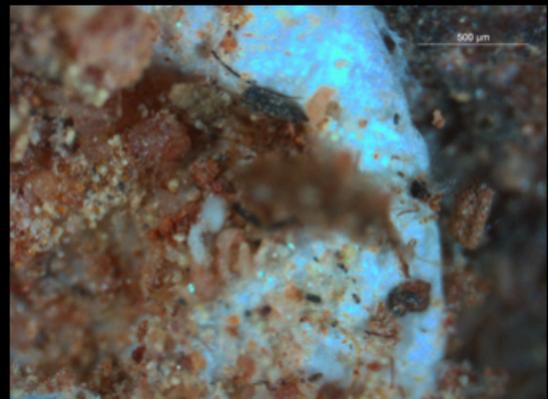


Fig.165. Muestra 2-anverso. 4x.

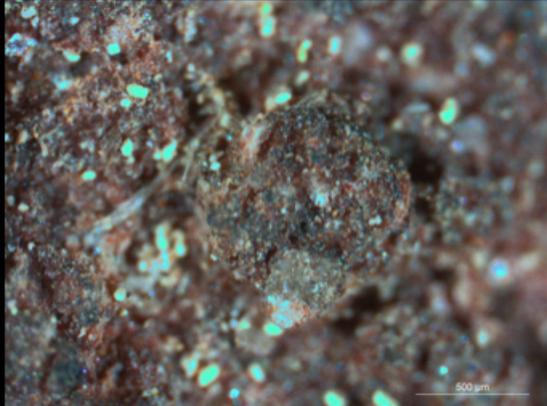


Fig.166. Muestra 2-reverso. 4x.

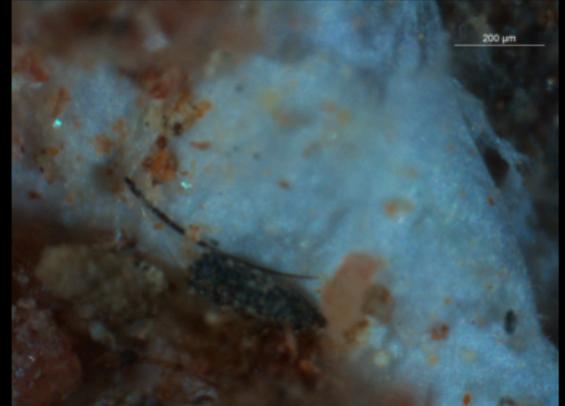


Fig.167. Muestra 2-anverso. 8x.



Fig.168. Muestra 3-anverso. 1x.



Fig.169. Muestra 3-anverso. 8x.

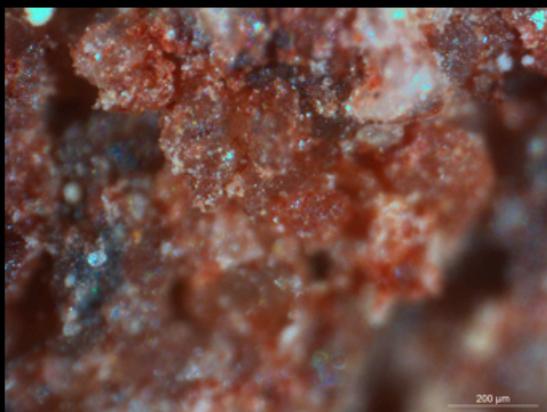


Fig.170. Muestra 3-anverso. 8x.



Fig.171. Muestra 3-reverso. 1x.

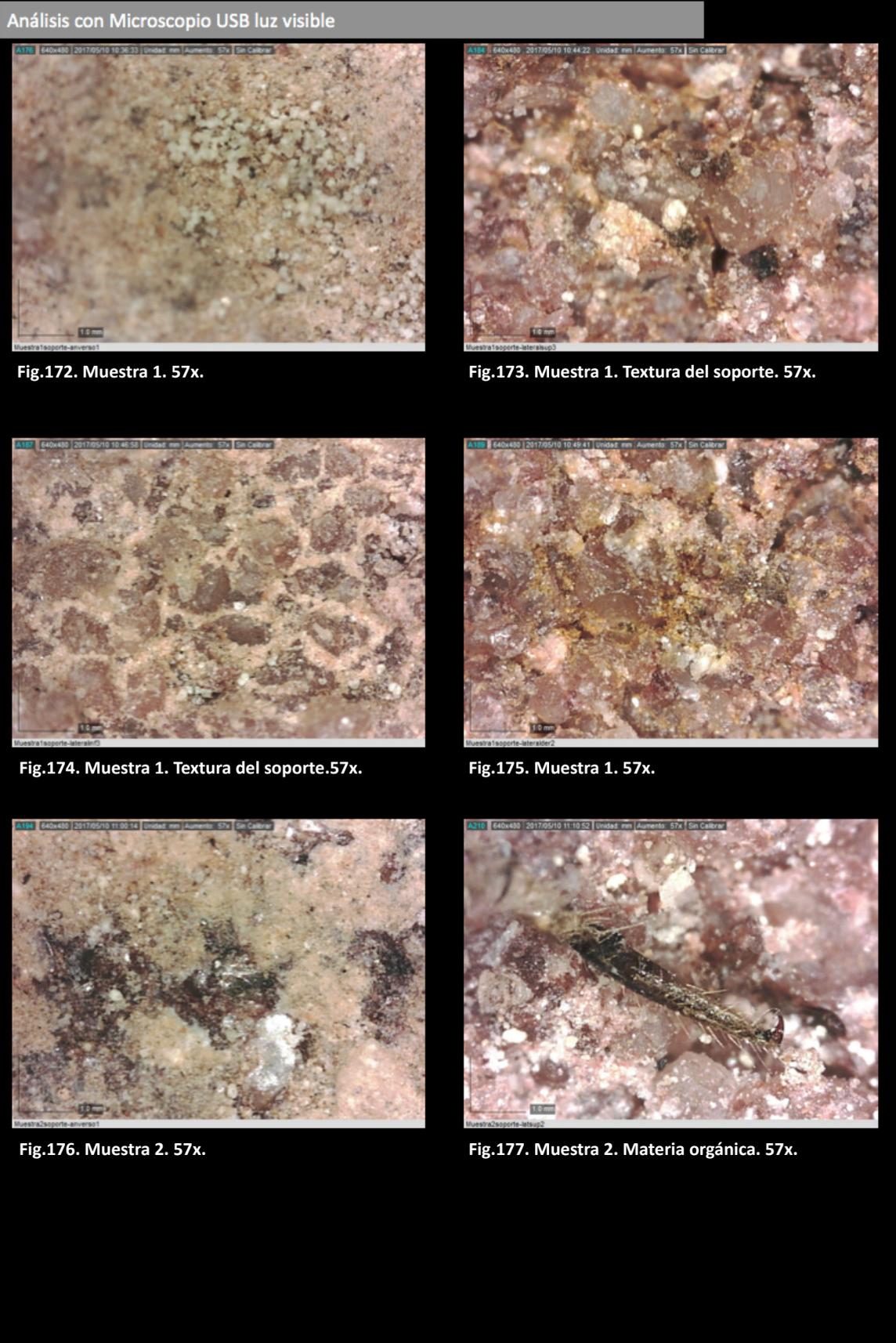




Fig.178. Muestra 2. Micro fisura. 57x.



Fig.179. Muestra 2. Eflorescencia salina. 57x.

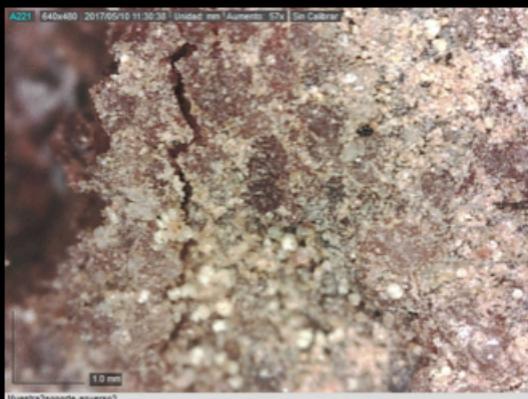


Fig.180. Muestra 3. Micro fisura. 57x.



Fig.181. Muestra 3. Pátina biológica. 57x.



Fig.182. Yeso. 57x.



Fig.183. Materia orgánica en el yeso. 57x.



Fig.184. Cemento. 57x.



Fig.185. Materia lúgnea en el cemento. 57x.

