



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



CONSOLIDANTES PARA SOPORTES PÉTREOS CON
MANIFESTACIONES DE ARTE RUPESTRE EN LA
COMUNIDAD VALENCIANA.

ANÁLISIS PRÁCTICO EN
COVA REMÍGIA (BARRANC DE GASSULLA-ARES DEL MAESTRE).

DOCTORANDA: GEMMA BARREDA USÓ.
DIRECTORAS DE TESIS: DRA. M^a ANTONIA ZALBIDEA MUÑOZ.
DRA. JULIA OSCA PONS.

Valencia, enero 2016



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

DEPARTAMENT DE CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ
DE BÉNS CULTURALS

***Consolidantes para soportes pétreos con
manifestaciones de Arte Rupestre en la
Comunidad Valenciana.***

***Análisis práctico en
Cova Remígia (Barranc de Gassulla-Ares del Maestre).***

Tesis presentada por: GEMMA BARREDA USÓ.

***Dirigida por: DRA. M^a ANTONIA ZALBIDEA MUÑOZ.
DRA. JULIA OSCA PONS.***

Valencia, enero 2016.

*A la memoria de mi padre Antonio,
a mi madre Gema,
a mi hija Carla,
y a mi marido Emilio.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero mostrar mi agradecimiento a mis tutoras, las Dras. Dña. M^a Antonia Zalbidea Muñoz y Dña. Julia Osa Pons, especialmente a M^a Antonia a la que seguramente no sabré explicar con palabras lo eternamente agradecida que le estoy por su apoyo incondicional, tanto profesional como personal. Por creer en mí y en este proyecto, que sin duda no hubiese podido realizar sin su ayuda.

Al director del museo de la Valltorta D. Josep Casabó i Bernat, al que agradecemos infinitamente que quisiera recibirnos y facilitarnos la labor que hasta entonces tantas instituciones nos habían negado.

A todos aquellos que han colaborado desinteresadamente en esta investigación, especialmente a Laura Osete Cortina, Técnico Superior de laboratorio de análisis físico-químicos del IRP. Instituto Universitario de Investigación de la Universitat Politècnica de València; a Enrique Navarro Raga del Servei Central de Suport a la Investigació Experimental (SCSIE) de la Universitat de València (UV), al profesor Giovanni Cavallo, miembro perteneciente a la Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI).

Al guarda de *Cova Remígia* Eugenio Barreda y a su mujer Rosa Gasulla, que durante tantos años han dedicado el esfuerzo y tesón por la salvaguarda de los abrigos del barranc de Gassulla y por su entrega a esta labor. Al guía Francesc Bellmunt del que guardo muy buenos recuerdos de los días pasados realizando los trabajos de campo.

A los evaluadores externos los Dres. D. Josep Casabó, Dña. Ester Giner y Dña. Trinidad Pasies, por el tiempo dedicado a la corrección de esta tesis.

A la familia del Profesor D. Eduardo Codina Armengot, especialmente a su hija Dña. Carmen María Codina y a su marido D. Francisco Monzó, por prestarme documentación inédita perteneciente a su padre.

A mis padres, Antonio y Gema por confiar en mí incondicionalmente, darme el cariño y el apoyo moral necesario; a mi hermana Cristina, a Miquel, a Merche y Edgar, a C. Lidón; a mis sobrinos: Carlos, Fernando, Mar, Arnau y Cayetana; a mis tíos Juan y Carmen; y especialmente a Carmen Amat, que siempre han estado apoyándome en los momentos más difíciles. A mi sobrino Carlos porque a pesar de su juventud me ha sido de gran ayuda. A mi amigo J. Luís al que siempre recurro a última hora pero nunca recibo un *no* por respuesta.

Y sobre todo a mi marido Emilio y a mi hija Carla, que son realmente lo más importante para mí y los que, muy a mi pesar, han cargado y soportado mis altibajos durante esta fase de mi vida.

A todos, muchas gracias por haber estado ahí.

RESUMEN.

RESUMEN

Esta tesis doctoral es fruto de la necesidad de investigar sobre los tratamientos de consolidación de soporte pétreo con manifestaciones de arte rupestre.

La investigación, se centra en el estudio y la búsqueda de ciertas pautas que puedan garantizar una correcta intervención de consolidación en los soportes pétreos que presentan manifestaciones de arte rupestre, tomando como principal referencia los abrigos más importantes de la Comunidad Valenciana y, en especial, la *Cova Remígia*, uno de los enclaves más importantes con manifestaciones de pintura rupestre de estilo Levantino, en el que se profundiza con un análisis detallado y exhaustivo.

En primer lugar se ha efectuado un análisis documental sobre el recorrido histórico de los abrigos con representaciones de arte rupestre, centrado en las principales decisiones que generaron cambios normativos a nivel nacional e influyeron en mayor o menor medida en la Comunidad Valenciana y, por ende, en *Cova Remígia*.

Una vez realizada la evaluación del estado de conservación del abrigo, se ha procedido al análisis de los materiales y procesos consolidantes que hasta la fecha se han utilizado en este tipo de manifestaciones de pintura rupestre. Posteriormente se han recogido y analizado los resultados obtenidos tras el estudio experimental dedicado a caracterizar el comportamiento de los materiales y productos consolidantes seleccionados.

Para llevar a cabo esta evaluación se han escogido productos de naturaleza inorgánica utilizados habitualmente en el campo de la pintura mural y los materiales pétreos, a base de nanopartículas y cuya comercialización se ha desarrollado muy profusamente en los últimos años. Estos productos comerciales parten de los materiales tradicionales y habituales empleados en restauración, pero su tamaño nanométrico les confiere la capacidad de mejorar sus propiedades y ofrecer mejores resultados en los procesos de consolidación.

La *Cova Remígia* presenta unas problemáticas muy particulares en cuanto a consolidación (fijación, estabilización). Para resolver o al menos paliar estos problemas, que incluyen descamaciones y descohesión generalizada, se han seleccionado varios productos consolidantes nanoparticulados. Uno de ellos es *Nanorestore*® y otros seis productos diferentes de la gama *CaLoSiL*®, sintetizados en laboratorio a partir del hidróxido cálcico para tratar problemas de conservación y consolidación de rocas calcáreas, entre otros. Estas sustancias consolidantes han sido elegidas por las ventajas que aportan, pero también por su compatibilidad con los componentes del sustrato al cual va destinada la aplicación: el soporte pétreo de la *Cova Remígia*.

Tras la caracterización química y petrológica del material pétreo, se han generado un total de 53 probetas, que fueron sometidas a ensayos de absorción de agua por capilaridad, envejecimiento acelerado, a ciclos de atmósfera contaminada con SO₂ y a ensayos de penetración del consolidante mediante tinción, con y sin fluorescencia. Posteriormente, se analizaron mediante microscopía óptica, microscopía con luz fluorescente y microscopía electrónica de Barrido SEM-EDX.

Finalmente, los resultados obtenidos tras el estudio realizado fueron valorados para poder establecer unas conclusiones que se exponen con detalle en la memoria de esta tesis.

RESUM.

Aquesta tesi doctoral és fruit de la necessitat d'investigar sobre els tractaments de consolidació de suport petri amb manifestacions d'art rupestre.

La recerca, es centra en l'estudi i la cerca de certes pautes que puguin garantir una correcta intervenció de consolidació en els suports petris que presenten manifestacions d'art rupestre, prenent com a principal referència els abrics més importants de la Comunitat Valenciana i, especialment, la *Cova Remígia*, un dels enclavaments més importants amb manifestacions de pintura rupestre d'estil Llevantí, en el qual s'aprofundeix amb una anàlisi detallada i exhaustiva.

En primer lloc s'ha efectuat una anàlisi documental sobre el recorregut històric dels abrics amb representacions d'art rupestre, centrat en les principals decisions que van generar canvis normatius a nivell nacional i van influir en major o menor mesura a la Comunitat Valenciana i, per tant, en *Cova Remígia*.

Una vegada realitzada l'avaluació de l'estat de conservació de l'abric, s'ha procedit a l'anàlisi dels materials i processos consolidants que fins avui s'han utilitzat en aquest tipus de manifestacions de pintura rupestre. Posteriorment s'han arreplegat i analitzat els resultats obtinguts després de l'estudi experimental dedicat a caracteritzar el comportament dels materials i productes consolidants seleccionats. Per a dur a terme aquesta avaluació s'han escollit productes de naturalesa inorgànica utilitzats habitualment en el camp de la pintura mural i els materials pétris, a base de nanopartícules i la comercialització dels quals s'ha desenvolupat molt profusament en els últims anys. Aquests productes comercials parteixen dels materials tradicionals i habituals empleats en restauració, però la seua grandària nanomètrica els confereix la capacitat de millorar les seues propietats i oferir millors resultats en els processos de consolidació.

La *Cova Remígia* presenta unes problemàtiques molt particulars quant a consolidació (fixació, estabilització). Per resoldre o almenys pal·liar aquests problemes, que inclouen descamacions i descohesió generalitzada, s'han seleccionat diversos productes consolidants nanoparticulats. Un d'ells és *Nanorestore*® i altres sis productes diferents de la gamma *CaLoSiL*®, sintetitzats en laboratori a partir de l'hidròxid càlcic per a tractar problemes de conservació i consolidació de roques calcàries, entre uns altres. Aquests consolidants han sigut triats pels avantatges que aporten, però també per la seva compatibilitat amb els components del substrat on va destinada l'aplicació, el suport petri de la *Cova Remígia*.

Després de la caracterització química i petrològica del material petri, s'han generat un total de 53 provetes, que van ser sotmeses a assajos d'absorció d'aigua per capil·laritat, envelliment accelerat, a cicles de atmosfera contaminada amb SO₂ i a assajos de penetració del consolidant mitjançant tinció, amb i sense fluorescència. Posteriorment es van analitzar mitjançant microscopia òptica, microscopia amb llum fluorescent i microscopia electrònica de *Barrido SEM-EDX*.

Finalment els resultats obtinguts després de l'estudi realitzat van ser valorats per poder establir unes conclusions que s'exposen amb detall en la memòria d'aquesta tesi.

ABSTRACT.

This doctoral thesis is the result of the need to investigate in which way examples of cave art on rock surfaces can be treated in order to conserve them.

The research is centred on the study and search for certain guidelines which, after careful and exhaustive study, can guarantee a successful method of conserving ancient cave art on rock surfaces, taking into account the types of rock most commonly found in association with this type of art in the Valencian region and, in particular, the Cova Remigia, one of the most important sites for ancient cave painting in the Levantine style.

To begin with, there is a documentary analysis going through the history of the rock surfaces on which ancient cave art can be found, focusing in particular on the principal decisions which have produced changes to the regulations at a national level and which have affected the Valencian region to a greater or lesser extent and especially the Cova Remigia.

Once the evaluation of the current state of conservation is completed, an analysis of the materials, and the processes for consolidation which to date have been used on this type of ancient cave art, is carried out. Subsequently, after an experimental study designed to describe the behaviour of the selected materials and products for consolidation, the results are summarised and evaluated.

For this evaluation to be carried out, products of an inorganic type commonly used in the field of mural and painting and samples of rock in the form of nanoparticles were chosen. These materials have been commercially developed in recent years and are now commonly used. These commercially produced materials are produced from traditional materials and are often used in restoration work. However, their nanometric size means that their performance is enhanced and they produce better results in consolidation processes.

The *Cova Remígia* presents some special problems (fixation and stabilisation). In order to solve or at least reduce these problems which include flaking and general crumbling, various nanoparticle consolidation products have been chosen. One of these is *Nanorestore*®, and there are another six products from the *CaLoSiL*® range, which are based on Calcium Hydroxide and produced synthetically in the laboratory with the aim of treating conservation problems on calcareous rocks and others. These consolidating substances have been chosen for the advantages they provide, but also because they are compatible with components in the substrate which is where they are to be applied: that is the rock base of the Cova Remígia cave.

After defining the chemical and petrological nature of the rock material, a total of 53 samples in test tubes were prepared and analysed for the capillary absorption of water, accelerated aging, exposure to air contaminated with sulphur (SO₂) and staining tests to measure the degree of penetration of the consolidating material. Subsequently, these samples were analysed via optic microscope, microscope with fluorescent light and electronic microscope Barrido SEM-EDX.

Finally the results obtained from the study are evaluated in order to reach conclusions which are explained in detail in this thesis.

ÍNDICE.

ÍNDICE.

1.	Introducción.	1
2.	Objetivos.	5
3.	Metodología.	9
4.	Antecedentes históricos en investigación de Arte Rupestre.	23
	4.1. Historia de los primeros descubrimientos.	29
	4.2. Documentación y debate cronológico.	31
	4.3. Declaración de Patrimonio Mundial.	45
5.	Arte Rupestre Levantino en la Comunidad Valenciana.	63
6.	Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón).	77
	6.1. Localización geográfica.	79
	6.2. Descripción geológica.	85
	6.3. Antecedentes históricos.	101
	6.4. Periodo estilístico y cronológico.	125
7.	Patologías comunes del soporte pétreo en abrigos con Arte Rupestre.	171
8.	Estado de conservación de Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón).	181
	8.1. Estado de conservación. <i>Cavidad I.</i>	201
	8.2. Estado de conservación. <i>Cavidad II.</i>	207
	8.3. Estado de conservación. <i>Cavidad III.</i>	217
	8.4. Estado de conservación. <i>Cavidad IV.</i>	231
	8.5. Estado de conservación. <i>Cavidad V.</i>	241
	8.6. Estado de conservación. <i>Cavidad VI (Pared Derecha).</i>	251
9.	Primeras intervenciones de restauración en pintura rupestre en la Comunidad Valenciana.	257
10.	Procesos de restauración en Arte Rupestre de la Comunidad Valenciana.	291

11. FASE EXPERIMENTAL.	315
11.1. Caracterización del material pétreo de <i>Cova Remígia</i> (Ares del Maestre-Castellón).	323
11.2. Elección de los consolidantes a testar.	327
11.3. Elaboración de probetas.	353
11.4. Estudio de los parámetros de temperatura-humedad en <i>Cova Remígia</i> .	365
11.5. Estudio colorimétrico.	375
11.6. Ensayos de absorción del agua por capilaridad. Norma UNE-EN 15801.	389
11.7. Ensayos de envejecimiento acelerado.	391
11.8. Ensayos de contaminación atmosférica saturada con dióxido de azufre (SO ₂).	393
11.9. Ensayo de penetración del consolidante mediante tinción.	399
12. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	403
12.1. Resultados obtenidos con microscopía electrónica de barrido SEM-EDX. S-4800.	403
12.2. Resultados colorimétricos.	463
12.3. Resultados obtenidos con el ensayo: absorción de agua por capilaridad. Norma UNE-EN 15801.	477
12.4. Resultados obtenidos con los ensayos de penetración del consolidante mediante tinción.	491
12.5. Discusión.	507
13. CONCLUSIONES.	539
14. BIBLIOGRAFÍA.	549
<u>ANEXOS</u>	577
ANEXO I. 14 ^a Asamblea General del ICOMOS en Victoria Falls (Zimbabue). Principios para la preservación, conservación y restauración de pinturas Murales.	579

ANEXO II.	Expediente de incoación de declaración de Bien de Interés Cultural, con categoría de parque cultural, al Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla.	589
ANEXO III.	Informe de estado de conservación y propuesta de intervención de las pinturas rupestres de <i>Cova Remígia</i> (Castellón), 2005.	597
ANEXO IV.	Alteraciones y degradaciones que presenta el soporte pétreo de <i>Cova Remígia</i>	611
ANEXO V.	Caracterización del material pétreo.	621
ANEXO VI.	Tablas de parámetros colorimétricos.	627
ANEXO VII.	Ensayo de penetración del consolidante mediante tinción fluorescente con <i>Rodamina</i>	673
ANEXO VIII.	Microanálisis de rayos X (SEM-EDX).	677

1. INTRODUCCIÓN.

1. INTRODUCCIÓN.

Esta tesis doctoral establece un estudio comparativo entre diversos productos que se utilizan para abordar procesos de consolidación, aplicados sobre soportes rocosos de naturaleza calcárea con manifestaciones de arte rupestre. El presente estudio ha centrado su investigación en el conjunto de pintura rupestre prehistórica conocido como abrigo de *Cova Remígia*, ubicado en el término municipal de Ares del Mestre en la provincia de Castellón (Comunidad Valenciana). Investigación que se origina a partir de un trabajo previo realizado en mayo del 2012, destinado a la obtención del Diploma de Estudios Avanzados (DEA), que llevaba por título: “*Investigación de tratamientos de consolidación del soporte rocoso en el Abric de Pinos (Benissa-Alicante)*”, presentado en el Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales (CRBC) de la Universitat Politècnica de València (UPV). Una vez analizados los resultados obtenidos en la investigación llevada a cabo en el *Abric de Pinos*, y con la intención de profundizar sobre el tema, se procedió a la continuación de estos estudios siguiendo la misma línea experimental y aplicándola en la *Cova Remígia* (Ares del Mestre-Castellón). Cabe señalar el interés que suscita este tema ante la carencia de referencias documentales anteriores en una materia tan específica.

Mi relación con *Cova Remígia* comenzó en 2005, con la participación en la intervención de restauración dirigida por Eudal Guillamet. Desde entonces he seguido de cerca las transformaciones del abrigo con la intención de poder dar una respuesta a los problemas de consolidación que presenta el soporte. El abrigo de *Cova Remígia* es de origen calcáreo, y presenta deterioros ocasionados por alteraciones de diversa naturaleza. Siendo su estado de conservación diverso según la zona, presenta en general un soporte de roturas y disyunciones en forma de fisuras y descamaciones. Estas alteraciones afectan a todo el abrigo, ocasionando pérdidas de materia que influyen en la percepción de las representaciones. Motivo por el cual, esta tesis doctoral se enfocó hacia el análisis de consolidantes de origen inorgánico, idóneos para su aplicación en tratamientos sobre roca calcárea, concretamente materiales nanoparticulados dispersos en alcohol isopropílico, como *Nanorestore®*, y productos

de la gama *CaLoSiL*®, a base de nanopartículas de cal dispersas en distintos alcoholes.

El estudio se ha centrado en establecer una analítica comparativa entre distintas probetas preparadas con los diversos consolidantes propuestos, que permita posteriormente su evaluación. En primer lugar, se han observado y evaluado las propiedades de los materiales estudiados tras ser aplicados en probetas de soporte rocoso. Posteriormente parte de las probetas se expusieron *in situ* en el propio abrigo y otras se trataron en laboratorio de análisis físico-químicos del *Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universidad de Valencia* (IRP) en el que se sometieron a ensayos de absorción de agua por capilaridad, envejecimiento acelerado, ciclos de contaminación atmosférica saturada de dióxido de azufre SO₂ y penetración del consolidante por tinción, siguiendo las pautas que marcan las normativas UNE (Una Norma Española), ASTM (International Standard) y RILEM (Reunión Internacional de Laboratorios de Ensayo y de Investigación para Materiales de Construcción). Con la finalidad de obtener resultados que permitan establecer conclusiones que aporten mejoras en el uso de cada producto y, por lo tanto, mejorar en el método de actuación en futuras intervenciones de conservación de arte rupestre.

Con este trabajo se ha pretendido colaborar y avanzar en el ámbito de la conservación de la pintura rupestre, manifestación artística tan abundante en las tierras valencianas. De hecho hay que destacar el gran interés mostrado en las últimas décadas por parte de las instituciones a nivel nacional e internacional por salvaguardar el patrimonio con manifestaciones de arte rupestre, e incrementándose desde que el Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica fue declarado Patrimonio de la Humanidad en 1998.

2. OBJETIVOS.

2. OBJETIVOS.

El principal objetivo de esta tesis doctoral es establecer pautas de conservación preventiva y criterios de selección de materiales y tratamientos adecuados a la consolidación y estabilización del soporte pétreo de *Cova Remígia* (Castellón), ejemplo de abrigo con vestigios de pintura rupestre en la Comunidad Valenciana, a través del análisis físico-químico del propio material y de la interacción de potenciales consolidantes con el soporte original. Para ello resulta fundamental el análisis de las condiciones que rodean a los abrigos con manifestaciones de pintura rupestre con el fin de aportar nuevas perspectivas y avances en un tema tan complejo como es la conservación del arte rupestre. En concreto este trabajo se centra en los aspectos relacionados directamente con la consolidación de los restos de pintura y el propio soporte, una de las fases del proceso de conservación y restauración más complejas, pues se dan una serie de circunstancias particulares que dan lugar a múltiples alternativas de intervención.

El objeto de estudio de esta tesis resulta un tanto complejo, ya que en este ámbito confluyen factores diversos que a su vez se traducen en criterios de actuación diferentes atendiendo a la localización geográfica de cada abrigo.

Para alcanzarlo se ha realizado un planteamiento de estudio abordando diferentes objetivos secundarios tales como:

1. Documentar a través de escritos y referencias bibliográficas los distintos procesos de consolidación realizados en abrigos con manifestaciones de arte rupestre.
2. Examinar las condiciones microclimáticas en las que se encuentra el abrigo objeto de esta tesis, para poder establecer las pautas de conservación preventiva más adecuadas a las condiciones concretas de la zona.
3. Realizar una valoración del estado de conservación en el cual se encuentra actualmente el abrigo, mediante la realización de exámenes y

pruebas que incluyen la inspección detallada *in situ* y el análisis físico-químico de la obra, identificando las patologías y el origen de los agentes de deterioro que están afectando en la actualidad a las cavidades.

4. Concretar pautas de intervención o actuación preventiva para Cova Remígia más adecuadas a la situación actual en la que encuentra este abrigo, a partir del análisis comparativo del comportamiento de diversos productos consolidantes sobre el material pétreo.
5. Determinar el comportamiento de diferentes productos consolidantes a base de nanopartículados de cal, tanto *in situ* como en pruebas de laboratorio.
6. Establecer el comportamiento físico-químico de los materiales seleccionados y su interacción con la roca, mediante el análisis y valoración de los resultados obtenidos tanto en los ensayos de laboratorio como en los ensayos de material tratado y depositado *in situ*.
7. Establecer los criterios de selección del tratamiento más adecuado tras la realización de la parte experimental y el análisis del comportamiento de los productos consolidantes testados.

3. METODOLOGÍA.

3. METODOLOGÍA.

Para lograr alcanzar los objetivos planteados en este estudio, se han considerado aspectos técnicos y procedimientos establecidos en el ámbito de la conservación y restauración de bienes culturales, mediante la realización de un estudio comparativo previo entre distintos consolidantes superficiales del soporte pétreo mediante la elaboración de probetas, con la finalidad de minimizar de este modo los riesgos que implica la manipulación de una obra de estas características. Las probetas han sido sometidas a diversos métodos experimentales con el objetivo de realizar una comparativa entre los diversos consolidantes testados, que aporten información suficiente para establecer conclusiones, a partir de las cuales poder exponer qué materiales resultan más idóneos para tratamientos de consolidación en *Cova Remígia*. Por todo ello, la metodología de trabajo seguida en esta investigación se dividió en seis bloques:

1. Un primer bloque se centra en el estudio y el análisis de fuentes documentales. Para tal fin, se ha realizado una exhaustiva revisión bibliográfica y documentación científica referente tanto a la historia del abrigo de la *Cova Remígia* (Ares del Mestre-Castellón) como al uso de consolidantes utilizados en restauración de pintura rupestre a lo largo de la historia, centrandlo el estudio en el territorio que comprende los barrancos de *Gassulla-Valltorta*. Para ello, fue imprescindible la búsqueda y lectura de los trabajos de investigación precedentes, así como informes técnicos realizados tras las intervenciones de conservación en distintos abrigos. Como directriz y punto de inicio se ha utilizado el trabajo "*Investigación de Tratamientos de consolidación del soporte rocoso en el Abric de Pinos* (Benissa-Alicante)". Presentado en el *Departament de Conservació i Restauració de Béns Culturals* de la *Universitat Politècnica de València* en mayo de 2012, para la obtención del Título de Estudios Avanzados (DEA). En dicha revisión bibliográfica, no sólo se han consultado informes técnicos, documentos científicos y trabajos de investigación precedentes, sino que también se han analizado: tesis doctorales, monografías, revistas,

etc. A través de bases de datos tales como *Elsevier* (con su motor de búsqueda SCIRUS y SCOPUS) o el *Journal Citation Reports* (JCR) con su motor de búsqueda, *Web of Science*.

Al mismo tiempo, se han consultado datos en formato vectorial en el catálogo de información del Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

2. Un segundo bloque está dedicado a la documentación fotográfica.

La fase de documentación fotográfica resultante genera un archivo de imágenes que son un punto de partida fundamental para una investigación de estas características. A través de la fotografía se puede llevar un seguimiento del estado de conservación de estos enclaves y observar cómo evolucionan con el paso del tiempo.

Los abrigos al aire libre están expuestos a condiciones medioambientales extremas que aceleran los procesos de alteración, y que presentan en algunas ocasiones graves problemas conservación. La fotografía, incluso en algunos casos resulta ser el único vestigio disponible de documentación gráfica de abrigos que, desde su descubrimiento, han sufrido degradaciones severas afectando a las figuras representadas, y que hoy en día tan sólo prevalecen en los registros fotográficos.

Para ello se procedió a establecer el siguiente plan de trabajo:

- 2.1. Realización, *in situ*, de las fotografías generales del abrigo con la finalidad de realizar una primera toma de contacto con el emplazamiento espacial del yacimiento. Ello aportará información del estado de conservación en el cual se encuentra el abrigo y las condiciones medio-ambientales a las que está expuesto. Datos que pueden orientar a determinar la causa de posibles alteraciones.
- 2.2. Documentación fotográfica específica de las alteraciones que presenta el enclave, con la intención de establecer una correcta selección de los consolidantes.
- 2.3. Realización, *in situ*, de fotografías detalladas con ayuda del microscopio portátil *DigiMicroscope USB reflecta*, mediante el que se

han obtenido imágenes de las pinturas con una capacidad de aumento de 200x.

2.4. Selección y estudio detallado de las fotografías obtenidas y su posterior procesado de datos.

3. La tercera fase está dedicada a la inspección ocular del lugar para determinar el estado de conservación en el cual se hallaban las pinturas. Así mismo, se procedió a la instalación de controles de humedad ambiental y temperatura, mediante la instalación de *Dataloggers LOG32* (Figura 1), a través de los cuales se ha generado un banco de datos termohigrométricos del abrigo, que ha permitido determinar cómo estos parámetros afectan al deterioro de los paneles y cómo influyen en los nuevos materiales de consolidación. Además de instalar instrumentos de control atmosférico de temperatura y humedad, se han realizado tomas de datos de humedad en el soporte utilizando un higrómetro de contacto [*NEURTREK INSTRUMENTS* (Figura 2)].



Figura 1. Modelo de *DATALOGGER LOG32* utilizado en esta investigación para realizar mediciones de temperatura y humedad.

Fuente: G Barreda (2015).



Figura 2. Modelo de higrómetro de contacto *NEURTREK INSTRUMENTS* utilizado en esta investigación para realizar mediciones de temperatura y humedad en el soporte.

Fuente: G Barreda (2015).

El estudio ambiental del enclave donde se ubica el abrigo es fundamental para determinar las causas por las cuales el soporte presenta determinadas alteraciones. Al mismo tiempo, es complementario a los ensayos de laboratorio que ayudarán a determinar el comportamiento que sufrirán los consolidantes aplicados al soporte, y con ello, permitirá anticiparse a posibles resultados indeseados. De esta forma, se determinan las variaciones bruscas de temperatura y humedad, ciclos de hielo-deshielo, vientos, zonas de insolación, permitiendo conocer qué papel juegan en el deterioro del material pétreo y cómo pueden afectar a los nuevos productos.

4. Un cuarto bloque concerniente a la fase de generación de probetas. Las probetas se realizaron con material pétreo original procedente del abrigo, en concreto se trata de pequeños fragmentos de roca que con el tiempo se desprenden de su posición original y quedan depositados alrededor de las cavidades. Estos trozos de roca sirvieron para la realizar el estudio analítico posterior. Previamente al inicio de generación de probetas, se evaluaron, clasificaron y se seleccionaron los productos consolidantes, capaces de resolver o paliar la problemática que en este caso concreto se plantea.

Tras realizar un estudio del estado de conservación del abrigo, se pudo determinar el nivel de deterioro que mostraba el soporte pétreo. Esta circunstancia permitió escoger los distintos consolidantes que por sus características pudiesen paliar o frenar estas alteraciones. En esta investigación se optó por una selección de productos de naturaleza inorgánica, compuestos a base de nanopartículas de hidróxido cálcico disperso en distintos tipos de alcoholes debido a las numerosas ventajas que los caracterizan. Entre los numerosos productos comercializados con estas características, se escogieron los productos de la gama *CaLoSiL*®, tales como: *CaLoSiL E5*® dispersión en etanol, *CaLoSiL E25 grey*® dispersión en etanol, *CaLoSiL IP5*® dispersión en isopropanol, *CaLoSiL*

NP5® dispersión en n-propanol, CaLoSiL micro®, CaLoSiL paste like® y Nanorestore® dispersión en isopropanol.

De la totalidad de las probetas elaboradas, un grupo se depositó *in situ*; y el resto se trataron y estudiaron en el laboratorio de análisis físico-químicos del *Instituto de Restauración del Patrimonio, Instituto Universitario de Investigación* (IRP) de la *Universitat Politècnica de València* (UPV), en el *Servicio de Microscopía Electrónica* (UPV) y en el *Servei Central de Suport a la Investigació Experimental* (SCSIE) [departamento de microscopia electrónica] de la *Universitat de València* (UV). Además de los ensayos en laboratorio, el estudio de estas probetas depositadas en ambiente real (*in situ*) permite realizar una aproximación a las condiciones concretas en las que estos consolidantes se encontrarían si fuesen utilizados en este ámbito concreto, permitiendo analizar y anticipar su comportamiento evolutivo con el paso del tiempo.

4.1. El primer parámetro de estudio para afrontar esta investigación fue obtener la caracterización mineralógica del soporte pétreo, sobre el cual posteriormente se testaron los productos de consolidación. Para ello se realizó la extracción de micromuestras cortadas en sección estratigráfica, analizadas en la *Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana* (SUPSI), en el *Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design, Istituto Materiali e Costruzione*, informe realizado por el profesor G. Cavallo.

Las probetas fueron analizadas con instrumental analítico tal como:

- Microscopía de luz polarizada en la *Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana* (SUPSI).
- Microscopía óptica con luz visible en el laboratorio del *Servicio de Microscopía Electrónica* de la *Universitat Politècnica de València* (UPV).

- Microscopía óptica de fluorescencia en el laboratorio del *Servei Central de Suport a la Investigació Experimental* (SCSIE) de la *Universitat de València* (UV).
 - Microscopía electrónica de barrido y microanálisis de rayos X (SEM-EDX) en el laboratorio del *Servei Central de Suport a la Investigació Experimental* (SCSIE) de la *Universitat de València* (UV), [las características específicas de estos medios instrumentales se detallaran a continuación en el apartado de ensayos analíticos (pp. 17-22)].
- 4.2. En segundo lugar se procedió a iniciar los distintos ensayos, con la finalidad de poder evaluar la efectividad de los distintos consolidantes seleccionados sobre el sustrato pétreo de naturaleza calcárea. Con ello, se evaluó las propiedades hídricas de soporte mediante el ensayo de absorción de agua por capilaridad, la penetración de los consolidantes mediante el ensayo de tinción con y sin fluorescencia, además de realizar un seguimiento de los posibles cambios cromáticos que pudiesen efectuarse sobre el sustrato, o los cambios químicos que se pudiesen ocasionar, tras someter las probetas a ensayos de envejecimiento acelerado y ciclos contaminación atmosférica por saturación de dióxido de azufre (SO₂).

Para realizar el control de las variaciones de color en superficie se determinan las coordenadas cromáticas (a*, b*) y el factor de luminancia (L*) del sistema CIELab*, siguiendo la normativa UNE-EN 15886 (*Conservacion del patrimonio cultural. Método de ensayo. Medición de color de superficies*). Para tal fin, se ha utilizado el espectrofotómetro *X-Rite* modelo *Eye-One Defined*. Estas tomas de datos se realizan tanto en la superficie de la roca sin tratar como después de cada aplicación de consolidante, al igual que tras ser sometidas a diversos ensayos de envejecimiento acelerado y ciclos de contaminación atmosférica saturada de dióxido de azufre SO₂. Posteriormente, estos datos se compararon

entre sí para determinar qué productos eran los más adecuados para ser aplicados en esta circunstancia concreta.

El estudio colorimétrico no sólo se centró en el control realizado en las probetas, con el objetivo de detectar y valorar los posibles cambios originados en el soporte pétreo generados por la aplicación de los consolidantes, sino que se procedió a realizar una valoración colorimétrica en distintos puntos del abrigo, evaluando los estudios anteriormente realizados (Sarriá Boscovich, E: 1988-89).

Para completar el estudio colorimétrico ha sido imprescindible el uso del *Pantone*, ya que este sistema de medición ha sido la referencia colorimétrica en anteriores investigaciones. El *Pantone* utilizado ha sido *Pantone LLC*, según norma ISO 9001: 2008.

Las probetas han sido sometidas a diversos ensayos y análisis, tales como:

- **Ensayo de absorción de agua por capilaridad** siguiendo la normativa UNE-EN 15801 (*Conservación del patrimonio cultural. Método de ensayo. Determinación de la absorción de agua por capilaridad*). Para llevar a cabo este ensayo se precisa del uso de una estufa desecación por aire. En este estudio se utilizó el modelo *DIGITRONIC*, una estufa de temperatura controlada y sistema anticondensación con la que se consigue el secado de las muestras garantizando la eliminación completa de la humedad interna de los materiales para poder administrar productos de consolidación, con ello se garantiza la máxima penetración y se evita la incompatibilidad con posibles restos de humedad residual en el interior de los materiales. La estufa cuenta con regulador por microprocesador y lector digital de la temperatura y del programador horario, que permite seleccionar los periodos de tiempo preestablecidos con sensor de la temperatura con sonda Pt 100, cubeta recinto útil en acero inoxidable *AISI-304*, cámara de precalentamiento en acero inoxidable *AISI-304*, elementos

calefactores blindados, distribuidos homogéneamente y montados al aire, aislamiento térmico adosado en las paredes de la cámara que permite limitar la temperatura externa del mueble; junta de silicona flexible adosada en la entrada de la cubeta interior; contrapuerta flotante que facilita el cierre de la puerta y absorbe las dilataciones térmicas; y grupo motor ventilador para la circulación forzada del aire tropicalizado, con turbina en acero inoxidable *AISI-304*. También ha sido necesario el uso de una balanza de precisión, en este caso se utilizó *GRAM PRECISIÓN* serie *BH-300*.

- **Ensayo de envejecimiento acelerado** con variaciones de temperatura y humedad, siguiendo las pautas marcadas por ASTM Internacional en el ensayo D1183-03 (*Standart Practices for Resistance of Adhesives to Cyclic Laboratory Aging Conditions*)¹. Para llevar a cabo este ensayo se utiliza la cámara climática de la marca *Dycometal* modelo *CCK-25/300* (Figura 3), procedente del equipamiento instrumental para la medición del IRP (*Instituto Universitario de Investigación de la Universitat Politècnica de València* de la UPV).

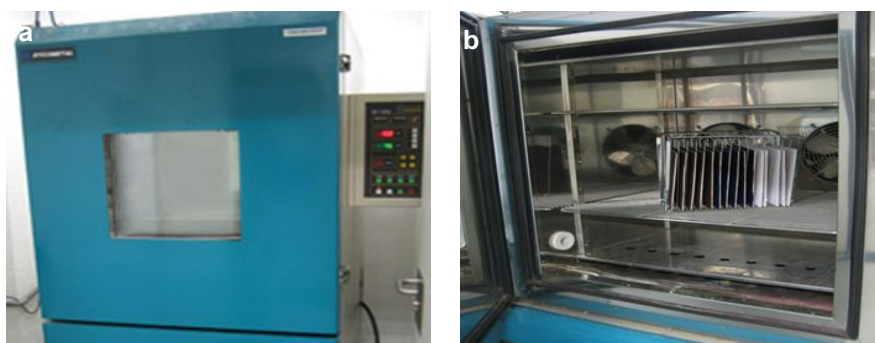


Figura 3 (a, b). Cámara climática *Dycometal* modelo *CCK-25/300*, (Laboratorio de análisis físico-químicos) *Instituto Universitario de Investigación* de la *Universitat Politècnica de València* de la UPV.

Imagen extraída de [en línea] disponible en Web: <http://www.irp.webs.upv.es>. [Consultada 24 de mayo de 2015].

¹ Tanto este ensayo como el de contaminación atmosférica en cámara de SO_2 fueron realizados por la Técnico Superior de laboratorio L. Osete Cortina, en el Laboratorio de análisis físico-químicos del IRP. Instituto Universitario de Investigación de la *Universitat Politècnica de València* de la UPV.

Este ensayo permite someter a algunas de las probetas a condiciones variables de temperatura y humedad relativa controladas que simularan el envejecimiento acelerado de los distintos productos consolidantes aplicados. De esta forma se ha podido determinar los procesos de alteración sufridos, y establecer, de este modo, la durabilidad de los mismos a lo largo del tiempo y su interacción con el sustrato pétreo.

- **Ensayos de contaminación atmosférica saturada con dióxido de azufre (SO₂).**

Los ensayos de exposición a atmósferas que contienen agentes contaminantes son útiles para valorar la durabilidad y resistencia de los materiales, mediante la simulación de procesos implicando contaminantes atmosféricos, que consiguen incrementar la velocidad de deterioro de los materiales con respecto a los procesos naturales. En esta investigación fue utilizada una cámara de corrosión modelo *VCK300 de Dycometal* (Figura 4), con condensación general de la humedad según variante SFW de las normas DIN 50.018, Ensayo Kesternich. Equipamiento instrumental procedente del IRP (*Instituto Universitario de Investigación de la Universitat Politècnica de València* de la UPV).



Figura 4. Cámara de corrosión modelo *VCK300 de Dycometal*, utilizada en esta investigación, (Laboratorio de análisis físico-químicos). Instituto Universitario de Investigación de la Universitat Politècnica de València de la UPV.

Fuente: G. Barreda (2015).

El ensayo de corrosión Kesternich ha sido concebido para simular atmósferas industriales o urbanas mediante la formación de una atmósfera artificial, añadiendo al aire dióxido de azufre. Consiste en la ejecución de una serie de ciclos de 24 horas. La primera fase del ciclo comprende la introducción de las probetas en el interior de la cámara durante 8 horas, a la temperatura de 40°C, con aire en el cual se ha introducido 0,2-2 l/g de SO₂, y con humedad relativa de 100%. En la siguiente fase, de 16 horas, las probetas quedan expuestas a temperatura ambiente con ventilación natural.

- **Ensayo de penetración del consolidante por medio de tinción fluorescente con *Rodamina* o mediante la tinción con *Lanaset Blue 2R*.**

Para analizar la penetración de los consolidantes en el interior del soporte pétreo se precisó el uso de una sierra de baja velocidad *Isomet Buehler*, provista de disco de diamante, para realizar cortes en sección estratigráfica a las distintas probetas. La obtención de resultados en el ensayo de penetración de los consolidantes por medio de tinción fluorescente se consiguió a través de Microscopía óptica de fluorescencia. En este caso se utilizó un microscopio modelo *LEICA DMR*, con lámpara de fluorescencia de 120W. Preparado con un sistema de captura digital de imágenes *DFC450C* de alta resolución, controlada mediante el programa LAS. Este instrumental pertenece al laboratorio del *Servei Central de Suport a la Investigació Experimental (SCSIE)* de la *Universitat de València* (UV). Posteriormente, las imágenes digitales se sometieron al procesado y análisis con el programa *Image J*².

² *Image J* es un programa de procesamiento de imagen digital de dominio público programado en Java desarrollado en el National Institutes of Health. *Image J*, fue diseñado con una arquitectura abierta que proporciona extensibilidad vía plugins Java y macros (macroinstrucciones) grabables. Se pueden desarrollar plugins de escaneo personalizado, análisis y procesamiento, usando el editor incluido en *Image J* y un compilador Java. Los plugins escritos por usuarios hacen posible resolver muchos problemas de procesado y análisis de imágenes, desde imágenes en vivo de las células en tres dimensiones, procesado de imágenes radiológicas, comparaciones de múltiples datos de sistema de imagen hasta sistemas automáticos de hematología. La arquitectura de plugins y entorno de desarrollo integrado de *Image J*, lo han convertido en una

Además de un seguimiento de la variación cromática superficial en cada fase de la investigación, las probetas también se han analizado visualmente por medio de lupa binocular *LEICA*, modelo *MZAPO*. A través de la misma se observa la superficie y se adquieren imágenes *LEICA MICROSYSTEMS*, que han permitido observar las variaciones que se generaban a lo largo del desarrollo de esta investigación.

Con el objetivo de obtener mayor precisión en el análisis de los consolidantes sobre la probetas, estas fueron estudiadas a través de microscopía electrónica de barrido *S-4800*³ (Figura 5) con cañón de emisión de campo (FEG) con una resolución de 1.4 nm a 1KV. Este equipo dispone de detector retrodispersado, detector de RX Broker, detector de transmitida, programa *QUANTAX 400* para realizar microanálisis y los cinco ejes motorizados.

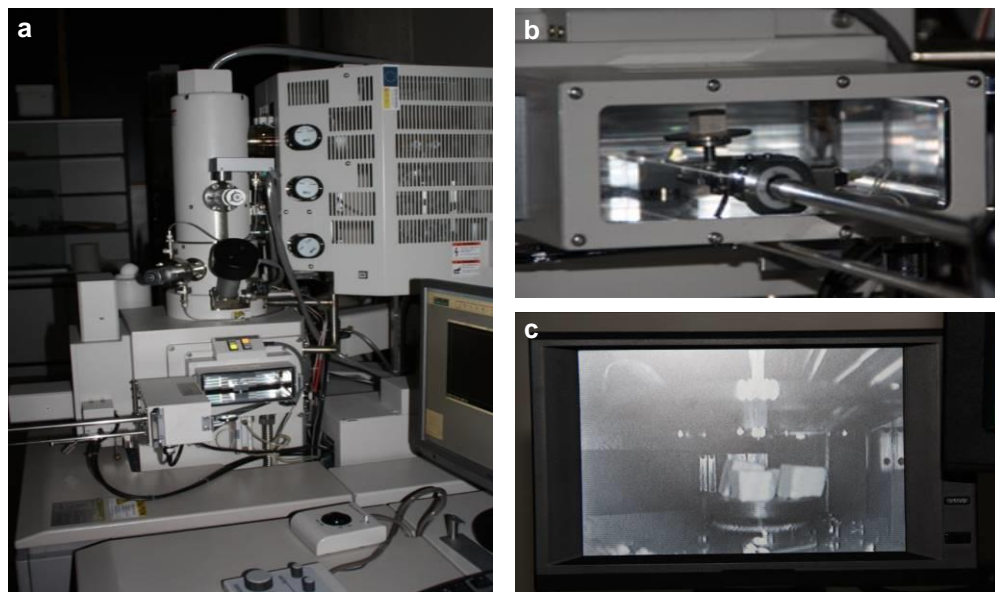


Figura 5 (a, b, c). Microscopio electrónico *HITACHI*, modelo *S-4800*, utilizado para el análisis de las superficies y adquisición de imágenes. Perteneciente al *Servei Central de Suport a la Investigació Experimental (SCSIE)* de la *Universitat de València (UV)*, departament de microscopia electrònica.

Fuente: G. Barreda (2015).

plataforma popular para enseñar procesamiento de imagen. Para mayor información consultar [en línea] disponible en Web: <http://imagej.net>. [Consultada 10/08/2015].

³ Estos estudios fueron realizados con la colaboración de los técnicos de laboratorio A. J. Ibáñez González y E. Navarro Raga, miembros pertenecientes al *Servei Central de Suport a la Investigació Experimental (SCSIE)* de la *Universitat de València (UV)*.

Con los resultados obtenidos, tras la manipulación de las probetas en el laboratorio, junto con las depositadas *in situ*, se pudo realizar una comparativa entre los distintos consolidantes. Hecho que ayudó a establecer con mayor precisión el comportamiento que estos productos podrían experimentar ante condiciones climáticas adversas. Información de crucial importancia debido a que las circunstancias medioambientales extremas son una de las principales particularidades que caracteriza a los abrigos situados al aire libre.

5. En un quinto bloque, se ha procedido a ordenar y procesar los diferentes resultados; los cuales han generado un extenso banco de imágenes y archivos de datos.
6. En una sexta fase, se han determinado las conclusiones finales, obtenidas a partir de los objetivos iniciales planteados y de la revisión contrastada de la documentación analizada. Con todo ello, se han generado suficientes datos objetivos que han permitido establecer un posible diagnóstico capaz de resolver la problemática planteada en *Cova Remígia*.

4. ANTECEDENTES HISTÓRICOS EN INVESTIGACIÓN DE ARTE RUPESTRE.

4. ANTECEDENTES HISTÓRICOS EN INVESTIGACIÓN DE ARTE RUPESTRE.

El reconocimiento de la ciencia prehistórica internacional se inicia en 1859, y aunque ya contaba con suficientes evidencias y apoyos para ser reconocida en la comunidad científica europea, la prueba definitiva para su completa verificación la aportó William Pengelly, tras los trabajos de excavación en la *Cueva de Brixham*, en Devon (1858-1859). Este punto de partida hizo que en 1860 la prehistoria en el ámbito español experimentase un desarrollo espectacular. En 1864 se funda la *Sociedad Antropológica Española*, de la cual Juan Vilanova y Piera (1821-1893) (Figura 6), gran difusor de la prehistoria española, fue socio fundador. Con su incorporación a la *Sociedad Antropológica* da comienzo a sus investigaciones prehistóricas.

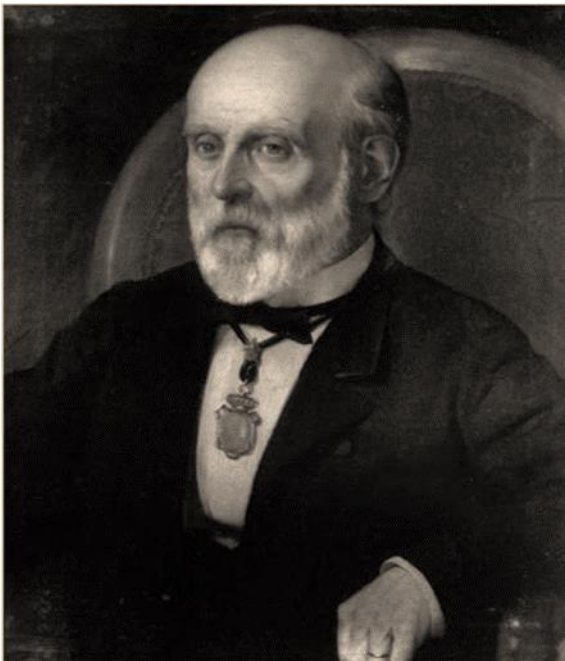


Figura 6. Juan Vilanova y Piera, prehistoriador del s. XIX. Gran difusor de la prehistoria española en nuestro país y en el extranjero durante el siglo XIX

Imagen extraída de MENÉNDEZ FERNÁNDEZ, M. *Prehistoria antigua de la Península Ibérica*. Editorial UNED, 2013.

En el año 1866, J. Vilanova inicia, junto con su discípulo Eduardo Boscá, las primeras prospecciones en diferentes cuevas de gran interés arqueológico, algunas de las cuales han continuado hasta nuestros días, como las llevadas a cabo en las cuevas valencianas de *Parpalló* (Gandia-Valencia) y *Cova Negra* (Xàtiva-Valencia).

La asistencia de J. Vilanova a diferentes encuentros de carácter internacional como el *IV Congreso Internacional de Antropología y Arqueología Prehistóricas*⁴, que tuvo lugar en Copenhague-Dinamarca en 1869, fue primordial para obtener el reconocimiento científico; ya que permitió a los científicos españoles establecer contacto con los nuevos estudios prehistóricos europeos y dar a conocer en el extranjero los descubrimientos que se realizaban en España. Ya en estos momentos se plantean teorías como la defensa de la existencia de periodos intermedios, como el Mesolítico (situado entre Paleolítico y Neolítico) o Calcolítico (entre Neolítico y Edad del Bronce). En general la defensa de estas fases intermedias no se admitía en el resto de Europa, siendo los españoles los pioneros de esta teoría que perdurará hasta nuestros días. Con la llegada al trono de Alfonso XII en 1875, la ciencia prehistórica española entró en un periodo de cierta estabilidad. En esta etapa, el descubrimiento más significativo fue el yacimiento y pinturas paleolíticas de *Altamira* (Santillana del Mar-Cantabria). Las pinturas fueron descubiertas por Marcelino Sanz de Sautuola en 1879, que publicó su descubrimiento en 1880. Este contó con el apoyo de J. Vilanova, quien fue a defender su autenticidad en el *Congreso Internacional de Arqueología y Antropología Prehistóricas* que tuvo lugar en el mismo año en Lisboa (Portugal). La comunidad científica internacional guardó ciertas reticencias sobre su autenticidad, debido, principalmente, a la falta de precedentes científicos⁵.

La proclamación de la autenticidad de las pinturas de la cueva de *Altamira* tuvo lugar a principios del siglo XX, tras aceptarse como fidedignos los hallazgos realizados en Francia como el de *Font de Gaume*⁶ (Les Eyzies de Tayac Sireuil-Dordogne-Francia). Es en ese momento cuando el decano del Arte Paleolítico el francés Emile Cartailhac (1902), gran escéptico de la autenticidad de las pinturas, rectifica públicamente su error y confirma la antigüedad de Altamira. Año en el que decide acudir a Altamira con el abate Henri Breuil (1877-1961) para contribuir a su estudio. Este reconocimiento marcará un punto de inflexión, a partir del cual la Prehistoria

⁴ PUCHE, O & AYARZAGÜENA, M. Ingenieros de minas, arqueólogos en el siglo XIX. La huella de prado. *Boletín geológico y minero*, 1997, Vol. 108, nº 3, pp. 295-330.

⁵ MENÉNDEZ FERNÁNDEZ, M. *Prehistoria antigua de la Península Ibérica*. Editorial UNED, 2013.

⁶ Declaradas Patrimonio de la Humanidad por la Unesco en el año 1979, formando parte del lugar "Sitios prehistóricos y grutas decoradas del valle de Vézère" con el código 85-003. Descubiertas en 1901 por Denis Peyrony, Henri Breuil y Louis Capitan. http://es.wikipedia.org/wiki/Cueva_de_Font-de-Gaume. [Consultada 20/07/2015].

comienza a adquirir fuerza. Al mismo tiempo se produce un cambio de la percepción en otros estudiosos, evolución que coincide con una renovación de mentalidad, una nueva forma de ver a las sociedades prehistóricas, alejada del simplismo vigente durante años. Es entonces, cuando se inicia la investigación sistemática del arte rupestre prehistórico. Esta circunstancia coincide, además, con los primeros hallazgos de enclaves con Arte Levantino. En 1892 descubren las pinturas de *Los Toros de La Losilla* (Albarracín-Teruel), por E. Marconell, de las cuales tan sólo se publicará una breve nota en la revista *Miscelánea Turolense*, y que no tuvo repercusión alguna.

La poca transcendencia de las publicaciones especializadas en este campo es debido a la falta de institucionalización de los estudios de Prehistoria en España, que no formarán parte de los programas universitarios, de manera oficial, hasta 1922, coincidiendo con la creación de la Cátedra de Historia Primitiva del Hombre en la Universidad de Madrid. Esta coyuntura permite la llegada de investigadores extranjeros a España, entre ellos Henri Breuil y Hugo Obermaier, quien se hará cargo de la cátedra anteriormente citada. Hay que añadir que en 1910 se crea en París el Instituto de Paleontología Humana (IPH, *Institut de Paleontologie Humaine*), que supondrá un pilar fundamental para la investigación del arte prehistórico, no sólo en Francia, sino también la repercusión será importante en España.

4.1. Historia de los primeros descubrimientos.

Cabe mencionar que a principios del siglo XX también aparecen en España los primeros investigadores de arte rupestre, entre los cuales se encuentra Juan Cabré Aguiló (1882-1947), quien en 1903 da a conocer el primer conjunto de Arte Levantino de la *Roca de los Moros de Calapatá* (Cretas-Teruel). Pero J. Cabré (ver Figura 7), no fue el primero en reconocer el Arte Levantino, ya que en 1892 se publicó en un periódico local una pequeña nota de prensa sobre las pinturas en *Los Toros de la Losilla* (Teruel) publicadas por E. Marconell⁷. Pero no será sólo Teruel la única provincia en la que se localizan pinturas prehistóricas. Previamente en 1783 López de Cárdenas descubre las pinturas Esquemáticas de *Peña Escrita* y *La Batanera* (Fuencaliente-Ciudad Real) que serán publicadas en 1868 por Manuel de Góngora en *Antigüedades Prehistóricas de Andalucía*, al igual que la *Cueva de Los Letreros* (Vélez Blanco-Almería)⁸.

En 1902 también se producen hallazgos como la *Cueva de la Granja* (Jimena-Jaén), situada en el sur de la Península Ibérica, concretamente en Andalucía. El protagonista de este descubrimiento es el arqueólogo Manuel Gómez Moreno (1870-1970), quien publicará su hallazgo en 1908. Dicha publicación⁹, además de tratar sobre las pinturas halladas, las sitúa dentro del estilo Esquemático, datándolas de una cronología Postpaleolítica. En este artículo se observa cómo desde las primeras publicaciones se manifiesta la distinción entre dos estilos en el arte rupestre al aire libre: el denominado Arte Levantino (que en un principio se denomina “Naturalista”), localizado en una ancha zona paralela a la costa mediterránea, y el Esquemático que se encuentra a lo largo de toda la Península Ibérica.

Le seguirán otros yacimientos como las pinturas de la *Roca dels Moros de Cogul* (Les Garrigues-Lleida), descubiertas en 1908 por mosén R. Huguet, y sobre las

⁷ MARTÍNEZ BEA, M. Breve aproximación historiográfica a los estudios pioneros sobre arte rupestre en el Bajo Aragón y Maestrazgo Turoense. *SALDVIE*, nº 5. 2005. pp. 57-63.

⁸ HERNÁNDEZ PÉREZ, M. S. Acerca del origen del arte Esquemático. *Tabona: Revista de prehistoria y de arqueología*, nº 17, 2009. p. 65.

⁹ GÓMEZ MORENO, M. Pictografías andaluzas de la Cueva de la Graja. *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, nº 2. 1908. pp. 89-102.

cuales se publica un par de pequeñas noticias en el *Butlletí del Centre Excursionista de Catalunya* y en el *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*¹⁰.

Los estudios se suceden, y en tan sólo un año J. Cabré localiza una decena más de abrigos con pinturas, situados en Albarracín (Teruel) descubiertos en 1909.

En los años siguientes se producen gran cantidad de descubrimientos tanto de Arte Levantino como Esquemático, entre los que destacan *La Cueva de la Vieja* (Alpera-Albacete)¹¹ descubierta en 1910 por Pascual Serrano Gómez. Posteriormente, en 1911 se produce el hallazgo del abrigo de *Tortosilla* (Ayora-Valencia). En 1912 J. Zuazo Palacios descubrió los abrigos de *Cantos de la Visera* (Yecla-Murcia) y P. Serrano Gómez el *Abrigo del Vizconde* en Ayora (Valencia)¹², en 1913 en Alcañiz (Teruel), Minateda (Hellín-Albacete)¹³ en 1914, Valltorta (Tírig-Castellón)¹⁴ en 1917, en Morella la Vella (Castellón)¹⁵ en 1917, y Bicorp (Valencia)¹⁶ en 1919.

¹⁰ DÍAZ-ANDREU GARCÍA, M. Cien años en los estudios de pintura rupestre post-paleolítica en la investigación española. En *The Levantine question: post-palaeolithic rock art in the Iberian Peninsula*. 2012. pp. 23-54.

¹¹ En 1910, Pascual Serrano Gómez, colaborador de H. Breuil, descubrió el abrigo de la *Cueva de la Vieja* (Alpera-Albacete). Descubrimiento al que hace referencia el autor: RIPOLL PERELLÓ, E. Cronología y periodización del esquematismo prehistórico en la Península Ibérica. En *Zephyrus: Revista de prehistoria y arqueología*, nº 36, 1983, p. 31.

¹² En 1912, Pascual Serrano Gómez, colaborador de H. Breuil, descubrió el *Abrigo del Vizconde*, en Ayora (Valencia) en los alrededores de Tortosilla, según hizo constar P. Serrano en una carta dirigida al director de *Lo Rat Penat* F. Martínez y Martínez en marzo de ese mismo año. Datos a los que hace referencia: HERNÁNDEZ PÉREZ, M. S.; SEGURA MARTÍ, J. M^a. & BARCIELA GONZÁLEZ, V. Pinturas rupestres en el Barranc de Carbonera (Beniatjar, Valencia). Nuevas lecturas de un yacimiento excepcional. En *Recerques del Museu d'Alcoi*, nº 22/23, 2014. p. 8.

¹³ Se hace referencia a este descubrimiento por H. Breuil en el: Catálogo de la Exposición de arte prehistórico español, Sociedad Española de Amigos. Madrid, 1921. p. 55.

¹⁴ En 1917, Albert Roda descubre la *Cova del Cavalls* en el barranco de la Valltorta (Tírig-Castellón). Posteriormente A. Roda prosiguió sus prospecciones, descubriendo en la zona meridional del mismo barranco, las pinturas rupestres de las *Coves del Salt* o *Saltadora*, *Cingle del Mas d'en Josep*, y *Alta del LLedoner*. A estos datos hace referencia: VIÑAS, R & RUBIO, A. Un nuevo ejemplo de figura humana flechada en el conjunto de la Valltorta (Castellón), En *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense*, nº 13, 1988. pp. 83-84.

¹⁵ MARTÍNEZ VALLE, R: MARTÍNEZ VALLE, R. & VILLAVERDE, V. La Cova dels Cavalls en el Barranc de la Valltorta. En *Monografías del Instituto de Arte Rupestre*, Vol. 1, 2002. p. 25.

¹⁶ Las pinturas rupestres de los *Abrigos de la Araña* (Bicorp-Valencia), fueron descubiertas por Jaime Poch y Garí, en 1919, comunicando el descubrimiento a la *Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas*, que se encargaron de realizar el estudio en 1920. Se hace referencia a estos datos en: Catálogo de la Exposición de arte prehistórico español, Sociedad Española de Amigos. Madrid, 1921. pp. 44-45.

4.2. Documentación y debate cronológico.

A raíz de los descubrimientos citados, H. Breuil data cronológicamente estas pinturas, situándolas en el Paleolítico Superior, enfoque que mantendrá el resto de su vida.

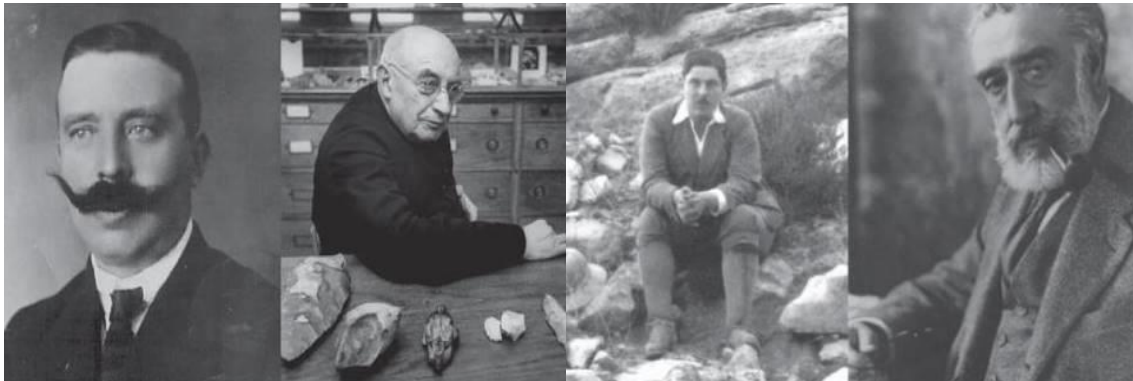


Figura 7. Algunos de los investigadores pioneros que estudiaron el origen y significado del Arte Levantino. De izquierda a derecha: Juan Cabré Aguiló, Henri Breuil, Pere Bosch i Gimpera y Eduardo Hernández Pacheco.

Imagen extraída de: FERNÁNDEZ MENÉNDEZ, M., et al. *Prehistoria reciente de la Península Ibérica*. Editorial UNED, 2013.

Uno de los grandes avances en cuanto al estudio de pintura rupestre fue la introducción de la fotografía a color por J. Cabré hacia 1911, quien realizó la documentación de pinturas levantinas de conjuntos como: Cogull, Cantos de la Visera o Albarracín¹⁷. Es en este mismo año cuando se descubre el primer abrigo en la Comunidad Valenciana, el abrigo de *Las Tortosillas* (Ayora-Valencia), cuyas pinturas fueron restauradas en el año 2011 (Figura 8) por técnicos especialistas del *Institut Valencià de Conservació i Restauració* (IVC+R).

¹⁷ LÓPEZ MONTALVO, E. Imágenes en la roca: del calco directo a la era digital en el registro gráfico del arte rupestre levantino. En *CLIO-Serie Arqueológica, Recife*, Vol. 25, nº 1. 2010. pp. 153-190.



Figura 8. Imagen del fondo abrigo de *Las Tortosillas* (Ayora-Valencia). Detalle de algunas figuras representadas de estilo levantino. Antes de la intervención de restauración, llevada a cabo en el año 2011, por técnicos especialistas del *Institut Valencià de Conservació i Restauració* (IVC+R), con motivo de la celebración del centenario de su descubrimiento en 1911.

Fuente: G. Barreda (2011).

Asimismo, en 1912 se crea la *Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas* (CIPP), de la que el catedrático de Geología de la Universidad de Madrid E. Hernández Pacheco será el Director de Trabajos y Publicaciones; E. de Aguilera y Gamboa (XVII Marqués de Cerralbo) presidente y mecenas; e investigadores como J. Cabré, en calidad de Comisario de Excavaciones; forman parte de su equipo de trabajo. Más tarde se incorporará H. Obermaier, como colaborador del Instituto Parisino hasta el inicio de la Iª Guerra Mundial.

Se inicia en este momento un fomento intensivo de prospecciones arqueológicas, que tienen como consecuencia un aumento de descubrimientos de enclaves con pintura rupestre en toda la vertiente mediterránea y el interior peninsular. Los responsables a los que se atribuyen estos descubrimientos son entre otros: J. Cabré, H. Breuil, H. Obermaier (Figura 9), P. Bosch Gimpera, A. Durán i Sempere, P. Wernert, E. Hernández Pacheco. Esos técnicos realizan sus estudios a través de dos instituciones: la *Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas*, y el *Institut d'Estudis Catalans*¹⁸.



Figura 9. Tarjeta de transporte de H. Alcalde del Río, J. Cabré Aguiló, H. Breuil, H. Obermaier y P. Serrano (1911). Archivo J. Cabré Aguiló.

Imagen extraída de DÍAZ ANDREU, M. *Cien años en los estudios de pintura rupestre post-paleolítica en la investigación española*.

Estos años de indagación sirvieron a los investigadores para realizar un gran acopio de documentación gráfica a medida que estudiaban los nuevos descubrimientos. Tal es así que aproximadamente cinco mil tomas fotográficas componen el conocido "*Archivo Cabré*", un corpus de fotografía que conserva el Patrimonio Histórico Español (Ministerio de Cultura) y que ha sido digitalizado para consulta en la página Web¹⁹ de dicha institución.

¹⁸ Para mayor información consultar: MATEO SAURA, M. Á. Estudio bibliométrico de la producción científica sobre la pintura rupestre postpaleolítica en España. Arte levantino y pintura esquemática (1907-2010) Tesis doctoral inédita Universidad de Murcia. Departamento de Prehistoria, Arqueología, Historia Antigua e Historia Medieval. 2013.

Pero el comienzo de la Iª Guerra Mundial en 1914, complica la situación para H. Obermaier, que en esos momentos se encuentra en España, siendo su nacionalidad alemana, razón por la que se le impide regresar a su puesto de trabajo en el IPH de Francia. En 1915 junto a su discípulo Paul Wernert empiezan a trabajar en el CIPP, pero pocos años después, en 1919, ambos se verán obligados a abandonar estas investigaciones. Antes de producirse la salida de los investigadores alemanes del CIPP, se origina en el invierno de 1917, un hallazgo que provocará importantes consecuencias en el estudio del arte rupestre, se trata de un nuevo conjunto pictórico en el barranco de La Valltorta (Castellón). Albert Roda i Segarra descubre la *Cova dels Ribassals* (Cova del Civil) y la *Cova dels Cavalls* (barranco de La Valltorta-Tírig). Este descubrimiento se comunica tanto a la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas (CIPP) que tiene su sede en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid, como al Servicio de Investigaciones Arqueológicas de Barcelona (Servei d'Investigacions Arqueològiques, SIA). Ambas instituciones envían a la zona a varios investigadores: H. Obermaier representante de CIPP y Pere Bosch Gimpera del SIA. Pero también llega al territorio otra comisión procedente de Barcelona encabezada por J. Cabré. Es éste último el primer investigador en presentar públicamente los calcos realizados en los abrigos de la Valltorta en mayo de 1917²⁰, durante la reunión de la *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias* de Sevilla. En 1921 se mostrarían de nuevo en la exposición de Arte Prehistórico Español organizada en Madrid por la *Sociedad de Amigos del Arte*. Años más tarde, en 1934, Gonzalo Espresati encontrará la *Cova Remígia* (barranco de Gassulla-Ares del Maestre)²¹.

Finalmente, en la zona se quedará a trabajar el equipo catalán del SIP encabezado por Agustí Durán i Sempere y Maties Pallarés²², que publicarán dos

¹⁹ Para mayor información consultar:

<http://www.mcu.es/patrimonio/MC/IPHE/Documentacion/Fototeca/ArchivoCabre/Presentacion.html>.

²⁰ VIÑAS, R. & RUBIO, A. Un nuevo ejemplo de figura humana flechada en el conjunto de La Valltorta (Castellón). En *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense*, Vol. 13, 1988. p. 84-85. A su vez este autor hace referencia al artículo de CABRÉ, J. Las pinturas rupestres de la Valltorta. En *Actas y Memoria de la Sociedad Española de Antropología, Etnografía y Prehistoria*, nº 23, Madrid, 1923. pp. 107-118. Donde el mismo J. Cabré expone que: "... he sido el primero y único que hizo la copia de todo el conjunto de arte rupestre de la Valltorta...".

²¹ PORCAR, J. B.; OBERMAIER, H. & BREUIL, H. Excavaciones en la Cueva Remigia (Castellón). En *Memoria*. Junta Superior del Tesoro Artístico, Sección de Excavaciones, 1935. pp. 6-7.

²² DURÁN I SAMPERE, A. & PALLARÉS, M. "Exploración arqueológica al Barranc de la Valltorta". *Anuari de L'Institut d'Estudis Catalans*, VI. 1915-20. pp. 451-454.

artículos en los que describen los doce abrigos con arte rupestre y los trabajos realizados en seis yacimientos arqueológicos del lugar. Ambos estudiosos, mantienen que la cronología de las pinturas es Neolítica, afirmaciones con las que difieren de la tesis que realizaba Bosch Gimpera, quien aseguraba que eran Paleolíticas.

Por otra parte el equipo de la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, encabezado por H. Obermaier y P. Wernert, tras realizar sus investigaciones publicará una monografía a través de la CIPP²³ en la que defienden que la cronología del arte estudiado es paleolítica. Mientras, J. Cabré asegura que el Arte Levantino es Postpaleolítico, seguramente originario entre el Paleolítico y el Neolítico, y que ha perdurado hasta el Calcolítico²⁴.

En 1924 E. Hernández Pacheco publicará un artículo sobre las pinturas rupestres pertenecientes estilísticamente al Arte Levantino encontradas en la *Cueva de la Araña* (Bicorp-Valencia)²⁵, a través de la CIPP. En él, Hernández Pacheco vuelve a retomar el problema de datación cronológica, y propone que se trata de cronología Postpaleolítica. No obstante, manifiesta sus dudas, ya que piensa que no parece tratarse de pinturas Paleolíticas, por la gran diferencia de estilo que existe con las representaciones Franco-Cántabras, e incluso llega a compararlas con las halladas en otras zonas de España, como es el caso de la *Cueva de La Pileta* (Benajoán-Málaga). Además, mantiene que la fauna representada es holocénica²⁶. Por otra parte, explica que las superposiciones indican que el Arte Levantino es anterior al Esquemático. Por lo tanto, fecha el Arte Levantino entre final del Paleolítico Superior y el Neolítico, es

²³ OBERMAIER, H. & WERNERT, P. *Las pinturas rupestres del Barranco de la Valltorta (Castellón)*. Memoria de la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, 23. Madrid, 1919.

²⁴ CABRÉ, J. Las pinturas rupestres de la Valltorta I. Desaparición de las pinturas de una de las estaciones de este valle. *Actas y memorias de la Sociedad Española de Antropología, Etnografía y Prehistoria*, nº 2. 1923. pp. 107-118.

CABRÉ, J. Las pinturas rupestres de la Valltorta [II]. Escena bélica de la Cova de Cevil [Cova del Civil]. *Actas y memorias de la Sociedad Española de Antropología, Etnografía y Prehistoria*, nº 4. 1925. pp. 201-233.

²⁵ HERNÁNDEZ PACHECO, E. *Las pinturas prehistóricas de las Cuevas de la Araña (Valencia)*. *Evolución del Arte rupestre en España*. Madrid: Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, 1924.

²⁶ El holoceno es el último periodo de la era cenozoica o terciaria (es la última de las tres en que se divide el fanerozoico. Hace aproximadamente 66.5 millones de años). Abarca desde el final del Pleistoceno (hace aproximadamente 11.500 años de antigüedad) hasta la actualidad. El comienzo de Holoceno se produce con la retirada de los últimos glaciares Pleistoceno. La civilización humana se desarrolla a lo largo de este periodo. En el Holoceno se producen importantes cambios en la distribución de plantas y animales. Un gran número de animales, incluidos los mamuts, mastodontes, los perezosos gigantes, etc. desaparecen, en Norteamérica. Esta extinción de la megafauna americana coincide con la llegada del ser humano hace 12.000 años. [en línea] disponible en Web: <http://www.juntadeandalucia.es>. [Consulta: 16 mayo 2015].

decir, el periodo que Jacques de Morgan²⁷ (Morgan, J.: 1909) había denominado como Mesolítico²⁸. En cambio, E. Hernández-Pacheco establece tres series o periodos en el Arte Levantino:

1. El primer período tiene tres fases, estando la más antigua caracterizada por figuras de gran tamaño, la cual data del final del Paleolítico Superior.
2. El segundo período representa el apogeo del Arte Levantino con la presencia de escenas.
3. Siendo el tercer y último período de degeneración.

Pero sus compañeros H. Breuil, H. Obermaier y P. Wernert no apoyan sus acertadas teorías. Además Hernández-Pacheco también explica el procedimiento de registro utilizado en los abrigos y el método empleado para realizar los calcos.

En esos tiempos, en España, las publicaciones más importantes y la formación de los arqueólogos estaban en manos de H. Breuil, H. Obermaier, P. Bosch Gimpera y del catedrático Luís Pericot. Tal es la situación de desamparo en la que se encuentran, que en los años 20, J. Cabré y E. Hernández Pacheco abandonan la investigación en el campo del arte rupestre, motivo por el cual las grandes publicaciones de los años 30 están firmadas por H. Breuil, H. Obermaier, Miles Burkitt. A ellos se une el artista castellanense Juan Bautista Porcar, junto con el que publicarán en 1936 la obra *Las Pinturas Rupestres de la Cueva Remigia (Castellón)*²⁹.

²⁷ Jean-Jaques de Morgan (1857-1924) de nacionalidad francesa, fue ingeniero civil de minas, geólogo y arqueólogo quien junto a su padre Eugene de Morgan (también Arqueólogo) realizan la excavación arqueológica en el famoso yacimiento de Champigny (Francia), descubierto en 1868, ingresó, en la región del Sena inferior, el cual da su nombre a la primera fase del Neolítico en Francia. Años más tarde desarrolla su actividad profesional como Director General del *Service des Antiquités de l'Égypte*. De Morgan tomó la dirección en un momento en que la burocracia hacía hincapié en las actividades relativas a los descubrimientos arqueológicos, más que en la protección y restauración de los monumentos excavados. Jacques halló el tiempo y los recursos para que tales tipos de labores fueran puestas al mismo nivel de importancia, y fue con él que comenzaron las primeras tareas de restauración y conservación de los objetos acumulados durante años de atesoramiento irresponsable en edificios adecuados. En calidad de lo que ahora se llamaría un "museólogo", organizó completamente el Museo de Guiza, heredero del Museo de Bulaq (El Cairo), fundado por Auguste Mariette, y antecesor del actual Museo Egipcio de El Cairo; y creó también el Museo de Alejandría, como una de sus primeras medidas. [en línea] disponible en Web: <http://www.egiptologia.com/grandes-egiptologos/331-vida-y-obra-de-jacques-de-morgan-el-descubridor-de-la-prehistoria-de-egipto.html>. [Consulta: 16 mayo 2015].

²⁸ AYARZAGÜENA SANZ, M. Surgimiento y creación del concepto del Mesolítico. *Espacio, tiempo y forma. Serie I, Prehistoria y arqueología*, nº 13. 2000. pp. 11-32.

²⁹ PORCAR, J. B.; OBERMAIER, H. & BREUIL, H. *Las Pinturas Rupestres de la Cueva Remigia (Castellón)*. Madrid, 1936.

Tras la Guerra Civil española, J. B. Porcar continuará en solitario la investigación, publicando varios artículos en el *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*. Tiempo en el que la situación en cuanto al estudio del arte rupestre al aire libre sufre grandes cambios, los principales investigadores se exilian, dejando lugar a otros que ocuparan su cargo. De los nuevos arqueólogos destacan: en Madrid; Julio Martínez Santa-Olalla, y en Barcelona; Martín Almagro Basch y Luís Pericot. Estos especialistas acuñan un cambio en la terminología, y aquello que anteriormente se denominaba arte "Naturalista" pasa a llamarse "Levantino", tal y como se conoce actualmente.

De todos ellos, el que más escritos al respecto ha publicado es M. Almagro Basch, sobre todo textos relacionados con la temática de Arte Levantino, pero también sobre Arte Esquemático. Éste propone, contrariamente a lo que mantenían sus antecesores exiliados, que el Arte Levantino se ubique cronológicamente en el Mesolítico al Neolítico inicial, e interpreta el Arte Esquemático como una evolución del Levantino que llega hasta la Edad del Bronce. M. Almagro mantiene la teoría de que la cronología del arte franco-cántabro era diferente a la del Arte Levantino. Las razones que le llevan a defender esta postura son las características tan diferentes que presentan estos dos estilos, destacando en el Arte Levantino:

- Su localización al aire libre.
- Presenta motivos de pequeño tamaño.
- Emplea técnicas pictóricas diferentes como la tinta plana.
- Tiene ausencia completa de policromía y de repintados.
- La temática es diferente, con una gran proporción de figuras humanas que es rara en el Paleolítico.
- En el momento anterior, la composición de escenas se desconocían.
- Se percibe la ausencia de representaciones de fauna pleistocénica³⁰.

³⁰ El periodo Cuaternario llega hasta la actualidad, dentro de él se distinguen dos periodos: Pleistoceno y Holoceno. El Pleistoceno comprende desde los 1'8 millones de años hasta el 9000 a. C. aproximadamente, a partir de entonces estamos en el Holoceno. El Pleistoceno se divide a su vez en diferentes subperiodos en razón de las características climáticas: 1) El cuaternario antiguo o Pleistoceno Inferior (entre 1.600.000 y 700.000 años). En un principio el clima en este período fue cálido y húmedo durante unos 600.000 años, deteriorándose progresivamente a lo largo del empeoramiento climático conocido como Glaciación de Günz. Durante esta fase se produjeron violentas erupciones volcánicas, la fauna está compuesta por animales supervivientes de las formas terciarias como los carnívoros de grandes dientes, simios, caballos de tres dedos,

- El autor, rechaza las representaciones de alces, renos y rinocerontes, identificaciones que H. Breuil mantenía.

Por estas razones sugiere que cronológicamente se trata de Arte Postpaleolítico de cronología Mesolítica y Neolítica. En cuanto al Arte Esquemático, M. Almagro establece dos focos de origen: uno en el Neolítico vinculado con el Arte Levantino, y el otro de origen oriental conectado con el mundo megalítico.

Luís Pericot también promueve la investigación en arte rupestre introduciendo en esta materia a otros arqueólogos como Francisco Jordà Cerda y Eduardo Ripoll Perelló. En 1940 anuncia el hallazgo de otro enclave de arte rupestre en *Dos Aguas* (Valencia) atribuyéndole una cronología Neolítica; respaldando la existencia de cuatro estilos diferentes: tres insertados en el Levantino y uno en el Esquemático. Pero la teoría de subdivisión del Arte Levantino no es apoyada ni por la crítica ni por los compañeros investigadores en los años siguientes.

F. Jordá se traslada a la Universidad de Salamanca en 1962. Allí obtiene la titularidad para la Cátedra de Arqueología y organiza la edición seriada del *Corpus*

etc. Durante el período glacial Günz los principales elementos de la fauna son: mamut, ciervo, oso, lince, macaco, nutria, rinoceronte y león cavernario. 2) El Pleistoceno Medio (entre 700.000 y 130.000 años). Se inicia con la interglaciación Günz-Mindel, la cual dura unos 50.000 años. La fauna propia de este período de clima muy húmedo y cálido es: elefante, rinoceronte, caballo, hipopótamo, etc.; perdurando varios de los representantes arcaicos del Terciario. Entre los 650.000 y los 300.000 años se desarrolla la glaciación Mindel. Es una etapa prolongada de clima semiárido y fresco: no muy frío al principio y con fases bastante rigurosas y seca al final. Este nuevo enfriamiento hizo desaparecer los últimos animales procedentes del Terciario. En el interglaciación Mindel-Riss (de 300.000 a 250.000 años), la fauna de este período responde al paisaje de transición, de circunstancias templadas y húmedas: elefantes de piel desnuda, rinocerontes, hipopótamos, ciervos, gamos, grandes bóvidos y équidos. La glaciación de Riss (250.000-125.000 años) ocupa la última parte del Pleistoceno Medio. Su característica principal es la existencia de períodos fríos muy marcados, con una fauna muy adaptada al frío como son: los elefantes, uros, ciervos y rinocerontes de narices tabicadas. El Pleistoceno Superior (entre 125.000 y 10.000 años). Se ha dividido en varias etapas: El interglaciación Riss-Wurm se desarrolló entre el 125.000 a 80.000 años. Es una etapa calurosa: en la cornisa cantábrica se caracteriza por las formaciones de bosque y por especies como el rinoceronte de narices tabicadas y el ciervo. La glaciación de Wurm (aproximadamente de 80.000 a 8.000 a.C.) se subdivide en el sudoeste de Europa en cuatro etapas agrupadas en dos bloques: Antiguo (Wurm I y II), correlativo a la cultura del Paleolítico Medio y Reciente (III y IV), en el Paleolítico Superior. El Wurm II (55.000 a 35.000 a.C.) parece ser en toda la Península de frío acentuado: están presentes el mamut y el rinoceronte lanudo, es baja la proporción de arbolado y se ha sustituido por praderas y estepas. El interestadio Wurm II/III (35.000) parece ser muy húmedo y cálido. En Cantabria se reinstala el bosque templado, con abundancia de ciervo y rinoceronte. De este período son las formas culturales de transición Paleolítico Medio/Paleolítico Superior. El Wurm III (35.000-18.500 a.C.) es de carácter estépico: baja proporción de especies arbóreas y clima muy frío. A partir de este momento se suceden las culturas del Paleolítico Superior: Auriñaciense, Gravetiense, Solutrense y Magdalenense. La transición Wurm III/IV se produjo entre 18.500 y 15.000 a.C. Como ejemplo de fauna tendríamos el elefante, caballo, ciervo, bisonte, gamo, jabalí, etc. [en línea] disponible en Web: <http://es.wikiversity.org> [consulta: 16 mayo 2015].

Artis Rupestris, donde sólo publica temas de Arte Paleolítico. En el año 1964 escribe varios artículos en los que fecha el Arte Levantino en el periodo Mesolítico³¹.

Durante los años franquistas continuarán las publicaciones de nuevos calcos y la descripción detallada de diversas estaciones de arte rupestre. M. Almagro intenta continuar con el proyecto iniciado antes de la Guerra Civil en la *Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas* (CIPP), y que había sido subvencionado en parte por la *Junta Superior de Investigaciones Científicas* (JSIC). Este proyecto consistía en realizar una documentación detallada y publicar todos los sitios que contenían arte rupestre. Para ello, cuenta con el antiguo dibujante de la CIPP, Francisco Benítez Mellado, quien se traslada a Barcelona para trabajar con el *Instituto de Prehistoria Mediterránea*. Con su ayuda, M. Almagro documenta *La Roca del Moros* (Cogul-Lérida)³², y las pinturas rupestres de *El Cerro Felío* (Alacón-Teruel). En dicho trabajo también colabora E. Ripoll, pero F. Benítez Mellado abandona el proyecto motivo que provoca la ralentización de la fase de documentación.

A mediados de los años sesenta E. Ripoll, gracias a las becas recibidas de la fundación norteamericana Wenner-Gren, continúa publicando trabajos de investigación en la serie de *Monografías de Arte Rupestre*. Dos de estas monografías presentan el Arte Levantino de las estaciones de Santolea (Teruel)³³ y del Cingle de la Gassulla (Ares del Mestre-Castellón)³⁴.

En los años setenta, M. Almagro retoma el trabajo de investigación y documentación de los abrigos dejando atrás los métodos tradicionales, ya que incorporará el servicio de un fotógrafo profesional, Fernando Gil Carles (Figura 10), encargado de realizar la documentación fotográfica de los abrigos. F. Gil Carles fotografía casi el 75 % de los sitios conocidos con arte rupestre. Es así como surge el *Corpus de Arte Rupestre Levantino* (CARL), hoy conocido como el *Archivo Gil Carles*, gestionado por la biblioteca *Tomás Navarro Tomás*, perteneciente al Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, (CSIC). El proyecto de documentación se realizó por etapas, entre junio de 1971 y

³¹ JORDÁ CERDÁ, F. Notas sobre Arte rupestre del Levante español. *Caesaraugusta*, 1964. pp. 21-22.