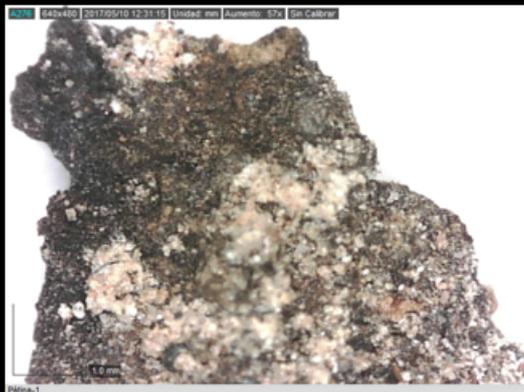


Fig.186. Pátina biológica. 57x.

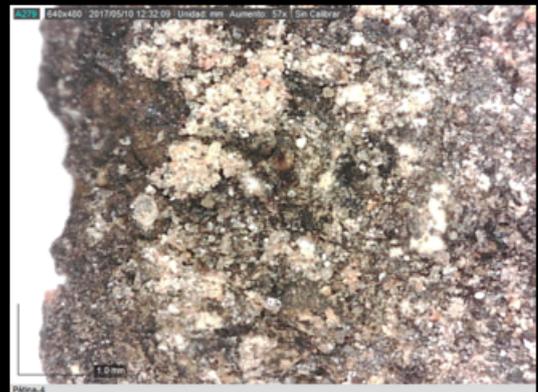


Fig.187. Materia biológica. 57x.

Análisis del soporte con SEM-EDX, microanálisis y mapping

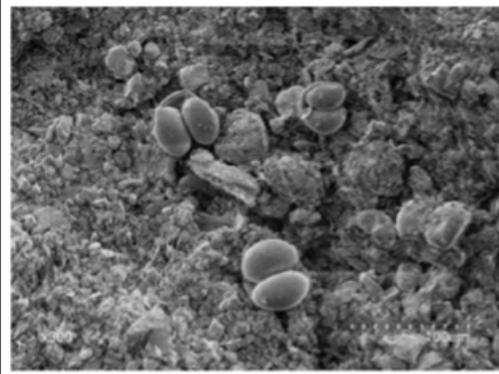


Fig.188. Muestra 1 anverso. Esporas. 300x.

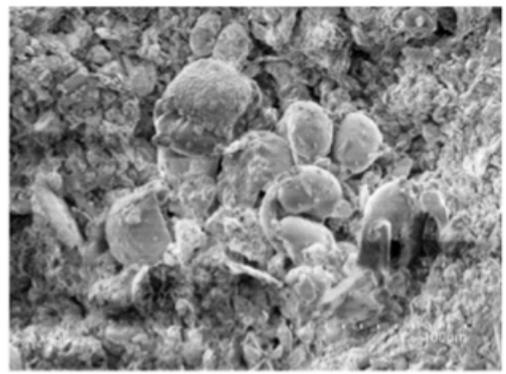


Fig.189. Muestra 1 anverso. Esporas. 450x.

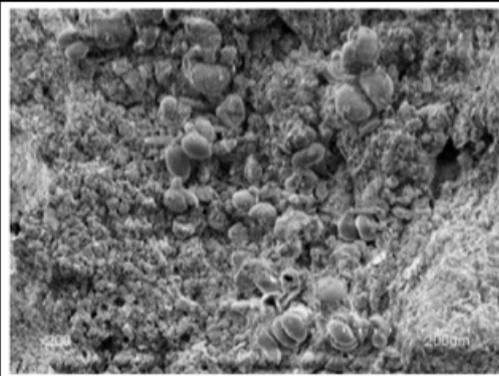


Fig.190. Muestra 1 anverso. Hongos. 200x.

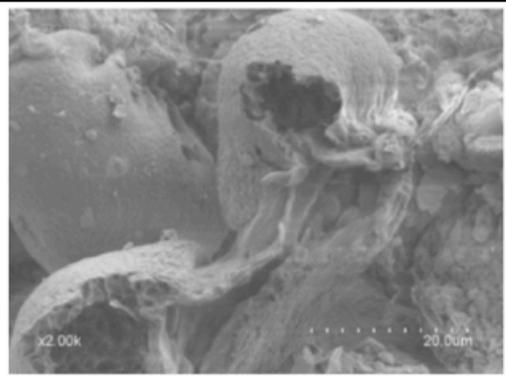


Fig.191. Muestra 1 anverso. Espora abierta. x2.00k.

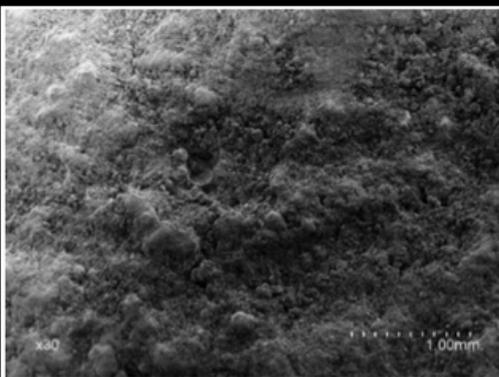


Fig.192. Muestra 1 anverso. Colonización biológica. 30x.

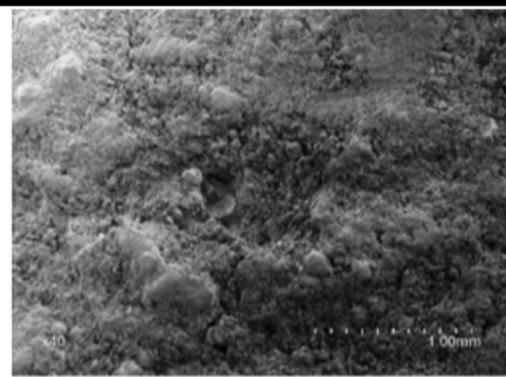


Fig.193. Muestra 1 anverso. Colonización biológica. 40x.



Fig.194. Muestra 1 anverso. Colonización biológica. 100x.

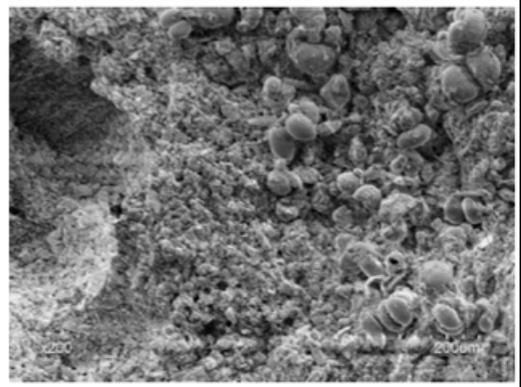


Fig.195. Muestra 1 anverso. Colonización biológica. 200x.

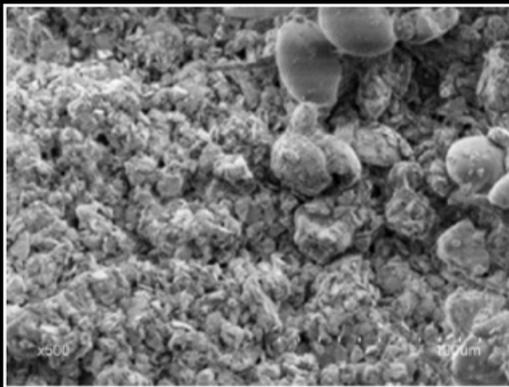


Fig.196. Muestra 1 anverso. Superficie rocosa y esporas. 500x.

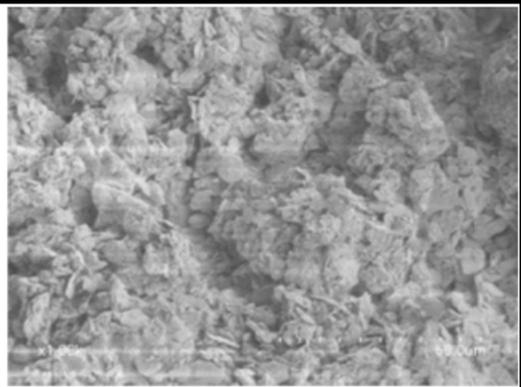


Fig.197. Superficie rocosa: cristales de yeso. x1.0k.

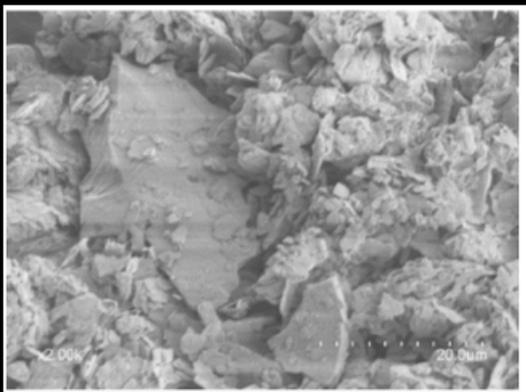


Fig.198. Muestra 1 anverso. Cristales de yeso. x2.0k.