³² ALMAGRO BASCH, M. El covacho con pinturas rupestres de Cogul (Lérida). Lérida, 1952. p. 93.

³³ RIPOLL PERELLÓ, E. Los abrigos pintados de los alrededores de Santolea (Teruel). *Monografías de Arte rupestre. Arte Levantino 1*. Barcelona. 1961.

³⁴ RIPOLL PERELLÓ, E. Pinturas rupestres de la Gasulla. *Monografías de Arte Rupestre Levantino 2*. Barcelona. 1963.

febrero de 1976. El equipo que realizó esta labor estaba compuesto por F. Gil Carles y sus dos hijos (Figura 10). Los tres participaron en el trabajo de campo realizado en la Valltorta, y contaron con la ayuda de los guardas de las pinturas de la zona: Federico Barreda, en el Barranco de Gassulla, Jesús Marconell, en los abrigos de Albarracín; y Serafín Adell, en el Barranco de la Valltorta. Pero sólo en Gassulla y Polvorín (Castellón), M. Almagro permitió que Gil Carles fuera acompañado de los arqueólogos F. Gusi y C. Olària³⁵.



Figura 10. Equipo de Fernando Gil Carles fotografiando la Cueva Grande del Puntal (Barranco de la Valltorta-Castellón), fotografía realizada en 1973. De izquierda a derecha: José Manuel Gil-Carles Esteban sostiene en la mano el desplegable para paralelismo, Fernando Gil Carles sobre la escalera fotografía con una cámara Praktisix con anular Hasselblad y el guarda Serafín Adell. Junto al pie del guarda se puede ver el pulverizador de agua destilada. Del trípode cuelgan el condensador y las baterías. Fotografía realizada por Fernando Gil Esteban.

Imagen extraída del artículo CRUZ BERROCAL, M.; GIL-CARLES, J. M.; GIL ESTEBAN, M. & MARTÍNEZ NAVARRETE, M. I.: "Martín Almagro Basch, Fernando Gil-Carles y el Corpus de Arte Rupestre Levantino". *Trabajos de Prehistoria*, 62, nº 1. 2005. p. 38.

Este proyecto de documentación estaba ligado a la necesidad de conservación de las pinturas (que se encontraban en peligro de destrucción) y a la creación de un archivo iconográfico fidedigno de los distintos abrigos descubiertos hasta el momento.

³⁵ Para mayor información consultar el artículo: CRUZ BERROCAL, M.; GIL-CARLES, J.M.; GIL ESTEBAN, M. & MARTÍNEZ NAVARRETE, M. I.: "Martín Almagro Basch, Fernando Gil-Carles y el Corpus de Arte Rupestre Levantino". *Trabajos de Prehistoria*, 62, nº 1. 2005. pp. 27-45.

F. Gil Carles y su equipo fotografiaron un total de 95 estaciones (Figura 11) de arte rupestre con sus correspondientes abrigos.

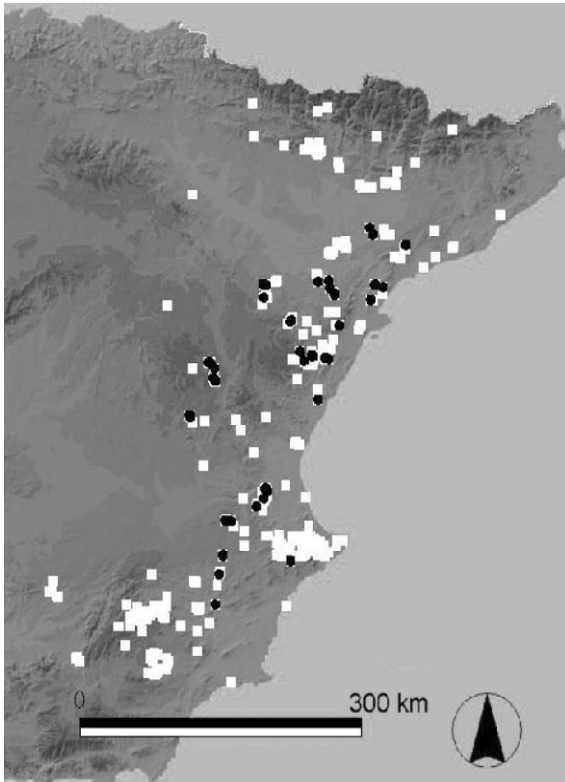


Figura 11. Distribución de las estaciones que forman parte de *Corpus de Arte Rupestre Levantino* (CARL). Señalizado con puntos negros las estaciones de Arte Rupestre incluidas en el Expediente de la UNESCO hasta el 2005.

Imagen extraída de: CRUZ BERROCAL, M.; GIL-CARLES, J. M.; GIL ESTEBAN, M. & MARTÍNEZ NAVARRETE, M. I.: "Martín Almagro Basch, Fernando Gil-Carles y el Corpus de Arte Rupestre Levantino". Trabajos de Prehistoria, 62, nº 1. 2005. p. 28.

Tras el impulso en los estudios del arte rupestre de posguerra realizado por numerosos investigadores, también hay que señalar la publicación de la tesis doctoral, en 1968, de Pilar Acosta³⁶, quien hace un análisis y estudio sobre el Arte Esquemático, marcando un antes y un después en investigaciones de este estilo.

Las numerosas investigaciones realizadas en territorio español empiezan a verse proyectadas internacionalmente. Una de las vías de impulso fue la fundación Wenner-Gren³⁷, aunque esta no fue la única. También se emprendieron otros eventos

³⁶ ACOSTA, P. *La pintura rupestre esquemática española*. Tesis inédita Universidad de Salamanca, Facultad de Filosofía y Letras, 1968.

³⁷ La Fundación Wenner-Gren fue creada en 1941 como Fondo Viking por Axel Wenner-Gren. En 1951 el nombre fue cambiado por el que mantiene en la actualidad Fundación Wenner-Gren, dedicada al fomento de la investigación antropológica. Axel Wenner-Gren era un empresario sueco que en los años 30 del siglo XX, era uno de los hombres más ricos del mundo. Base de la fortuna de Wenner-Gren fue la idea de adaptar la aspiradora industrial al uso doméstico.

organizados por L. Pericot, catedrático de la Universidad de Barcelona, junto con M. Almagro y E. Ripoll, como la creación de un Comité Internacional para el estudio del Arte Rupestre que se propuso en 1950 en el *III Congreso Internacional de Ciencias Prehistóricas y Protohistóricas* (CISPP), que finalmente se constituyó en 1954 en el CISPP celebrado en Madrid. Dicho comité fue dirigido por Herbert Kühn, catedrático de la Universidad de Maguncia (Alemania), y entre sus miembros se encontraban M. Almagro y L. Pericot³⁸, quienes participaron en junio de 1959 en el Simposio celebrado en el Castillo de Burg, en Wartenstein (Austria); que versaba sobre “*La vida social del hombre primitivo*”³⁹. En este encuentro L. Pericot impartió una comunicación sobre “*La vida social de los cazadores paleolíticos y epipaleolíticos españoles a través del arte levantino*”⁴⁰. Un año después, la Fundación Wenner-Gren elige a L. Pericot, como coordinador del Simposio sobre “*El arte rupestre del mediterráneo occidental y del Sahara*”⁴¹, que tiene lugar en la misma ciudad. A él asisten investigadores españoles como M. Almagro, P. Bosch Gimpera, F. Jordá, L. Pericot, J. B. Porcar, E. Ripoll, y también otros investigadores procedentes de otros lugares europeos como Brandi, Blanc, H. Breuil y Raymond Lantier. En este congreso se hace patente que las opiniones sobre la cronología levantina difieren entre ellos, siendo P. Bosch Gimpera y H. Breuil los defensores de que estas pinturas pertenecen a un periodo Paleolítico, junto con L. Pericot, que tan sólo considera Paleolítica la fase más temprana y que prolonga su permanencia hasta el Mesolítico. Mientras, que investigadores como M. Almagro y E. Ripoll mantienen que sus orígenes están enmarcados en periodo Mesolítico. Por otra parte, F. Jordá defiende la postura de una cronología Neolítica media. No obstante, todos mantienen un arranque posterior en lo que se refiere al Arte Esquemático, el cual perdurará hasta la Edad del Bronce.

Otros eventos a nivel internacional de gran relevancia tuvieron lugar en 1960 con la exposición de Arte Levantino en la galería de arte de St. George y en el Instituto de

[en línea]. disponible en Web: <http://www.wennergren.org/>. [Consultada: 16 mayo 2015].

³⁸ RIPOLL PERELLÓ, E. El debate sobre la cronología del arte levantino. *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló*, nº 22, 2001. p. 270.

³⁹ Para mayor información consultar el artículo: DÍAZ-ANDREU, M. Cien años en los estudios de pintura rupestre post-paleolítica en la investigación española. *The Levantine Question: the development of Spanish Levantine Rock-art, Archaeolingua*, Budapest, 2012. p. 41.

⁴⁰ PERICOT, L. La vida social de los cazadores paleolíticos y epipaleolíticos españoles a través del arte levantino. En *Miscelánea Arqueológica*, XXV Aniversario de los Cursos Internacionales de Prehistoria y Arqueología en Ampurias, Vol. 2. (1946-1971), 1971.

⁴¹ DÍAZ-ANDREU, M. *Op. cit.* 2012. p. 43.

Arqueología de Londres. En ella se expusieron cuadros de J. B. Porcar como artista e investigador de arte, y calcos realizados por investigadores como J. Alcácer Grau, E. Ripoll y F. Jordá.

En 1966, como continuidad del simposio de Wartenstein, se realizó el *Simposio internacional de Arte Rupestre* en Barcelona⁴², organizado por Eduardo Ripoll. En este evento no participa ninguno de los investigadores importantes que trabajan sobre el tema, pero aun así se decide posponer la realización de dicho congreso dos años más tarde, celebrándose en esta ocasión en Valcamónica (Italia), dando origen al *Valcamonica Symposium* en 1968, que se celebra anualmente desde entonces.

Durante la década de los 70, según M. Díaz-Andreu (2012. p. 45), J. Fortea propuso una interesante línea de interpretación del arte rupestre, estableciendo paralelismos entre manifestaciones rupestres y datos estratigráficos de yacimientos próximos a estaciones de Arte Levantino, destacando la existencia de superposiciones iconográficas. Según su ensayo "Horizonte lineal-geométrico"⁴³, sobre periodización, representaciones no figurativas y de corte esquemático o geométrico, aparecerían infrapuestas a las manifestaciones más naturalistas del Arte Levantino. Tal y como ocurre en la cueva de *La Araña* (Bicorp-Valencia).

De nuevo la cronología del Arte Levantino sigue debatiéndose, y con la aparición de una nueva variante de expresión artística denominada Arte Macrosquemático, lo que da un nuevo giro a la controversia cronológica. Con el hallazgo del yacimiento del *Plà de Petracos*⁴⁴ en el barranco de Malafí (Castell de Castells-Alicante), M. Hernández, junto con investigadores del *Centre d'Estudis Contestans* (CEC), propone una cronología neolítica para los inicios del Arte Levantino. La labor de M. Hernández y el CEC demostró que el "Horizonte Lineal-Geométrico" propuesto por J. Fortea correspondería al Arte Macrosquemático, fechado en el V milenio a. C. por paralelismos encontrados con la iconografía apreciada en cerámicas neolíticas de tipo cardial, como el famoso orante de *Cova de l'Or* (Beniarrés-Alicante)⁴⁵. Puesto que en numerosos abrigos a estas manifestaciones, se superponen representaciones de Arte

⁴² *Ibidem*, p. 45.

⁴³ *Ídem*.

⁴⁴ HERNÁNDEZ PÉREZ, M. S. Arte Esquemático en la fachada oriental de la Península Ibérica. 25 años después. En *ZEPHYRUS*, 59, 2006. p. 59.

⁴⁵ *Ibidem*, p. 47.

Levantino, éste debe ser posterior a dicha cronología. Este hecho supuso la aceptación por la comunidad científica de que la mayor parte del arte Levantino es de adscripción Neolítica. Pero el debate continúa abierto en la actualidad en relación a los orígenes y a las formas de vida de los autores de este arte, con dos corrientes de investigación:

- Investigadores que defienden un origen Mesolítico y su continuidad en el Neolítico a manos de poblaciones cazadoras-recolectoras, como: Viñas, Utrilla, Martínez Bea, Mateo-Saura, entre otros.
- Y defensores de un origen puramente Neolítico a manos de autores Neolíticos como investigadores pertenecientes a la escuela Valenciana, como: B. Martí, M. Hernández, Villaverde *et al*, 2012; etc.

4.3. Declaración de Patrimonio Mundial.

En 1979, la UNESCO incluye por primera vez, en la lista de Patrimonio Mundial, el arte rupestre con los conjuntos de grabados del *Valle Camonica* o *Valcamonica*, situado en la región italiana de Lombardía, entre las provincias de Brescia-Bérgamo, y las cuevas del *Valle del Vézère*, situadas en el departamento francés de la Dordoña, en la región de Aquitania. A partir de este acontecimiento, distintas comunidades empiezan a trabajar para que el arte rupestre de sus territorios sea incluido en la lista de Patrimonio Mundial.

En 1995, la Generalitat Valenciana solicita al Ministerio de Cultura español la inclusión del conjunto de arte rupestre del Barranc de la Valltorta (Tírig-Castellón), y en ese mismo año en el Congreso de *Manifestaciones Rupestres de Canarias y Norte de África*, celebrado en Las Palmas, se propone extender esta declaración a todo el Arte Levantino como Patrimonio de la Humanidad.

En enero de 1996, en la *IIIª Reunión de Gestores de Patrimonio*⁴⁶ celebrada en Toledo se acuerda el apoyo de dicha propuesta, desarrollando la iniciativa de manera conjunta. En febrero del mismo año, se celebra la *Iª Reunión de trabajo*⁴⁷ en Forcall (Castellón) acordando las líneas básicas que seguirá el proyecto. El mes siguiente, concretamente el 15 de marzo, se inicia el expediente de declaración de Patrimonio de la Humanidad con el título: *Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica*. El 22 de febrero se reunirá en Murcia el grupo de trabajo y se informará de la invitación de la UNESCO a participar en una exposición internacional en París⁴⁸. A finales de marzo, se prepara en Ariño (Teruel) el guión del documento de solicitud y se proponen dos líneas paralelas de trabajo así como su calendario: por una parte hay un trabajo específico, fundamentalmente de documentación, a realizar por cada una de las comunidades autónomas; y por otra una labor común de carácter general. Dentro del plan de trabajo, a mediados de junio, se convoca una reunión en Ayna (Albacete), en la que se da cuenta del avance de los trabajos de documentación y se crea el guión

⁴⁶ SAN NICOLÁS DEL TORO, M. Siete años después de la declaración del patrimonio de la humanidad del arte rupestre del arco mediterráneo de la península Ibérica, En *Cuadernos de Arte Rupestre*, nº 2, 2005. p. 223.

⁴⁷ *Ídem*.

⁴⁸ *Ídem*.

del documento de forma definitiva⁴⁹. El predecible y elevado número de sitios de arte rupestre obliga a la creación de una base de datos informatizada diseñada en Ayna (Albacete) y coordinada bajo la Dirección General de Cultura de Murcia. A finales de septiembre tiene lugar la cuarta reunión del grupo de trabajo en el Deltebre (Tarragona)⁵⁰.

A mediados de diciembre se constituye en Vélez-Blanco (Almería) el Consejo de Arte Rupestre Mediterráneo, a petición de la UNESCO, con motivo de celebrar su primera sesión. Este consejo estaba formado por los directores generales de la Junta de Andalucía D. M. Sánchez Ruiz, D. M. A. Centenero Gallego de la Región de Murcia, Dña. M^a Á. Díaz Vieco de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y Dña. C. Pérez García de la Generalitat Valenciana (Figura 12).



Figura 12. Artículo publicado en el periódico ACB de Valencia el martes 21 de julio de 1998. Con motivo de la presentación pública del Consejo de Arte Rupestre, con la presencia del Sr. F. Camps, en este momento Consejero de Educación y Cultura de la Comunidad Valenciana.

Imagen obtenida del artículo: SAN NICOLÁS DEL TORO, M. Siete años después de la declaración del patrimonio de la humanidad del arte rupestre del arco mediterráneo de la península Ibérica, En Cuadernos de Arte Rupestre, nº 2, 2005. p. 224.

⁴⁹ *Ídem.*

⁵⁰ *Ídem.*

El Acta de Constitución sería firmada también por D. Buesa Conde, perteneciente a la Diputación General de Aragón, y D. J. M^a. Huguet i Reverter, perteneciente a la Generalitat de Catalunya. Pero no fue hasta el 20 de julio de 1998 cuando se presentó públicamente en Valencia por la directora general de Cultura de Valencia Dña. C. Pérez y el Consejero de Cultura D. F. Camps.

Durante 1996-97 se concreta el expediente, se elaboran páginas Web que recogen información del proyecto. En marzo 1997 tuvo lugar en Zaragoza la reunión en la cual se informa sobre la existencia de 872 lugares catalogados. En esta ocasión además de los directores generales de las distintas comunidades autónomas, el comité cuenta con la presencia del profesor A. Beltrán Martínez y los directores generales del Fórum de la UNESCO, los Sres. Patrick Salenta y J. M^a. Thielle, presentados por el Consejero de Cultura de Aragón el Sr. V. Bielza. Un mes más tarde, en abril se celebra en Tírig (Castellón) el curso de conservación de patrimonio arqueológico organizado por la fundación Paul Getty. En mayo de 1997, se celebra el *I^{er}. Seminario Internacional sobre la Conservación y Difusión del Arte Rupestre al aire libre en ambiente mediterráneo*⁵¹, en el Museu de la Valltorta Tírig (Castellón), que fue coordinado por D. R. Martínez Valle (entonces director del museo y miembro del Consejo de Cultura de Valencia), organizado por la Conselleria de Cultura de València y la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, y en el que estuvieron presentes representantes del *Comité Internacional de Arte Rupestre (CAR)*; el *Consejo Internacional de Monumentos y Sitios Histórico-Artísticos (ICOMOS)*; e investigadores tanto nacionales como extranjeros. La importancia de este *I^{er} Seminario Internacional*, radica en que en dicho encuentro se presenta oficialmente el documento de solicitud de declaración de Patrimonio de la Humanidad del Arte Rupestre del Arco Mediterráneo. Este documento consta de dos partes, la primera dedicada a la descripción y caracterización del *Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica*, y a aquellas cuestiones que afectan a su gestión. La segunda parte, incluye el inventario de los sitios incluidos en la solicitud de declaración de Patrimonio de la Humanidad. Las primeras propuestas presentadas fueron siempre referidas al Arte Levantino, dada su exclusividad y su carácter excepcional. Pero a medida que avanzaba el proyecto se decide ampliar e incluir todas las manifestaciones rupestres

⁵¹ *Ibidem.* p. 225.

prehistóricas, es decir, conjuntos de Arte Paleolítico como los yacimientos de la *Cova Fosca* y *Abric de Reinós* (Vall d'Ebo-Alicante), el Arte Macroesquemático como es el caso del conjunto de abrigos pintados y descubiertos en 1980 por miembros del "Centre d'Estudis Contestans" de Cocentaina (Alicante), o del Plà de *Petracos*, situados en el área de Castell de Castells (Alicante). También se incluye el Arte Esquemático como las pinturas de la *Cova del Barranc de Migdia* situadas en el Motgó (Xàbia-Alicante). Además de yacimientos Levantinos como: el *Abric de les Torrudanes* (Vall d'Ebo-Alicante) y *Abric de la Palla* (Tormos-Alicante), *La Cova dels Cavalls* (Tírig-Castellón) o *La Cova de la Araña* (Bicorp-Valencia), etc.

En origen el Arte Macroesquemático se consideraba exclusivo de las tierras alicantinas delimitadas por el mar y las sierras de Aitana, Mariola y Benicadell (Alicante), con la excepción de Moixent (Valencia), aunque en la actualidad se vincula también a lo que se conoce como Arte Esquemático Antiguo. En el registro actual alicantino, se han localizado un total de 9 estaciones con esta tipología de representaciones y su cronología prehistórica quedó demostrada con el estudio de las pinturas rupestres del Abric I de La Sarga, en Alcoy (Alicante), y en el Abric IV del Barranc de Benialí, en La Vall de Gallinera (Alicante). En estos dos enclaves estas pinturas macroesquemáticas se encontraban infrapuestas a representaciones pertenecientes al periodo levantino.

En junio de 1997, se presenta al *Consejo del Patrimonio Histórico Español*, quien aprueba la propuesta, y finalmente el Ministerio de Cultura procede a su tramitación ante la UNESCO. En diciembre de 1997, tiene lugar la visita del evaluador de la UNESCO, el prehistoriador francés Sr. Jean Clottes, Presidente del Comité Internacional de Arte Rupestre (ICOMOS-UNESCO), que será el encargado de comunicar la autenticidad de estas manifestaciones mediterráneas. Para ello se llevaría a cabo la comprobación en todos los enclaves en los cuales se afirmaba la existencia de estas manifestaciones, y se iniciaría así la visita al prepirineo oscense finalizando en la comunidad autónoma de Andalucía (Figura 13).



Figura 13. Reunión de los profesores A. Beltrán y J. Clottes, con el Director General de Cultura y con miembros del Consejo de Arte Rupestre en la Dirección General de Cultura de Murcia.

Imagen obtenida del artículo: "Siete años después de la declaración del patrimonio de la humanidad del arte rupestre del arco mediterráneo" (San Nicolás del Toro, M.: 2014).

Finalmente, la Asamblea General de la UNESCO reunida en Kioto (Japón), declaró el 5 de diciembre de 1998 Patrimonio de la Humanidad el "Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica" (Figura 14). La repercusión de esta noticia sería, entre otros, un apoyo para el Centro de Arte Rupestre de la Valltorta de Castellón⁵². Uno de los aspectos más importantes del proyecto de inclusión en la lista de Patrimonio Mundial, era la proposición de declaración de una lista abierta, de manera que los nuevos hallazgos tienen la misma consideración que los inscritos en la propuesta inicial⁵³, pero hay que señalar que en la práctica el funcionamiento de inclusión de los nuevos hallazgos no resulta tan sencilla como la planteada en un inicio.

⁵² Para más información consultar: SAN NICOLÁS DEL TORO, M. Siete años después de la declaración del patrimonio de la humanidad del arte rupestre del arco mediterráneo de la península ibérica. En *Cuadernos de Arte Rupestre*, Vol. 2. 2014. pp. 221-236.

⁵³ *PANEL*. Revista de arte rupestre, nº1. Sevilla: Edita el Servicio de Estudios y Publicaciones Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, 2001. pp. 12-19.

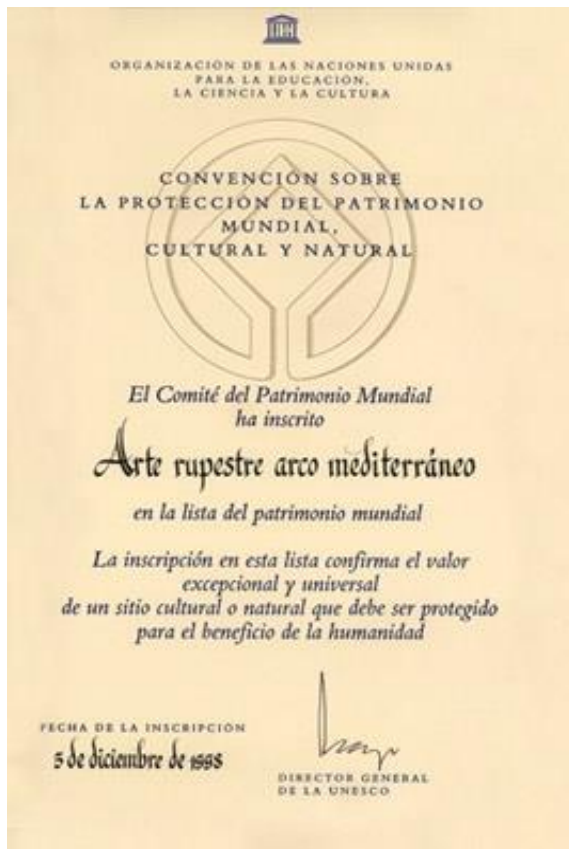


Figura 14. Certificado de inscripción del Arte rupestre del arco mediterráneo en la lista del patrimonio mundial.

Imagen extraída *El Arte Rupestre del Arco Mediterráneo*. [en línea] disponible en Web: <http://www.arterupestre.es>. [Consulta: 16 mayo 2015].

Este mismo año se creó el “Consejo de Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica”⁵⁴ (CARAMPI), como órgano de seguimiento y coordinación de la gestión del arte rupestre, una iniciativa tomada por las Comunidades Autónomas de Andalucía, Aragón, Castilla La Mancha, Cataluña, Murcia y Comunidad Valenciana.

El Consejo del Arte Rupestre del Arco Mediterráneo se componía por nueve miembros, de los cuales seis fueron designados por las respectivas direcciones generales competentes de las distintas comunidades autónomas que lo conforman, siendo estos: Andalucía (J. Martínez), Aragón (J. I. Royo), Cataluña (R. Ten), Castilla La-Mancha (S. Sánchez), Murcia (M. San Nicolás) y Valencia (R. Martínez); a estos se sumaron tres especialistas de reconocido prestigio: A. Beltrán, M. S. Hernández y V. Balldellou, que fueron elegidos por unanimidad y nombrados por un periodo de dos

⁵⁴ Para mayor información consultar [en línea] disponible en Web: <http://www.arterupestre.es/web/consejo>. [Consultada: 18 mayo 2015].

años. El Consejo de Arte Rupestre (CAR) era el encargado de desempeñar unas determinadas funciones⁵⁵:

- *Realizar el seguimiento de la propuesta de Declaración de Patrimonio Mundial y de la actualización del inventario de los yacimientos con arte rupestre en el ámbito territorial de dicha propuesta.*
- *Proponer modelos de intervención en lo relativo a la documentación, protección, restauración, conservación, señalización y difusión del arte rupestre.*
- *Promover reuniones de carácter técnico y/o científico en relación a la documentación, conservación, y difusión del arte rupestre, así como la asistencia a reuniones nacionales e internacionales que traten dicha temática.*
- *Asesorar a instancia de cualquier organismo o institución que lo solicite en todo lo referente a arte rupestre (documentación, conservación y difusión).*
- *Elaborar informes y proyectos relacionados con el Arte Rupestre del Arco Mediterráneo, así como realizar labores de diagnóstico del estado de conservación de los mismos.*
- *Redactar un informe anual que deberá contener todos los aspectos tratados en las diversas reuniones mantenidas, en especial todo lo relativo a:*
 1. *Descubrimiento de nuevos yacimientos de arte rupestre.*
 2. *Intervenciones en yacimientos.*
 3. *Investigación.*
 4. *Puesta en valor de los principales conjuntos.*
 5. *Exposiciones.*
 6. *Agresiones y sanciones.*
 7. *Reuniones y congresos.*
 8. *Propuestas.*

⁵⁵ *Ídem.*

Una vez constituido el consejo, como una de sus expectativas en cuanto a la divulgación del arte rupestre, propone la edición de una revista "*Panel*"⁵⁶, de publicación anual, de la que tan sólo se llegaría a editar un primer número. En este único ejemplar se informaba de la gestión y últimos descubrimientos de arte rupestre en cada una de las comunidades autónomas y de la exposición itinerante "*Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica*" (Figura 15), en la cual se mostraban los conjuntos más significativos de cada una de ellas.



Figura 15. Exposición itinerante del *Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica*. Muestra organizada por el Consejo de Arte Rupestre que inició su recorrido en el Museo Provincial de Jaén el 22 de abril de 1999.

Imagen extraída de la revista *Panel* 1, p. 18.

Además, se incluían varios estudios, como los llevados a cabo en las *Cuevas de Doña Trinidad* (Ardales-Málaga) y de *Los Letreros* (Vélez-Blanco, Almería) en el cual se realizaron estudios de los procesos de alteración de las rocas⁵⁷, e investigaciones enfocadas hacia la datación de arte rupestre como los realizados en la

⁵⁶ Para mayor información consultar. *PANEL 1*. Revista de arte rupestre. Sevilla: Ed. Servicio de Estudios y Publicaciones Consejería de Cultura. Junta de Andalucía, 2001. p 137.

⁵⁷ SÁIZ JIMÉNEZ, C. Estudio de los procesos de alteración de las rocas y pinturas rupestres de la cueva de Doña Trinidad (Ardales-Málaga) y abrigo de Los Letreros (Vélez-Blanco, Almería). En *PANEL 1*. Revista de arte rupestre. Sevilla: Ed. Servicio de Estudios y Publicaciones Consejería de Cultura. Junta de Andalucía, 2001. pp. 86-91.

Cueva de la Pileta (Málaga-Andalucía)⁵⁸. También se hace referencia a recensiones de monografías y a la bibliografía especializada sobre arte rupestre en este ámbito territorial entre 1998 y el año 2000⁵⁹. Esta iniciativa impulsa a otras instituciones culturales, diputaciones provinciales y comunidades autónomas, a continuar con la publicación de revistas de investigación que versaban sobre el tema. Ese mismo año la Diputación General de Aragón crea, bajo la dirección de A. Beltrán, un Centro de Arte Rupestre, a través del cual se publicará el *Boletín de Arte Rupestre de Aragón* (BARA), revista que como su predecesora *Panel*, pronto finalizó su trayectoria, ya que tan sólo se llegaron a editar cuatro volúmenes.

Pasados más de 17 años de la declaración de Patrimonio Mundial, la investigación de arte rupestre aún carece de una base de datos en la cual se recojan todos los aspectos obtenidos en las investigaciones que durante años se han llevado de manera individualizada. En un principio, y tras la declaración de Patrimonio de la Humanidad, este era uno de los propósitos a realizar; pero analizando la situación en la actualidad se aprecia que los objetivos marcados en su día están lejos de ser alcanzados.

A pesar de ello cabe hacer referencia a la existencia del llamado “*Archivo de Arte Rupestre*” o “*Corpus de pintura Rupestre Levantina*” (CARL), dependiente del Departamento de Historia del Centro de Estudios del CSIC, también conocido como *Archivo Gil Carles* (Saura: 2012). F. Gil Carles llevó a cabo la documentación fotográfica de 150 conjuntos, algunos de ellos inéditos hasta aquel momento. Gil Carles realizó instantáneas de cada figura representada, de los paneles completos y de la situación que ocupaban en el paisaje los 150 conjuntos en los que trabajó. Además, experimentó con el uso de diversos filtros, con el objetivo de contrastar la máxima fiabilidad cromática del pigmento sobre la roca. Este registro de arte rupestre se realizó siguiendo un mismo protocolo y criterio de actuación, estableciendo así la normalización y el protocolo de actuación que toda documentación fotográfica debía

⁵⁸ SANCHISDRÍAN TORTI, J. L. & VALLADAS, H. Dataciones numéricas del arte rupestre de la Cueva de La Pileta (Málaga, Andalucía). En *PANEL 1*. Revista de arte rupestre. Sevilla: Ed. Servicio de Estudios y Publicaciones Consejería de Cultura. Junta de Andalucía, 2001. pp. 104-105.

⁵⁹ HÉRNANDEZ PÉREZ, M. S. Arte rupestre postpaleolítico en el Arco Mediterráneo de la Península Ibérica. Balance de 10 años de descubrimientos y estudios. En *El arte rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica: 10 años en la lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO: Actas IV Congreso: (Valencia, 3, 4 y 5 de diciembre de 2008)*. Generalitat Valenciana, 2009. pp. 59-79.

seguir dentro de este campo. El protocolo o “normas” marcadas por Gil Carles, hoy día, siguen vigentes como método para documentar pintura rupestre. EL CARL ha sido inventariado, conservado, digitalizado y divulgado en Internet⁶⁰ por el equipo del Dpto. de Prehistoria del Instituto de Historia del CSIC.

Otro frente de actuación que surge a partir de la declaración de Patrimonio Mundial, es la puesta en valor de los yacimientos con arte rupestre. Este hecho obliga que aquellos sitios que quieren ser reconocidos como Patrimonio Mundial tienen que ser accesibles a la sociedad para que ésta pueda hacer uso y disfrute de los mismos. En 1997, con anterioridad a la declaración de Patrimonio Mundial, ya se habían creado los Parques Culturales en Aragón, que tenían al arte rupestre como elemento estructural, y que contaron con soporte jurídico propio tras la promulgación de la Ley de parques Culturales. Los primeros parques que se crearon fueron los de Albarracín (Teruel) y Río Vero (Huesca), posteriormente se crearon el de la Valltorta-Gassulla situado en la comarca del Maestrat (Tírig-Castellón), el de Villar del Humo (Cuenca) o el de Nerpio (Albacete).

También se crearon espacios museísticos, cuya misión es aproximar al público aquellos yacimientos que debido a su difícil acceso no pueden ser visitados. Estos espacios expositivos aportan la información básica para acercar al visitante a la Prehistoria. De entre los dedicados al arte rupestre Postpaleolítico, destacan instituciones como: el Museu de la Valltorta (Castellón); el Centro de Arte Rupestre de Cabeza del Buey (Badajoz); el centro de Montblanc (Tarragona); y el Centro de Arte Rupestre de Moratalla (Murcia). Entre ellos, tan sólo el Museo de la Valltorta lleva a cabo proyectos de estudio e investigación.

En el caso del Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla, el proyecto de su creación fue presentado en 1983, tras asumir la Generalitat Valenciana las competencias autonómicas en gestión de patrimonio. Este proyecto fue diseñado desde los Servicios Territoriales de la Conselleria de Cultura en Castellón y con él se pretendía un doble objetivo: Proteger el Barranc de la Valltorta, uno de los lugares más ricos en manifestaciones rupestres de toda la Comunidad Autónoma, e incentivar el desarrollo local mediante el turismo cultural. El Parque Cultural afecta a diversas

⁶⁰ Para mayor información consultar [en línea] disponible en Web: <http://www.prehistoria.ih.csic.es>. [Consultada: 18 mayo 2015].

comarcas de la provincia de Castellón como son L'Alt Maestrat, Els Ports y La Plana Alta, que engloban en dicho territorio a ocho municipios que poseen en sus términos municipales un valioso patrimonio de arte rupestre. Estos son: Tírig, Ares del Mestre, Morella, Catí, Les Coves de Vinromà, Albocàsser, Vilar de Canes y Benassal. La extensión del complejo Cultural Valltorta es de 82,3 Km⁶¹, territorio que alberga más de 300 lugares inscritos como Bienes de Interés Cultural (BIC).

En la primera mitad del año 1984 se esbozó el proyecto que contenía las actuaciones a realizar en el complejo de la Valltorta, redactado por el técnico de los Servicios Territoriales de Castellón, J. L. Constante Lluch. El proyecto estuvo marcado por la interdisciplinariedad, con la intención de hacer converger la labor realizada por las diversas instituciones implicadas (Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA), Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo (IRYDA); Conserjerías de Agricultura y Ayuntamientos). El equipo de trabajo estaba formado por Ramón Viñas, como especialista en arte rupestre, Arturo Zaragoza como arquitecto y Juan L. Constante, como geógrafo⁶².

Todos estos bienes y espacios de interés cultural citados, fueron declarados BIC por la disposición adicional de la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano. Además de obtener la declaración de Patrimonio Mundial por la UNESCO desde el 2 de diciembre de 1998, se contemplan en el caso *1.1. Cuevas, abrigos y rocas con manifestaciones de arte rupestre*.

En 1998 coincidiendo con la declaración del Arte Rupestre del Arco Mediterráneo como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, y con motivo de la vulnerabilidad que sufren los abrigos con pinturas levantinas, surge el proyecto de investigación⁶³ "Arte Rupestre Levantino y Ocupación Humana en la Prehistoria de la Valltorta-Gassulla", dirigido por el catedrático V. Villaverde de la Universidad de Valencia, que incluye la aplicación de nuevas tecnologías aplicadas en los procesos de documentación y calco de estos yacimientos arqueológicos. Una apuesta por la

⁶¹ Para mayor información consultar la publicación en prensa del artículo: RIOS, S. El parque cultural Valltorta logra el BIC tras 17 años de reivindicaciones. En *EL Periódico Mediterráneo de Castellón*, el martes 24 de febrero de 2015. pp. 2-3.

⁶² MARTÍNEZ VALLE, R. El parque cultural de Valltorta-Gassulla (Castellón). En *Trabajos de prehistoria*, Vol. 57, nº 2. 2000. pp. 65-76.

⁶³ LÓPEZ MONTALVO, E. Imágenes en la roca: del calco directo a la era digital en el registro gráfico del arte rupestre levantino. *CLIO-Serie Arqueológica, Recife*, Vol. 25, nº 1. 2010. pp. 153-190.

integración de nuevas tecnologías y de los avances que en ese momento se estaban produciendo en el campo del tratamiento y digitalización de la imagen fotográfica, que cuenta con un antecedente en otro equipo de investigadores liderado por J. M. Vicent García⁶⁴ (Madrid) y se consolida en los estudios de arte Levantino por el grupo de trabajo de la UV. Con este proyecto surgió el diseño de una nueva metodología de documentación cuya peculiaridad radicaba en la unión de dos conceptos fundamentales como son: el rigor en la documentación generada y el respeto por la integridad tanto del pigmento como del soporte. A partir de esta nueva metodología de actuación en la documentación y el estudio del arte rupestre (en los que el soporte pictórico no se manipulan directamente debido a la aplicación de la digitalización en la fotografía), se procede con el inicio en ese mismo año de los primeros trabajos de conservación preventiva e intervenciones directas sobre paneles decorados que se realizaron bajo la dirección del Museo de la Valltorta (Guillamet, E. & Chillida, J.: 1998).

En 1999, mediante Convenio con el Organismo Público Valenciano de Investigación (OPIVI) y la Conselleria de Cultura Educació i Ciència, se constituye el Instituto de Arte Rupestre (IAR)⁶⁵, con sede en el Museo de la Valltorta (Tírig-Castellón).

El primer objetivo planteado por el IAR era garantizar la conservación del arte rupestre. Para conseguirlo necesitó la participación de especialistas de distintas especialidades, además de establecer relaciones con investigadores de otros centros nacionales y extranjeros, con el fin de obtener mayor fluidez e interacción en la investigación. Otro objetivo planteado era fomentar su estudio como manifestación cultural prehistórica, para ello se debía promover la realización de proyectos de investigación, con la finalidad de garantizar la comprensión del arte rupestre, de las

⁶⁴ VICENT GARCÍA, J. M.; MONTERO RUIZ, I.; RODRÍGUEZ ALCALDE, Á. L.; MARTÍNEZ NAVARRETE, M^a I. & CHAPA BRUNET, T. Aplicación de la imagen multispectral al estudio y conservación del arte rupestre postpaleolítico. En *Trabajos de Prehistoria*, Vol. 53, nº 2, 1996. pp. 19-35.

VICENT GARCÍA, J. M.; RODRÍGUEZ ALCALDE, Á. L.; CRUZ BERROCAL, M^a; MONTERO RUIZ, I.; MARTÍNEZ NAVARRETE, M^a I. & CHAPA BRUNET, T. Documentación del arte rupestre levantino. Actuaciones del Departamento de Prehistoria del CSIC. En *Revista de Arqueología*, Vol. 20, nº 218, 1999. pp. 14-22.

VICENT GARCÍA, J. M.; CRUZ BERROCAL, M^a; RODRÍGUEZ ALCALDE, Á. L. & MONTERO RUIZ, I. El Corpus de Pintura Rupestre Levantina y las nuevas tecnologías de la información. En *Arkeos*, nº 7, 2000a. pp. 35-54.

⁶⁵ Para mayor información consultar [en línea] disponible en Web: <http://www.sindicom.gva.es>. [Consultada: 16 mayo 2015].

sociedades que lo crearon y de su significado. Un aspecto esencial de este objetivo, era generar una documentación óptima, ya que en el arte rupestre constituye el primer paso para avalar su preservación. El *Instituto de Arte Rupestre* (IAR) inició la creación de un Centro de Documentación de Arte Rupestre Mediterráneo, en el que se integraban el archivo fotográfico Gil-Carles y la documentación (calcos, fotografías, descripciones...) generada en el estudio de los conjuntos de la Comunidad Valenciana. Este banco de datos se completaba con la creación de una biblioteca especializada⁶⁶ con sede en el museo de la Valltorta, pero en la actualidad no hay constancia de que se albergue tal documentación en su archivo. Tan sólo en un año, desde su creación, el IAR promovió y/o participó en proyectos tales como:

- *Estudio del poblamiento prehistórico en la cuenca del Río San Miguel.*
- *Poblamiento prehistórico y manifestaciones rupestres en la cuenca del Río Escalona; el barranco Moreno de Bicorp.*
- *Corpus de grabados rupestre de la Comunidad Valenciana.*

A nivel europeo surge una nueva iniciativa: la Red de Primeros Pobladores y Arte Rupestre Prehistórico (REPPARP). Desde 2002, varias regiones del sudoeste de Europa, a través de este proyecto realizan actividades de estudio, de difusión socio-cultural y de formación, con el objetivo de crear un modelo de conservación y difusión del Patrimonio Arqueológico y Rupestre de las Áreas geográficas implicadas⁶⁷.