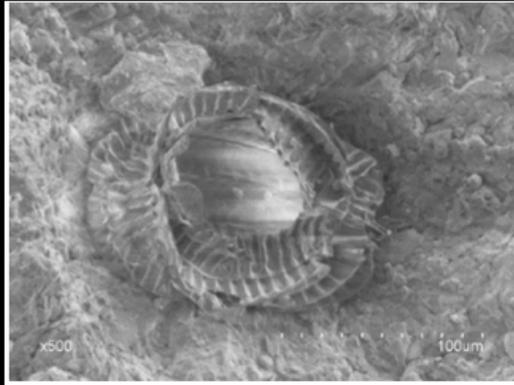


Fig.199. Muestra 1 reverso. Resto orgánico. 500x.

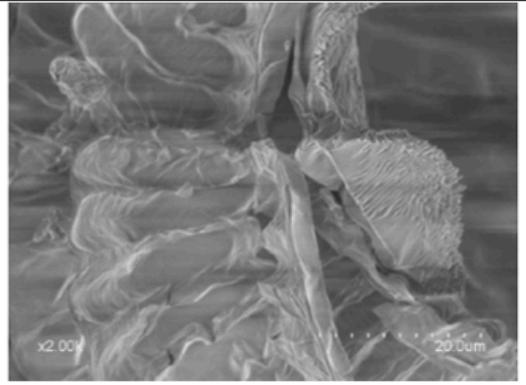


Fig.200. Muestra 1 reverso. Resto orgánico. x2.0k.

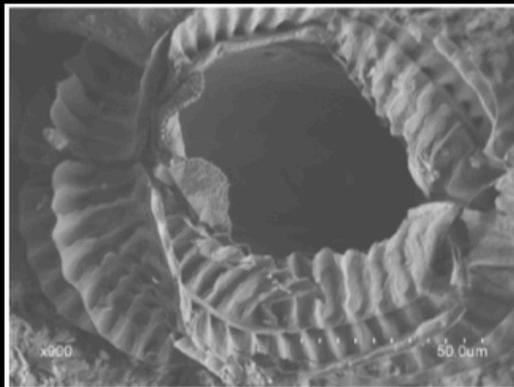


Fig.201. Muestra 1 reverso. Resto biológico. 900x.

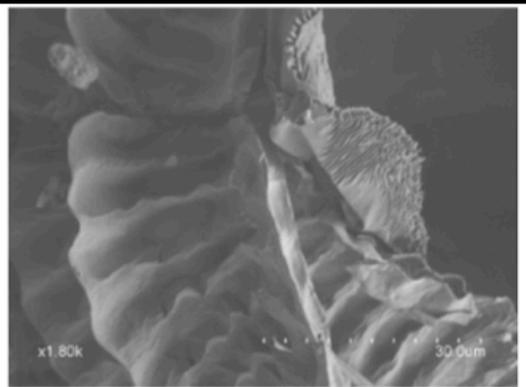


Fig.202. Muestra 1 reverso. Resto biológico. x1.8k.

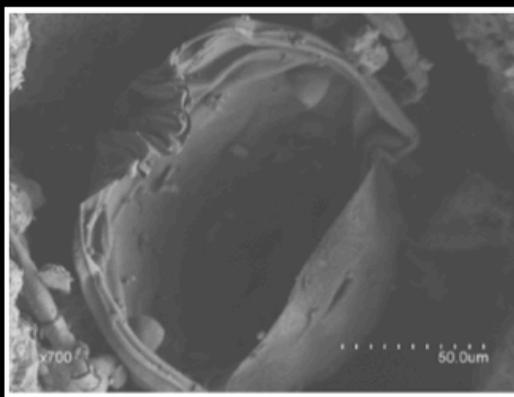


Fig.203. Muestra 1 reverso. Resto biológico. 700x.

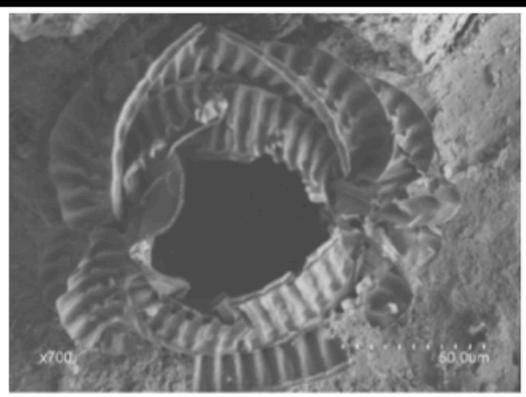


Fig.204. Muestra 1 reverso. Resto biológico. 700x.

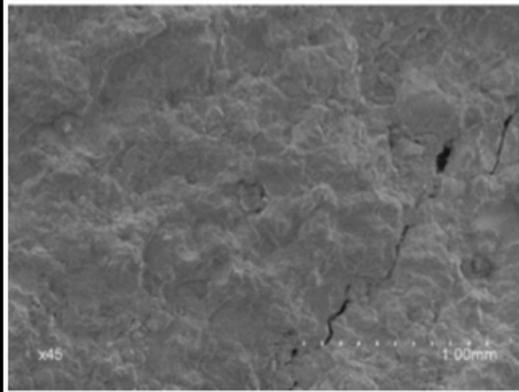


Fig.205. Muestra 1 reverso. Restos biológicos en la superficie rocosa. 45x.

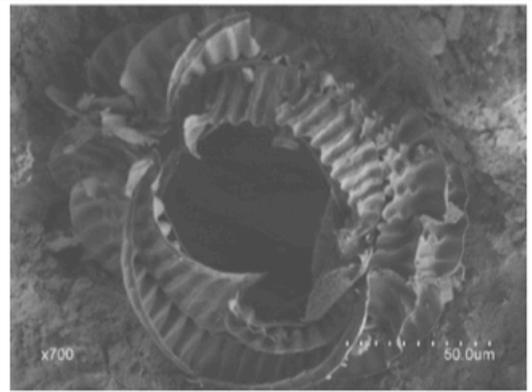


Fig.206. Muestra 1 reverso. Resto biológico. 700x.

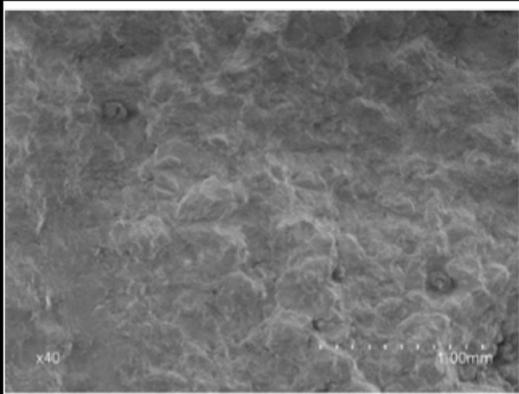


Fig.207. Muestra 1 reverso. Localización de los restos biológicos. 40x.

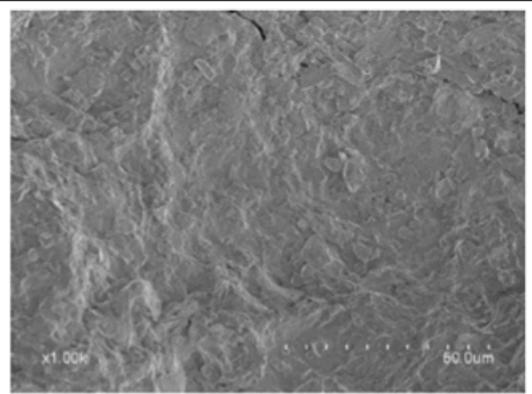


Fig.208. Muestra 1 reverso. Textura superficial de la roca. x1.0k.

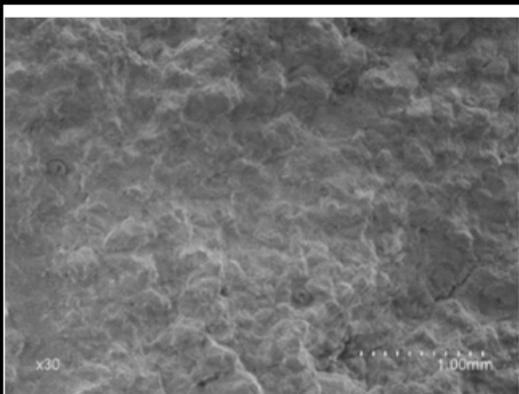


Fig.209. Muestra 1 reverso. Detalle de la superficie rocosa. 30x.

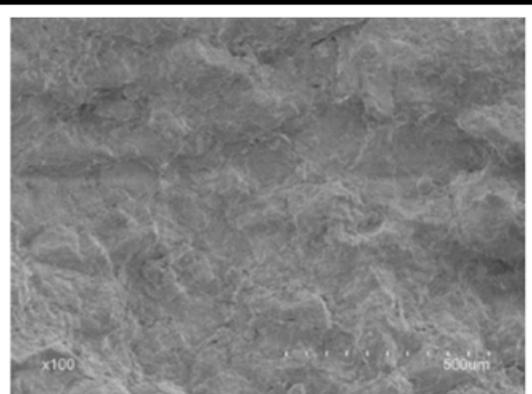
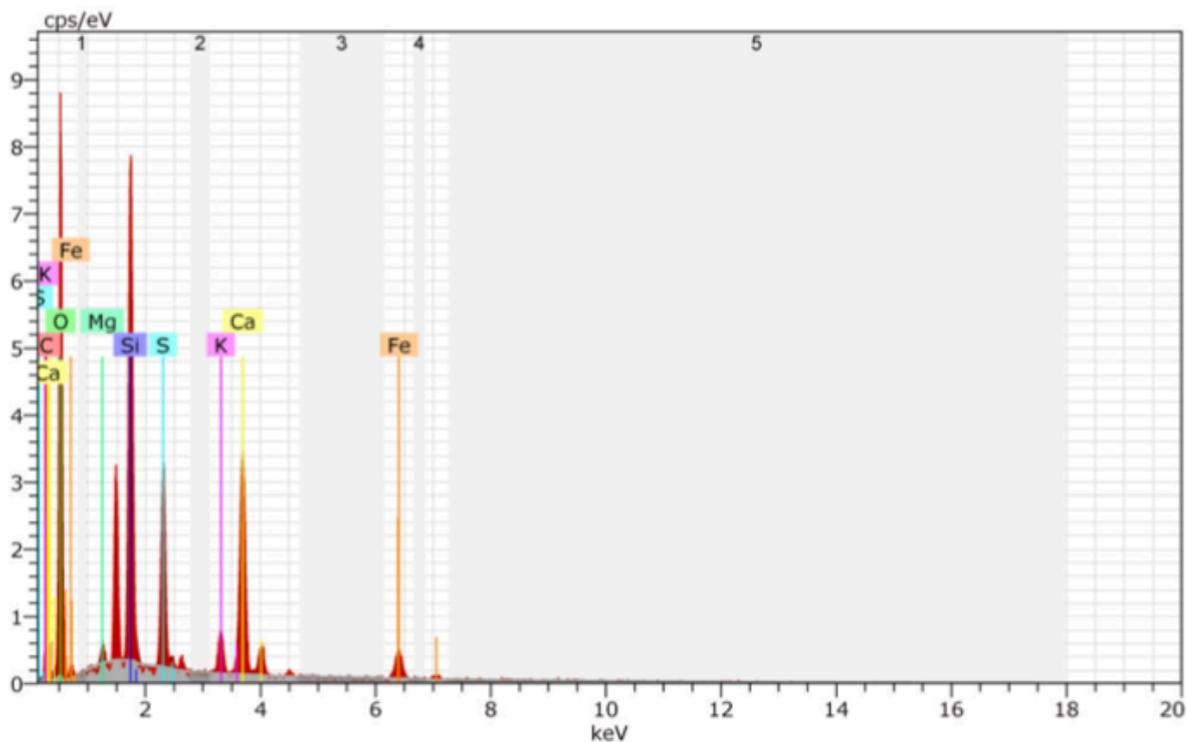


Fig.210. Muestra 1 reverso. Detalle de la superficie rocosa. 100x.

Microanálisis y mapping del soporte (muestra 1 anverso).



Spectrum: 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Oxygen	K-series	49.32	62.97	78.96	6.5
Silicon	K-series	7.63	9.74	6.96	0.4
Sulfur	K-series	4.92	6.28	3.93	0.2
Potassium	K-series	1.73	2.20	1.13	0.1
Calcium	K-series	11.30	14.43	7.22	0.4
Iron	K-series	3.06	3.90	1.40	0.1
Magnesium	K-series	0.38	0.49	0.40	0.1
Total:		78.33	100.00	100.00	

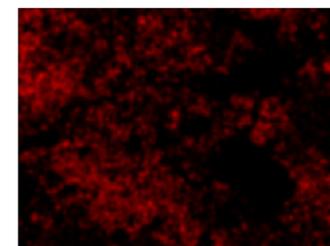
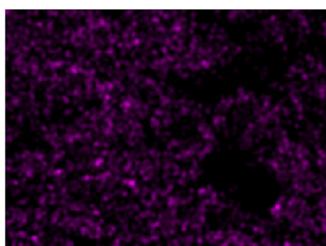
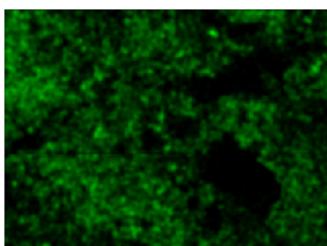
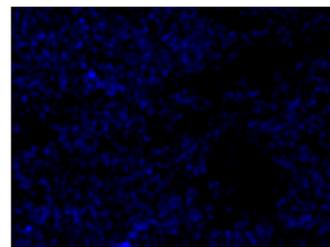
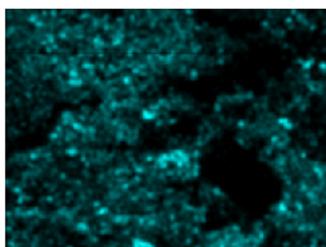
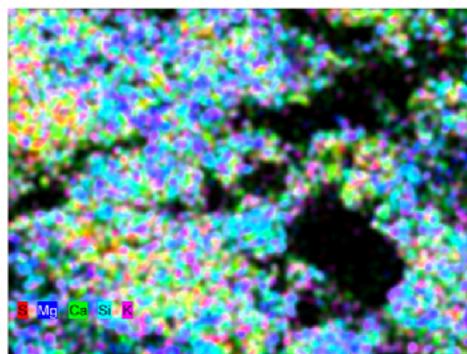
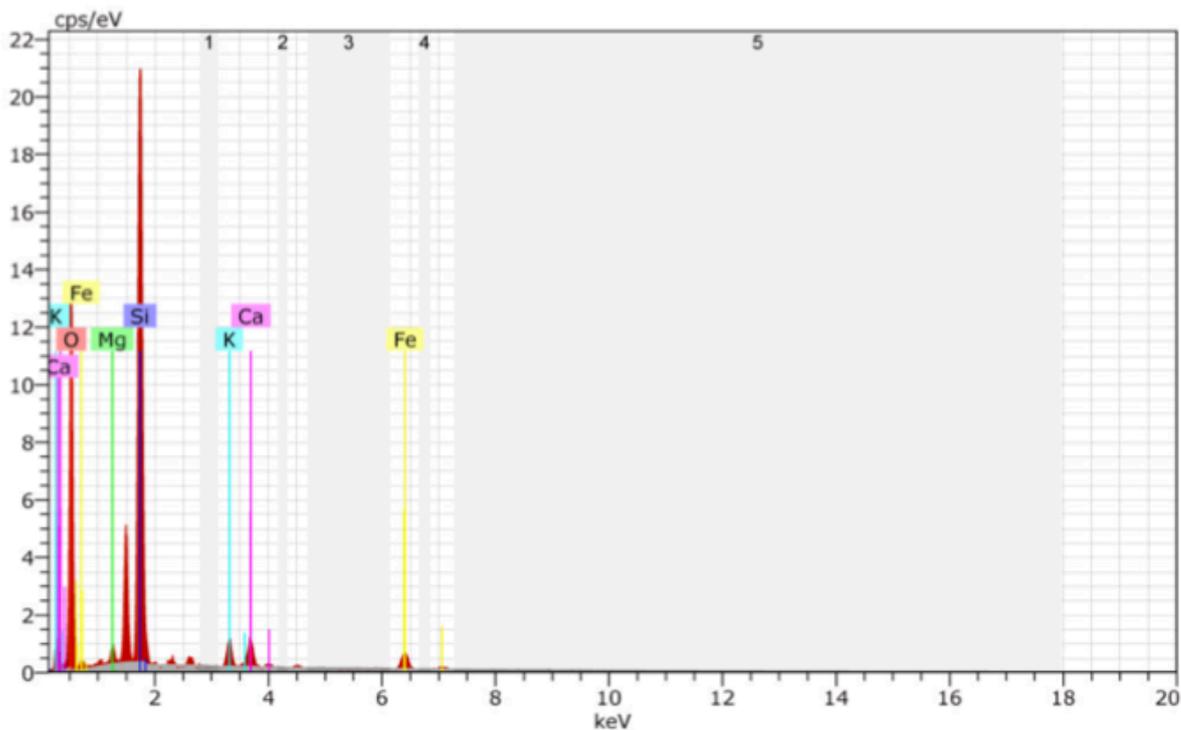


Fig.211. De izda. a dcha.: Mapping, localización del sílice, magnesio, calcio, potasio y sulfatos.