⁶⁶ Para mayor información consultar: MARTÍNEZ VALLE, R. Intervenciones preventivas, conservación y difusión del arte rupestre en la Comunidad Valenciana. En *Panel 1*. Revista de arte rupestre. Sevilla: Ed. Servicio de Estudios y Publicaciones Consejería de Cultura. Junta de Andalucía, 2001. pp. 70-83.

Sin embargo investigadores del arte rupestre, mantienen que la documentación fotográfica se encuentra depositada en el archivo del Museo de la Valltorta de Tírig, disponible para estudios científicos, para mayor información consultar: BALLESTER CASAN, L. "Conservación de las pinturas rupestres del Levante Español". Tesis doctoral inédita. Universidad Politécnica de Valencia UPV. p. 189.

DOMINGO SANZ, I. Técnica y ejecución de la figura en el arte rupestre levantino: hacia una definición actualizada del concepto de estilo: validez y limitaciones, Valencia, 2004. Tesis Doctoral, Universitat de València. p. 128.

CALATAYUD GUILLEM, P. M. La Roca dels Ermitans: un nuevo abrigo con arte rupestre levantino en el Parc Cultural Valltorta-Gasulla. En *LVCENTVM*, XIX-XX, Anales de la Universidad de Alicante, Prehistoria, Arqueología e Historia Antigua, 2000-2001. p. 7.

Estos autores mantienen que se ha consultado la documentación gráfica y fotográfica en los fondos de archivo de Museo de la Valltorta (Tírig-Castellón).

⁶⁷ MATEO SAURA, M. Á. Estudio bibliométrico de la producción científica sobre la pintura rupestre postpaleolítica en España. Arte levantino y pintura esquemática (1907-2010) Tesis doctoral inédita Universidad de Murcia. Departamento de Prehistoria, Arqueología, Historia Antigua e Historia Medieval. 2013. p. 315.

Nuevos enfoques en el estudio del arte rupestre en cuanto a la conservación preventiva y documentación aparecen a comienzos de la primera década del 2000. Con el uso de las cámaras fotográficas digitales, aspectos tales como la calidad y resolución experimentan una mejora considerable, que van acompañados de una sensible reducción del coste económico. La UNESCO recomienda este método de documentación digitalizada porque supone un bajo riesgo en la degradación tanto del pigmento como del soporte, siendo de obligado cumplimiento dentro de las políticas patrimoniales de los distintos gobiernos autonómicos del Estado español.

En el Museo del Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla⁶⁸ se inició en 2009 un proyecto de investigación “*El Arte Rupestre del Parque de la Valltorta-Gassulla y zona Norte de Castellón 2009-2012*”, llevado a cabo en colaboración con el *Institut de Paleoecologia Humana i Evolució Social* de la Universitat de Tarragona (IPHES), en dicho proyecto se realizó el diseño y puesta en práctica de una de una metodología de restitución digital de la documentación generada en abrigos rupestres, adaptándola a las necesidades particulares de conservación que estos enclaves presentan. Un estudio que abarcaría los conjuntos de arte rupestre del territorio comprendido entre la Valltorta-Gassulla y la zona Norte de Castellón. Estos trabajos aportaron nuevos calcos digitales de los murales para su conocimiento y análisis. A su vez, este proyecto estaba vinculado a otro proyecto de investigación dirigido desde el Departamento de Química de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), centrado en el análisis de los componentes de las pinturas rupestres, mediante el sistema RAMAN portátil, y en la datación radiocarbónica de las pinturas por medio del carbono 14 (¹⁴C AMS)⁶⁹, a través de análisis de las capas de oxalatos de calcio existentes sobre los soportes con manifestaciones pictóricas.

En los últimos años el campo de la fotogrametría y el escaneo en 3D han experimentado grandes progresos que han sido aplicados a la documentación de

⁶⁸ FERNÁNDEZ-DELGADO, I. El Museo de la Valltorta. Las Huellas de los Dueños de la Historia. *Abante*. Revista de Patrimonio Cultural Valenciano, nº 2, ed.: Dirección General de Patrimonio Cultural Valenciano. Valencia, 2010. pp. 20-25.

⁶⁹ Para mayor información consultar el artículo: RUIZ LÓPEZ, J. F.; ROWE, M. W.; HERNÁNDEZ GISMERO, A.; GAVIRA VALLEJO, J. M.; VIÑAS VALLVERDÚ, R. & RUBIO MORA, A. Cronología del arte rupestre Postpaleolítico y datación absoluta de pátinas de oxalato cálcico: primeras experiencias en Castilla-La Mancha (2004-2007). En *El arte rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica: 10 años en la lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO: Actas IV Congreso*:(Valencia, 3, 4 y 5 de diciembre de 2008). Generalitat Valenciana, 2009. pp. 303-316.

pintura rupestre, mediante los cuales se pretende evitar las distorsiones que genera el soporte al tratarse de superficies tridimensionales e irregulares, estas tecnologías ofrecen la posibilidad de sortear esta problemática. Como ejemplo se encuentra el llevado a cabo por la Generalitat Valenciana junto con la Universitat Politècnica de València dentro del proyecto el “*Arte Rupestre Levantino en la Valltorta-Gassulla: una ventana abierta al pasado*”⁷⁰.

El impulso del estudio del arte rupestre también genera relaciones intercomunitarias, como se aprecia en los proyectos de investigación financiados por el Ministerio de Cultura español y la UNESCO, como ARAMPI⁷¹, desarrollado durante los años 2012-2013 y cuya temática dedica al desarrollo sostenible del Arte Rupestre del Arco mediterráneo de la Península Ibérica. En él participan las localidades de Almansa (Castilla-La Mancha), y los municipios de Alpera y Ayora (Comunidad de Valencia).

En cuanto a la Comunidad Valencia, no será hasta agosto de 2013 cuando A. Fabra, Presidente de la Generalitat, tras presidir la firma del convenio del Plan de Dinamización Turístico-cultural de la Valltorta-Gassulla, con intención de conservar y potenciar las pinturas rupestres del interior de la provincia de Castellón, se inicie el trámite de la incoación como Bien de Interés Cultural (BIC) del Parque Cultural Valltorta-Gassulla (Figura 17), siendo el primero de esta categoría en la Comunidad Valenciana. La incoación aprobada el 25 de febrero del 2015 se publica el 16 de marzo del mismo año en el Diario Oficial de la Comunidad Valenciana (DOCV)⁷².

Entre los bienes y espacios que integran en el parque cultural se distinguen⁷³:

1. *Bienes de interés cultural:*

- 1.1. *Cuevas, abrigos y rocas con manifestaciones de arte rupestre (ver Anexo II).*
- 1.2. *Edificios militares (castillos, ciudades amuralladas, edificios agrícolas o residenciales fortificados torres defensivas).*

⁷⁰ LÓPEZ MONTALVO, E. *Op. cit.* 2010. Investigación desarrollada dentro del proyecto “Prometeo”, llevada a cabo entre 2008-2011.

⁷¹ Para mayor información consultar [en línea] disponible en Web: <http://www.arampi.es>. [Consulta: 18 mayo 2015].

⁷² Para mayor información consultar el Diario Oficial de la Comunidad Valenciana (DOCV), nº 7486, del 16 de marzo de 2015, pp. 8040-8095.

⁷³ Para mayor información consultar el Diario Oficial de la Comunidad Valenciana (DOCV), nº 7486, del 16 de marzo de 2015, pp. 8040-8095.

- 1.3. Edificios industriales (molinos).
- 1.4. Peirons (cruces de término).
2. Bienes de relevancia local:
 - 2.1. Declarados.
 - 2.2. Genéricos.
 - 2.3. Espacios de protección arqueológica (ver Anexo II).
3. Áreas de vigilancia arqueológica (ver Anexo II).
4. Bienes etnológicos inventariados.
5. Vías pecuarias.
6. Espacios naturales protegidos.
 - 6.1. Lugares de interés comunitario (LIC).
 - 6.2. Parajes naturales municipales.
 - 6.3. Microreservas vegetales.
 - 6.4. Cuevas catalogadas (ver Anexo II).



Figura 16. Alcaldes de los municipios integrados dentro del Parque Cultural Valltorta-Gassulla, junto con: M^a J. Catalá Verdet (Consellera de Educación, Cultura y Deporte) y J. Casabó [Director del Museu de la Valltorta (Tírig-Castellón)]. Tras la firma del convenio colaborador con dichos municipios y la Diputación, para poner en valor las pinturas rupestres del interior de la provincia de Castellón. 24 de Febrero de 2015.

Imagen extraída de: *El Periódico Mediterráneo de Castellón*, martes 24 de Febrero de 2015. p. 2.

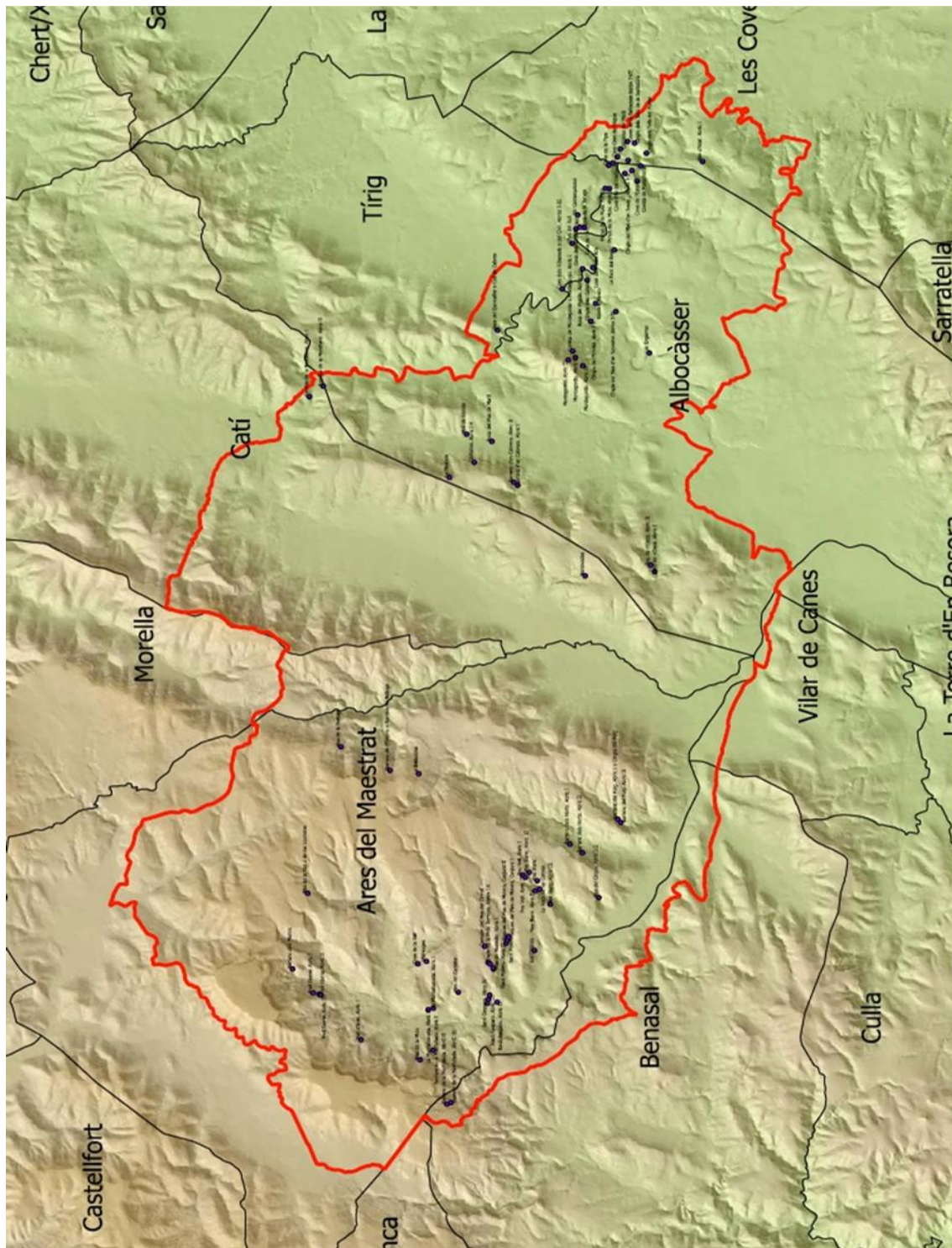


Figura 17. Plano de la delimitación territorial que ocupa el Parque Cultural de la Vallorta-Gassulla (Castellón), en el que se muestra las diferentes ubicaciones de abrigos que poseen arte rupestre.

Imagen extraída del Diario Oficial de la Comunidad Valenciana (DOCV), nº 7486. p. 8074. Publicado el 16 de marzo de 2015.

5. ARTE RUPESTRE LEVANTINO EN LA COMUNIDAD VALENCIANA.

5. ARTE RUPESTRE LEVANTINO EN LA COMUNIDAD VALENCIANA.

Como anteriormente se ha citado, la gran controversia del Arte Levantino a lo largo de la historia ha sido sin duda la cronología. El Arte Levantino se encuentra cronológicamente situado en el Neolítico. Este periodo representa un cambio en el modo de vida de las sociedades prehistóricas. Alrededor del año 5000 a.C.⁷⁴ aparecen en el Mediterráneo occidental las primeras comunidades humanas caracterizadas por poseer una economía agrícola y ganadera, además de ser sedentarios, y desarrollar nuevas tecnologías como el pulimento de la piedra y la cerámica. En la Comunidad Valenciana, la neolización está plasmada en la cerámica impresa conocida por los restos encontrados en los yacimientos de la *Cova de l'Or* (Beniarrés-Alicante) y la *Cova de la Sarsa* (Bocairent-Valencia). En ambas se han encontrado las pruebas indudables de una actividad agrícola y ganadera en nuestras tierras. Se encontraron testimonios de cultivo de trigo y cebada, así como de la domesticación de algunos animales, como quedó testimoniado por las fechas proporcionadas por el C-14 obtenida con muestras de la *Cova de l'Or*. Los estudios de los restos vegetales, de la fauna y malacofauna, la tecnología cerámica, la industria lítica y ósea, realizada en 1985, aporta valiosa información sobre la manera de vivir de estos agricultores y ganaderos. La secuencia estratigráfica de la *Cova de l'Or* resume la evolución del Neolítico valenciano. La primera ocupación corresponde al Neolítico antiguo y una segunda etapa situada en el Neolítico medio⁷⁵.

Además de las superposiciones cromáticas de varios motivos levantinos sobre otras tantas figuras del estilo Macroesquemático, como se puede apreciar en el panel 2 del abrigo I de *La Sarga* (Alcoy-Alicante), en el *Barranco de Benialí* se observa una figura levantina ocupa parcialmente el espacio dejado por un desprendimiento de la roca que ha destruido un motivo serpentiforme Macroesquemático. Estos son algunos casos que han valido para otorgar una cronología neolítica a la pintura levantina⁷⁶.

⁷⁴ PLA BALLESTER, E. Estado actual del conocimiento de la Prehistoria en el País Valenciano. En *ZEPHYRVS*, XXXVII-XXXVIII, 1984–85. pp. 10-11.

⁷⁵ Para mayor información consultar: MARTÍ OLIVER, B. La Cova de l'Or (Beniarrés-Alicante). En *SAGVNTUM*. Papeles del laboratorio de arqueología de Valencia, extra-12. Las primeras producciones cerámicas: El VI milenio CAL AC en la Península Ibérica. Ed. Universitat de València. Facultat de Geografia i Història. Departament de Prehistòria i d'Arqueologia, 2001. p. 183.

El Arte Levantino se ubica principalmente en abrigos o cavidades situadas al aire libre. Aunque no puede ser considerado un rasgo exclusivo de este estilo ya que existen otras manifestaciones artísticas que también han utilizado estos soportes para plasmar sus representaciones, como sucede con el Arte Macroesquemático y Esquemático.

Desde el punto de vista compositivo la pintura rupestre levantina posee un carácter narrativo, además se identifica por ser un arte naturalista que sirve de vehículo de expresión para representar escenas de la vida cotidiana, e incluso, se le considera un marcador territorial de estas sociedades de la prehistoria. Pero este naturalismo, varía considerablemente, ya que las representaciones de figuras humanas levantinas pueden ir desde: figuras muy proporcionadas, hasta representaciones en las que se exageran de forma intencionada ciertas partes anatómicas (Domingo, I: 2005. p. 58). Ya en 1935, J. B. Porcar desde su faceta de pintor junto con los investigadores Obermaier y Wernert, realizan un estudio desde el punto de vista estilístico en el cual analizan las figuras representadas atendiendo a aspectos técnicos, temáticos, compositivos y de forma, que les permitieron establecer una secuencialización en diversas etapas de ejecución de las pinturas rupestres. El análisis que J. B. Porcar realiza sobre la figura humana en cuanto a la forma y proporciones, estudia la mecánica articular anatómica que confiere a los individuos dinamismo, además del estudio del modelado anatómico, y el tamaño, todas estas variantes le sirven para establecer una propuesta tipológica de la figura humana. Estudios más recientes sobre la tipología de las representaciones humanas existentes en el arte rupestre, intentan dar una sucesión cronológica y distribución geográfica de las mismas (Utrilla, P & Martínez Bea, M.: 2007).

El Arte Levantino se considera muy dinámico, pero este factor irá en relación con escenas representadas, ya que dentro de este estilo se pueden encontrar escenas carentes de animación, en actitudes más estáticas, característica que en un principio se consideró como rasgo identificativo propio del Arte Paleolítico. En el Arte Levantino se plasman escenas de temática muy variada. Entre las que se encuentran escenas de danza, ejecuciones rituales, enfrentamientos bélicos, recolecciones de miel o de

⁷⁶ MATEO SAURA, M. A. En la controversia de la cronología del arte rupestre levantino. En *Cuadernos de arte rupestre*, nº 2. 2005. p. 143.

frutos, escenas de vida íntima y familiar. Pero las más numerosas son las escenas de caza, donde los cazadores con sus arcos disparan flechas a diversidad de animales, entre ellos jabalíes, ciervos, bóvidos, équidos o suidos, etc. Aunque se encuentran escenas en las que grupos de hombres disparan contra otros, estas demuestran que también existían conflictos bélicos entre ellos, e incluso existen representaciones en las que aparecen personas con flechas clavadas en su cuerpo, pudiendo apuntar a que existían ejecuciones. Los autores de este arte vivían en una sociedad de cazadores-recolectores que a través de la pintura representaban aquellas escenas con contenido social y simbólico, que va más allá de ser un mero reflejo de sus modos de vida⁷⁷.

En 1982, R. Viñas realiza un estudio en el núcleo de la Valltorta sobre las proporciones anatómicas y el grado de naturalismo en las representaciones⁷⁸. Movido por la necesidad de regionalizar estilísticamente estas representaciones, y con la finalidad de delimitar sus variantes. R. Viñas, llega a establecer una clasificación figurativa basada en la proporción del tamaño de la cabeza con respecto al cuerpo. Pero existen numerosas propuestas evolutivas en relación al análisis formal de las figuras representadas. Iniciándose con Obermaier y Wernert en 1919 (que establecen cuatro tipos). Las propuestas planteadas por Hernández-Pacheco en 1924, vienen seguidas del planteamiento de Porcar en 1935, Jordà y Alcácer en 1951, Pericot en 1974, Ripoll en 1977, Blasco en 1981, Beltrán en 1986, Viñas en 1988, Galiana en 1992, Alonso y Grimal en 1996, Soria y López en 1999. Como se puede comprobar a lo largo de la historia, cada investigador ha establecido una propuesta evolutiva diferente. La conclusión de estos estudios es que no se puede determinar una secuencialización evolutiva globalizada, sino que existe diversidad de variantes según las regiones.

En cuanto al proceso técnico utilizado para realizar las pinturas, se investiga y aborda desde las distintas fases el aprovisionamiento de las materias primas (pinceles, pigmentos y aglutinantes), la elaboración de útiles (pinceles y pigmentos), la selección

⁷⁷ RUIZ LÓPEZ, J. F. Cazadores y presas: simbolismo e interpretación social de las actividades cinegéticas en el arte levantino. En *ARQUEOBIOS*, Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas, Vol. 1, nº 3. 2009. pp. 104-126.

⁷⁸ VIÑAS, R. Arte rupestre, La Valltorta y su conjunto rupestre. En: *La Valltorta, Arte rupestre del levante Español*. Edicions Castell. Barcelona, 1982. pp. 82-165.

y preparación de los soportes, la elección de los colores y la de la técnica de representación (grabado o pintura)⁷⁹.

El Arte Levantino se caracteriza por tratarse de un arte parietal realizado directamente sobre la roca sin preparación previa, aunque algunos autores mantienen la existencia de una fase preparatoria del soporte, entendida como la aplicación de un tratamiento previo a modo de acondicionamiento de la superficie (Domingo, I.: 2005. p. 88). Este tratamiento previo podría abarcar diferentes actuaciones, tales como: el raspado del soporte para conseguir una superficie más lisa; el raspado de figuras anteriores con el objetivo de borrar dichas figuras para plasmar las nuevas representaciones; e incluso la aplicación de algún tipo de materia como pintura, barro, etc. sobre el cual ejecutar las nuevas figuraciones⁸⁰. Otros autores corroboran la presencia de una posible preparación, como J. B. Porcar o N. Mesado, quienes señalan la presencia de una coloración rosácea infrapuesta entre determinadas representaciones a modo de preparación⁸¹.

Las representaciones casi siempre son monocromas, a excepción de alguna figura polícroma. Pero la naturaleza de los soportes para la realización de las pinturas, es indiferente; aunque predominan los soportes calcáreos también se utilizaron los soportes de arenisca como el rodano. Se aprovechan las características geológicas de cada emplazamiento, indistintamente de la composición mineralógica de las rocas, es más, sus irregularidades forman parte de su estructura, es decir, el relieve es aprovechado e integrado en las composiciones llegando a formar parte de los volúmenes de las representaciones y sirviendo de encuadre de algunas escenas, de modo que éste influirá en la lectura de las escenas representadas.

Entre las técnicas utilizadas se determinan, la sustracción o eliminación de materia (pertenecientes a este grupo son los grabados) y la técnica de adición (relacionada con la pintura).

⁷⁹ Para mayor información consultar: DOMINGO SANZ, I. *Técnica y ejecución de la figura en el arte rupestre levantino: hacia una definición actualizada del concepto de estilo: validez y limitaciones*, Valencia, 2005. Tesis Doctoral, Universitat de València. p. 91. A su vez referencia a Sanchidrián, en su *Manual de Arte Prehistórico* (Sanchidrián, 2001: p. 206), el cual hace referencia a una clasificación de las técnicas de ejecución del arte rupestre prehistórico, también denominados géneros artísticos (Delporte: 1982. p. 244).

⁸⁰ Para mayor información consultar: DOMINGO SANZ, I. *Técnica y ejecución de la figura en el arte rupestre levantino: hacia una definición actualizada del concepto de estilo: validez y limitaciones*, Valencia, Tesis Doctoral, 2005. Universitat de València. pp. 86-87.

⁸¹ *Ídem*. La autora hace referencia a los autores (Porcar, J. B.:1964. p. 162) y (Mesado, N.: 1989. p. 33).

En la técnica aditiva cobra gran relevancia la elaboración de los pigmentos, barajándose en la actualidad dos hipótesis sobre las formas de aprovisionamiento: una que afirma la posibilidad de realizar intercambio de ciertos ocres entre diferentes comunidades y la otra que incide en la existencia de una explotación minera cercana que servía de abastecimiento. En cuanto a la explotación minera se generan teorías sobre la extracción de ciertos materiales colorantes (Domingo, I.: 2005. p. 95). A través del estudio y análisis de los pigmentos parietales de un territorio, se pueden establecer comparaciones con los afloramientos naturales de minerales colorantes cercanos. Al extraer los compuestos químicos particulares del yacimiento, se puede determinar si existe coincidencia con los elementos y compuestos químicos de los pigmentos empleados en la elaboración de las pinturas⁸², sólo de este modo se puede saber si estos provienen o no de las minas cercanas.

Los colores utilizados en los conjuntos de Arte Rupestre Levantino son el rojo, negro y el blanco. De ellos, el más utilizado es el rojo, que se encuentra en diversidad de tonalidades, desde más claras y rosáceas a tonos oscuros casi violáceos. Estas tonalidades dependerán de la materia colorante empleada. Los pigmentos rojos son los mejor conservados frente a los negros y blancos. La referencia a su tonalidad es importante, ya que en cuanto a estudios pictóricos, se sabe que ésta define las características químicas del pigmento incluso lo describe, es por ello un factor significativo, ya que cuando nos referimos a un pigmento se puede ofrecer información básica y trascendental, definiendo no sólo su composición química. Es decir, no es equivalente definir un color o pigmento como “rojo” que describirlo como “minio”. Por ello, tales precisiones pueden generar confusión a la hora de clasificar la identificación de un pigmento, ya que diferentes factores pueden alterar la tonalidad y composición del pigmento.

A pesar de ser bastante estables, los pigmentos minerales naturales, tienden a oxidarse en ambientes que lo favorezcan, como en los abrigos al aire libre, donde la

⁸² La espectroscopía Raman, estudia los modos vibracionales de las moléculas, lo que permite distinguir compuestos de idéntica composición elemental (como los diferentes óxidos de hierro) y por lo tanto identificar pigmentos inequívocamente. Para evitar la degradación de muestras fotosensibles, la potencia del láser sobre la muestra se debe mantener siempre por debajo de 20mW, mediante filtros de densidad neutral. Se comienza el análisis con la menor potencia disponible, que va aumentándose progresivamente si es necesario. El tiempo medio de adquisición de los espectros oscila entre 60-240 segundos, con acumulaciones de scans para mejorar la relación señal/ruido cuando se necesite.

presencia de luz y calor denotan un ambiente oxidante. Otras variaciones químicas que actúan sobre los mismos son: el ahumado, las pátinas, o la calcificación⁸³ de la superficie.

Como es sabido, en el Paleolítico surgen las primeras manifestaciones artísticas. Hasta la fecha se conoce que los pigmentos utilizados eran de origen natural, y mayoritariamente, de naturaleza inorgánica. El estudio de los pigmentos artísticos siempre ha sido una materia compleja, dada la variedad y complicación de las mezclas observadas. Fundamentalmente se tiende a generalizar y afirmar que en periodo Paleolítico se trabaja con ocre rojo [hematites (Fe_2O_3)], ocre amarillo [goethita ($\text{FeO}(\text{OH})$)], negro carbón y calcita (CaCO_3). Y que la paleta artística prehistórica, se amplía y se aprecian nuevas incorporaciones de pigmentos en periodo Neolítico.

Centrándose en el Arte Levantino, son varias las menciones referidas al análisis de los pigmentos. Probablemente la naturaleza micro-destructiva de la mayoría de los métodos de análisis químicos haya sido un motivo suficiente para paralizar y controlar este tipo de pruebas. No obstante, la puesta a punto de equipamientos portátiles está empezando a permitir la obtención de esta información sin afeción al patrimonio.

Las primeras alusiones referidas al análisis químico-espectrográfico aplicado a pigmentos proceden de la Valltorta (Tírig-Castellón) y de la *Cova Remígia* (Ares del Maestre-Castellón), fueron de la mano H. Obermaier en 1938 (Domingo, I.: 2005. p. 99). En este estudio, la analítica fue realizada por los doctores Estoia y Treib de Berlín, quienes pudieron determinar que el color estaba muy fosilizado y formaba parte de la roca. Posteriormente E. Ripoll (1961: p. 35) publica sus investigaciones realizadas en varios abrigos: de *Santolea* (Teruel), *La Vacada* (Castellote-Teruel), *El Toro* y *El Arquero del Pudial* (Ladruñán-Teruel), aunque no pertenezcan al conjunto de Gassulla-Valltorta, son interesantes, ya que en estas investigaciones se recogen los análisis espectrográficos realizados por el doctor Codina a un fragmento del conjunto de La Vacada. En la roca soporte se encontraron silicio (Si), calcio [estroncio (Sr) y bario

⁸³ Como se ha comentado anteriormente, hay diversidad de opinión entre los investigadores y estudiosos de la materia, ya que se encuentran aquellos que determinan que las pátinas, bien sean oxalatos o carbonatos, son estratos beneficiosos para la conservación de la pintura rupestre, y estudiosos que clasifican a éste tipo de estratos, como un agente perjudicial; no sólo para la conservación de la pintura, sino para la lectura estética de la misma. Ya que en ocasiones, éstas provocan un ligero oscurecimiento del color del soporte (debido a su color acaramelado o blanquecino, dependiendo de su origen).

(Ba)], magnesio (Mg) y sodio (Na). En las pinturas, se detectó la presencia de hierro (Fe), manganeso (Mn), aluminio (Al) y trazas de cobre (Cu) (Domingo, I.: 2005. p. 99).

En 1982 A. Beltrán hace alusión a los colores cuando expone las técnicas de realización del Arte Rupestre del Levante español. Atribuye la obtención de los distintos tonos de rojo a la calidad de la materia prima colorante y a las modificaciones o alteraciones, tanto mecánicas como químicas, que hayan sufrido desde que se pintaron las figuras hasta nuestros días. Además también influirán otros factores como: la cantidad de pintura utilizada, las características de la superficie rocosa, su composición mineralógica, la absorción de la superficie y “...*el patinado de la pintura. Estas pátinas pueden dejar la capa de la pintura reseca, esmaltada o calcinada y ello depende de muy diversos factores como: el aire, el agua, microorganismos, polvo, humo, materias orgánicas, etc.*”⁸⁴...”. A. Beltrán mantiene, al igual que H. Obermaier, que los resultados de los análisis químicos realizados del color, revelan que la pintura presenta fosilización extrema y determina que se ha encontrado presencia de hierro, aluminio, manganeso y trazas de cobre. Esta analítica se llevó a cabo en los abrigos de Santolea (Castellote-Teruel) por equipos del Museo Arqueológico de Barcelona. Los minerales utilizados van desde el ocre, al óxido de hierro y de manganeso, almagra, hematites, limonita, sanguina, carbón vegetal y caolín (Beltrán, A.: 1968. p. 258). Plantea la hipótesis sobre el medio que pudieron utilizar para su aplicación, este podría tratarse de: agua o jugos vegetales, sangre, miel líquida, clara de huevo o bien resinas y grasas animales. Al igual que sobre la preparación previa del soporte, y de los útiles de aplicación de la pintura. Cuando describe el rojo hace alusión a los tonos: los más oscuros serían el violáceo o castaño, sepia, heces de vino y semejantes; los de color más puro el bermellón, carminado o rojo vivo; el rojo claro con distintas intensidades y finalmente el naranja. Anuncia que para referirse a un mismo tono, los autores varían la terminología, siendo necesaria la utilización de una escala objetiva y convencional de colores con las oportunas muestras, para unificar términos.

A principios de los años 90, R. Montes y J. M. Cabrera (1994: p. 74) efectuaron análisis por difracción de rayos X sobre láminas delgadas en diversos abrigos de la

⁸⁴ Para mayor información consultar: BELTRÁN MARTÍNEZ, A. El Arte Rupestre del Levante Español. Ediciones Encuentro, Madrid 1982. pp. 1-86. Concretamente en el capítulo cuatro, que trata sobre *Las Técnicas de Realización*. p. 22.

región de Murcia en los que existían pinturas levantinas y esquemáticas. En las muestras analizadas se identificó la presencia de bol rojo⁸⁵, (arcilla rica en óxido de hierro), como responsable de la coloración de la mayoría de las pinturas, principalmente, levantinas analizadas. Además, identificaron la presencia de negro carbón de origen orgánico tanto en pinturas de estilo esquemático, dejando dudas sobre si ésta circunstancia se producía también en los motivos levantinos estudiados.

La paleta artística prehistórica será cada vez más extensa, gracias al fruto de investigaciones⁸⁶ que incorporan, en el marco mediterráneo, el uso de elementos como: el hierro (Fe), aluminio (Al), manganeso (Mn) y trazas de cobre (Cu) (Ripoll, E.: 1961). Según afirma Sánchez Gómez (1983: p. 36) acerca de la coloración en las pinturas rupestres prehistóricas, pigmentos como: el cinabrio⁸⁷ [sulfuro de mercurio (HgS)] analizados de recipientes que contenían restos de material colorante con plomo; amarillos [óxido de plomo (PbO)], rojos de plomo⁸⁸ [tetraóxido de plomo Pb₃O₄], y elementos significativos como el arsénico (As) y el azufre (S), éstos analizados de pinturas parietales; pigmentos negros de manganeso, negro carbón y negro de huesos⁸⁹.

Actualmente coexisten métodos de análisis en los que se requiere de la extracción de micro-muestras para obtener resultados, y otros que permiten realizar

⁸⁵ El bol es una sustancia arcillosa que por su característica suavidad y su capacidad de mantener la humedad se ha usado principalmente como base o asiento para aplicar, sobre este, el oro en hoja. Los boles más conocidos son el amarillo, rojo y negro, existiendo también blanco, verde y azul usados casi exclusivamente en los siglos XVIII y XIX. La función de los diferentes colores de bol es la de dar al oro diversas transparencias. El bol blanco es [Al₂O₃ 2SiO₂ 2H₂O]. Silicato de aluminio hidratado. Conocido como Caolín, arcilla blanca. arcilla de China, tierra de porcelana, creta Kelle. Se ha utilizado principalmente como aditivo para pigmentos y para reducir el poder cubriente del bol rojo y naranja. La variedad roja es un hidrosilicato de hierro, una arcilla coloide (Montes, R. & Cabrera, J. M.: p. 94) se refieren únicamente bol rojo conocido como "bol de Armenia", probablemente los mayores yacimientos se centraban en esta región.

⁸⁶ En el caso concreto del Arte Rupestre Levantino, el uso de las técnicas arqueométricas para el estudio físico-químico de la caracterización de los pigmentos, ha sido muy puntual y reciente. Comenzó: RIPOLL, E. "Los abrigos pintados de los alrededores de Santolea (Teruel)". En *Monografías de Arte Rupestre. Arte levantino*, nº 1. Instituto de Prehistoria y Arqueología (Diputación Provincial de Barcelona), 1961. Y corroborados por los estudios sucedidos por: BELTRÁN, A. "Arte rupestre Levantino". Zaragoza, Seminario de Prehistoria y Protohistoria, Facultad de Filosofía y Letras, 1968. p. 258. Y proseguidos por: MONTES, R. & CABRERA, J. M. "Estudio estratigráfico y componentes pictóricos del arte prehistórico de Murcia (Sureste de España)". En *Anales de Prehistoria y Arqueología*, nº 7, 1991. pp.: 69-74.

⁸⁷ GARCÍA BORJA, P.; DOMINGO SANZ, I. & ROLDÁN GARCÍA, C. Nuevos datos sobre el uso de materia colorante durante el Neolítico antiguo en las comarcas valencianas. En *SAGUNTUM*. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia, Vol. 38, 2011. pp. 49-60.

⁸⁸ ROLDÁN, C. *et al.* Análisis de pigmentos parietales de Arte Levantino de los abrigos del "Cingle de la Mola Remigia" (Barranco de la Gasulla). En X Congreso Ibérico de Arqueometría, 2014.

⁸⁹ LÓPEZ-MONTALVO, E.; VILLAVERDE, V.; ROLDÁN, C.; MURCIA, S. & BADAL, E. En approximation to the study of black pigments in Cova Remigia (Castellón, Spain). Technical and cultural assessments of the use of carbon-based black pigments in Spanish Levantine Rock Art. *Journal of Archaeological Science*, nº 52, 2014. pp. 535-545.

las determinaciones o caracterización del material *in situ*, sin separar ni sacrificar ningún fragmento de la obra. Los análisis con EDXRF y espectroscopia Raman no destruyen las muestras y por tanto, se consideran técnicas no destructivas. A pesar del desarrollo de estos últimos métodos, la información que se alcanza con los mismos es limitada y no satisfacen todas las necesidades analíticas de la amplia variedad de materiales diferentes presentes en los bienes culturales⁹⁰. Las técnicas principales que se están aplicando en análisis de pigmentos⁹¹, aglutinantes y pátinas en arte rupestre, son la fluorescencia de dispersión de energía de rayos X (EDXRF) (Roldán, C.: 2009)⁹² la ablación láser combinada con espectrometría de masas mediante plasma de acoplamiento inductivo (LA-ICPMS) (Resano, M. *et al.*: 2007), y la espectroscopia de vibración Raman e infrarroja (Hernanz, A.; Gavira, J. M. & Ruiz, J. F.: 2006). Estas técnicas obtienen resultados enormemente diferentes a nivel físico-químico, factor que es necesario tener muy presente a la hora de interpretar resultados y realizar comparaciones derivadas de la interpretación de los espectros de FRX. Pero no sólo este factor es importante, sino que el conocimiento de la composición química de los pigmentos empleados en la historia del arte, es otro factor de importancia transcendental. La EDXRF y LA-ICPMS obtienen información a nivel elemental, es decir, identifican los elementos químicos presentes en una pintura, sin identificar el compuesto en sí. Éstas, son técnicas complementarias tanto de los análisis multi-espectrales de imágenes (Rogerio, M. A. *et al.*: 2009), como de los estudios sobre técnica pictórica (Ruiz, J. F.: 2006).

Esta última década se ha visto caracterizada por un aumento en el número de publicaciones e investigadores relacionados con el arte rupestre debido a la inclusión de los medios informáticos y los avances tecnológicos en la investigación. Así el uso

⁹⁰ La amplia variedad de materiales a estudiar; pigmentos, aglutinantes o compuesto salinos de las pátinas, genera ciertas ventajas que ofrecen los análisis a partir de la toma de micro-muestras con respecto a los análisis que ofrecen los equipos portátiles y por lo tanto no conllevan ningún método sustractivo de material original. Además otro "hándicap" es la inseguridad que genera la fosilización de los pigmentos, ya que esta, puede provocar la desaparición de la materia orgánica contenida en ellos y, por tanto, limita los resultados a los análisis químicos, estudios matéricos y las dataciones absolutas.

⁹¹ Los estudios de pigmentos, a pesar de su interés, han recibido poca atención en el arte levantino. Se ha realizado análisis químicos sistemáticos sólo en los últimos años (Roldán, C. *et al.*: 2007; Roldán, C.: 2009; Alloza, R. *et al.*: 2009; Roldán, C. *et al.*: 2010; Hernanz, A. *et al.* 2010; Vázquez, C. *et al.*: 2011; Mas, M. *et al.*: 2013; etc.). La atención se centra en la identificación de los principales componentes del pigmento y de la presencia de elementos traza que eran característicos de un refugio particular.

⁹² La composición química del sustrato calizo de estos abrigos se analizó mediante XRD de fragmentos de roca, lo que ofrecía información sobre su composición mineralógica, complementario de la información superficial obtenida con EDXRF (Roldán, C.: 2007).

de *Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)* y *Sistemas Información Geográfica (SIG)*⁹³ han llevado a realizar diferentes análisis de paisajes de forma más minuciosa que los efectuados anteriormente (Cruz & Vicent: 2007; Fairén: 2004 b, 2007; Fernández: 2009). Que permiten establecer con exactitud la localización de yacimientos con arte rupestre, en procesos de catalogación y registro de abrigos.

La aplicación de las técnicas de análisis físico-químico sobre conjuntos pictóricos de estilo levantino puede contribuir significativamente a la profundización del conocimiento de las sociedades que los produjeron, sobre todo teniendo en cuenta que estas producciones gráficas prehistóricas siguen sin tener un contexto arqueológico unánimemente aceptado. La pintura con la que se produjeron tiene una naturaleza medible y, por tanto, susceptible de comparación, algo que rara vez ocurre en otros campos de la investigación rupestre. Los resultados obtenidos hasta el presente coinciden en que el pigmento responsable de la coloración roja de la mayoría de las pinturas levantinas es hematites, por lo general utilizado de forma exclusiva. Sólo ocasionalmente se apuntan elementos traza, como manganeso (Mn), arsénico (As) o bario (Ba), que podrían permitir identificar fuentes minerales concretas, e incluso la identificación de otros componentes muy minoritarios. También se han caracterizado pinturas levantinas negras y blancas; las primeras producidas con óxido de manganeso (MnO_2), y las segundas, [identificadas en el abrigo de *Marmalo IV*, (Villar del Humo-Cuenca)], con cuarzo- α , anatasa (TiO_2), óxido de titanio e illita como componentes principales. No obstante, los análisis de pigmentos negros y blancos son demasiado escasos para poder generalizarlos, y no sería de extrañar que, como sucede en *Hoz de Vicente* (Minglanilla-Cuenca), se identifiquen pinturas realizadas con carbón vegetal u hollín, o con otros pigmentos blancos⁹⁴. También en *Cova Remígia*

⁹³ Los SIG, por sus características y posibilidades de integrar datos alfanuméricos y cartográficos en una misma interfaz, son las herramientas de gestión idóneas para el establecimiento, seguimiento y ejecución de las distintas áreas de protección. Su aplicación como herramienta de gestión del patrimonio cultural presenta en España un largo trasiego, pudiéndose destacar el SIPHA (Sistema de Información del Patrimonio Histórico de Andalucía), aplicación que conjuga un visualizador cartográfico y una amplia base de datos referida a sitios patrimoniales de Andalucía (Muñoz, 2006); el SIG Histórico-Artístico de la ciudad de Mérida, herramienta mediante la que se pretende dar a conocer el potencial histórico y artístico de la ciudad (Naranjo, 2000), o el SIGBARQ (Sistema d'Informació Geogràfica de la Barcelona Arqueològica), SIG de carácter corporativo integrado en la gestión urbanística de la ciudad y destinado a la mejora de la gestión de la arqueología en Barcelona (Miró y Cabral, 2006). Para mayor información consultar: GARCÍA, G.; HERNÁNDEZ PÉREZ, M. S. & BARCIELA GONZÁLEZ, V. Entornos de protección del arte rupestre de la Comunidad Valenciana: propuesta y aplicación. En *Pyrenae*, Vol. 42, nº 2, 2011. pp. 13-14.