Microanálisis y mapping del soporte (muestra 1 reverso).



Spectrum: 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Oxygen	K-series	44.60	60.75	74.80	5.6
Magnesium	K-series	0.99	1.35	1.09	0.1
Silicon	K-series	20.86	28.41	19.93	0.9
Potassium	K-series	1.96	2.67	1.34	0.1
Calcium	K-series	2.24	3.05	1.50	0.1
Iron	K-series	2.77	3.77	1.33	0.1
Total:		73.41	100.00	100.00	

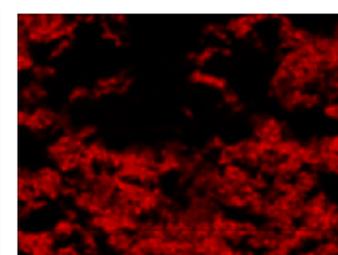
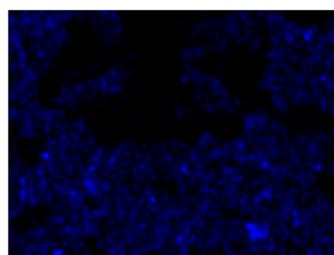
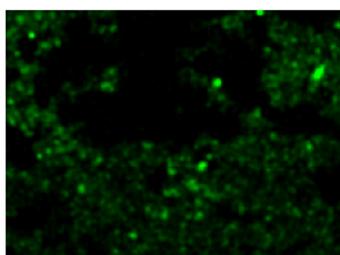
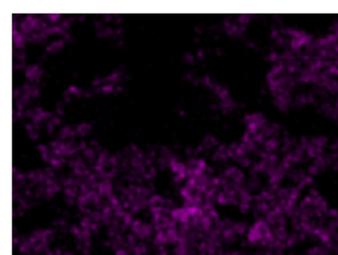
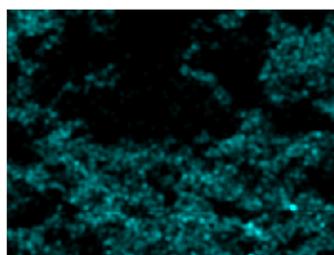
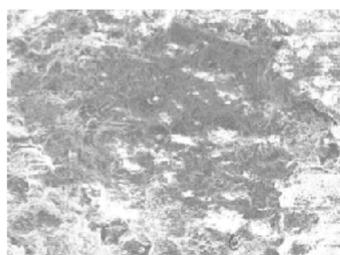
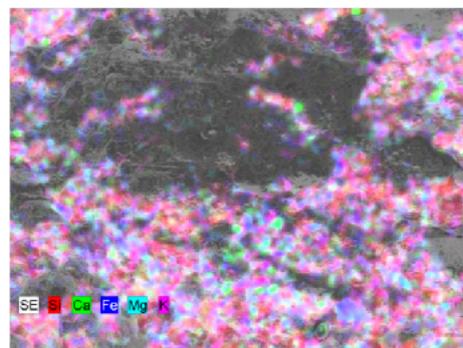
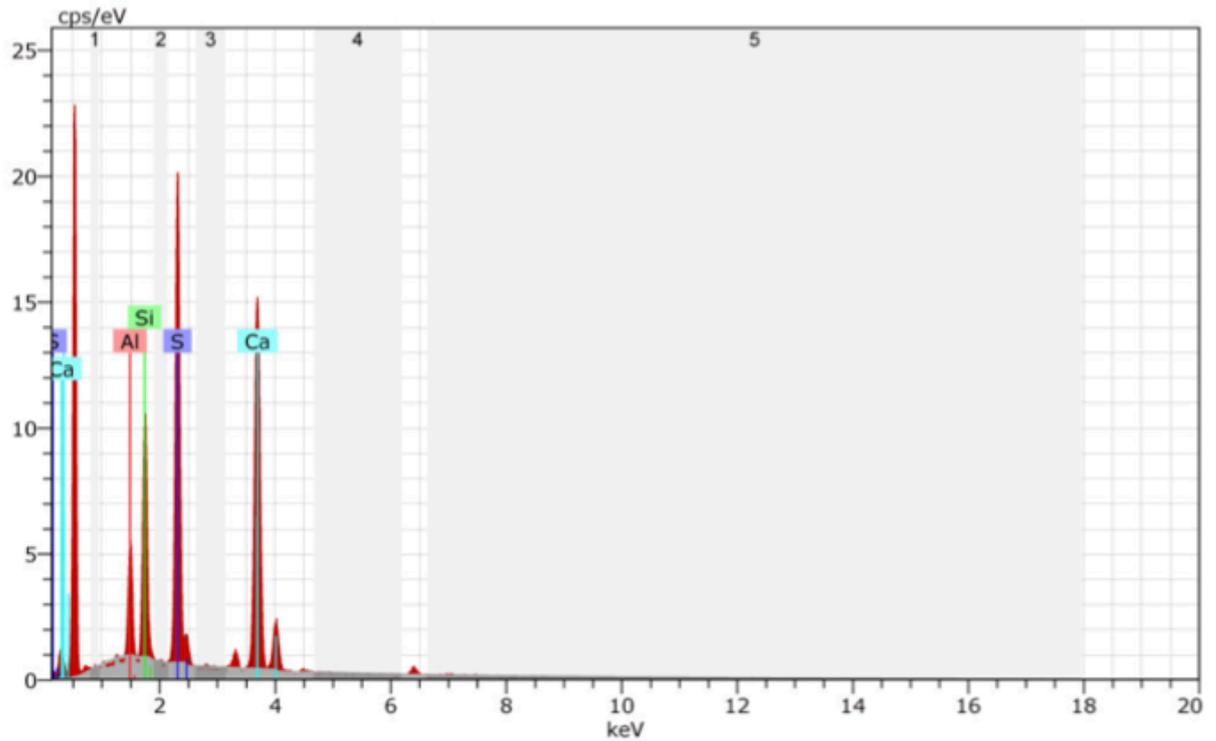


Fig.212. De izda. a dcha.: Mapping, localización del magnesio, potasio, calcio, hierro, sílice.

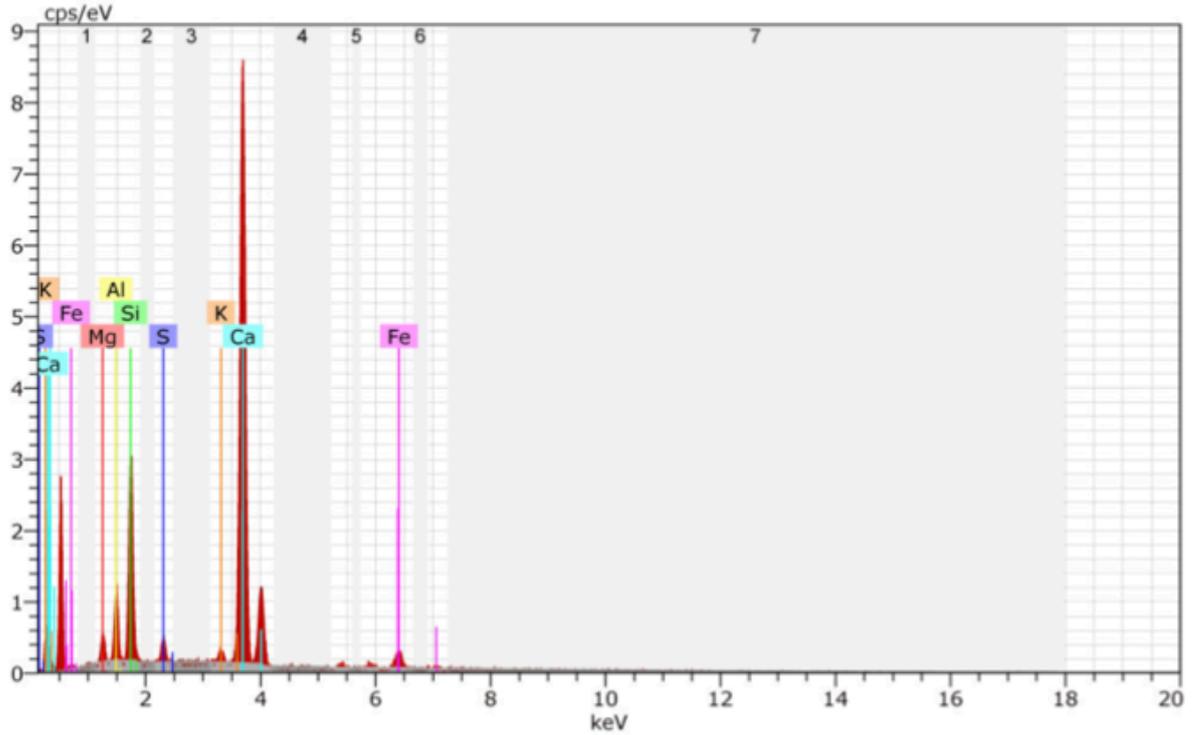
Microanálisis del yeso del interior del abrigo.