(Ares del Maestre-Castellón) existen representaciones realizadas con pigmento negro (Figura 18) aunque son escasas, y no presentan buen estado de conservación.



Figura 18. Representación de figuras levantinas realizadas con pigmento negro, Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón).

Fuente: G. Barreda (2015).

En definitiva, los esfuerzos realizados en los últimos años han sido notables, pero ello no se puede ocultar que el conocimiento de la tecnología asociada al Arte Levantino se encuentre en un estadio muy primario. Es necesario que se realicen más esfuerzos en esta línea de investigación, que los métodos de análisis y los datos conseguidos se normalicen, se publiquen y divulguen adecuadamente para posibilitar a los investigadores la comparación e interpretación de los resultados.

⁹⁴ HERNANZ GISMERO, A.; RUIZ LÓPEZ, J. F.; & GAVIRA VALLEJO, J. M. Pigmentos, aglutinantes y pátinas: caracterización fisicoquímica de las pinturas rupestres levantinas. pp. 1-21.

En cuanto a las técnicas de ejecución utilizadas en el Arte Levantino se distinguen básicamente tres: la tinta lineal, la tinta plana y el listado (Domingo, I.: 2005. pp. 109-110).

La técnica lineal se caracteriza por ser continua y en algunos casos con cierta modulación. La tinta plana, es la técnica más utilizada de todas, consiste en la delimitación de la silueta de la figura y posteriormente se elabora el relleno con color plano e uniforme de su interior.

Finalmente se pueden encontrar figuras realizadas con la técnica del relleno listado. La característica de esta técnica es que se realiza el relleno de la figura mediante trazos paralelos posteriormente al silueteado de la figura⁹⁵.

⁹⁵ Para mayor información consultar: DOMINGO SANZ, I. Técnica y ejecución de la figura en el arte rupestre levantino: hacia una definición actualizada del concepto de estilo: validez y limitaciones, Valencia, Tesis Doctoral, 2004. Universitat de València. pp. 108-109.

6. COVA REMÍGIA (Ares del Mestre-Castellón).

6.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

El enclave arqueológico con manifestaciones de pintura rupestre conocido por *Cova Remígia* se sitúa en la comarca del Alt Maestrat (Figura 19), ésta delimita al noroeste con Els Ports, al noreste con el Baix Maestrat, al suroeste con la comarca de L'Alcalatén y al sureste con La Plana Alta.

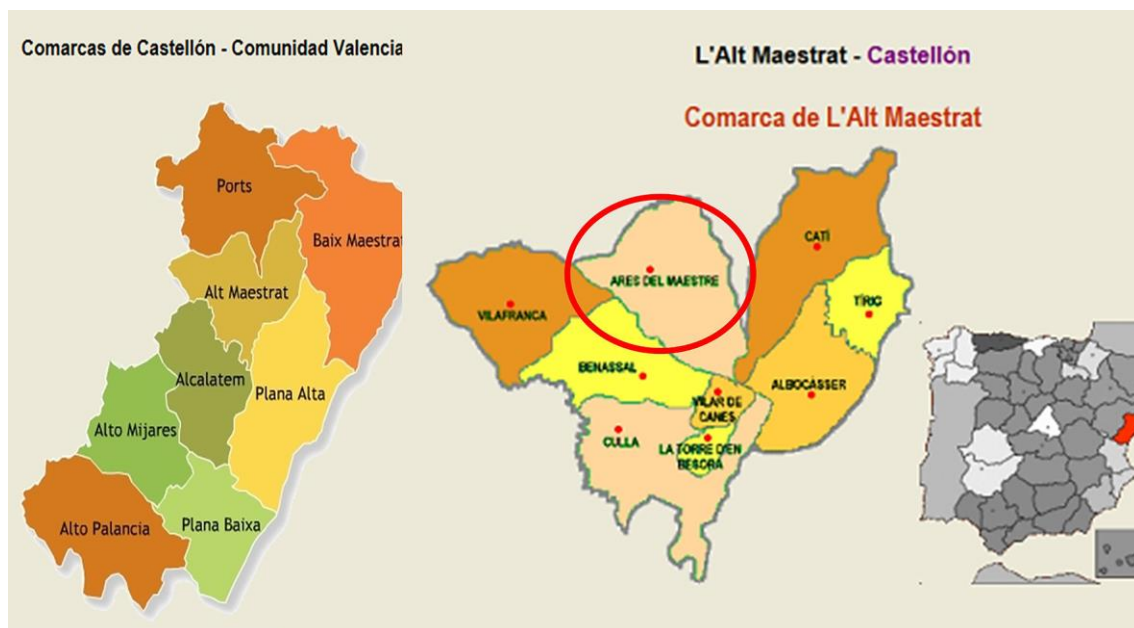


Figura 19. Mapas de las comarcas de la Comunidad Valenciana. En detalle la Comarca del Alt Maestrat, donde se encuentra ubicada la *Cova Remígia*.

Imagen [en línea] disponible en Web: <http://www.zonu.com/detail/2010-11-01-12473/Comarcas-de-la-provincia-de-Castellon.html> [Consultada el 18 de mayo de 2015].

El abrigo está ubicado en la parte septentrional de la provincia de Castellón en el término municipal de Ares del Maestre (Figura 20). Se trata de un paraje montañoso del prelitoral mediterráneo de la Península Ibérica, situado en la vertiente derecha del conocido barranco de Gassulla.



Figura 20. Mapa detallado de la ubicación de *Cova Remígia* (Ares del Maestre-Castellón). Y señalización de los enclaves con pintura rupestre situados alrededor. La línea roja delimita la zona declarada Bien de Interés Cultural con la categoría de Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla.

Imagen extraída del Diario Oficial de la Comunidad Valenciana (DOCV), nº 7486. p. 8074. Publicado el 16 de marzo de 2015.

La *Cova Remígia* se localiza⁹⁶ en el km 16 de la carretera CV 15 que va desde Albocàsser hacia Ares del Maestre y Villafranca del Cid. A pie de carretera se encuentra la masía de la Montalbana, donde se encuentran los paneles indicadores de las pinturas y a sus espaldas, se localiza el barranco de Gassulla; una profunda garganta rodeada por escarpadas laderas que forman terrazas escalonadas. Este barranco desagua en la Rambla Carbonera, que es a la vez afluente de la Rambla de la Viuda y ésta del río Mijares.

Para llegar a la *Cova Remígia* partimos desde la Montalbana por una estrecha pista de 2 km, en el ascenso por el barranco, se pasa por la masía de Gassulla hasta

⁹⁶ SARRIÀ BOSCOVICH, E. Las pinturas rupestres de Cova Remígia (Ares del Maestre, Castellón). En *Lucentum*, VII-VIII (1988/1989), pp. 7-33.

llegar a una planicie donde finaliza la pista y desde ahí hay que seguir a pie unos 500 m, por un sendero que pasa por delante de la masía de Modesto hasta llegar a la cavidad ⁹⁷ (Figura 21).

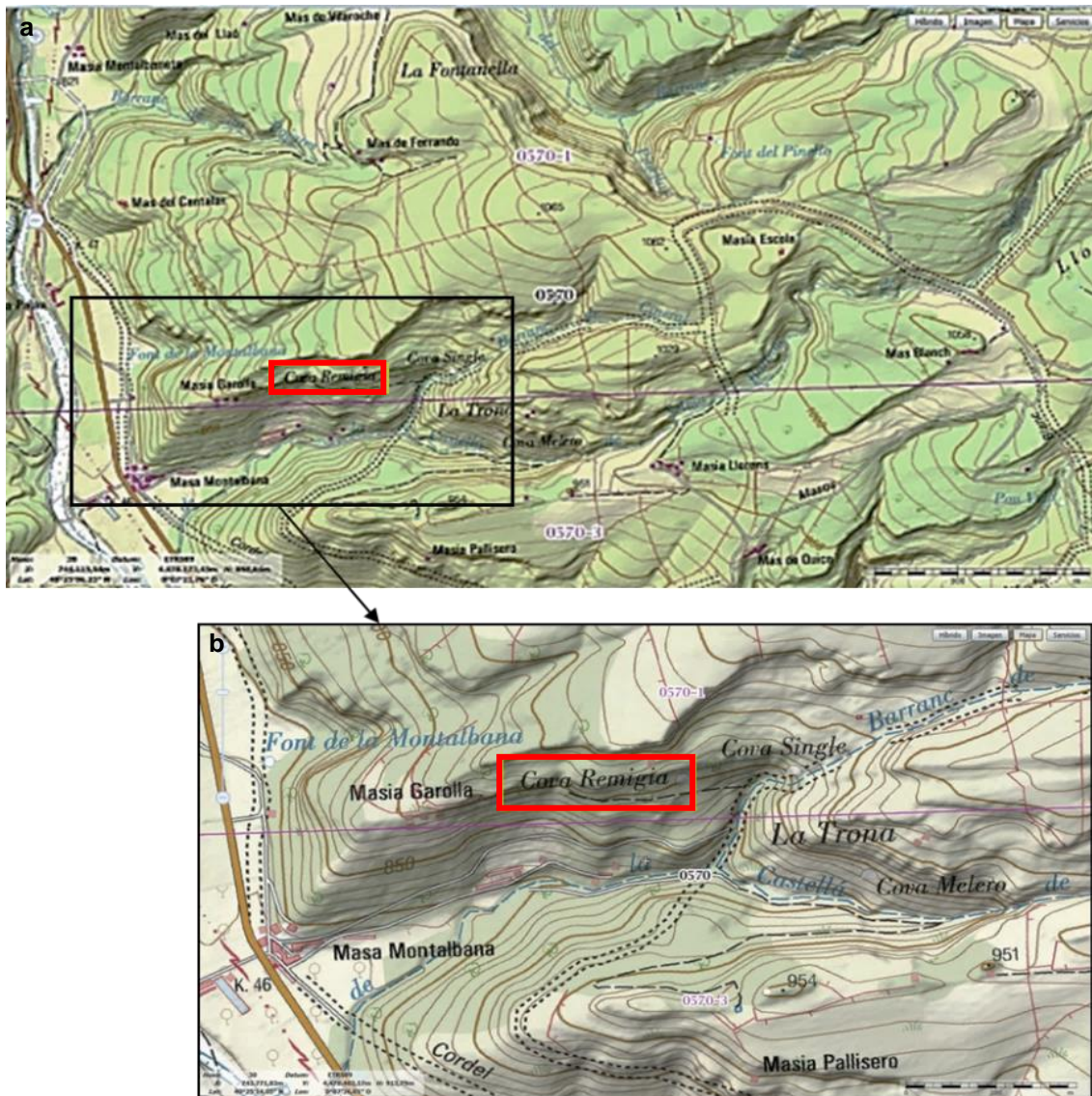


Figura 21 (a, b). Situación geográfica de Cova Remigia. Sistema de Información Geológica Nacional de España (Signa). Instituto Geográfico Nacional. Gobierno de España. Ministerio de fomento.

Imagen obtenida del Sistema de Información Geológica Nacional de España (Signa) [en línea] disponible en Web: <http://signa.ign.es> [consultada el 29/03/2015].

⁹⁷ Imagen obtenida del Sistema de Información Geológica Nacional de España (Signa) [en línea] disponible en Web: <http://signa.ign.es> [consultada el 29/03/2015].

Esta área geográfica formada por la gran meseta del Maestrat, está constituida por un relieve abrupto de profundos barrancos y valles semiáridos, atravesados por ramblas que permanecen casi siempre secas, ejemplo de ello la rambla Carbonera (Figura 22), donde desemboca el barranco de Gassulla.



Figura 22. Rambla Carbonera, comarca del Alt Maestrat en la provincia de Castellón (Comunidad Valenciana).

Fuente: G. Barreda (2015).

La región donde se ubica el Maestrat se caracteriza por ser una zona con un paisaje formado por cimas planas denominadas *muelas*, algunas de las cuales con una altitud de más de mil metros sobre el nivel del mar: como La Mola de Ares del Maestre (Figura 23) con 1318 m⁹⁸. Además de sierras muy escarpadas, también se encuentran valles donde se sitúan municipios como Atzaneta del Maestrat, Coves de Vinromà, o Alcalà de Xivert, que se extienden desde tierras aragonesas hasta el litoral mediterráneo⁹⁹.

El término municipal de Ares del Maestre comprende una extensión total de 118,67 km², se caracteriza por sus parajes, de excepcional relevancia dentro del Maestrat. Esta cavidad se abre en la parte alta de barranco de Gassulla y en la base de los escarpes de La Mola Remígia.

⁹⁸ VIÑAS, R. & MOROTE, J. G. Arte Rupestre Valltorta-Gassulla. Museo y parque cultural. 2011. pp. 80.

⁹⁹ Para más información, consultar VIÑAS, R. & MOROTE, J. G., *Op. cit.*, 2011.



Figura 23. Mola de Ares del Mestre, comarca del Alt Maestrat en la provincia de Castellón (Comunidad Valenciana).

Fuente: G. Barreda (2015).

6.2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA.

La *Cova Remigia*, como anteriormente se ha comentado, se encuentra ubicada en el margen derecho del Barranco de Gassulla, a una altura aproximada de 920 m sobre el nivel del mar. Situada en el término municipal de Ares del Maestre provincia de Castellón, en la comarca del Maestrat (Figura 24).

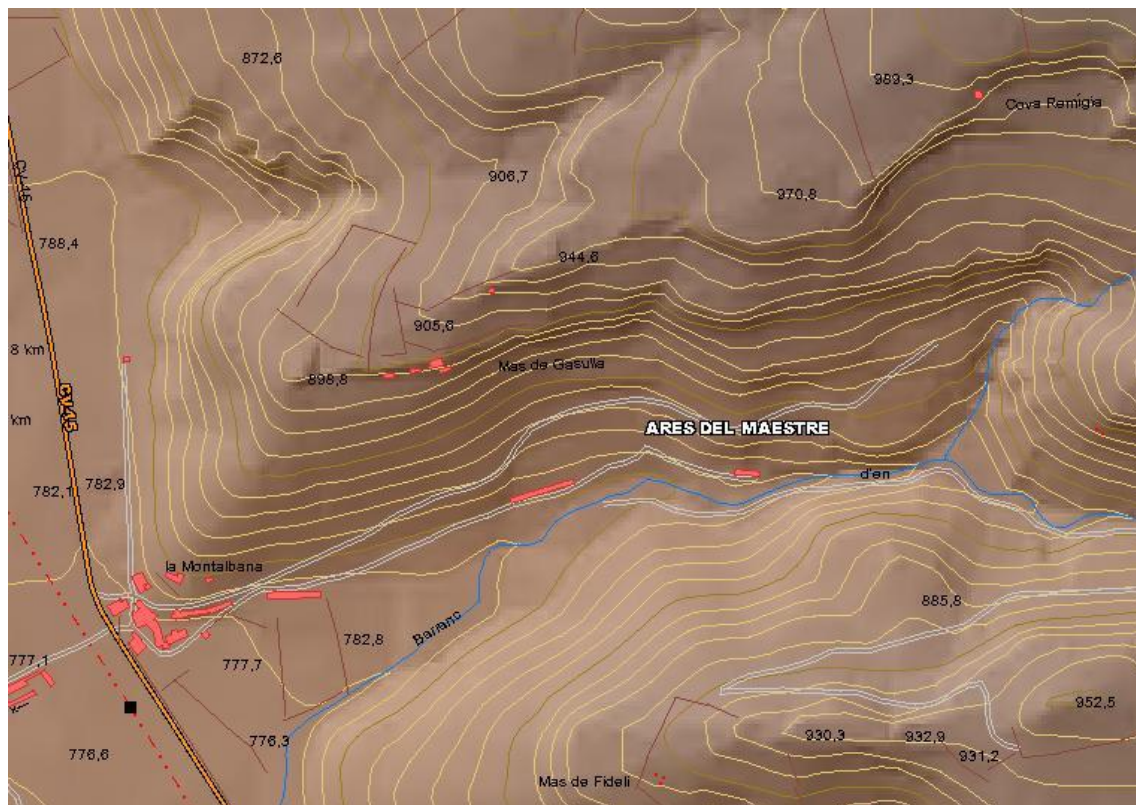


Figura 24. Ubicación topográfica de *Cova Remigia* (Ares del Maestre-Castellón).

Imagen extraída de [en línea] disponible en web: <http://www.cma.gva.es>. [Consultada 23 de mayo de 2015].

Se trata de un gran abrigo de unos 20 m de longitud, 9 m de profundidad máxima y 7 m de altura (Figura 30). Sus coordenadas son 30TK443785, de la hoja nº 30-22 (570) del Servicio Geográfico del Ejército y se encuentra orientada hacia el S.E.¹⁰⁰.

¹⁰⁰ SARRIÀ BOSCOVICH, E. *Op cit.* 1989. p. 10.



Figura 25. Imagen de la masía La Montalba (Ares del Maestre-Castellón) vista desde la Rambla Carbonera.

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 26. Imagen del barraco de Gassulla, donde se ubica Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón).

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 27 (a, b). Situación de la Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón).

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 28 (a, b). Cerramiento de protección en Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón).

Fuente: G. Barreda (2009).

La Cova Remígia está formada por seis cavidades, a las cuales se hará referencia en adelante, denominándolas *Cavidad I, II, III, IV, V y VI* o *pared derecha*, como podemos observar en la planimetría del abrigo realizada por E. Sarriá Boscovich (Figura 29).

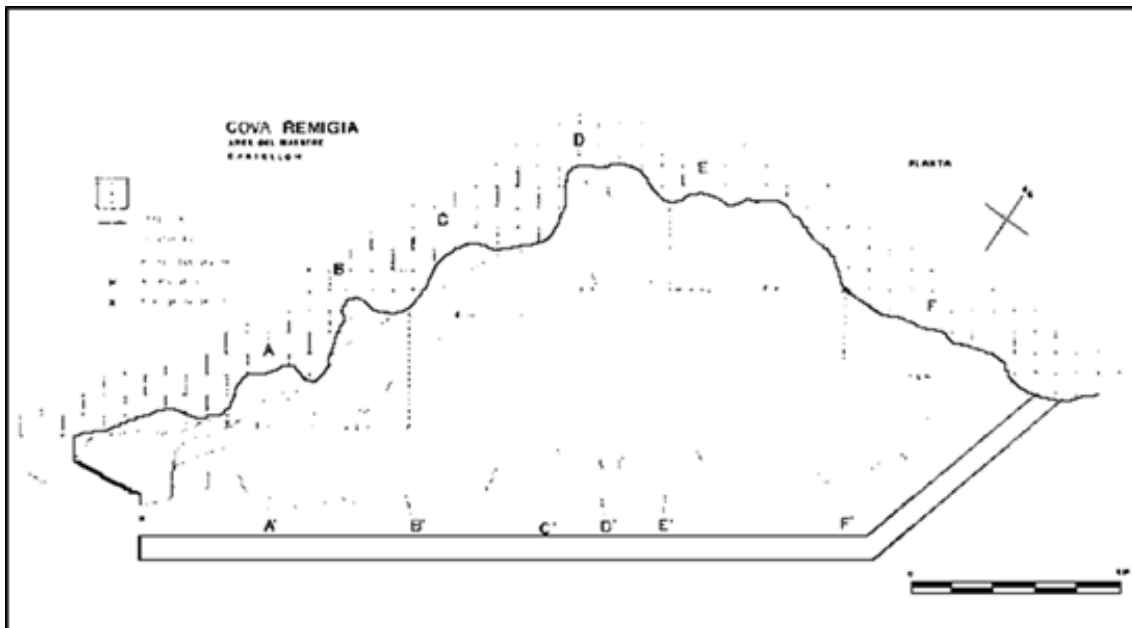


Figura 29. Topografía de Cova Remígia, vista de la planta. Representación de la seis cavidades que forman el abrigo: A) Cavidad I, B) Cavidad II, C) Cavidad III, D) Cavidad IV, E) Cavidad V y F) Cavidad VI o pared derecha.

Imagen extraída de SARRIÁ BOSCOVICH, E. *Las pinturas rupestres de Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)*. *Lucentum VII-VIII*, 1988-89. p. 10.



Figura 30. Visión general del abrigo de Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón).

Fuente: G. Barreda (2015).

La caracterización de este abrigo y su nomenclatura fue realizada por J. Porcar, H. Obermaier y H. Breuil en la monografía “Las pinturas rupestres de la Cova Remígia” publicada en 1936¹⁰¹, texto que marca un punto de inflexión en los estudios e investigaciones de este abrigo, siendo un referente fundamental e indiscutible en los estudios actuales.

Desde el abrigo se obtiene una visión espacial en la que se perciben, a pies del abrigo, las encinas que repueblan el barranco de Gassulla. Hacia el horizonte un paisaje montañoso, con la cumbre de San Cristóbal y donde se percibe el Balneario de la Fuente d’En Segures perteneciente a la localidad de Benassal (Figuras 31 y 32).



Figura 31. Visión espacial desde el interior del cerramiento en *Cova Remígia* (Ares del Maestre-Castellón).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 32. Visión espacial desde el interior del cerramiento en *Cova Remígia* (Ares del Maestre-Castellón). Se puede observar al horizonte la *Fuente d’En Segures* (Benassal) y San Cristóbal.

Fuente: G. Barreda (2015).

¹⁰¹ Para mayor información ver en bibliografía: PORCAR, J. B., OBERMAIER, H. & BREUIL, H. *Las pinturas rupestres de la Cueva Remígia (Castellón)*. 1936.

La Cova Remígia fue adquirida por la Diputación de Castellón en el año 1957 y desde entonces ha estado protegida por Eugenio Barreda, guarda residente en la masía de la Montalbana. Actualmente y desde 1994 está gestionada por el Museo de la Valltorta-Gassulla, situado en el término municipal de Tírig (Castellón).

El territorio Valltorta-Gassulla está considerado uno de los enclaves más importantes del Arte Levantino, por la alta densidad y calidad de conjuntos pictóricos con arte prehistórico en un marco territorial relativamente reducido.

Las estaciones al aire libre más conocidas suman un total de sesenta y cinco, distribuidas en distintos municipios de la provincia. Siendo Ares del Maestre el que encabeza la lista en cuanto a mayor número de yacimientos, de los cuales, sólo catorce se obtiene documentación científica publicada. Posiblemente, en la actualidad se hayan realizado nuevos descubrimientos que se encuentren en fase de estudio. Los nuevos descubrimientos de enclaves con pintura rupestre, deben ser protegidos, por ello, su ubicación no se debe difundir antes de que se hayan tomado las medidas oportunas de salvaguarda para garantizar su protección¹⁰².

Actualmente, al igual que ocurre con los abrigos colindantes como el *Cingle de la Mola Remígia*, se hallan cerrados mediante un muro, para proteger las pinturas ante posibles agresiones antrópicas, como se puede apreciar en la Figura 33. El cerramiento de protección en *Cova Remígia*, fue realizado con un muro perimetral de piedra, rematado con alambrada, con el fin de evitar el libre acceso de visitantes y animales de la zona, además se instaló una pasarela metálica para facilitar el acercamiento de las visitas a las pinturas, con la finalidad de contemplarlas cómodamente evitando el contacto directo con la roca.

¹⁰² OLÀRIA, C. *Un Passeig per la Prehistòria. Guia de l'Art rupestre llevantí de Castelló*. Publicacions de la Universitat de Jaume I (UJI), Castelló, 2007.



Figura 33. Cerramiento de protección en *Cova Remígia*, realizado con un muro perimetral de piedra rematado con alambrada, con el fin de impedir el acceso libre al abrigo y protegerlo de posibles daños antrópicos. La pasarela metálica se instaló para facilitar el paso de las visitas evitando el contacto directo con la roca.

Fuente: G. Barreda (2009).

Desde el punto de vista geológico la gran meseta del Maestrat, está formada por un sistema de valles semiáridos que se extiende desde tierras aragonesas hasta el litoral mediterráneo. En el área geográfica del Maestrat se funden dos importantes sistemas montañosos, que por sus distintas raíces geológicas, condicionan el aspecto fisiográfico y climático de las dos entidades que lo conforman. En esta región las estructuras de la cordillera Ibérica, que corren en dirección NO-SE, convergen con los accidentes longitudinales de las cordilleras costeras que se desarrollan en el sentido general SO-NE. De este modo el Alt Maestrat se integra en el sistema Ibérico y el Baix Maestrat en el sistema de los Catalánides. Dos regiones geográficamente y geológicamente distintas¹⁰³.

¹⁰³ VIÑAS, R. Arte Rupestre del Levante Español, "La Valltorta". Ediciones Castell. Barcelona, 1984. pp.10-11.

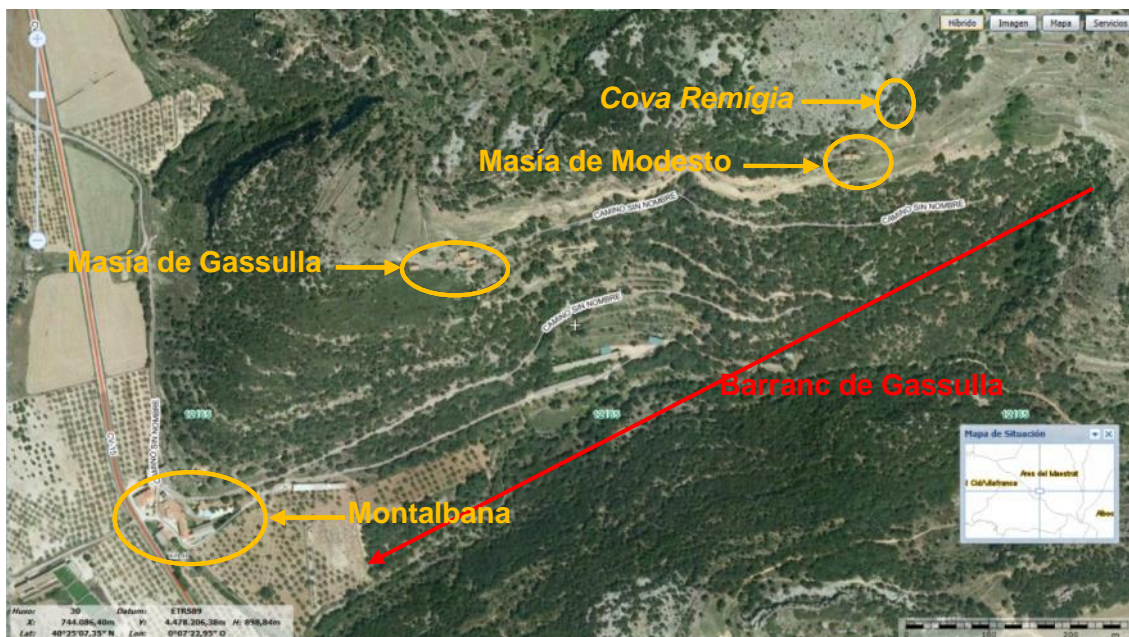


Figura 34. Situación geográfica de Cova Remigia en el barranc de Gassulla (Ares del Maestre-Castellón).

Imagen extraída del Sistema de Información Nacional de España (Signa) [en línea] disponible en Web: <http://signa.ign.es> [consultada el 27/06/2015].

Durante la Era Secundaria o periodo Mesozoico, el espacio que actualmente ocupa el Maestrat fue un gran golfo marino. En el Terciario, los empujes de la orogenia alpina produjeron el plegamiento de las capas sedimentarias depositadas en el fondo del golfo. La cordillera Ibérica se elevó al propio tiempo que la depresión del Ebro se hundió, siendo¹⁰⁴ colmada con nuevos sedimentos que originaron diferentes transformaciones.

Al final del Plioceno y durante todo el periodo Cuaternario los movimientos geotectónicos de las fallas, así como la depresión marina causada por las glaciaciones, reactivó la capacidad erosiva de los ríos que de nuevo atacó los bloques alzados, al mismo tiempo fueron cegados de sedimento los hundidos, construyéndose frecuentemente sobre estos últimos grandes conos de deyección o abanicos aluviales que capturaron gran parte de las aguas, de este modo, el relieve del Maestrat alcanzó la forma con la que hoy se puede observar (Martínez Valle, R.: 2002. pp. 33-41).

¹⁰⁴ VIÑAS, R. *Op. cit.*, 1984.

El Alt Maestrat está constituido por calizas mesozoicas, generalmente de los periodos Jurásico y Cretácico, que forman una región subtabular cruzada por pocos pliegues laxos y numerosas fallas, principalmente en la parte meridional (Ripoll, E.: 1987. p. 10). La intensa erosión de algunos afluentes, ha labrado un relieve áspero y abrupto dominado por las frías cimas y elevadas muelas, con altitudes que oscilan entre los 1813 m como el pico de Penyagolosa o 1318 m como la Mola d'Ares¹⁰⁵ (Figuras 35-36).



Figura 35. Vista panorámica de la Mola de Ares del Maestre (Castellón), desde el Puerto de Ares.

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 36. Detalle de la imagen anterior, vista de la localidad de Ares del Maestre (Castellón).

Fuente: G. Barreda (2015).

¹⁰⁵ VIÑAS, R. & MOROTE, J. G. Arte Rupestre Valltorta-Gassulla. Museo y parque cultural. 2011. p. 80.

Como explica Ripoll (1987. p. 13), el Baix Maestrat está constituido por relieves menos abruptos. Las sierras formadas por bloques fallados de calizas jurásicas y cretácicas se alinean paralelamente en sentido S, SO-N, NE, hasta llegar a formar las sierras de Esparraguera y Montegordo (837 m sobre el nivel del mar). En dirección hacia el litoral, encontramos la sierra de En Garceran, sierra Valdancha, las atalayas de Alcalà y la sierra de Iрта. Estas tierras se caracterizan por estar formadas por amplios valles, rellenos de materiales neógenos y cuaternarios, que procuran el desarrollo agrícola.

El Barranco de la Valltorta se encuentra ubicado en medio del Alt y Baix Maestrat, concretamente en la parte comprendida entre Montegordo y el valle de Coves de Vinromà. La rambla de la Valltorta (Figura 37) forma una trayectoria de 7 Km muy serpenteada, dispuesta entre cotas que oscilan de 400 a 280 m de altitud¹⁰⁶. Se sitúa en el curso central de la rambla La Morellana, la cual se inicia en el Alt Maestrat, uniéndose al Barranc Fondo o de Albocàsser, constituyendo el trazado de la Valltorta.



Figura 37. Barranc de la Valltorta (Tírig-Castellón), vista desde *La Cova dels Cavalls*.

Fuente: G. Barreda (2009).

¹⁰⁶ VIÑAS, R. & MOROTE, J. G. *Op cit.* 2011 p. 84.

En su trayectoria hacia el mar confluye con otros barrancos como el de Matamoros o la rambla de Sant Mateu, dando lugar al río Coves o de Sant Miquel¹⁰⁷.

En los mapas geográficos y geológicos de la zona, se observa como ciertas morfologías del relieve de esta zona están provocadas por la erosión, mientras que otras son puramente estructurales; y que al lado de las formas fluviales aparecen las de origen Kárstico. Para lograr entender todas estas formas, hay que remontarse a sus orígenes y a la compleja evolución causante de la formación de este paisaje que ha ido adaptándose a los diversos cambios climáticos y paleogeográficos.

En los diagramas de la Figura 38, se muestra gráficamente una estratigrafía de las tres importantes fases de la evolución geomorfológica¹⁰⁸ del sector noreste del Baix Maestrat, que en general se explica de la siguiente forma: a lo largo del Oligoceno Superior y durante el Mioceno, una parte de esta zona de Maestrat fue fosilizada por los derrubios (erosionar el agua un terreno) arrancado de las masas mesozoicas recién levantadas en torno a la cuenca de sedimentación continental (Viñas, R.: 1982. p. 15).

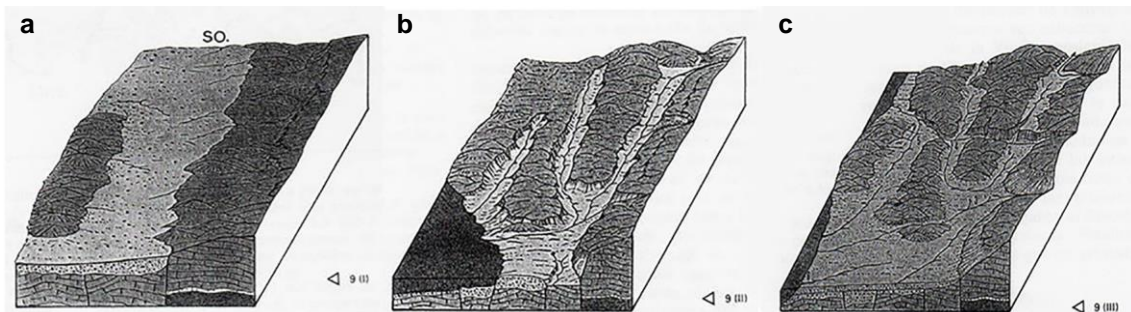


Figura 38 (a, b, c). Diagramas de tres fases evolutivas geomorfológicas de Barranco de la Valltorta.

a) *Finales del Mioceno (Pontiense), gran parte de la región quedó fosilizada por una potente masa de sedimentos detriticos, arrancados de los relieves cercanos a la cuenca de sedimentación.*

b) *En el Plioceno, el juego de las fallas motivó la formación de cubetas estructurales, a lo largo de las cuales se organizó el drenaje superficial.*

c) *Durante el Cuaternario, debido a los reajustes tectónicos, la modificación de la línea de costa y las fluctuaciones climáticas y eustáticas, tuvieron lugar intensos fenómenos de erosión, provocando la desorganización de la antigua red hidrográfica. La excavación de la Valltorta parece ser producto de esta etapa evolutiva.*

Información extraída del artículo VIÑAS, R. Arte Rupestre del Levante Español, "La Valltorta". Ediciones Castell. Barcelona, 1984. p. 15.

¹⁰⁷ *Ibidem.* p. 80.

¹⁰⁸ Para mayor información consultar: VIÑAS, R. Arte rupestre, La Valltorta y su conjunto rupestre. En: La Valltorta, Arte rupestre del levante Español. Edicions Castell. Barcelona, 1982. pp. 82-165.

Algunas partes de los bloques que están en posición levantada, al iniciarse la gliptogénesis¹⁰⁹, debieron adquirir, una notable peneplanización (o erosión), mostrando un relieve de suaves lomas como resultado de la gran reducción de los interfluvios, nos parece verosímil que el relieve del gran bloque cretácico remodelado de la Valltorta pueda derivar de esta primitiva superficie de erosión, teniendo en cuenta su proximidad con lo que era el borde occidental de la cuenca micénica.

Al comienzo del Plioceno, varias fallas paralelas a la costa marcaron aún más la división en bloques y desnivelando los estratos, formando cubetas estructurales de dirección S-SO-N, NE, entre las que aparecen la cuenca de Albocácer-Tírig-Sant Mateu, la cual se prolonga hasta el valle inferior del Ebro, finalmente, al oeste de Alcalà, se eleva un último conjunto de bloques que, en este caso, forman la sierra de Irtà. Durante la etapa del Plioceno, el relieve se remodeló y los escarpes de fallas recién formados fueron explotados por la erosión. El régimen torrencial de la red hidrográfica llevó consigo la acumulación de materiales detríticos, de basto tamaño y más o menos rodados, en la parte más hundida del relieve, provocando la nivelación de los cauces, debido a una disminución del poder erosivo¹¹⁰.

En la Valltorta fueron acentuándose las balmas¹¹¹, debido a las afluencias hídricas y las vertientes de los barrancos, sufrieron modificaciones que dejaron al descubierto antiguas oquedades Kársticas. Donde nuestros antepasados plasmaron gráficamente su paso sobre estas superficies rocosas.

Desde el Terciario Superior hasta nuestros días, se ha continuado el modelado kárstico. Determinar con exactitud la evolución de la karstificación es complejo, pero el origen de la formación de los abrigos o balmas es debida a distintos procesos (Figuras: 39, 40, 41), pero la mayor parte de ellos es ocasionado por mecanismos morfogenéticos. Un buen número de ellos deben atribuirse a la erosión diferencial,

¹⁰⁹ Se define gliptogénesis como la acción y efecto de adquirir relieve la superficie terrestre bajo la acción de los agentes de la geodinámica externa, tales como el viento, agua corriente, hielo, nieve, mareas, etc.

¹¹⁰ Estos procesos son descritos por: VIÑAS, R. Arte rupestre, La Valltorta y su conjunto rupestre. En: La Valltorta, Arte rupestre del levante Español. Edicions Castell. Barcelona, 1982. pp. 82-165.

¹¹¹ Nombre que adquieren estas formaciones geológicas. Las balmas también se conocen como abrigos o cavidades poco profundas que se originan debido a un proceso de erosión diferencial. En el periodo geológico de su formación se produjo una alternancia de estratos sedimentarios, unas capas más duras con otras más blandas. Como consecuencia, de esta alternancia de estratos, y debido un proceso de erosión por disolución, denominado *Karstificación*, ha dado lugar a la formación de cavidades. Este fenómeno se ve favorecido por la presencia de fisuras, que se hacen en la roca permeable, facilitando la penetración del agua, que es el principal factor que interviene en la formación de las cavidades y por otros agentes de alteración físicos como erosión eólica.

bien sea por disgregación meteórica o bien por acción de las aguas torrenciales¹¹².



Figuras 39 (a, b). Dos ejemplos de formación de abrigos o balmas por la acción de la erosión diferencial. Ambas situadas en el Parque cultural de la Valltorta (Tírig-Castellón). La primera imagen (a) corresponde a la *Cova dels Cavalls*, situada en el barranco de la Valltorta (Tírig-Castellón); y la segunda (b) corresponde al abrigo del *Cingle de la Mola Remígia* situado a escasos metros de *Cova Remígia*; ambos ubicados en el barranco de Gassulla (Ares del Maestre-Castellón);

Fuente: G. Barreda (2009).

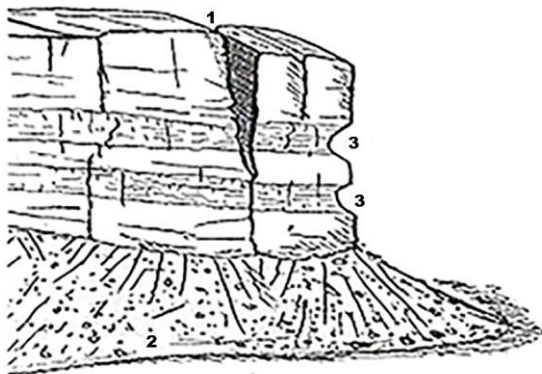


Figura 40. Gráfico representativo de la formación de las balmas. 1. Grieta de desprendimiento. 2. Talud de coluviones. 3. Balmas o abrigos de meandros abandonados. Formadas generalmente por fenómenos de erosión diferencial al chocar las aguas contra el margen cóncavo de los meandros.

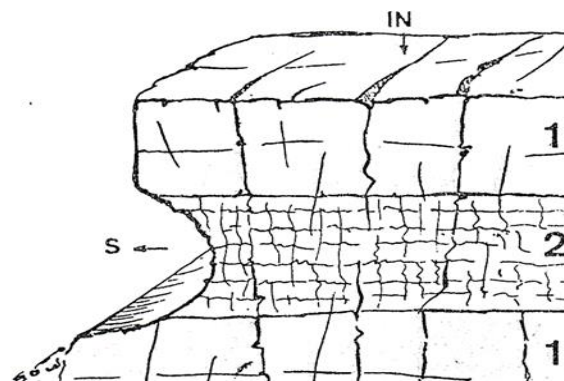


Figura 41. Gráfico representativo de la formación de las balmas de meandro. 1. Roca caliza masiva cruzada por diaclasas. 2. Roca caliza con una estructura polidrica debida al entrecruzamiento de pequeñas soluciones de continuidad, a menudo octogonales, llamadas estilolitos; las de componente horizontal son generalmente de origen sedimentario, mientras que las subverticales son debidas a esfuerzos tectónicos.

Los estratos IN (fisuras por donde se produce la infiltración del agua de lluvia). S (zonas donde se producen fenómenos de tensión superficial).

Información extraída del artículo: VIÑAS, R. *Arte Rupestre del Levante Español*, "La Valltorta". Ediciones Castell. Barcelona, 1984. p. 19.

¹¹² VIÑAS, R. *Op. cit.* 1982. p. 18.

En la Figura 41, se puede observar las grandes diaclasas, a través de las cuales se producen los fenómenos de infiltración (IN) del agua de lluvia, hasta que llega al segundo nivel. Este segundo nivel, se caracteriza por su permeabilidad debido a las microfisuras (estilolitos), a través de las cuales el agua rezuma hacia el exterior debido a fenómenos de capilaridad (S) (ver Figura 41) esta circulación de agua provoca corrosión superficial, disgregación crioclástica o gelivación (en periodos fríos) y concreciones (en periodos cálidos); fenómenos que producen el remodelado continuo de estas cavidades.

De los procesos de remodelación de un abrigo, la disgregación crioclástica o gelivación¹¹³ tuvo gran importancia durante periodos fríos de cuaternario. La circulación hídrica intersticial y el frío debieron hacer que fuesen fácilmente gelivados debido a la gran red de fisuras que presentaban. Los productos de esta disgregación y remodelación de las balmas han desaparecido con el tiempo por acción de la erosión.

Más recientes son los fenómenos de concrecionamiento parietal, que se aprecian principalmente en los abrigos soleados. Su causa también es debida a la acción del agua que rezuma por las múltiples grietas ocasionando un deterioro físico provocando que cuartee la roca caliza (Carbonato de calcio CaCO_3) y ocasionando daños químicos haciendo que se disuelva el sustrato formando bicarbonato de calcio $[\text{Ca} (\text{HCO}_3)_2]$ que precipita en superficie carbonatando de nuevo, formando las concreciones cálcicas o incluso se puede llegar a generar sulfato cálcico debido a la meteorización de la roca calcárea.

En el ámbito de la conservación y restauración la aparición de sulfatos no se considera un proceso beneficioso para la conservación de la obra. Pero autores como: (Chalmin. *et al.*: 2003; Hernanz. *et al.*: 2006, 2010; Resano. *et al.*: 2007; Doehene. *et al.*: 2010), mantienen que la presencia de estas sales han favorecido, en unos casos, a la perdurabilidad de los motivos pictóricos, aunque en otros son el origen de una erosión externa¹¹⁴.

¹¹³ Proceso geológico de fragmentación de la roca producido por congelación y el deshielo de agua que contienen sus poros y grietas.

¹¹⁴ ROLDÁN, C. Análisis de pigmentos en conjuntos de arte rupestre. Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, patrimonio mundial. *Parque Cultural del Río Vero*, Alquezar (Huesca) del 28 al 31 de mayo de 2012. p. 270.

La *Cova Remígia*, no es el único abrigo con arte rupestre en la zona, cabe observar la presencia de otros conjuntos cercanos, como el *Cingle de Gassulla* o de *La Mola Remígia* situado en el margen derecho del barranco de Gassulla a escasos 50 m de *Cova Remígia*, y a 900 m sobre el nivel del mar. *La Roca* o *Cova dels Cirerals* ubicada en el barranco de Els Cirerals, que se extiende como una prolongación del barranco de Gassulla; abrigo de *Les Dogues* ubicado en la barrancada del mismo nombre y paralelo al de Gassulla; abrigo de *El Mas Blanc*, situado a unos 2 km de la masía del Hostal Nou, en el barranco del Pou d'en Traver; el *Racó de Gasparo* se trata de un abrigo de pequeñas dimensiones, situado en el barranco de Les Solanes; el *Racó del Molero* ubicado en la vertiente derecha del barranco de Molero, orientado al S.E., a una distancia de unos 650 m en línea recta del conjunto de Gassulla; *Molí Darrer* o *d'Ares*, el conjunto se encuentra a los pies de la Muela de Ares, es el más alejado del barranco de Gassulla a unos 7 km; Barranc del Puig situado a unos 5 km hacia el sur de la *Cova Remígia*; *Mas del Cingle* se localiza en el cruce de las carreteras de Ares con Benassal en una pequeña barrancada que confluye a la rambla Carbonera; y *Penya del Mas de Vila-Roges* situada 100 m hacia el este, de la propiedad de la masía de Vila-Roges a unos 4 km al N.O. de la Montalbana¹¹⁵.

Estos trece conjuntos pictóricos de Arte Rupestre Levantino se sitúan en el término municipal de Ares del Maestre, convirtiéndolo en un importante enclave para el estudio del arte prehistórico.

Las cotas máximas de altitud se alcanzan en lugares como La Mola de la Vila¹¹⁶ con 946,8 m (Forcall-Castellón), el Tossal de la Marina con 1.175 m (Barranc dels Horts-Ares del Maestre-Castellón) o La Mola d'Ares, donde encontramos una zona termoclimática supramediterránea. Las temperaturas medias anuales no superan los 12 grados centígrados, se desarrollan heladas durante gran parte del año. Las temperaturas oscilan entre los -10°C en invierno hasta los 40°C en verano (o temperaturas superiores) y se registran los máximos pluviométricos superiores a 600 mm anuales. Pero la estructura geológica no permite el mantenimiento de una

¹¹⁵ Su descripción se puede consultar en: OLÀRIA, C. Un passeig per la prehistòria. Guia de l'art rupestre de Castelló, pp.129-170.

¹¹⁶ Para mayor información consultar Web de la Generalitat Valenciana, Conserjería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, en el área de Parajes Naturales Municipales apartado Vuelo virtual [en línea] disponible en Web: <http://www.citma.gva.es/web/parajes-naturales-municipales/vuelo-virtual-82541> [consultada 29 de mayo de 2015].

escorrentía permanente.

Los suelos de este territorio son en general pobres y poco aptos para el cultivo. A ello se le suma la presencia de fuertes vientos procedentes del noroeste y el riesgo de heladas como consecuencia del desarrollo de inversiones térmicas en los meses de otoño e invierno (Mateu Bellés, J. F: 1982; Segura: 1990; Roselló: 1995).

6.3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

El primer conocedor de la existencia de las pinturas rupestres de *Cova Remígia* fue Modesto Fabregat dueño de la masía “Mas Modesto” situada a escasos metros del abrigo. Como es habitual, M. Fabregat no dio más importancia a singulares representaciones pictóricas que el abrigo albergaba. Será Gonzalo G. Expresati quien dé a conocer, en 1934, las pinturas del Barranc de la Valltorta descubiertas diecisiete años antes, relacionando ambos conjuntos pictóricos, debido a su gran similitud. Gonzalo G. Expresati será reconocido como el descubridor científico de este hallazgo, gracias a la información aportada por M. Fabregat. Pocos días después, el abrigo fue visitado por D. Eduardo Codina Armengot¹¹⁷ (Licenciado en Filosofía y Letras en la Universidad de Valencia, cronista de la provincia, conservador del museo de Bellas Artes y archivero de la Diputación provincial de Castellón), acompañado de Juan Bautista Porcar (Figura 42), estudioso de los conjuntos rupestres de esta comarca. J. B. Porcar, realizará la primera descripción de estas pinturas y en 1934 se publicarán los primeros artículos haciendo referencia a los nuevos hallazgos en el barranco de *Gassulla*¹¹⁸. En 1935 junto con el Abate Henri Breuil y Hugo Obermaier realizan la investigación científica de este abrigo y de su entorno arqueológico.



Figura 42: Imagen de archivo de los investigadores Hugo Obermaier, Juan Bautista Porcar y Eduardo Codina en *Cova Remígia* en 1935.

Imagen obtenida del artículo de Díaz-Andreu, M. 2012. A Hundred years of post-Palaeolithic rock art studies in Spain / Cien años en los estudios de pintura rupestre post-paleolítica en la investigación española. In García Arranz, J. J., Collado, H. & Nash, G. (eds.), The Levantine Question: the development of Spanish Levantine Rock-art. Budapest, Archaeolingua. p. 34.

¹¹⁷ BELLÉS, S. Seres Humanos de Castellón Universitat Jaume I (UJI), 2008. pp. 1-4.

¹¹⁸ PORCAR, J. B. “Pinturas Rupestres del Barranco de Gassulla”. En el Boletín de la Sociedad Castellonense, volumen XV. Castellón, 1934. pp. 344-347.



Figura 43. Imagen de la ubicación de *Cova Remígia* (Ares de Maestre-Castellón), sin vallado de protección. Instantánea realizada en el año 1971.

Imagen extraída del Corpus de Pintura Levantina Archivo Martín Almagro Basch. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Centro de Ciencias Humanas y Sociales. Instituto de Historia. [en línea] disponible en Web: www.prehistoria.ih.csic.es. [Consultada el 4 mayo de 2015].

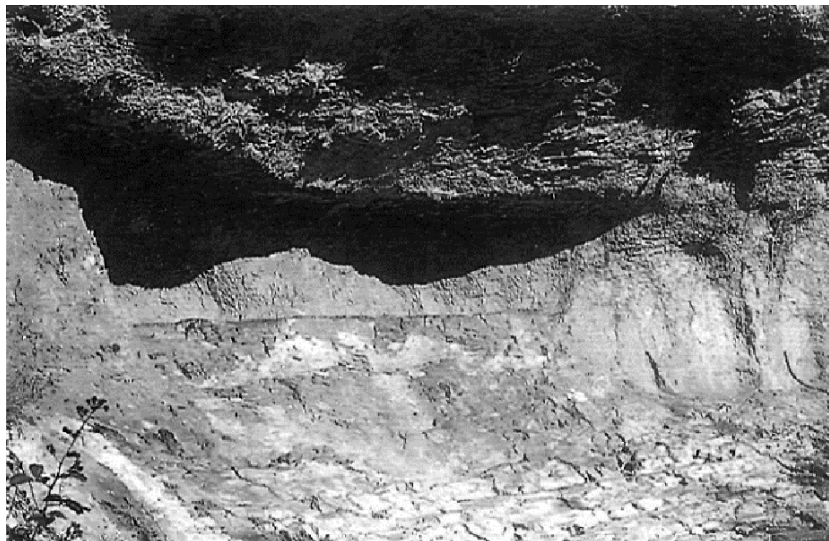


Figura 44. Vista general de las *Cavidades IV, V y VI* (Pared derecha) de *Cova Remígia* (Ares de Maestre-Castellón).

Imagen extraída de SARRIÁ BOSCOVICH, E. Las pinturas rupestres de Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón). Lucentum VII-VIII, 1988-89. p. 11.

J. B. Porcar da a conocer en 1935 las pinturas rupestres halladas en la Cova Remigia (Ares del Maestre) organizando una exposición en la sala *La Pinacoteca* de Barcelona con el título “*Art Rupestre. Mola Remigia. Ares del Maestre (Castelló)*”, que permanecerá abierta al público desde el 20 de abril al 3 de mayo. En 1945 se realizará otra muestra, en esta ocasión organizada por el Museo Arqueológico de la Excma. Diputación de Barcelona, con el título “*Pinturas Rupestres Levantinas*”, que tuvo lugar del 4 al 20 de junio en el Palacio de la Virreina en Barcelona.

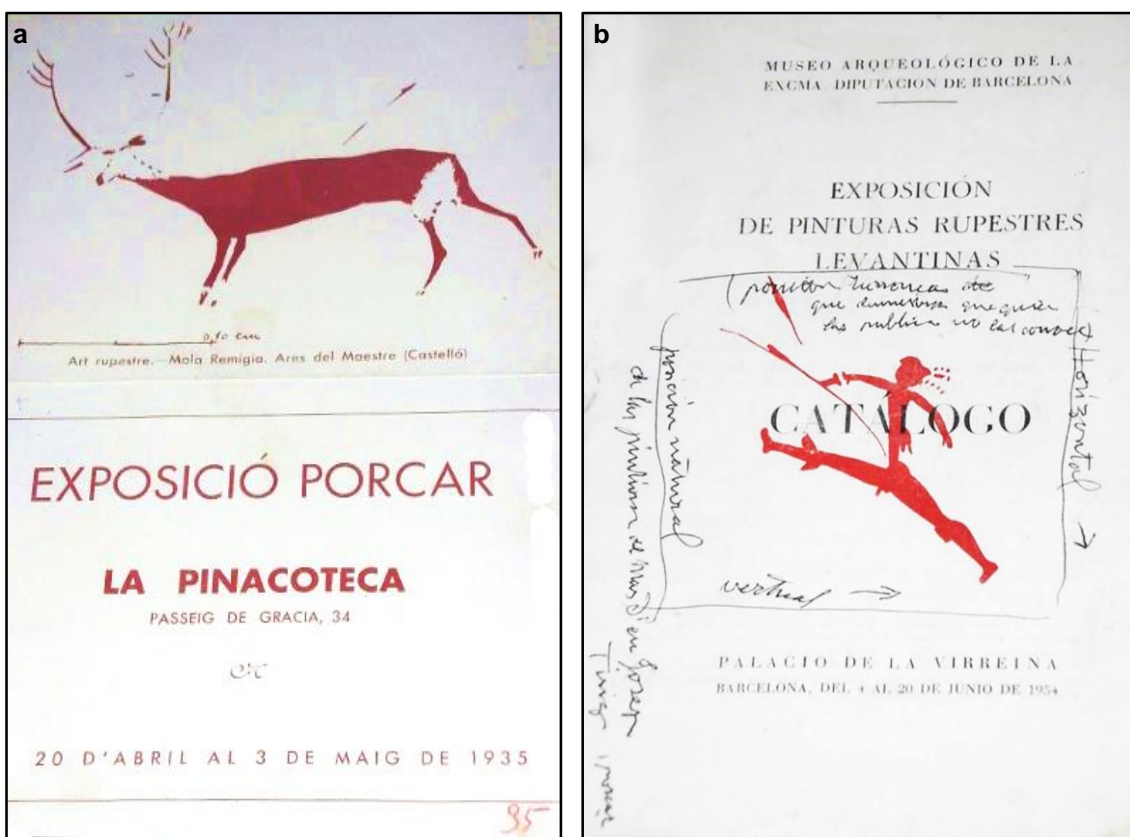


Figura 45 (a, b). Exposiciones en las que el arte rupestre descubierto en la Valltorta-Gasulla se da a conocer a nivel nacional, en los años 1935 y 1945.

Imágenes obtenidas de la exposición que tuvo lugar en el Museu de la Valltorta (Tírig-Castellón) con motivo del IV Congreso El Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica. Valencia: Editado por la Generalitat Valenciana. Valencia, 3, 4 y 5 diciembre 2008.

Fuente: G. Barreda (2008).

Anteriormente a estas dos exposiciones a cargo de J. B. Porcar, en Madrid tuvo lugar otra exhibición de “*Arte prehistórico español*” organizada por *La Sociedad de*

Amigos del Arte (Figuras 46 y 47). A esta asociación formaban parte grandes investigadores de la época como: E. Tormo, Marqués de Cerralbo, M. Gómez Moreno, J. R. Mélida, I. Bolívar, M. Antón Ferrándiz, E. Hernández-Pacheco, J. Cabré, H. Obermaier, L. Sierra, H. Breuil, Conde de la Vega del Sella, H. Alcalde del Río, L. Siret, P. Bosch Gimpera y Conde de las Navas. Esta exposición se realizó con la intención de rendir homenaje a dos eruditos en el mundo de la arqueología como eran M. de Sautuola y J. Vilanova y Piera. La exposición se estructuraba en cuatro espacios dedicados a diferentes temáticas. La 1ª sala estaba dedicada al Arte Paleolítico de la región Cántabra, las Salas 2ª y 3ª a la región de Levante, y la Sala 4ª, ofrecía las principales muestras de Arte Estilizado. En cuanto al Arte Levantino se mostraron varios abrigos pertenecientes a distintas comunidades autónomas, referentes a la Comunidad Valenciana se citan¹¹⁹:

1. Los abrigos de la Araña de Bicorp (Valencia).
2. Abrigos de Morella la Vella (Castellón).
3. Abrigos ubicados en el Barranc de la Valltorta (Castellón):
 - *Las Cuevas del Civil* (Tírig).
 - *Cova del Toll Alt* (Tírig).
 - *Cova dels Cavalls* (Tírig).
 - *Abrigo del Arco* (Tírig).
 - *Cova del Mas d'en Josep* (Tírig).
 - *Cova Alta del Llidoné* (Coves de Vinromá).
 - *Cova de la Saltadora* (Coves de Vinromá).
 - *Cova del Puntal* (Albocácer).

¹¹⁹ Para mayor información consultar: CATÁLOGO ILUSTRADO. Exposición de Arte Prehistórico Español. Sociedad Española de Amigos del Arte. Madrid, 1921. p. 107.

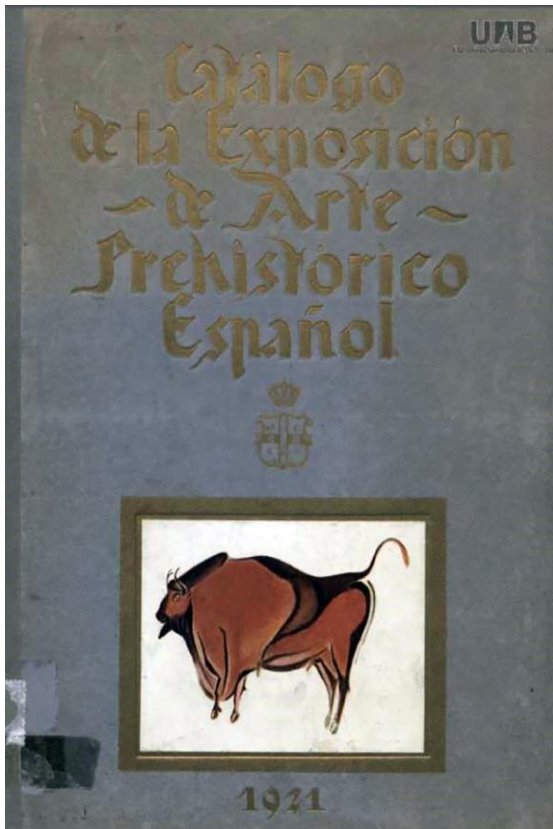


Figura 46. *Exposición de Arte Prehistórico Español*, realizada en el año 1921, donde se mostraban algunos de los conjuntos rupestres del Barranc de la Valltorta.



Figura 47. Cartel de la *Exposición de Arte Prehistórico Español* de 1921.

Imagen obtenida del artículo: DÍAZ-ANDREU, M. Memoria y olvido en la Historia de la Arqueología: recuperando la figura de Francisco Benítez Mellado (1883-1962), el gran ilustrador arqueológico. En PYRENAE, nº 43, Vol. 2. 2012. p. 122.

La difusión del Arte Levantino del área de la Valltorta continuó en auge a nivel internacional y nacional, tal es así, que en febrero 1960 se expusieron las reproducciones realizadas por J. B. Porcar en la *St. George's Gallery* de Londres (Figura 48).

Debido a la guerra civil española, en 1936 se suspenden las labores de investigación, retomándose en los años 40 por J. B. Porcar, trabajos que realizará casi en solitario. Retomadas las labores de investigación, J. B. Porcar hará inminente referencia a acciones antrópicas que sufren los abrigos en el norte de Castellón,

publicado en el Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura (Porcar, J. B.:1944) los arranques perpetrados en Cova Remigia. La mayor parte de sus publicaciones en este periodo se centrarán en los núcleos de Gassulla y Valltorta (Porcar, J. B.: 1945, 1946, 1947), son estudios con un marcado carácter iconográfico sin centrarse exhaustivamente en las investigaciones cronológicas. Ya que el estudio del significado era un aspecto que en la época preocupaba especialmente a los arqueólogos.

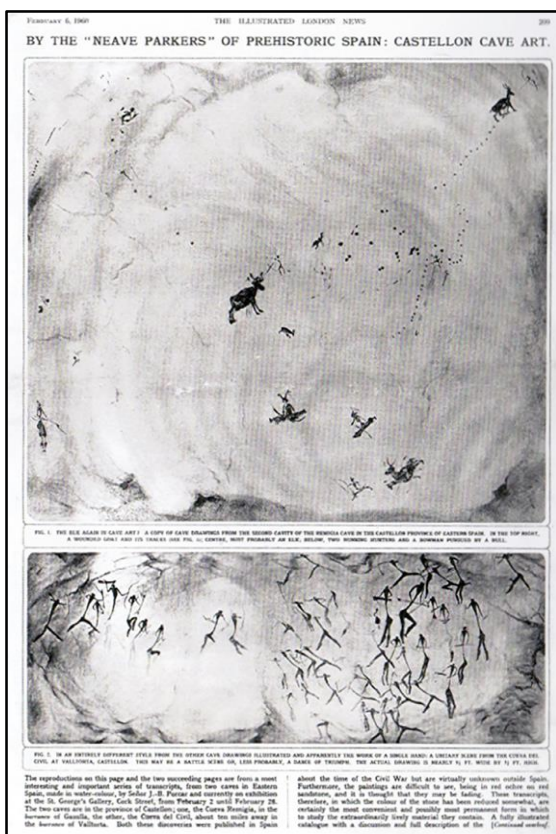


Figura 48. Página 109 de The Illustrated London News, 6 de febrero de 1960, dedicada a la exposición de reproducciones de pinturas rupestres de Castellón, realizadas por J. P. Porcar. La imagen superior corresponde a la cavidad II de Cova Remigia y la imagen inferior a la Cova del Civil.

Imagen extraída de la monografía MARTÍNEZ VALLE, R. y VILLAVERDE, V. *La Cova dels Cavalls en el Barranc de la Valltorta. Monografías del Instituto de Arte Rupestre, Vol. 1. 2002. p. 27.*

Los datos arqueológicos en el núcleo del barranco de Gassulla, durante estos años son escasos. Tan sólo consta alguna referencia, sobre la existencia de yacimientos y la publicación de los restos recuperados en los enterramientos del Mas de Modesto, realizada por J. B. Porcar.

Las teorías cronológicas sobre el arte rupestre planteadas por H. Breuil (1920. pp. 1-50) y H. Obermaier (1916) se basan en que las pinturas levantinas son expresiones que corresponden a pueblos paleolíticos capsienenses de origen africano,

ya que se han identificado en estas escenas especies faunísticas pleistocenas como el alce o los rinocerontes, argumento indiscutible que justificaba esta cronología. Hasta ese momento, este modelo interpretativo fue cuestionado, entre otros por: J. M^a Vidal¹²⁰ (1909) perteneciente al Institut d'Estudis Catalans, que tan sólo un año después de la publicación de las pinturas de *La Roca dels Moros de Cogul* (Les Garrigues-Lleida); A. Durán i Sempere y M. Pallarés (1915-20); y J. Cabré¹²¹ (1923, 1925), quien tras realizar estudios sobre la Valltorta, manifestó cierto escepticismo sobre las teorías de H. Breuil y H. Obermaier. Demostrando que las escenas levantinas confirman una organización social más afín a las civilizaciones neolíticas que a las paleolíticas; y con respecto a la fauna representada, sólo interpretan especies de fauna actual y no cuaternaria como mantenía H. Breuil.

En los años 40 son numerosas las críticas hacia la teoría planteada por H. Breuil y H. Obermaier, surgiendo una alternativa planteada por E. Hernández Pacheco en 1945 que cuenta con seguidores como M. Almagro Bach (1944,1951) quien incorpora el contexto arqueológico como factor a considerar en la cronología del arte, defendiendo que la pintura levantina se sitúa cronológicamente en el Neolítico. Tal teoría, también fue apoyada por Martínez Santa-Olalla en 1946, pero desde una posición más antropológica. Años más tarde D. Eduardo Ripoll establece cuatro fases estilísticas con valor cronológico, y sitúa el Arte Levantino en el Mesolítico para finalizar en el Neolítico¹²².

Durante los años 1970-1982 se realizará en la Valltorta-Gassulla una gran actividad y proyectos de investigación sobre los conjuntos rupestres en la zona, llevados a cabo por Ramón Viñas y D. Eduardo Ripoll. Con Viñas vuelve a la Valltorta la investigación y el estudio de la mano de la escuela catalana de arqueología. Coincidiendo con la creación del Servicio de Investigaciones Arqueológicas y Prehistóricas (SIAP) de la Diputación de Castellón (1975). Junto con su director

¹²⁰ Fullola *et al.* Small sedes for big debates. Past and present contributions to paleoart studies from Northeastern Iberia, 2015.

¹²¹ Para mayor información consultar. CABRÉ, J. Las pinturas rupestres de la Valltorta I. Desaparición de las pinturas de una de las estaciones de este valle. *Actas y memorias de la Sociedad Española de Antropología, Etnografía y Prehistoria*, 2, 1923. pp. 107-118.

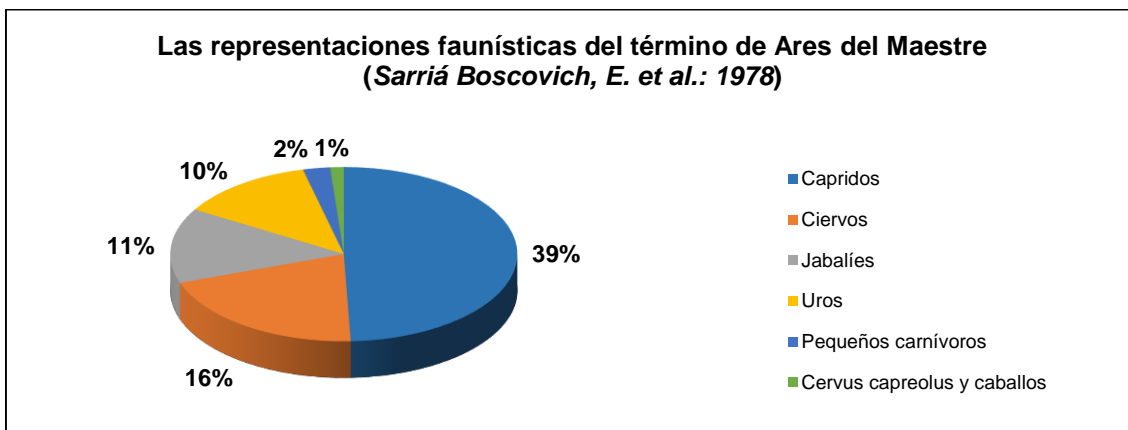
CABRÉ, J. Las pinturas rupestres de la Valltorta [II]. Escena bélica de la Cova de Cevil [Cova del Civil]. *Actas y memorias de la Sociedad Española de Antropología, Etnografía y Prehistoria* 4, 1925. pp 201-233.

¹²² RIPOLL, E. Proceedings of the Wartenstein Symposium on rock art of Western Mediterranean y Sahara. En PERICOT, L. & RIPOLL, E. (Eds.) *Prehistoric Art of the Western Mediterranean y the Sahara*. Nueva York (Barcelona), 1964. Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research.

Francesc Gusi y años más tarde con la colaboración de Carme Olària, en 1975, se retoma la excavación de nuevos yacimientos como el *Cingle de l'Ermita* (Albocàsser-Castellón) (Gusi, F.: 1975 a) y la *Cova del Mas d'Abad* (Coves de Vinromà-Castellón) (Gusi, F.: 1975 b). La investigación e interpretación de los datos adquiridos de estos yacimientos, dio como resultado la teoría por la cual se cree que el poblamiento prehistórico de la Valltorta estaba formado por grupos humanos con un modo de vida nómada o semi-nómada basados en la caza y el pastoreo (Gusi, F.: 1983, 70, 80). Durante la década de los 80 los modelos interpretativos respecto a la población en la zona se centraban en la adaptación de los grupos humanos a su entorno (Gusi, F.: 1978; Olària, C.: 1988 a). La neolización autóctona propuesta por Gusi y Olaria, despertó gran polémica entre los investigadores, siendo fuertemente rebatida por B. Martí Oliver, J. Bernabeu Aubán o J. Zilhao.

En 1978, coincidiendo con una campaña de estudio que R. Viñas estaba realizando en la zona junto a E. Sarriá Boscovich, elaboran un trabajo sobre "Las representaciones faunísticas del término de Ares del Mestre"¹²³, en el cual se contabilizaron el total de representaciones faunísticas de cada especie, así como su posición y actitud en cada escena en distintos conjuntos del barranco de Gassulla. Los abrigos estudiados fueron: *Mas del Cingle*, *Racó Gasparo*, *Racó Molero*, *Mas Blanc*, *Cova Remígia* y *Cingle de Gassulla*. El resultado de las investigaciones determinó que los animales más representados eran los cápridos (*Capra Pyrenaica*) en un 39%, seguidos de los ciervos (*Cervus elaphus*) en un 16%, jabalíes (*Sus scropha*) en un 11%, uros (*Bos*) un 10%, pequeños carnívoros un 2%, y un 1% entre *Cervus capreolus* y caballos (*Equus caballus*).

¹²³ SARRIÀ BOSCOVICH, E. & VIÑAS VALLVERDÚ, R. "Las representaciones faunísticas del término de Ares del Mestre (Castellón de la Plana)". *Cuadernos de prehistoria y arqueología castellonenses*, nº 5. 1978. pp. 143-162.



Gráfica 1. Representación del porcentaje de representaciones faunísticas del término de Ares del Maestre, según Sarriá Boscovich, E. et al. 1978.

Fuente: G. Barreda (2015).

Este análisis puso de manifiesto la diferencia temática entre los abrigos, observándose una clara representación de escenas de caza en *Cova Remígia*. Forman parte de estas escenas cinegéticas 116 figuras humanas, de un total de 190. Siguiendo con la investigación desarrollada en este territorio, R. Viñas y E. Sarriá, darán a conocer en 1979 junto con la colaboración de F. Monzonís las “Nuevas manifestaciones de arte rupestre en el Maestrazgo (Castellón)”¹²⁴.

Posteriormente M. Mesado Oliver, expone un artículo sobre “La Cova del Mas d’En Llorenç y el Arte prehistórico del Barranco de La Gasulla”¹²⁵; en él, se formula la posible relación existente entre las cerámicas neolíticas de la *Cova del Mas d’En Llorenç o Cova Fosca* y algunas representaciones de *Cova Remígia* y *El Cingle*¹²⁶.

En 1981 R. Viñas junto con E. Sarriá Boscovich publicaran el hallazgo de nuevos abrigos en la Valltorta. Importantes conjuntos del Barranc de Sant Miquel: como el *Abric de Centelles*, *La Cova de la Mostela* y el *Abric del Barranc d’En Cabrera*¹²⁷.

¹²⁴ VIÑAS, R.; SARRIÀ, E. & MONZONIS, F. “Nuevas manifestaciones de arte rupestre en el Maestrazgo (Castellón de la Plana)”. Ed: Diputació de Castelló. Servei d’Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques. Castellón, 1979. pp. 97-121.

¹²⁵ MESADO OLIVER, N. “La Cova del Mas d’En Llorenç y el arte prehistórico del barranco de La Gasulla”. *Archivo de Prehistoria Levantina*, Vol. XVI. Valencia, 1981. pp. 281-307.

¹²⁶ SARRIÀ BOSCOVICH, E. *Op cit.*

¹²⁷ SARRIÀ BOSCOVICH, E. & VIÑAS i VALLVERDÚ, R. Noticia de un nuevo conjunto de pinturas rupestres en Albocàsser. 1981.

Años más tarde, en octubre de 1989, E. Sarriá Boscovich presentó en el Departamento de Prehistoria, H. ^a Antigua y Arqueología de la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Barcelona la tesis de licenciatura “*Las pinturas rupestres de Cova Remígia (Ares del Maestre, Castellón)*” en la que plantea una revisión del estudio de este conjunto rupestre, realizado por H Breuil, H. Obermaier y J. B. Porcar en el año 1935¹²⁸. Esta investigación lleva a Sarriá a identificar seis momentos diferentes en la realización del abrigo a partir de las superposiciones cromáticas. La revisión y actualización del calco obtuvo como resultado el hallazgo de 285 figuras inéditas, las cuales sumadas a las ya conocidas alcanza el total de 759 elementos pictográficos, convirtiendo a la *Cova Remígia* en uno de los conjuntos más importantes de estilo levantino español.

Las últimas publicaciones de cuantiosos descubrimientos de conjuntos rupestres en la zona y de notable relevancia, sirvieron para insistir en la importancia patrimonial de la Valltorta. La Generalitat Valenciana en 1983 puso en marcha un proyecto de gestión integral de este enclave patrimonial. La creación del Parque Cultural de la Valltorta que fue diseñado desde los servicios Territoriales de la Conselleria de Cultura en Castellón. Se pretendía proteger jurídica y físicamente, dotar de equipamientos y difusión cultural, por lo que se proyectó la construcción de museo y parte de equipamientos, así como la protección física de los principales conjuntos (Martínez Valle, 2000). La inauguración del Museu de la Valltorta (Figura 49) no se realiza hasta 1994, con un proyecto museográfico (Figuras: 50, 51, 52) centrado en los valores culturales del Barranc de la Valltorta. Con la apertura del museo se hizo evidente la falta de información sobre sus pinturas rupestres, su contexto arqueológico y los serios problemas de conservación en los principales conjuntos.

¹²⁸ Para mayor información consultar. Porcar, J. B.; Obermaier, H. & Breuil, H. Excavaciones en la Cueva Remígia (Castellón). Madrid, 1935. publicado por la Junta Superior de Excavaciones.



Figura 49. Museu de la Valltorta, situado en la partida del Pla de l'Om (Tírig-Castellón) a 500 m del Barranc de la Valltorta. Dispone de dependencias de trabajo, como laboratorio, almacenes y biblioteca, una sala de exposiciones temporales y cuatro salas de exposición permanente, donde se presenta una muestra sobre el Arte Rupestre de la Comunidad Valenciana.



Figura 50. Sala III. Facsímil a escala 1/1 de la Cova dels Cavalls, Museu de la Valltorta (Tírig-Castellón).



Figura 51. a.) Sala I. dedicada al Paleolítico Superior. b.) Sala II. Dedicada al Mesolítico y Neolítico. c.) Sala IV. Dedicada al Eneolítico y Edad del Bronce.



Figura 52. Proyector diaporama con imágenes de pinturas rupestres. Museu de la Valltorta (Tírig-Castellón).

Imágenes: 49, 50, 51 y 52; extraídas de la Web de la Generalitat Valenciana, [en línea] disponible en: www.gva.es/tirig/tirig3.html. [Consultada 25 de mayo de 2015].

La información existente procedía casi en su totalidad de los trabajos realizados a principios de siglo XX. La mayoría de las escasas publicaciones, con información sobre los últimos abrigos descubiertos con arte rupestre, son breves artículos que dejan constancia de su existencia, pero en ningún caso monografías detalladas, dejando patente el estancamiento en el que se hallaba inmerso el estudio de los abrigos con pintura rupestre.

En 1983 se ponen en marcha distintas acciones para aminorar los problemas de conservación que sufrían los conjuntos debido a una mala gestión sufrida. Se modificaron los vallados realizados en los años sesenta y setenta, que eran insuficientes para garantizar la protección adecuada de los abrigos, se incrementó la vigilancia y se estableció un sistema de visitas guiadas. Al mismo tiempo se iniciaron los trabajos de campo para verificar la información existente y se inició la prospección del territorio con el hallazgo de nuevos conjuntos rupestres, así como la localización de numerosos yacimientos arqueológicos. De esta forma, desde el Museu de la Valltorta bajo la dirección de R. Martínez Valle y junto con P.M. Guillem Calatayud como miembros del Instituto de Arte Rupestre, Organismo Público Valenciano de Investigación (OPVI); se empieza a promover el estudio y la divulgación del arte rupestre de la Comunidad Valenciana.

En 1987 tuvo lugar en la Valltorta una reunión de trabajo auspiciada por la Generalitat Valenciana y la Fundación Getty, sobre la conservación del arte rupestre, el encuentro contó con la presencia de prehistoriadores y restauradores, que debatieron sobre los problemas de conservación del arte rupestre al aire libre y se impusieron criterios conservadores respecto a las posibilidades de intervenir sobre los conjuntos rupestres (Martínez Valle, R.: 2000. p. 72). Los trabajos arqueológicos se mantuvieron paralizados hasta 1996, fecha en la que el museo inicia un proyecto de estudio arqueológico del territorio de Valltorta-Gassulla, con un importante programa de prospección sistemática que dio lugar a nuevos descubrimientos de yacimientos en la Rambla Carbonera y el Riu de les Coves. Estos estudios realizados señalan la relación de los diferentes yacimientos prehistóricos, la comprensión de las pautas del poblamiento prehistórico de la zona, no debían entenderse como una visión de unidad cerrada y parcial a nivel geográfico, como tradicionalmente se había limitado al Barranc de la Valltorta; sino que debía ser comprendida y estudiada como un espacio

abierto en un ámbito territorial. Durante los años siguientes se ponen en marcha varias campañas de prospección para cubrir la falta de información arqueológica en la zona Valltorta-Gassulla.

En mayo de 1997 se celebró en el Museu de la Valltorta el Primer Seminario internacional sobre arte rupestre en ambiente mediterráneo, ante representantes del *Comité Internacional de Arte Rupestre* (CAR), el *Consejo Internacional de Monumentos y Sitios Histórico-Artísticos* (ICOMOS). En esta ocasión se presentó públicamente la propuesta de solicitud para que el Arte Rupestre Levantino fuera reconocido como Patrimonio Mundial. En este proyecto colaboraron las Comunidades Autónomas de la Comunidad Valenciana, de Cataluña, Aragón, Castilla-La Mancha, Murcia y Andalucía. Además en este foro surgió el inicio de un proyecto de intervenciones en los conjuntos más alterados de la Comunidad Valenciana. La primera intervención planteada y llevada a cabo, tuvo lugar en el *Abric del Castell* (Villafamés-Castellón). A ella siguieron las intervenciones en la *Cova dels Cavalls* y en *Les Coves de Ribassals* o *del Civil*, ambas situadas en el Barranc de la Valltorta. En junio de ese mismo año se presenta al *Consejo del Patrimonio Histórico Español*, institución reguladora y encargada de su aprobación como Patrimonio Mundial. Finalmente el Ministerio de Cultura Español procede a su tramitación ante la UNESCO. En diciembre (como se ha comentado anteriormente) tiene lugar la visita del evaluador de la UNESCO, el prehistoriador francés J. Clottes encargado de comunicar la autenticidad de estas manifestaciones¹²⁹. Uno de los aspectos más importantes del

¹²⁹ El documento de solicitud consta de dos partes, la primera dedicada a la descripción del *Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica* y a caracterizar todas las circunstancias que afectan a su gestión. La segunda parte, incluye el inventario de los sitios incluidos en la solicitud de declaración. Las primeras propuestas fueron siempre referidas a Arte Levantino, dada su exclusividad y su carácter excepcional. Pero a medida que avanzaba el proyecto se decide ampliar e incluir todas las manifestaciones rupestres prehistóricas; es decir conjuntos de Arte Paleolítico como los dos yacimientos de *Cova Fosca* y *Abric de Reinós* (Vall d'Ebo-Alicante), el Arte Macroesquemático como es el caso del conjunto de abrigos pintados, descubiertos en 1980 por miembros del "Centre d'Estudis Contestans", de Cocentaina (Alicante), del Pla de *Petracos* situados en el área de Castell de Castells (Alicante). El Arte Esquemático como los yacimientos del *Abric de les Torrudanes* (Vall d'Ebo-Alicante) y *Abric de la Palla* (Tormos-Alicante), las pinturas de la *Cova del Barranc de Migdia* situadas en el Motgó (Xàbia-Alicante); y el arte Levantino como: *La Cova dels Cavalls* (Tírig-Castellón), *Cova de la Araña* (Bicorp-Valencia), etc. Hay que tener en cuenta que el Arte Macroesquemático no es exclusivo de las tierras alicantinas delimitadas por el mar y las sierras de Aitana, Mariola y Benicadell, como en un principio se pensaba, si bien es cierto que la presencia de orantes son exclusivos de este territorio, en el registro actual se han localizado estaciones con esta tipología de representaciones, en yacimientos de Aragón, Castellón, Valencia o Cuenca. Su cronología prehistórica quedó demostrada con el estudio de las pinturas rupestres del *Abric I de La Sarga*, en Alcoi (Alicante), y en el *Abric IV* del Barranc de Benialí, en La Vall de Gallinera

proyecto de inclusión en la lista de Patrimonio Mundial, es que no se proponía la declaración de una lista cerrada, de manera que los nuevos hallazgos tienen la misma consideración que los inscritos en la propuesta inicial¹³⁰. Finalmente el 5 de diciembre de 1998, el Comité del Patrimonio Mundial de la UNESCO, aprobó la inclusión del Arte Rupestre del Arco Mediterráneo en la Lista del Patrimonio Mundial. Incluyendo un total de 757 conjuntos de arte rupestre prehistórico, de los que 301 correspondían a la Comunidad Valenciana, entre los que se incluye la *Cova Remígia*. Este mismo año, como ya se ha comentado con anterioridad, se creó el Instituto de Arte Rupestre (IAR), mediante convenio entre el Organismo Público Valenciano de Investigación y la Conselleria de Cultura i Educació de la Generalitat Valenciana, fijando su sede en el Museu de la Valltorta. Desde su creación hasta su supresión, trabajó en la documentación del arte rupestre de la Comunidad Valenciana y su estudio como manifestación cultural prehistórica.

La declaración de Patrimonio de la Humanidad supone la máxima distinción que se le puede otorgar a un yacimiento de estas características; merece especial atención la Comunidad Valenciana, en la cual, actualmente se encuentran alrededor de 450 conjuntos. En este mismo año se publica la Ley de Patrimonio Cultural Valenciano, que establecía una serie de principios que tendrían gran repercusión sobre la actividad arqueológica de la Comunidad Valenciana.

Tal es así, que en pocos años de diferencia se presentaron varias tesis doctorales cuyo tema de estudio era la conservación del arte rupestre. En 2003 se escribe la tesis doctoral "*Conservación de las pinturas rupestres del levante español*"¹³¹, presentada por M^a L. Ballester, en 2004 M. Domènech defiende su tesis doctoral "*Los grabados rupestres prehistóricos de Morella y Alpuente. Procesos de deterioro y conservación preventiva*"¹³² y en 2008 será H. David quien presente la tesis "*Contribución a la conservación del arte rupestre prehistórico*"¹³³.