Spectrum: 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Aluminium	K-series	2.85	6.03	7.70	0.2
Silicon	K-series	5.34	11.28	13.84	0.3
Sulfur	K-series	16.15	34.13	36.69	0.6
Calcium	K-series	22.97	48.56	41.77	0.7
Total:		47.30	100.00	100.00	

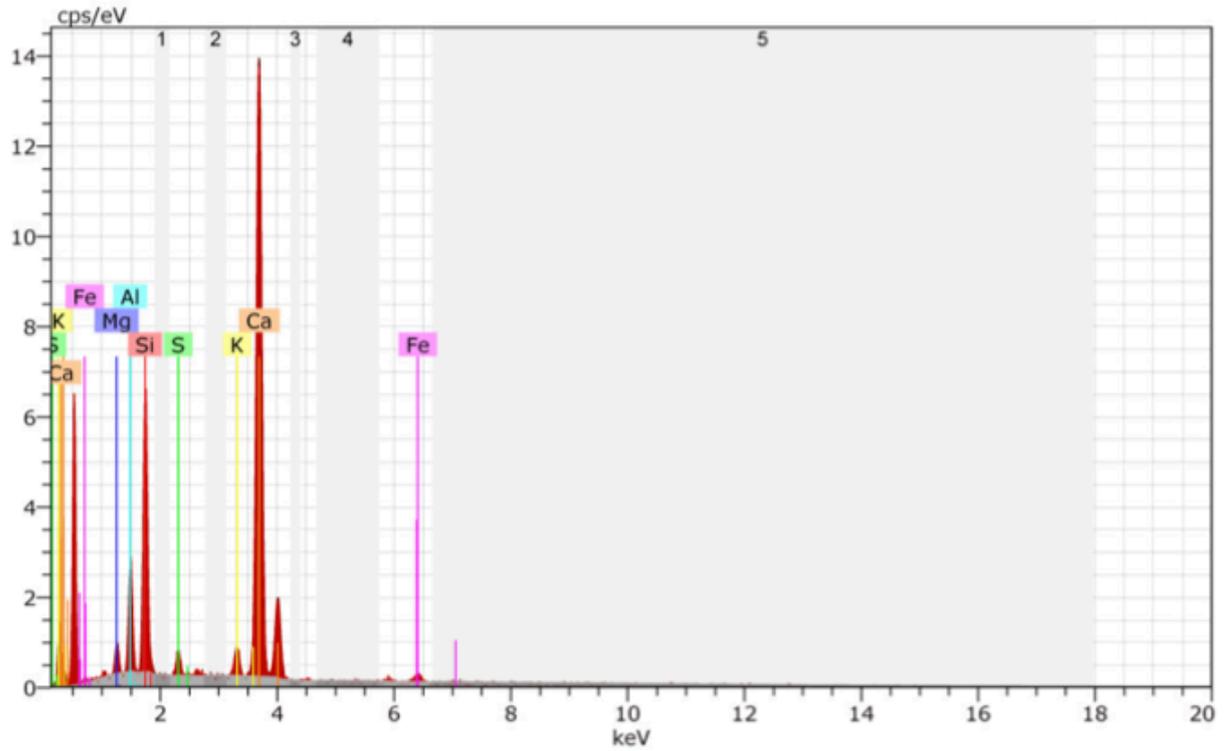
Microanálisis del cemento presente en el panel de las pinturas.



Spectrum: 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Magnesium	K-series	1.67	2.67	4.00	0.1
Silicon	K-series	8.88	14.16	18.41	0.4
Sulfur	K-series	1.34	2.13	2.42	0.1
Calcium	K-series	43.68	69.69	63.48	1.3
Iron	K-series	2.90	4.63	3.02	0.1
Aluminium	K-series	3.55	5.66	7.66	0.2
Potassium	K-series	0.67	1.07	1.00	0.1
Total:		62.69	100.00	100.00	

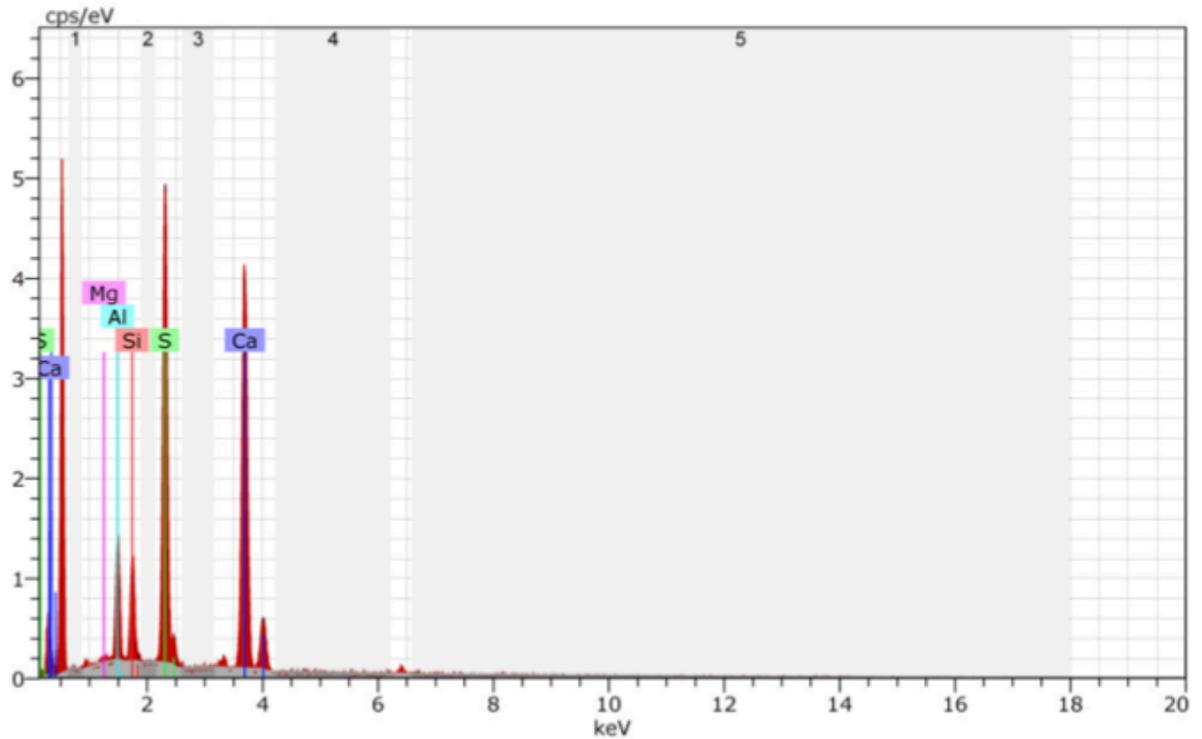
Microanálisis del cemento del cerramiento.