(Alicante), en estos enclaves estas pinturas macroesquemáticas se encontraban infrapuestas a representaciones pertenecientes al periodo levantino.

¹³⁰ PANEL. Revista de arte rupestre, nº 1. Sevilla: Edita el Servicio de Estudios y Publicaciones Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, 2001. pp. 12-19. Depósito Legal XX-000-2001.

¹³¹ Tesis realizada en la Universitat Politècnica de València, Departament de Conservació i Restauració de Béns Culturals. Dirigida por Dra. C. Pérez García.

¹³² Tesis realizada en la Universitat Politècnica de València, Departament de Conservació i Restauració de Béns Culturals. Dirigida por Dra. C. Pérez García.

¹³³ Tesis realizada en la Universitat Politècnica de València, Departament de Conservació i Restauració de Béns Culturals. Dirigida por Dra. M. P. Roig Picazo y Dra. M. T. Domènech Carbó.

En 2005 se lleva a cabo por encargo de la Dirección General de Patrimonio Cultural Valenciano y bajo la coordinación del Museu de la Valltorta, la intervención de conservación y restauración en *Cova Remígia*, uno de los abrigos con arte levantino más importante de la Comunidad Valenciana. El equipo interdisciplinar de especialistas que trabajaron estaba integrado por restauradores, arqueólogos, geólogos y químicos, pertenecientes al Institut Valencià de Restauració i Conservació de Béns Culturals. Como miembro del equipo de restauración, y debido a la importancia de este Conjunto de arte rupestre, surge el interés y la necesidad de realizar un estudio enfocado al análisis de "*Consolidantes para soportes pétreos con manifestaciones de Arte Rupestre en la Comunidad Valenciana. Análisis práctico en Cova Remígia (Barranc de Gassulla-Ares del Mestre)*", que a continuación se desarrolla. Tras diez años ocupando el cargo de director de la Valltorta, R. Martínez es cesado en el 2007, tomando el relevo Guillermo Morote Barberá que se incorporará como nuevo director técnico conservador en febrero de 2007¹³⁴. Sólo con un año a cargo de la dirección del Museu de la Valltorta, consigue que participe de manera activa en el IV Congreso "*El Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica. 10 años en la lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO*", que tuvo lugar en diciembre del año 2008. Este congreso se celebró con motivo de la conmemoración del décimo aniversario de la Declaración del Arte Rupestre del Arco Mediterráneo como Patrimonio Mundial por la UNESCO en el museo de Bellas Artes de San Pío V de Valencia. El Museu de la Valltorta, preparó para la ocasión visitas guiadas a la *Cova dels Cavalls* y organizó en su espacio expositivo, una muestra conmemorativa a la trayectoria de la investigación llevada a cabo en este territorio desde sus comienzos a principios del siglo XX. El hecho de que se mostraran, en esta exposición, los calcos originales de abrigos como *Les Dogues*, o los catálogos originales de exposiciones que J. B. Porcar realizó en Barcelona en 1935 y 1945 (Figura. 53), denota la relevancia de dicha muestra.

¹³⁴ Acto de toma de posesión celebrado en la Dirección Territorial de la Conselleria de Cultura, para mayor información consultar el Periódico Mediterráneo el 1 de febrero de 2007, [en línea] disponible en web: http://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/castellon/nuevo-impulso-patrimonio-provincial_275622.html. [Consultada el 26 de junio de 2015].



Figura 53. G. Morote, director del Museu de la Valltorta hasta 2014, mostrando el Barranc de la Valltorta y la ubicación de *La Cova dels Cavalls*. En la visita que tuvo lugar durante la celebración del IV congreso de Arte rupestre del Arco Mediterráneo en 2008.

Fuente: G. Barreda (2008).



Figura 54. G. Morote, director del Museu de la Valltorta hasta 2014, durante la visita que tuvo lugar en la celebración del IV Congreso de Arte Rupestre del Arco Mediterráneo 2008.

Fuente: G. Barreda (2008).



Figura 55. Participantes del IV Congreso de Arte Rupestre del Arco Mediterráneo en 2008. Entre ellos el arqueólogo P. Castell y el investigador francés J. Clottes.

Fuente: G. Barreda (2008).



Figura 56 (a, b). Acceso a la Cova dels Cavalls (Barranc de la Valltorta-Tírig-Castellón). Visita realizada durante la celebración del IV Congreso de Arte Rupestre del Arco Mediterráneo en 2008.

Fuente: G. Barreda (2008).

Durante el periodo en el que G. Morote permaneció como director del Museu, no cesaron las labores de prospección arqueológica, se continuó con los trabajos de investigación y catalogación de los abrigos que forman parte del parque cultural Valltorta-Gassulla. Trabajos que se realizaron junto con la codirección del *Institut Català de Peleoeologia Humana i Evolució Social* (IPHES) y de R. Viñas. El equipo estuvo trabajando en más de dieciséis abrigos de la zona, entre las localidades de Ares del Maestre y Tírig, con el objetivo de obtener un registro y documentación actualizada de los conjuntos con manifestaciones de Arte Rupestre (Figura 57).

Estos trabajos no tardaron en dar fruto, el 17 de julio de 2009, se produjo el hallazgo de un nuevo abrigo con restos de pintura rupestres en la Poble de Benifassà (Castellón) situado a unos 50 m de distancia de la Cova del Polvorí o Rossegadors. El equipo estaba formado por G. Morote, director del Museu de la Valltorta y codirector de este proyecto, junto con Ramón Viñas, Albert Rubio perteneciente al Seminari

d'Estudis i Recerques Prehistòriques (SERP) de la Universitat de Barcelona; Juan F. Ruíz de la Universidad de Castilla-La Mancha, y los alumnos Ruman Banerjee de la Universitat Rovira i Virgili de Tarragona, Vanesa Gómez y Fernando Montero de la Universidad de Castilla-La Mancha, e Ileana Cruz, de la Escuela Nacional de Antropología e Historia de la ciudad de México.



Figura 57. El investigador R. Viñas junto con su equipo, realizando los trabajos de registro y documentación en la Cova Centelles (Albocàsser-Castellón).

Imagen extraída de la Web del Institut català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES), [en line] disponible en Web: <http://iphes-noticies.blogspot.com.es/2014/05/conferencia-sobre-lart-rupestre-del.html#!/2014/05/conferencia-sobre-lart-rupestre-del.html>. [Consultada el 27 de junio de 2015].

Fuente: A. Rubio.

En el proyecto de investigación “El Arte Rupestre del Parque de La Valltorta-Gassulla y zona norte de Castellón”, se aplicaron nuevas tecnologías en el procesado de imágenes. Por una parte se pretendía constatar la situación topográfica de cada una de las figuras en su espacio, y por otra, la descripción técnica de cada elemento; con la finalidad de elaborar una base de datos que facilitara estudios posteriores en

cuanto a: clasificación tipológica, composición, superposiciones de temas, interpretación, fases cronológicas, etc. Tras finalizar las investigaciones en 2013, los resultados más significativos de este proyecto se dieron a conocer en distintas jornadas y seminarios durante el año 2014, como la que tuvo lugar el 17 de mayo en Vilafranca (Castellón) en las *II Jornades de la Societat d'Història Natural dels Ports*, en la conferencia "*Investigacions de l'Art Rupestre del conjunt Valltorta-Gasulla*" o en el *XVI seminario de arte rupestre prehistórico "Antonio Beltrán Martínez"* celebrado, el 15 i el 17 de julio de ese mismo año, en la localidad de Ares del Maestrat (Castellón) bajo el título "*El arte rupestre del Parque Valltorta-Gasulla y zona norte de Castellón*" (Figura 58). Estas investigaciones se integraron en otro proyecto paralelo: "*Microscopía Raman, IR, pinturas rupestres prehistóricas, óptica i electrònica (SEM/EDX) de l'Arco Mediterráneo de la Península Ibérica*" (2012), dirigido por Antonio Hernanz del Departamento de Química de la Universidad de Educación a distancia (UNED). En esta colaboración se analizó y caracterizó, mediante sistema Raman portátil, la composición de pigmentos, y la localización de oxalatos de calcio que permitió obtener dataciones por medio del AMS C14, tanto de los periodos anteriores como posteriores a la realización de las pinturas rupestres.



Figura 58. Imagen de los participantes en el Seminario de Arte Rupestre que tuvo lugar en Ares del Maestre en 2014.

Imagen extraída de la Web del Ayuntamiento de Ares del Maestrat [en línea] disponible en:
<http://www.aresdelmaestrat.es/es/noticia/clausura-sobre-curso-arte-rupestre-celebrado-ares> [consultada en 26 de junio de 2015].

Las labores en el Museu de la Valltorta de G: Morote como director finalizan en el 2013, será sucedido por Josep Casabó i Bernad, quien fue nombrado a principios de 2014. Durante la breve trayectoria desde el nombramiento de J. Casabó como director Museu de la Valltorta hasta hoy día, se han sucedido varios acontecimientos importantes. Entre ellos, el más relevante, la incoación del Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla como Bien de Interés Cultural con categoría de parque cultural, que tuvo lugar en marzo de 2015. A este, se unen la monitorización e investigación de las pinturas de diferentes abrigos del Maestrat, pertenecientes a localidades como Tírig, Ares del Maestre, Albocàsser i Les Coves de Vinromà que forman parte del proyecto Google Culture¹³⁵. Concretamente se ha desarrollado en el Cingle del *Tolls del Puntal* (Les Coves de Vinromà-Castellón), *Cova Centelles* (Albocàsser-Castellón), *Cova dels Cavalls* (Tírig-Castellón) *El cingle de la Gassulla* (Ares del Maestrat-Castellón) y el *Cingle del Mas d'En Josep* (Tírig-Castellón). Este proyecto promovido por el ayuntamiento de Tírig y financiado por la Secretaria de Estado de Cultura del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, ofrecerá a los internautas la posibilidad de observar en altísima resolución las pinturas rupestres, entre ellas las pinturas del barranco de Gassulla, además de aproximar a la sociedad los trabajos de conservación que se realicen en el patrimonio rupestre del Parque Cultural. El equipo de científicos que realiza estos trabajos está dirigido por Juan Francisco Ruiz, profesor de la Universitat de Castilla-La Mancha, responsable del proyecto 4D VULL junto con Elia Quesada Martínez, especialista en pintura rupestre y Ramiro Alloza, químico especialista en conservación de arte rupestre (Figura 59).

¹³⁵ Para mayor información consultar la Web [en línea] disponible en: <http://diadia.cat/wordpress/les-pintures-rupestres-del-maestrat-formaran-part-del-projecte-cultural-de-google-dalta-resolucio/> [consultada 27 de junio de 2015].



Figura 59. Investigación 4D de la Cova dels Cavalls (barranc de la Valltorta-Tírig). Responsables del proyecto "4D Valltorta Gassulla".

Imagen extraída de la Web [en línea] disponible en: <http://diadia.cat/wordpress/estudien-en-4d-i-amb-termofotografies-les-pintures-rupestres-de-la-valltota>. [Consultada 27 de junio de 2015].

Además de hacer posible que estas representaciones se perciban con todo detalle cuando sean ampliadas, los investigadores utilizan la termografía, a través de la cual, permite determinar la temperatura de la roca. Con el objetivo de identificar qué partes de los abrigos presentan más riesgos de deterioro por acción térmica, factor que junto con la humedad están presentes en la mayor parte de las alteraciones pétreas; su control beneficiará la óptima conservación de las pinturas parietales. El proyecto de conservación "4D Valltorta Gassulla", está basado en el uso de diferentes tecnologías no destructivas mediante las cuales se identifica el estado de conservación del abrigo y posteriormente se pueden cotejar los datos registrados en distintos periodos de tiempo. Este método de análisis se realiza sin intervenir directamente sobre el soporte y permite detectar nuevas alteraciones, además de valorar las modificaciones en la topografía de la superficie a nivel milimétrico, mediante registro de las posibles pérdidas de soporte que se puedan producir. Con los datos adquiridos se establecen comparaciones volumétricas con modelos 3D y fotogrametría. Este proyecto permite conocer, siempre que tenga una continuidad en

el tiempo, el grado de deterioro que pueden sufrir los abrigos y anticipar soluciones, ya que los fragmentos superficiales de pintura junto con soporte se van desprendiendo por razones intrínsecas de la propia naturaleza geológica de la roca; permitiendo analizar en qué periodos del año se producen más pérdidas, además de observar las alteraciones biológicas y su proceso degenerativo. El 4D incluye técnicas de control colorimétrico para observar los posibles cambios de color en superficie o la aparición de nuevas pátinas (Figura. 60).



Figura 60 (a, b). Investigación 4D de la *Cova dels Cavalls* (Barranc de la Valltorta-Tírig). Responsables del proyecto "4D Valltorta Gasulla".

Imagen extraída de la Web [en línea] disponible en: <http://diadia.cat/wordpress/estudien-en-4d-i-amb-termofotografies-les-pintures-rupestres-de-la-valltota>. [Consultada 27 de junio de 2015].

El hecho de monitorizar estas partes con todo detalle, permitirá en un futuro, reproducir con total exactitud, las figuras afectadas en caso de pérdida. El objetivo principal de estos estudios es garantizar la conservación de las pinturas además de contribuir en su difusión.

Una ayuda a estos propósitos es la instalación de una pasarela metálica de 36 m que une los enclaves de pinturas rupestres de *Cova Remígia* y el *Cingle de la Mola Remígia*¹³⁶, ambos situados en el Barranc de Gassulla. Estas mejoras en el acceso¹³⁷

¹³⁶ Inaugurada el 8 de octubre por el Presidente de la Exc. ^a. Diputación de Castellón D. J. Moliner.

permitirán facilitar la labor a los guías haciendo más factible la visita turística a ambos enclaves, hasta ahora separados por 500 m [Figuras: 61 (a, b, c)].



Figura 61 (a, b, c). Montaje de la pasarela entre *Cova Remígia* y el *Cingle de Mola Remígia*. (Barranc de Gassulla-Ares del Maestre).

Imagen extraída de la Web [en línea] disponible en: <http://diadia.cat/wordpress/estudien-en-4d-i-amb-termofotografies-les-pintures-rupestres-de-la-valltota>. [Consultada 27 de junio de 2015].

¹³⁷ Para mayor información consultar [en línea] disponible en Web: <http://www.aresdelmaestrat.es/es/noticia/una-pasarela-metalica-une-abrigos-rupestres-remigia-para-mejorar-visitas-turisticas>. [Consultada 15 de junio de 2015].

6.4. PERIODO ESTILÍSTICO Y CRONOLÓGICO.

Cronológicamente las pinturas prehistóricas de *Cova Remígia* se incluyen en la tradición artística denominada Arte Levantino, pero existen algunas representaciones que podrían ubicarse dentro del Arte Esquemático.

El Arte Levantino pertenece al periodo Neolítico, pero todavía en la actualidad los investigadores siguen debatiendo sobre la cronología exacta de esta manifestación artística. El periodo podría extenderse desde el Epipaleolítico, Mesolítico, hasta el Neolítico, con un periodo de antigüedad aproximado desde el 9000-2000 a.C.

Como se ha señalado en apartados anteriores, la cronología y la datación del arte rupestre es una cuestión pendiente, que tanto para arqueólogos como para prehistoriadores supone una problemática añadida en cuanto a su estudio. A lo largo de la historia se ha intentado solucionar con la ayuda de métodos científicos que no siempre han dado respuesta a las hipótesis planteadas. En el caso de *Cova Remígia* se ha podido determinar una datación crono-cultural al establecerse una relación con los yacimientos próximos. Los yacimientos que han aportado información con datación absoluta siguiendo el método del C14 son: *Cova Fosca* ubicado a escasos 800 m de *Cova Remígia* y el *Mas de Modesto* situado a 100 m del abrigo.

A lo largo de la historia de la investigación arqueológica se ha utilizado el concepto de *estilo* como herramienta descriptiva para la construcción de cronologías. Siendo este, uno de los ejes fundamentales para la ordenación del registro gráfico. Término que ha sido utilizado durante más de un siglo como sinónimo de fase cronológica. Estudios recientes interpretan el *estilo* como medio de expresión simbólica, como un código de comunicación por medio de marcas sociales, señales culturales, un tipo de texto preparado para ser leído e interpretado¹³⁸. En los años 90 el concepto de *estilo* fue considerado por algunos investigadores como un término confuso e inadecuado para el estudio de las sociedades pasadas (Boast: 1997. p. 191). En la década de los 90 el concepto de *estilo* en la investigación arqueológica del arte rupestre entra en crisis y se cuestiona su validez como “marcador” cronológico. La

¹³⁸ Para mayor información consultar: DOMINGO SANZ, I. *Técnica y ejecución de la figura en el arte rupestre levantino: hacia una definición actualizada del concepto de estilo: validez y limitaciones*, Valencia. Tesis Doctoral. Universitat de València, 2004. p. 25.

polémica surgió a raíz de generar sistemas de datación directa de pigmentos, principalmente aquellos que contenían carbón vegetal, además de otros componentes como aglutinantes. Del mismo modo surgen las dataciones de concreciones de oxalatos presentes en las superficies pétreas o de concreciones orgánicas de superficies silíceas¹³⁹.

Existen métodos de datación absoluta, como el anteriormente citado, basados en la datación radiocarbónica, método conocido como el carbono 14 (¹⁴C). Para aplicar esta técnica es necesaria la presencia de materia orgánica en el pigmento. En este caso la datación obtenida será la de la figura muestreada, no necesariamente será extensible a todas las representadas en el panel. Esta técnica no ha podido ser aplicada hasta la fecha a conjuntos con arte Levantino al no conservar la materia orgánica. La técnica que se ha aplicado hasta la fecha es la datación de oxalatos. El oxalato cálcico (CaC_2O_4) forma pátinas sobre la roca a partir del carbón ambiental (Rowe & Steelman. 2003) que es fijado a la superficie pétrea como resultado de la actividad metabólica de líquenes. El oxalato cálcico tiene un contenido de carbono elevado (16,44%) y por tanto, es susceptible a datación absoluta. Por ello comenzó a utilizarse como técnica de datación absoluta ¹⁴⁰ de pinturas rupestres al aire libre, ya que las rocas pueden tener en superficie una capa de oxalato cálcico originada por la presencia de microorganismos¹⁴¹. Aunque se han obtenido algunos resultados, generalmente son cuestionados por los problemas de contaminación que presenta esta técnica, ya que durante el proceso de formación puede contaminarse tanto con carbón antiguo de la propia roca, como con carbón reciente.

La contaminación de las muestras por carbono, puede tener dos orígenes; uno inorgánico (carbonatos, oxalatos), presentes de la propia superficie o a partir de carbonatos fósiles o de percolaciones, costras o por absorción de carbón atmosférico;

¹³⁹ *Ibidem*. p 26.

¹⁴⁰ Para mayor información consultar: RUIZ LÓPEZ, J. F.; ROWE, M. W.; HERNANZ GISMERO, A.; GAVIRA VALLEJO, J. M. G.; VIÑAS i VALLVERDÚ, R. & RUBIO i MORA, A. Cronología del arte rupestre Postpaleolítico y datación absoluta de pátinas de oxalato cálcico: primeras experiencias en Castilla-La Mancha (2004-2007). En El arte rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica: 10 años en la lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO: Actas IV Congreso: (Valencia, 3, 4 y 5 de diciembre de 2008). Generalitat Valenciana, 2009. pp. 303-316.

¹⁴¹ Existen dos grandes teorías que difieren en el origen de los oxalatos cálcicos en soporte rocoso; por un lado aquellos que apoyan el origen orgánico de estas costras originadas por el metabolismo de líquenes u otros microorganismos como hongos o bacterias, o aquellos que defienden un origen inorgánico debido a la deposición de polvo atmosférico.

y otro por contaminación de origen orgánico debido a la acción microbiológica sobre el pigmento. En ambos casos se obtendrían resultados de datación erróneos. Podrían ocasionar envejecimiento o rejuvenecimientos de los yacimientos. Debido a los inconvenientes que ofrece la datación directa de pigmentos, ha ocasionado que en la actualidad se revalorice, de nuevo, el análisis del *estilo* para determinar la secuencia cronológica¹⁴².

En *Cova Remígia* existen varias fases de ejecución, según los estudios realizados por E. Sarriá Boscovich (1989), la autora pudo establecer siete momentos de ejecución, analizando repintes y superposiciones de color. Anteriormente E. Ripoll (1963: pp. 76-77) y A. Beltrán (1985: p. 140), realizaron estudios pictográficos estableciendo cuatro fases de evolución, según E. Ripoll:

1. Primera fase, denominada *Fase naturalista*, caracterizada por la presencia tan sólo de animales.
2. Segunda fase *estilizada-estática*.
3. tercera fase *estilizada-dinámica*.
4. Y cuarta fase de transición a la pintura *esquemática*¹⁴³.

Según Beltrán (1985: p. 140) establece las siguientes fases:

1. Primera fase "*prelevantina*".
2. Segunda fase "*antigua o naturalista*".
3. Tercera fase "*de plenitud*".
4. Cuarta fase "*dinamismo*".
5. Y la última fase la quinta "*estatismo*".

Enmarcando las cuatro fases después del 7000 hasta 1200/1000 a.C. La primera fase contemporánea del Epipaleolítico, con presencia de signos geométricos y figuras esquemáticas. La segunda fase datándola sobre el 4000 a.C., donde desaparecen progresivamente la representación de toros y caracterizada por la

¹⁴² *Ibidem.* p. 27.

¹⁴³ RIPOLL PERELLÓ, E. Acerca de algunos problemas del arte rupestre postpaleolítico en la Península Ibérica. *Espacio Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología*, 1990, nº 3. pp. 76-77.

abundancia de ciervos, cabras y la aparición de la figura humana escasamente naturalista, un claro ejemplo de esta fase sería la *Cova Remígia* de Castellón (Mateo Saura, M. A.: 2012). La fase tercera coincidía con la manifestada por E. Ripoll, situada entre el 3500 al 2000 a.C., contemporáneo del Neolítico, en esta fase encontramos gran movimiento en la representación de los animales y figuras humanas estilizadas. La cuarta fase según A. Beltrán se situaba después del 2000 hasta el 1200 a.C. con una vuelta al estatismo y tendencia esquemática, cronológicamente situada entre el Eneolítico y el Bronce I.

Otros autores como L. Pericot (1964), F. Jordá Cerdá (1966) o J. Fortea (1974), J. Aparicio (1982), han establecido a lo largo de la historia distintas etapas cronológicas al Arte Levantino¹⁴⁴.

A rasgos generales el Arte Levantino se caracteriza por la representación de figuras humanas y animales de estilo naturalista. Las escenas en *Cova Remígia* son, en su totalidad, escenas cinegéticas de gran dinamismo. Los animales representados, entre otros, son ciervos, cabras y jabalíes. También aparecen insectos posiblemente abejas entorno a paneles de miel. La representación de figuras femeninas son escasas tan sólo se han contabilizado tres, y alguna ejecución humana de gran interés, ya que expresa un acto de dominación y regulación del comportamiento humano dentro de una organización social.

Una vez finalizados los estudios, E. Sarriá Boscovich (1988-89) estableció 23 temas de los cuales 9 corresponden a composiciones relacionadas con la caza y que representan el 58% de la temática de la cueva. Además del hallazgo de 285 figuras inéditas, las cuales sumadas a las ya conocidas suman un total de 759 elementos pictográficos. El tema predominante es la caza de cápridos, seguida de los jabalíes y en menor cantidad bóvidos y ciervos. Tanto los ciervos como los toros están representados en menor cantidad, pero sin embargo algunos de ellos son los representados de mayor tamaño, concretamente el ciervo que ocupa la parte central en la *Cavidad V*, ocupando un lugar preferente respecto a las demás escenas de caza (Figura. 62).

Analizando los calcos realizados por E. Sarriá Boscovich, se observa que el calco correspondiente a la escena de caza del ciervo de grandes dimensiones, situado

¹⁴⁴ SARRIÁ BOSCOVICH, E. *Op cit.*

en la *Cavidad V*, está invertido con respecto a la posición original que ocupan las figuras en abrigo (ver Figuras: 63-64); al igual ocurre con el calco correspondiente a la escena de caza de un cáprido situada en la *Cavidad IV* (ver Figuras: 77-78).



Figura 62. *Cavidad V* (Cova Remígia-Ares del Maestre), ubicación de la escena de caza donde la figura del ciervo, de mayor tamaño del abrigo, ocupa un lugar preferente central.

Fuente: G. Barreda (2005).



Figura 63. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 11). Escena de caza del ciervo, *Cavidad V* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*). Se observa que el calco está invertido respecto a la posición original de la escena.

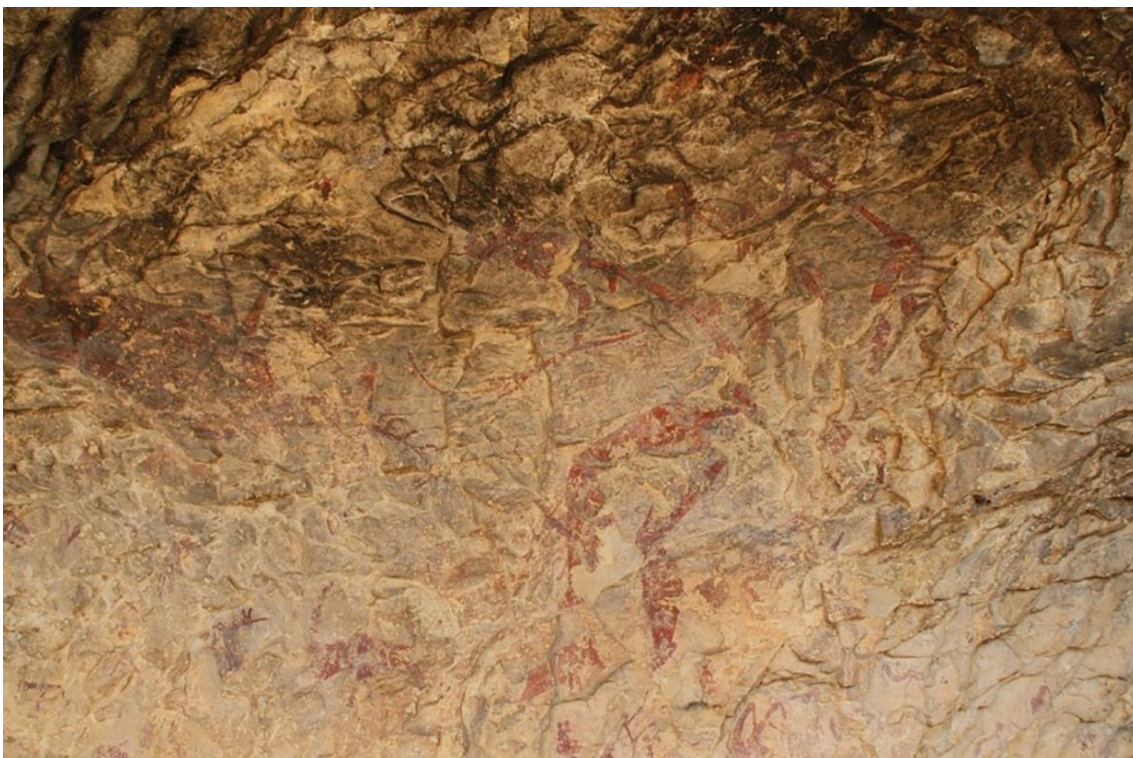


Figura 64. Escena original de caza del ciervo, situada en la *Cavidad V* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 65. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 12). Escena de caza de jabalíes ubicada en la Cavidad V (Cova Remígia-Ares del Maestre).



Figura 66. Escena original de caza de jabalíes, situada en la Cavidad V (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2009).

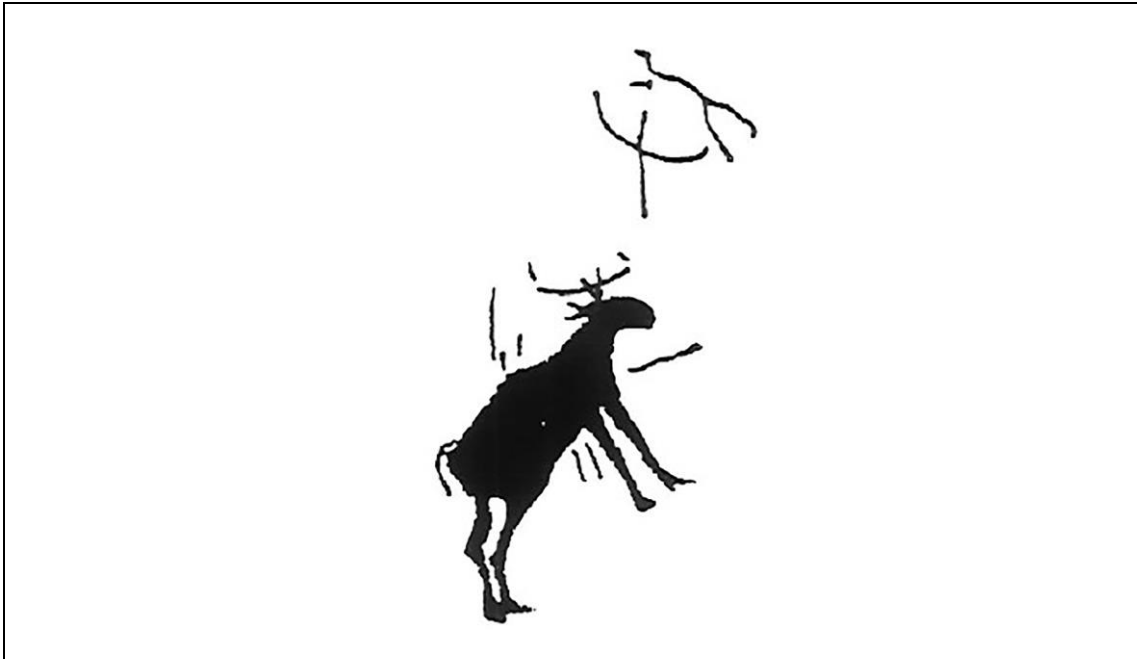


Figura 67. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 12). Escena de caza de un toro o bóvido ubicada en la *Cavidad II* (Cova Remígia-Ares del Mestre).



Figura 68. Escena original de caza de un toro o bóvido situada en la *Cavidad II* (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 69. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 12). Escena de caza de un toro o bóvido ubicada en la *Cavidad II* (*Cova Remigia-Ares del Mestre*).



Figura 70. Escena original de caza de un toro o bóvido situada en la *Cavidad II* (*Cova Remigia-Ares del Mestre*).

Fuente: G. Barreda (2009).

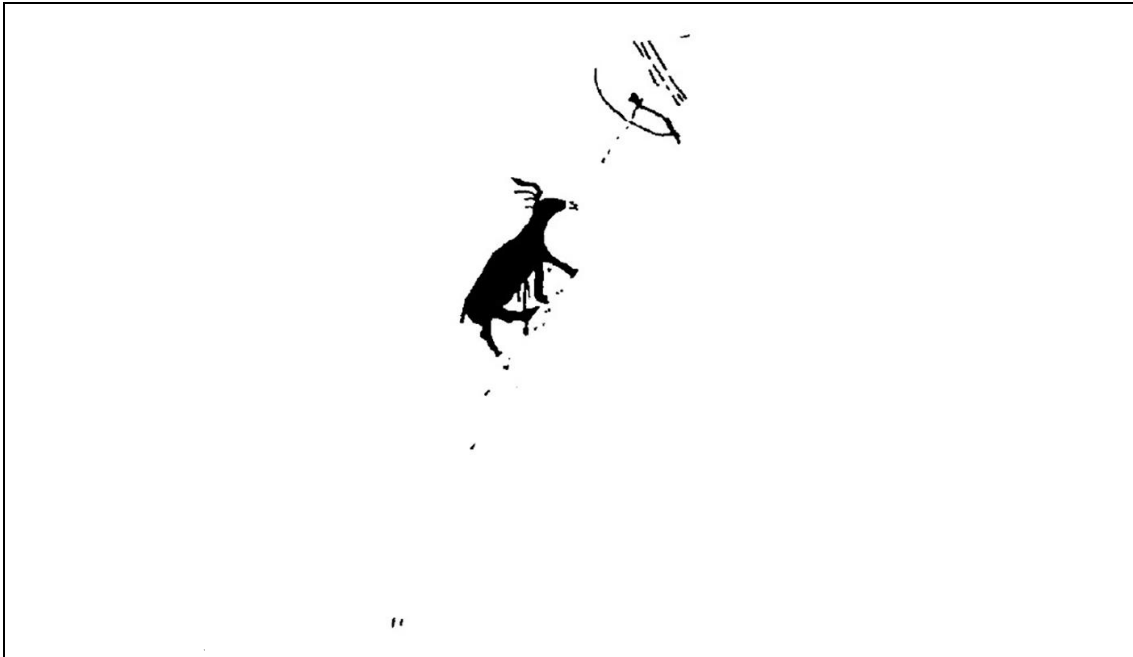


Figura 71. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 13). Escena de caza de un cáprido ubicada en la *Cavidad II* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).



Figura 72. Escena original de caza de un cáprido ubicada en la *Cavidad II* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).

Fuente: G. Barreda (2009).

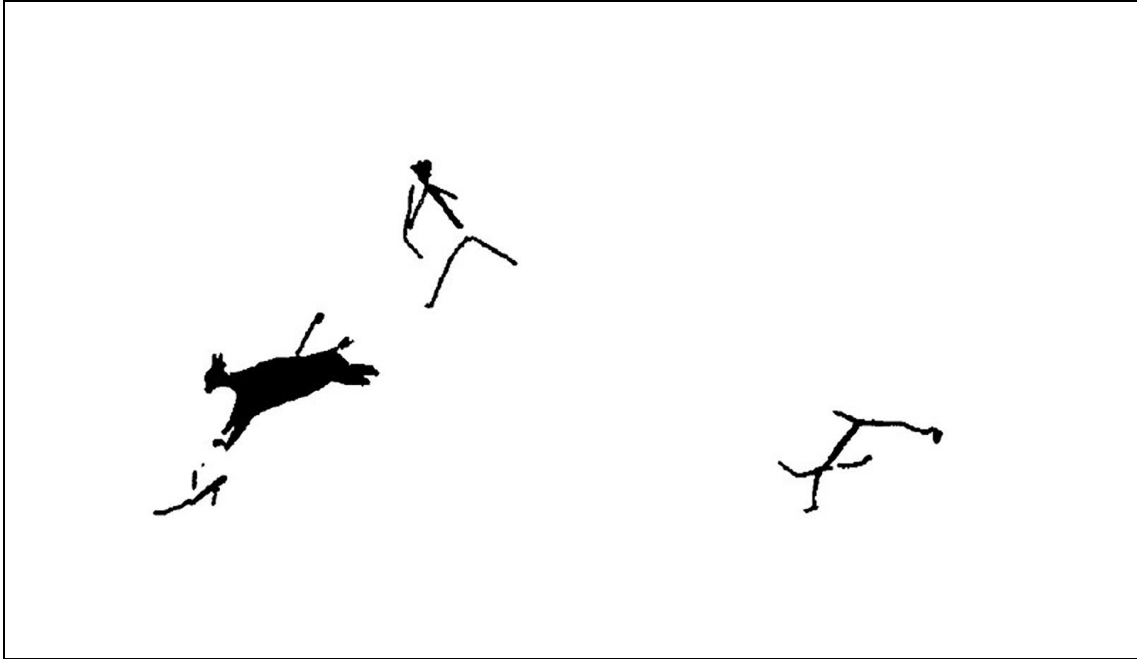


Figura 73. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 13). Escena de caza de un cáprido ubicada en la *Cavidad III* (Cova Remígia-Ares del Maestre).

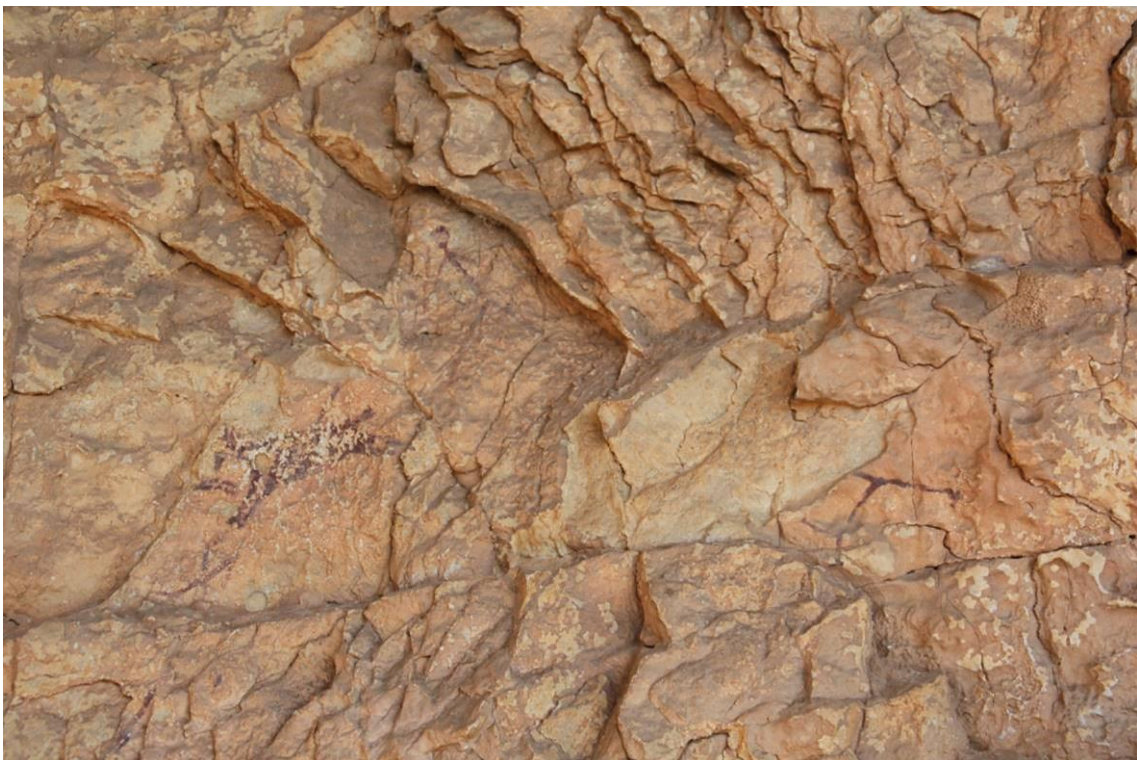


Figura 74. Escena original de caza de un cáprido ubicada en la *Cavidad III* (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 75. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 13). Escena de caza de un cáprido ubicada en la *Cavidad IV* (Cova Remígia-Ares del Mestre).



Figura 76. Escena original de caza de un cáprido, situada en la *Cavidad IV* (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2009).

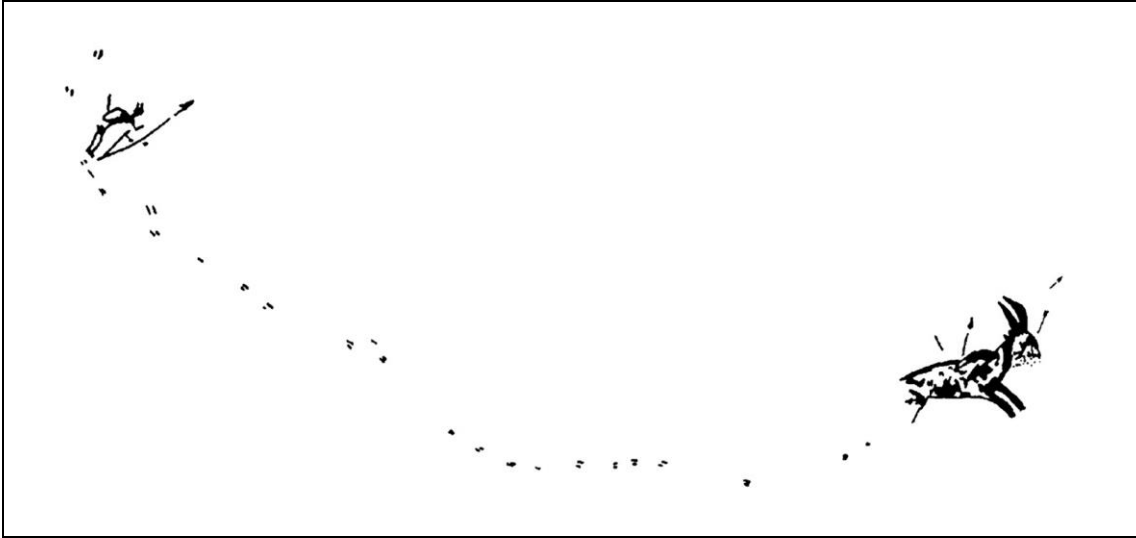


Figura 77. Sarriá Boscovich, E. (1988-89, p. 13). Escena de caza de un cáprido ubicada en la *Cavidad IV* (*Cova Remígia-Ares del Maestre*). Se observa que el calco está invertido respecto a la posición original de la escena.



Figura 78. Escena original de caza de cáprido, situada en la *Cavidad IV* (*Cova Remígia-Ares del Maestre*).

Fuente: G. Barreda (2005).