Spectrum: 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Silicon	K-series	9.85	16.12	20.53	0.5
Sulfur	K-series	1.30	2.13	2.38	0.1
Magnesium	K-series	1.49	2.44	3.59	0.1
Aluminium	K-series	4.54	7.42	9.84	0.3
Iron	K-series	1.33	2.17	1.39	0.1
Potassium	K-series	1.43	2.35	2.15	0.1
Calcium	K-series	41.16	67.36	60.12	1.2
Total:		61.10	100.00	100.00	

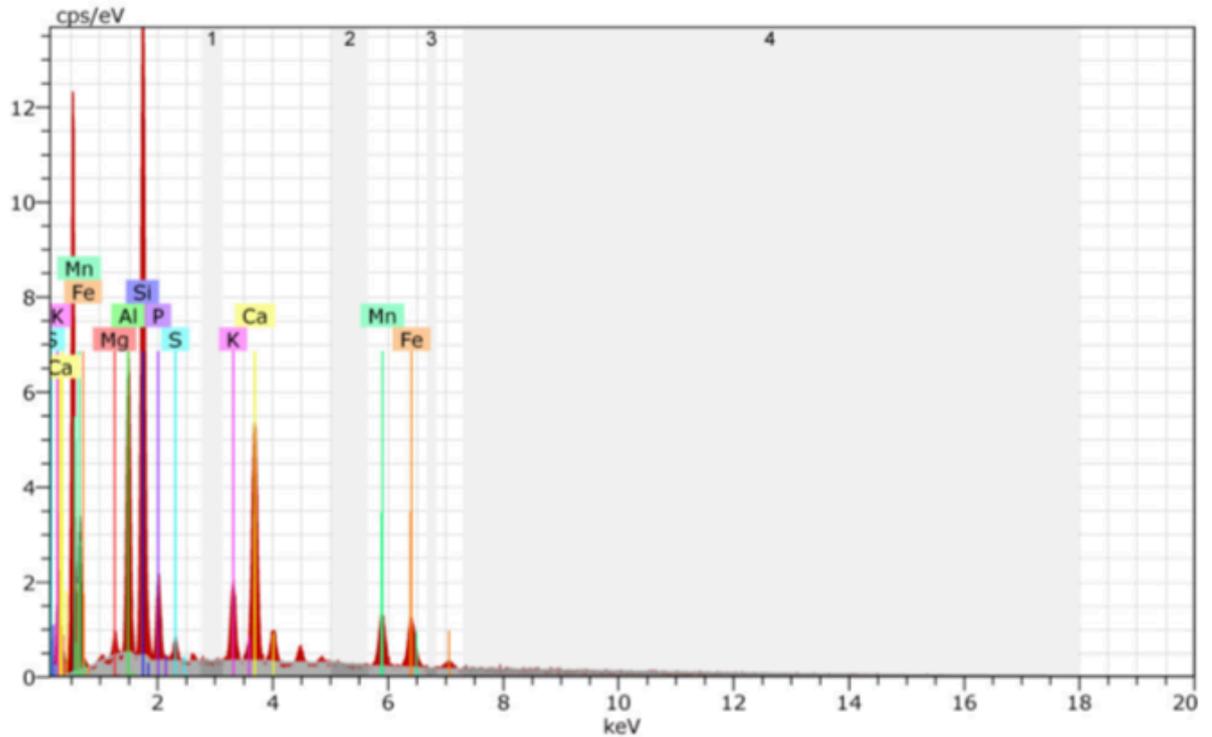
Microanálisis del yeso del exterior del abrigo.



Spectrum: 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Silicon	K-series	3.07	5.83	7.23	0.2
Sulfur	K-series	17.77	33.70	36.61	0.7
Calcium	K-series	27.46	52.07	45.26	0.9
Aluminium	K-series	4.20	7.97	10.29	0.3
Magnesium	K-series	0.23	0.43	0.62	0.1
Total:		52.74	100.00	100.00	

Microanálisis de la pátina biológica de la roca.



Spectrum: 1

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Magnesium	K-series	0.61	1.29	1.77	0.1
Aluminium	K-series	7.09	15.05	18.68	0.4
Silicon	K-series	15.10	32.04	38.21	0.7
Sulfur	K-series	0.76	1.62	1.69	0.1
Potassium	K-series	2.78	5.91	5.06	0.1
Calcium	K-series	9.86	20.92	17.48	0.3
Iron	K-series	3.98	8.46	5.07	0.1
Manganese	K-series	3.86	8.19	4.99	0.1
Phosphorus	K-series	3.07	6.51	7.04	0.2
Total:		47.12	100.00	100.00	

## **8.5. TALLER DIDÁCTICO PARA LA PUESTA EN VALOR DEL ARTE RUPESTRE DEL PARQUE CULTURAL DE ALBARRACÍN EN EL INSTITUTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA SEGUNDO DE CHOMÓN (TERUEL)**

La actividad se realizó el día 9 de diciembre de 2016 en el Instituto de Educación Secundaria Segundo de Chomón (Teruel). El grupo, de ocho personas, pertenece al nivel educativo de 1º de Educación Secundaria Obligatoria (excepto la profesora, para quien se adecuó parte del material empleado) y desarrolló la actividad en dos horas lectivas de 50 minutos. El contenido de la actividad se estructuró teniendo en cuenta tres puntos:

- La conservación de las pinturas rupestres es un tema nuevo en este nivel educativo, en el que apenas se conoce el Arte Rupestre en general.
- El grupo se incluye en el Programa de Aprendizaje Inclusivo, por lo que se buscó que la actividad fuese visual, práctica e interactiva.
- El tiempo de la actividad está regido por el horario del centro educativo, es imprescindible adecuarse al mismo.

La actividad se desarrolló en dos fases, cada una en una sesión de 50 minutos.

- En la primera, se proporcionaron los conceptos básicos para, posteriormente, realizar pintura al temple imitando el proceso de los hombres del Neolítico (mezcla de pigmento de óxido de hierro y resina sintética). Con esta pintura, cada alumno, plasmó en un abrigo, ya dibujado en un soporte semi-rígido (cartón pluma), figuras o símbolos que se pueden encontrar en los abrigos con pinturas rupestres.
- En la segunda parte, se introdujo el tema de la conservación del arte rupestre en general, enfocado en el Parque Cultural de Albarracín, en particular, y se realizaron las actividades de un cuaderno, expresamente preparado para esta actividad, de forma conjunta.

En todo momento, la actividad se apoyó en una presentación de *PowerPoint®* y el *Cuaderno de campo*, un recurso preparado para esta actividad en el que cada alumno anotaba sus conclusiones una vez puestas en común.

Los resultados de la actividad fueron satisfactorios. Las conclusiones y valoraciones a las que llegó el grupo fueron principalmente tres:

- El ser humano tiene la responsabilidad de conservar y proteger el arte rupestre para garantizar su transmisión a generaciones futuras.
- El arte rupestre tiene un gran valor histórico.
- Y les resultó muy interesante poder conocer y realizar ellos mismos el proceso de fabricación de la pintura de forma similar a cómo se realizaba en el Neolítico.

Todos materiales empleados, excepto los recipientes de cristal para realizar la pintura, fueron gestionados por la autora. Se pueden observar imágenes de la actividad en el blog del grupo, cuyo enlace es <http://>

[paichomon.blogspot.com.es/](http://paichomon.blogspot.com.es/) (PAI. *Taller de pinturas rupestres*. [consulta: 2017-02-16]. Disponible en: <<http://paichomon.blogspot.com.es/>>). A continuaci



Fig.213. Práctica 1 de la actividad. Formato A5.



Fig.214. Práctica 2 de la actividad. Formato A5.



Fig.215. Cuaderno de campo y de actividades.

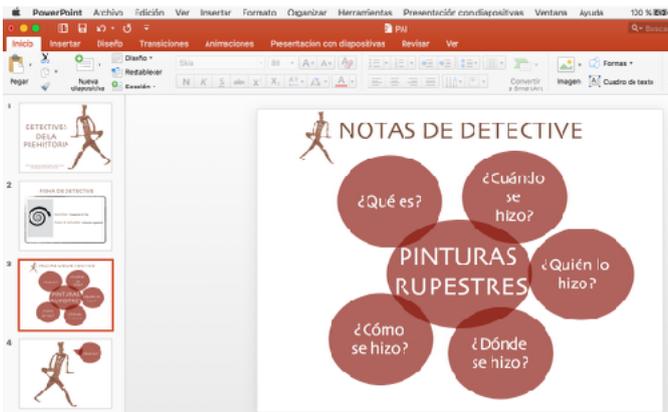


Fig.216. Presentación de PowerPoint®.



Fig.217. Diapositiva de la presentación.



Fig.218. Diapositiva de la presentación.



Fig.219. Diapositiva de la presentación.

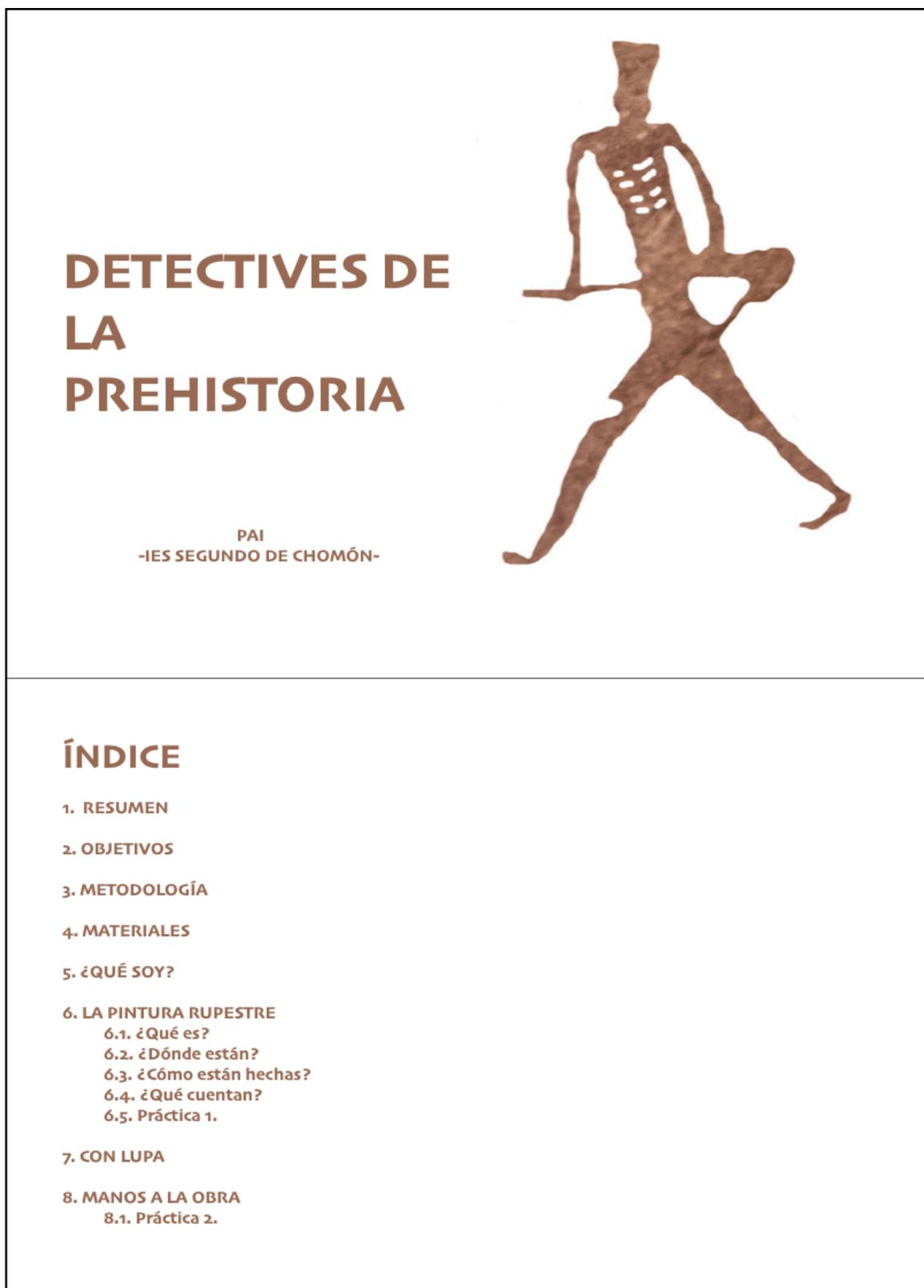


Fig.220. Memoria de la actividad, páginas 1 y 2.

## 1. RESUMEN

En esta memoria se recoge el contenido teórico y práctico que se va a exponer. Se va a tratar la profesión de la conservación y restauración de bienes culturales y, desde este punto de vista, el estudio de las pinturas rupestres como bien cultural.

En este estudio se exponen aspectos técnicos de la pintura rupestre y una introducción a su análisis desde el prisma del conservador-restaurador.

Entendido como un estudio interdisciplinar, se pretenden trabajar diferentes campos que acompañan a las pinturas rupestres, desde aspectos históricos, geográficos y artísticos hasta aspectos de anatomía, medio ambiente y lengua (redacción del cuaderno de campo).

Todo ello, desde una visión próxima al estudio crítico, a la reflexión y a la aplicación de conocimientos adquiridos en el estudio de las diferentes disciplinas.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de esta actividad es acercar el estudio de los bienes culturales desde una perspectiva interdisciplinar, próxima a la profesión de conservador-restaurador.

Como objetivos secundarios podemos destacar:

- Crear conciencia sobre los valores que se identifican en los bienes culturales, en este caso concreto, las pinturas rupestres.
- Aplicar conocimientos generales de diferentes áreas de estudio al análisis crítico de este arte parietal.
- Pasarlos bien.

## 3. METODOLOGÍA

La actividad se va a realizar combinando aspectos teórico-prácticos en la misma sesión. La información expuesta se ha obtenido a partir de la empleada en un trabajo académico, ya expuesto, y del libro *Los pintores de la Prehistoria. Su vida y su obra*, editado por el Parque Cultural del río Martín.

La presentación de Power Point es un apoyo visual de los aspectos que se tratan en cada punto. Se combinará con dos prácticas, de carácter plástico, en las que se podrán aplicar la información adquirida a partir de la presentación.

Las prácticas se harán por grupos (dos grupos de dos y uno de tres) y consistirán en:

- Práctica 1. Crear una pintura rupestre.
- Práctica 2. Plasmar soluciones de conservación de la pintura rupestre creada en la Práctica 1. A partir de esta práctica cada grupo elaborará su cuaderno de campo pautado.

## 4. MATERIALES

Todos los materiales necesarios se aportarán por la que expone.

- Una representación gráfica de un abrigo representativo del Parque Cultural de Albarraçin.
- Cuaderno de campo.
- Témpera de color rojo y un pincel por alumno.

Es necesario que los alumnos aporten material de escritura y colaboración a la hora de recoger el material de trabajo una vez finalizada la actividad.

Fig.221. Memoria de la actividad, páginas 3 y 4.

## 5. ¿QUÉ SOY?

- Introducción a la profesión de la conservación y restauración de bienes culturales.
- Trabajo de campo + trabajo de bata (laboratorio).
- Valoración de la labor del conservador-restaurador.

## 6. LA PINTURA RUPESTRE

### 6.1. ¿Qué es?

- **Contextualización:**
  - Aproximación histórica.
  - Emplazamiento geográfico en España y en Teruel.
  - Trabajo de campo (duda): buscar información de **Albarracín** (siete campos de estudio: localización, clima, entorno, historia, cultura -tradiciones locales-, qué visitar, qué recorrer -rutas-).
- **Situación:**
  - Entender el estilo de vida de las comunidades humanas que las crearon.
  - **Empatización** con la situación de las pinturas rupestres y sus creadores.

### 6.2. ¿Dónde están?

- Localización en el entorno:
  - Análisis de la geología, flora y fauna del entorno.
  - Asentamiento de estratos (elevación del suelo) y erosión (desgaste de la roca).
  - Comprensión de su localización en abrigos poco profundos situados en zonas de difícil acceso.

### 6.3. ¿Cómo están hechas?

- La elaboración de la pintura: pigmentos y aglutinantes.
- Sistemas de aplicación de la pintura.

### 6.4. ¿Qué cuentan?

- Representaciones de la Prehistoria.
  - Prehistoria = antes de la Historia = no escrita.
  - Análisis de una selección de las figuras representadas.
- Mención de la evolución del Arte Rupestre Levantino.

### 6.5. Práctica 1.

Con el empleo de la tempera roja, color característico del Arte Rupestre Levantino, cada grupo pinta sus pinturas rupestres, adecuándose a las figuras vistas en la exposición.

## 7. CON LUPA

- Análisis de los principales factores de deterioro de la pintura rupestre al aire libre.
  - Erosión y agentes ambientales.
  - Plantas (raíces, semillas, hojas).
  - Animales (intrusiones, excrementos).
  - Ser humano (sobre explotación, vandalismo, estudios s.XX).

## 8. MANOS A LA OBRA

- ¿Por qué conservamos?
  - Valor histórico y documental.
  - Valor antropológico y socio-cultural.
  - Valor económico.
- Aspectos a tener en cuenta:
  - Carácter inmóvil de los abrigos.
  - Estado de la pintura tras el paso del tiempo.
  - Contexto, valor de lo auténtico.
- Acciones de conservación:
  - Vallado, controles de temperatura y humedad.
  - Análisis fotográficos.
  - Parque Cultural (centros de interpretación) y Patrimonio de la Humanidad.

### 8.1. Práctica 2.

- En el dibujo de la Práctica 1, por grupos, establecen los problemas que tiene su abrigo y los sistemas de conservación que consideren más oportunos para solucionarlos, a partir de lo observado en la exposición.
- Se **rotarán** los dibujos para la elaboración del cuaderno de campo (duda).
- Elaboración del cuaderno de campo (actividades) a partir de la exposición y de la realización de un análisis de su abrigo: patologías que han elegido representar y sistemas de conservación que han propuesto.

Fig.222. Memoria de la actividad, páginas 5 y 6.