También cabe señalar en las escenas representaciones de huellas que generan rastros, improntas que pertenecen tanto a humanos como a los propios animales representados. Ambas se distinguen por el tamaño, siendo las más grandes de humanos y las bisulcas y de pequeño tamaño corresponden a las pezuñas de los animales. En este grupo de representaciones también aparecen formas alargadas y circulares que podrían corresponder a manchas de sangre dejadas por los animales u otros tipos de señales (Figura 83).

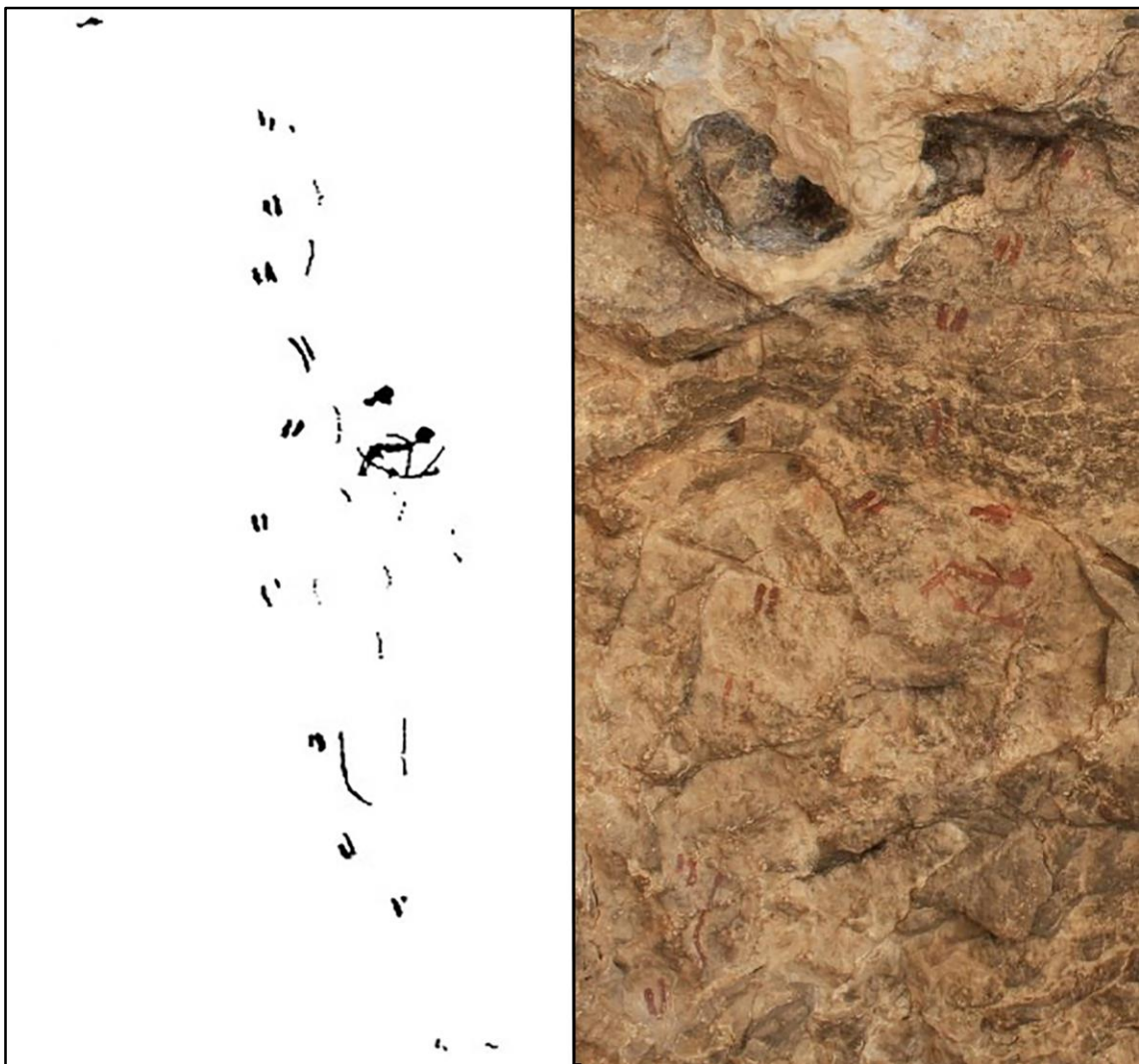


Figura 79. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 14). Escena de rastreo ubicada en la Cavidad II (Cova Remígia-Ares del Maestre).
Figura 80. Escena original de rastreo ubicada en la Cavidad II (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 81. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 14). Escena de rastreo ubicada en la *Cavidad IV* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).



Figura 82. Escena original de rastreo ubicada en la *Cavidad IV* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 83. Formas circulares que podrían corresponder a manchas de sangre dejadas por los animales u otros tipos de señales. *Cavidad III (Cova Remígia-Ares del Maestre).*

Fuente: G. Barreda (2009).

El resto de la temática, un 25%, queda asociada a animales y representaciones de figuras humanas. Las figuras humanas aparecen tanto con arco, como sin él, pudiéndose ser relacionadas con las escenas de caza, pero por falta de relación directa con los animales es difícil determinar su conexión. Por último el 17% de representación restante se presenta dividido de forma muy diversa entre: una escena de recolección, siete composiciones con cestos y objetos: de los cuales se distingue la representación de tres colmenas. Entre las escenas que no corresponden a la temática de caza, cabe destacar; por inusual, las escenas de ejecución (Figuras: 100-101, 102-103, 104-105), existen cinco personajes sacrificados, de los cuales, dos figuras flechadas están representadas sin pelotón de ajusticiamiento (Figuras: 106-107, 108-109). Estas corresponden a un estilo más naturalista estilizado, mientras que las otras tres son de pequeño tamaño y ofrecen características esquemáticas o semi-esquemáticas.

También aparecen representadas dos escenas de apariencia cotidiana, un grupo de hombres, tal vez guerreros, una escena de danza ritual (Figuras: 118-119), cuatro grupos de guerreros o pelotones de ejecución, tres figuras que posiblemente representen mujeres (Figura 122-123), tres composiciones faunísticas (Figuras: 84-85, 86-87) y cinco escenas indeterminadas.

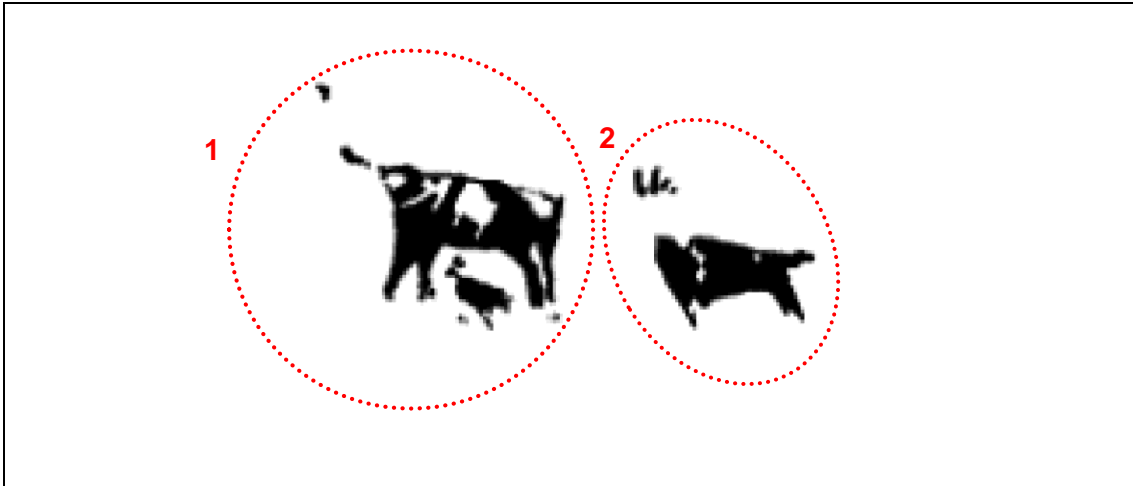


Figura 84. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 15). Escena de composición faunística ubicada en la *Cavidad I* (Cova Remígia-Ares del Maestre).

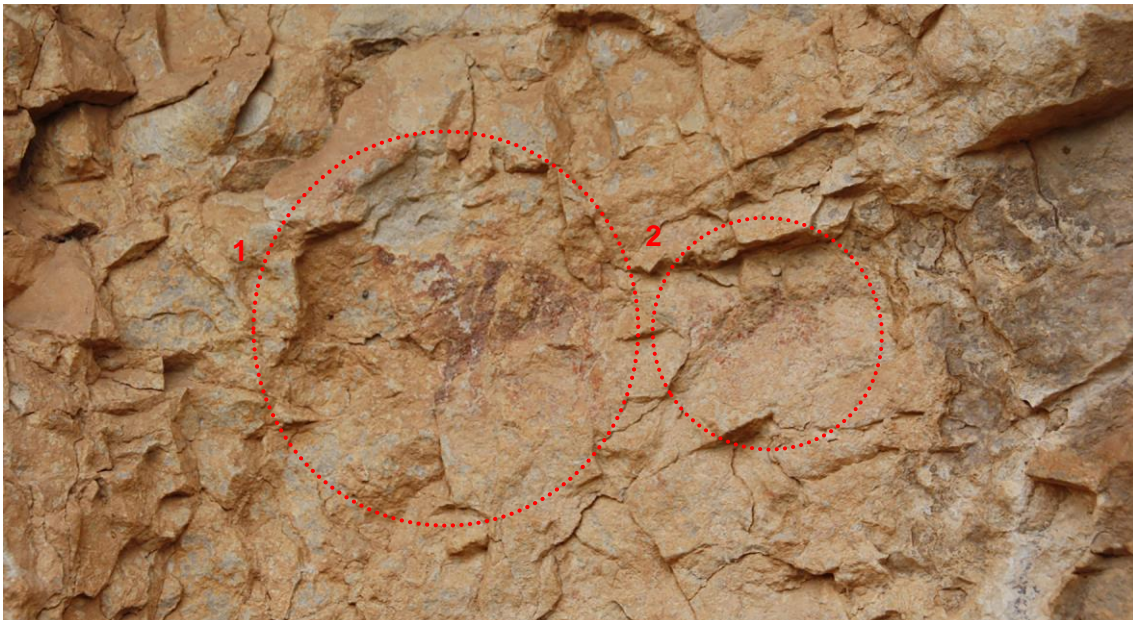


Figura 85. Escena original de composición faunística ubicada en la *Cavidad I* (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

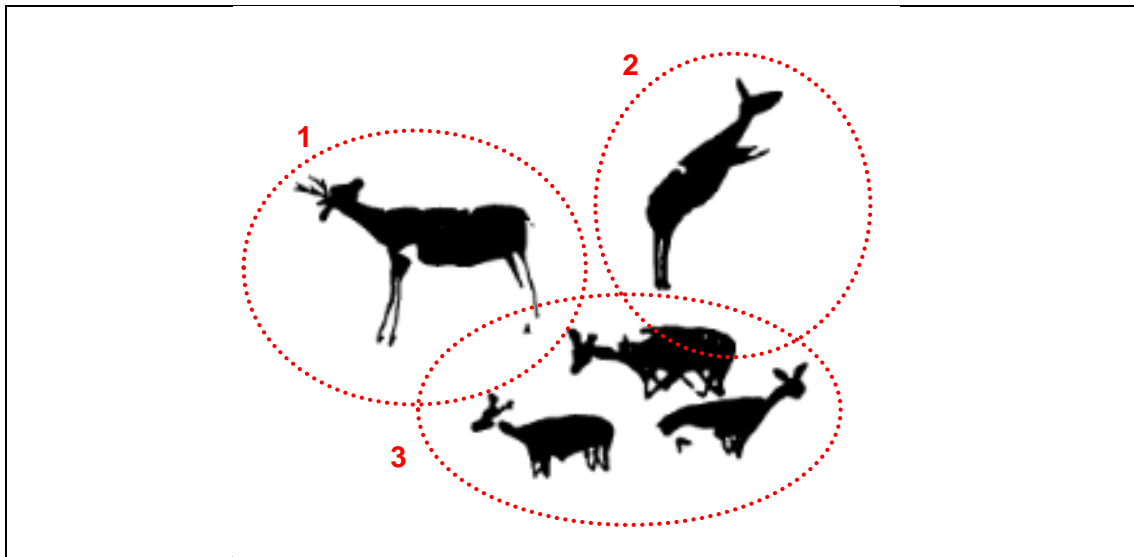


Figura 86. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 15). Escena de composición faunística ubicada en la *Cavidad V* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).



Figura 87. Escena original de composición faunística ubicada en la *Cavidad V* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 88. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 15). Representación aislada de la figura de un animal. Ubicado en la *Cavidad III* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).

Figura 89. Representación original de la figura anterior. *Cavidad III* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).

Fuente: G. Barreda (2009).

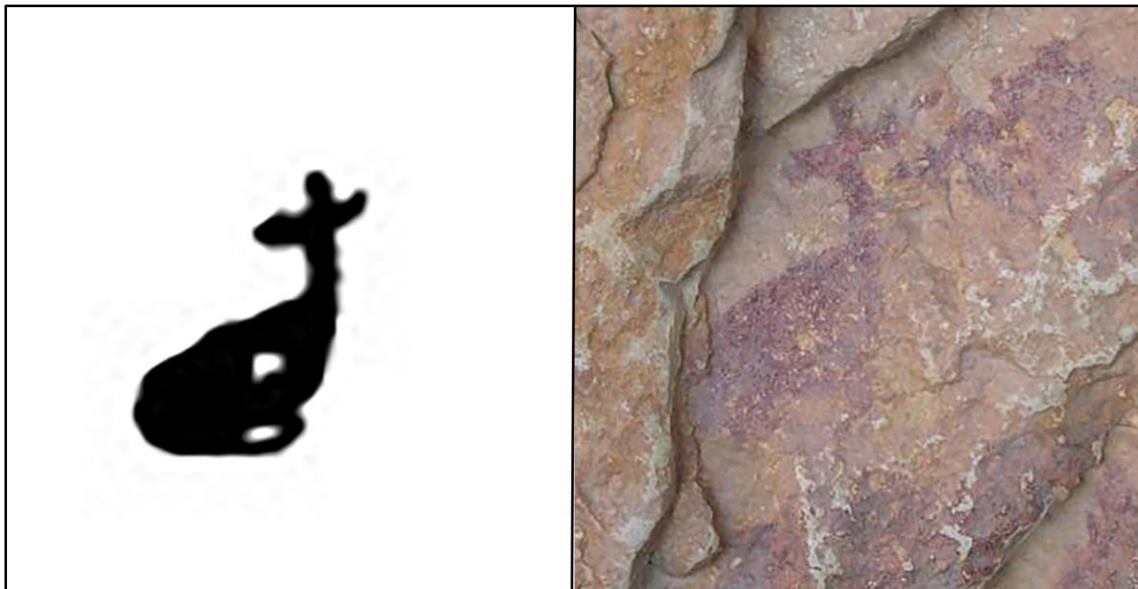


Figura 90. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 15). Representación aislada de la figura de un cérvido. Ubicado en la *Cavidad IV* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).

Figura 91. Representación original de la figura anterior. *Cavidad IV* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).

Fuente: G. Barreda (2009).

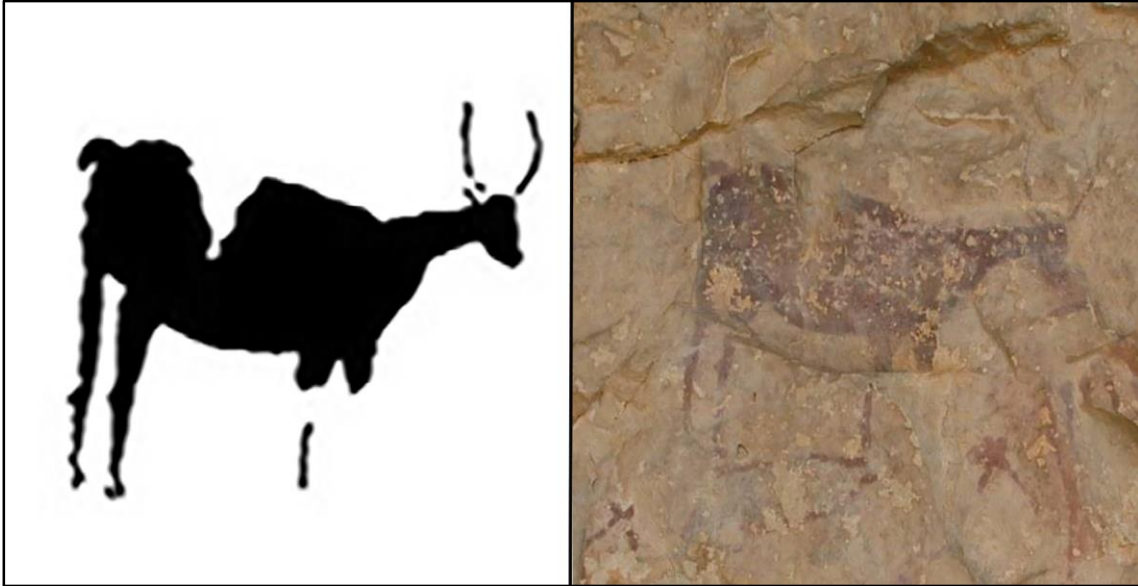


Figura 92. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 15). Representación aislada de la figura de bóvido. Ubicado en la Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Figura 93. Representación original de la figura anterior. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 94. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 15). Representación aislada de la figura de un cérvido. Ubicado en la Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Figura 95. Representación original de la figura anterior. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2009).

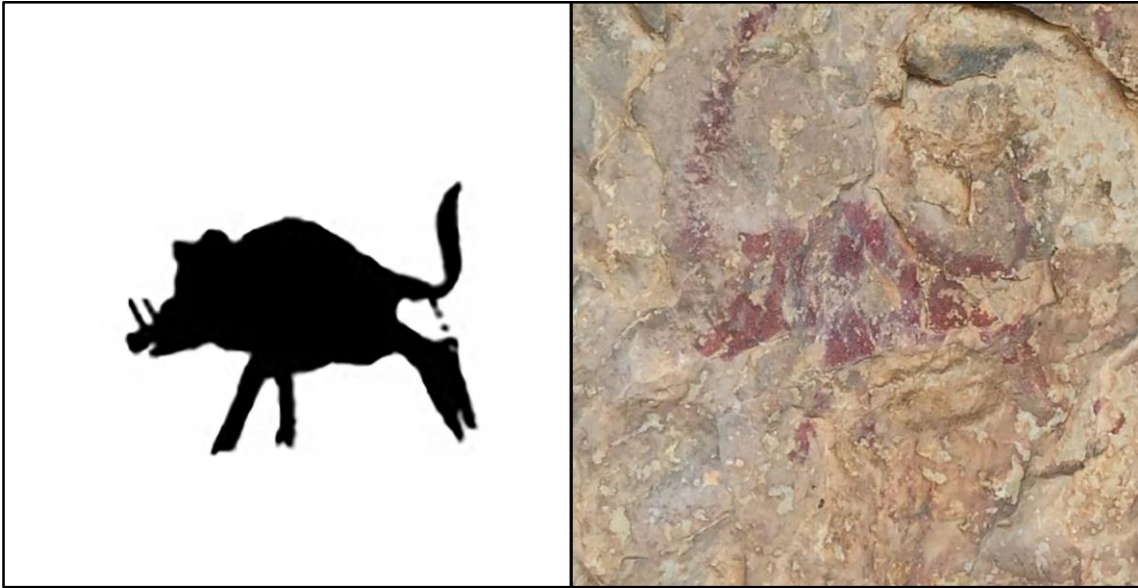


Figura 96. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 15). Representación aislada de la figura de un jabalí. Ubicada en la Caverna IV (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Figura 97. Representación original de la figura anterior. Caverna IV (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 98. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 15). Representación aislada de la figura de un animal. Ubicado en la Caverna IV (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Figura 99. Representación original de la figura anterior. Caverna IV (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2009).

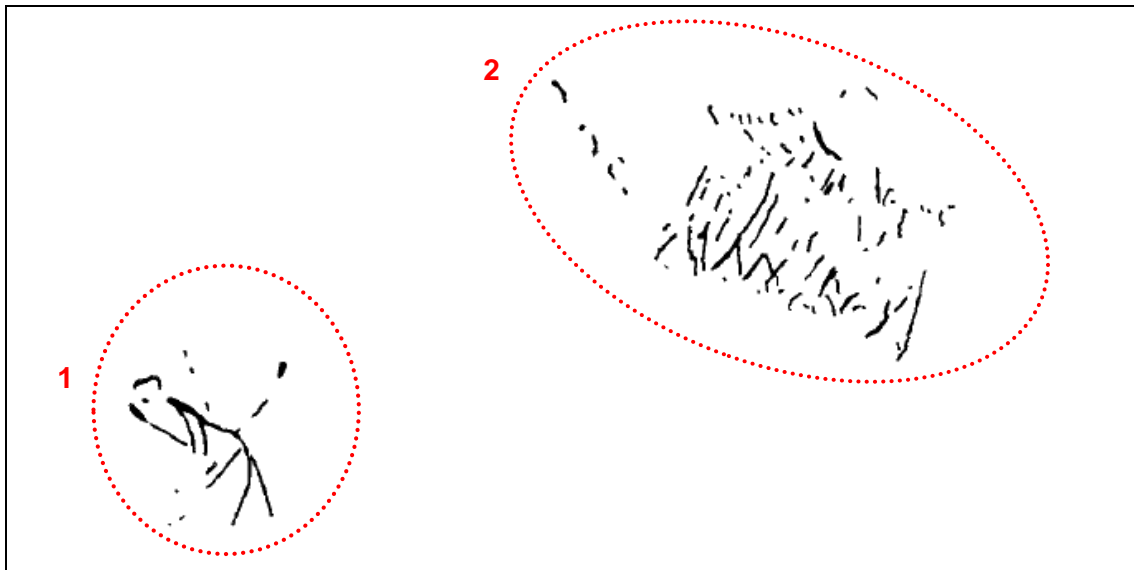


Figura 100. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 18). Escena de ejecución, Cavidad III (Cova Remígia-Ares del Maestre).



Figura 101. Representación original de la escena de ejecución. Cavidad III (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 102. Imagen derecha Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 18). Escena de ejecución. Cavidad V (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Figura 103. Imagen derecha representación original de la escena de ejecución. Cavidad V (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2009).

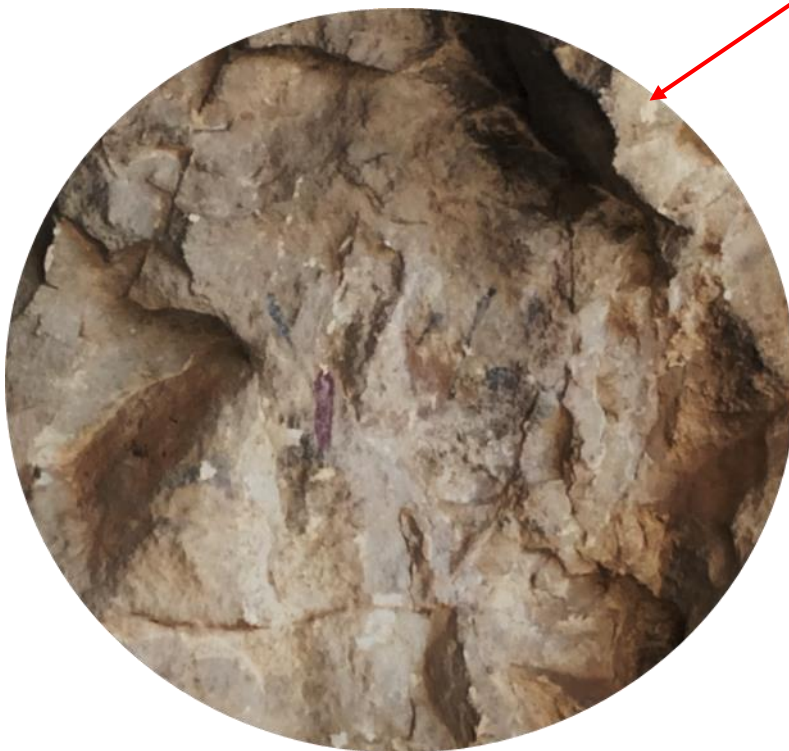
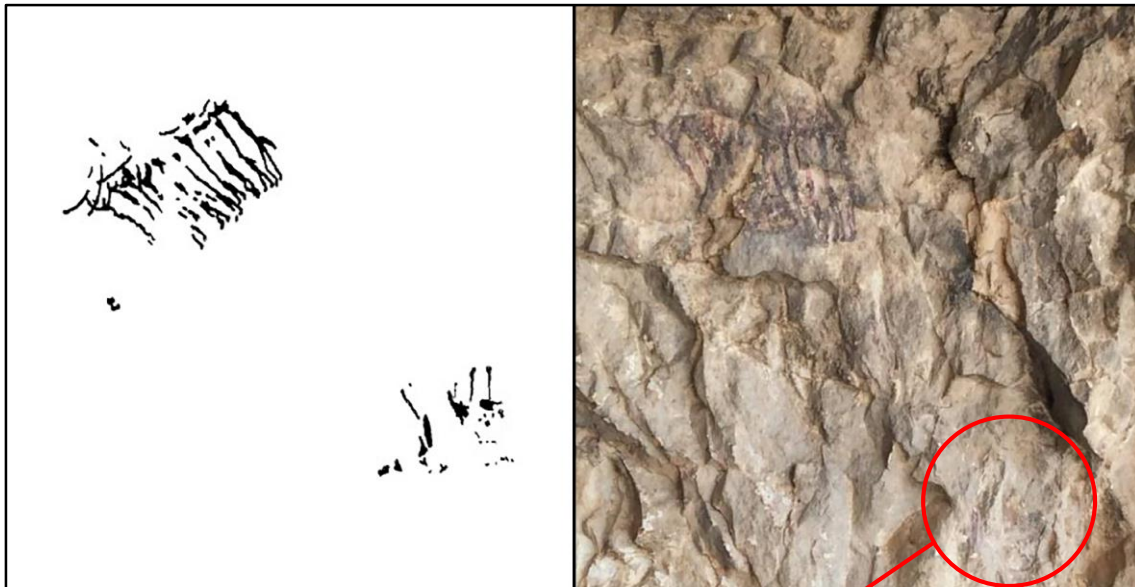


Figura 104. Imagen derecha Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 18). Escena de ejecución. Cavidad V (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Figura 105. Imagen derecha representación original de la escena de ejecución. Cavidad V (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 106. Sarriá Boscovich, E. (1988-89, p. 18). Escena de ejecución. *Cavidad III (Cova Remígia-Ares del Mestre)*.

Figura 107. Representación original de la escena de ejecución. *Cavidad III (Cova Remígia-Ares del Mestre)*.

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 108. Sarriá Boscovich, E. (1988-89, p. 18). Escena de ejecución. *Cavidad I (Cova Remígia-Ares del Mestre)*.

Figura 109. Imagen derecha representación original de la escena de ejecución. *Cavidad I (Cova Remígia-Ares del Mestre)*.

Fuente: G. Barreda (2009).

De las figuras que forman parte de este conjunto tan sólo un motivo suscita ciertas dudas en cuanto a la cronología naturalista-estilizada, debido a que podría incluirse en un estilo esquemático. Se trata de círculos concéntricos (Figuras: 114-115) similares a los petroglifos o espirales, pertenecientes a la pintura esquemática, esta representación podría tener una lectura equivocada o inadecuada, ya que al tener cerca una representación de un insecto podría interpretarse como una colmena o nido, pero no se sabe con certeza.



Figura 110. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 16). Representación de nidos o colmenas junto a insectos. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Figura 111. Representación original de nidos o colmenas junto a insectos. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2009).

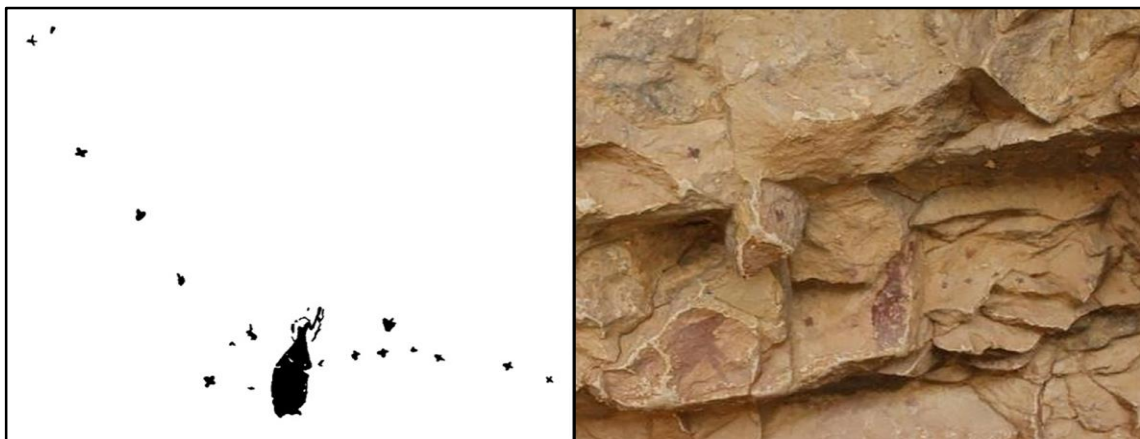


Figura 112. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 16). Representación de nidos o colmenas junto a insectos. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Figura 113. Representación original de nidos o colmenas junto a insectos. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 114. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 16). Representación de nidos o colmenas junto a insectos. *Cavidad V (Cova Remígia-Ares del Mestre)*.

Figura 115. Representación original de nidos o colmenas junto a insectos. *Cavidad V (Cova Remígia-Ares del Mestre)*.

Fuente: G. Barreda (2009).

Otras representaciones que se encuentran en *Cova Remígia*, además de las ya citadas son (según E. Sarriá): escenas de recolección (Figuras: 116-117), danza (Figuras: 18-19), acoplamiento (Figuras: 20-21), figuras femeninas (Figuras: 122-123), útiles como cestos (Figuras: 26-27) y otros objetos (Figuras: 124-125).

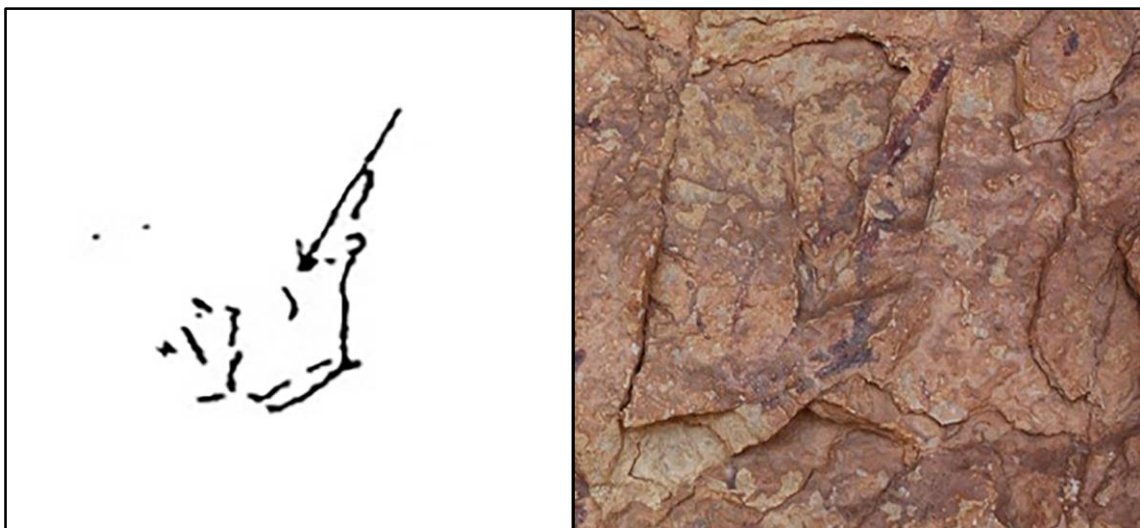


Figura 116. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 17). Escena de recolección. *Cavidad III (Cova Remígia-Ares del Mestre)*.

Figura 117. Escena original de recolección. *Cavidad III (Cova Remígia-Ares del Mestre)*.

Fuente: G. Barreda (2009).

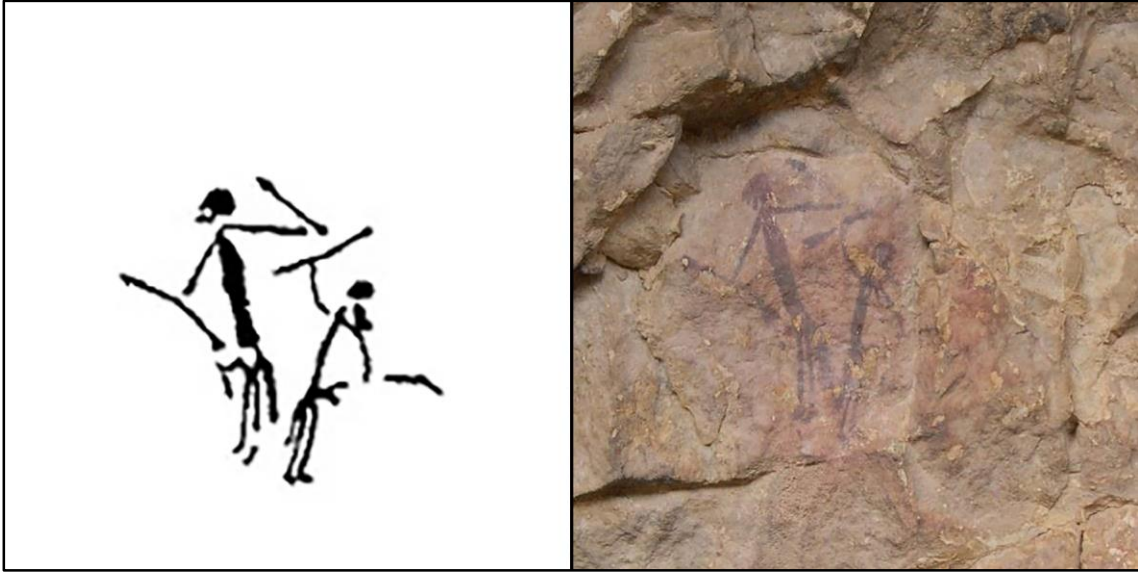


Figura 118. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 17). Escena de danza. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Figura 119. Escena original de danza. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2009).

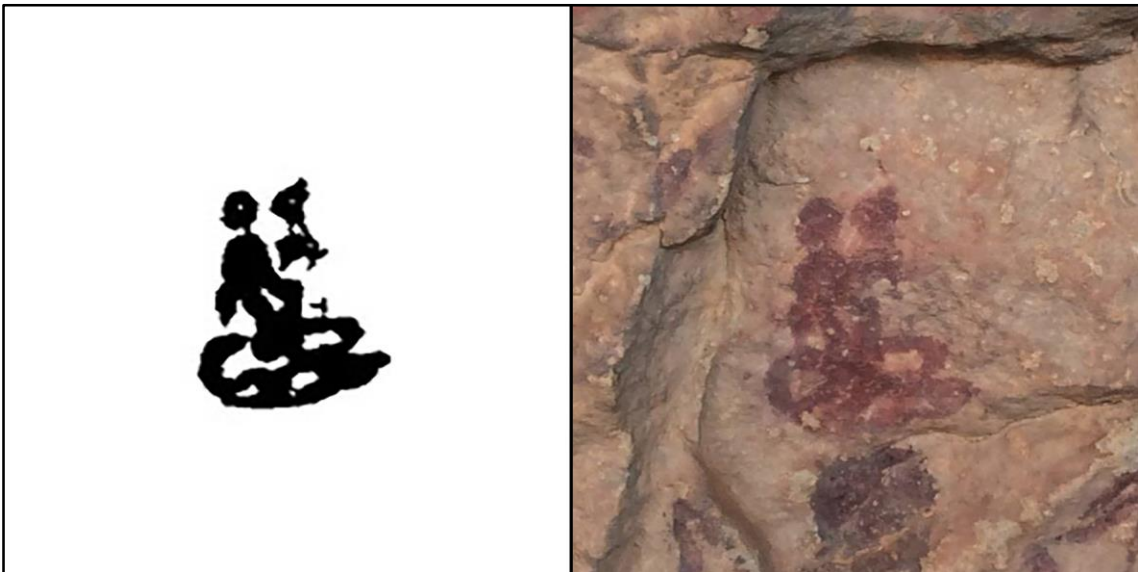


Figura 120. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 17). Escena de acoplamiento. Cavidad V (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Figura 121. Escena original de acoplamiento. Cavidad V (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 122. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 17). Representación de figura femenina. Cavidad V (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Figura 123. Escena original de figura femenina. Cavidad V (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 124. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 17). Representación de objetos. Cavidad II (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Figura 125. Escena original de la representación de objetos. Cavidad II (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2009).

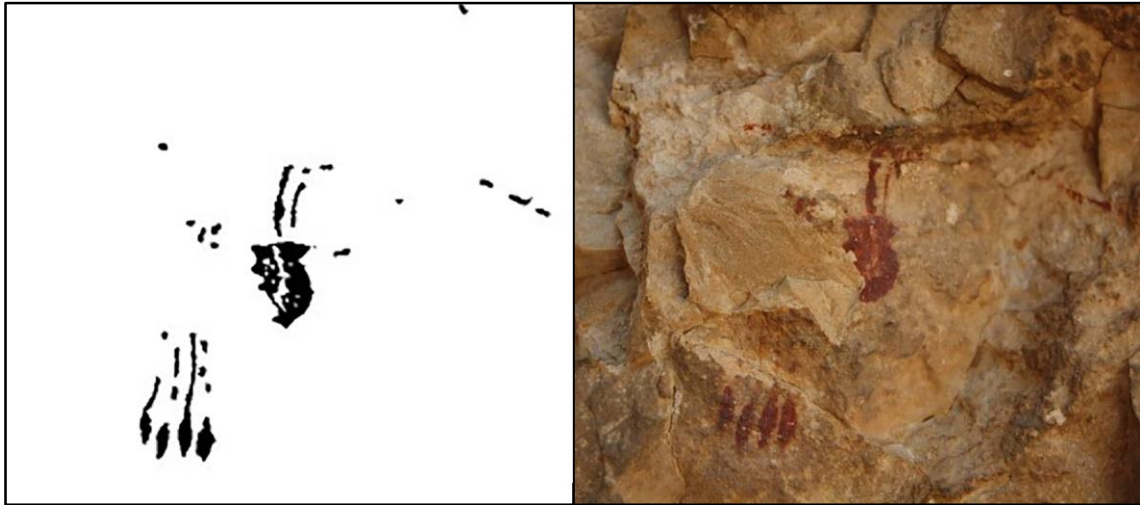
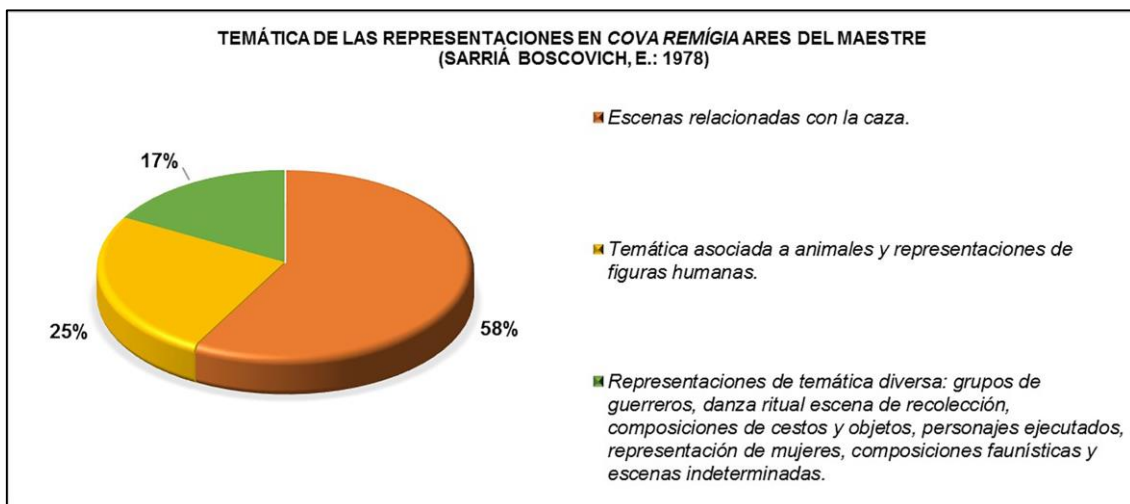


Figura 126. Sarriá Boscovich, E. (1988-89. p. 17). Representación de cesto con flechas. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Maestre).
Figura 127. Escena original de la representación de cesto con flechas. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2009).

A modo de resumen se muestra en la siguiente gráfica la temática de las escenas representadas en *Cova Remígia*, según E. Sarriá Boscovich (1989):



Gráfica 2. Representación del porcentaje de la temática de las escenas en *Cova Remígia* (Ares del Maestre), según Sarriá Boscovich, E. *et. al.* 1978.

Fuente: G. Barreda (2015).

Según E. Sarriá Boscovich (1989) tras realizar el estudio sobre los repintes y superposiciones (Figura 130), se pueden determinar siete momentos o fases de ejecución en *Cova Remígia*¹⁴⁵:

1. **Fase I.** Corresponde al momento más antiguo del abrigo, se trata de la representación de unas figuras en color negro, algunas de ellas son animales proporcionados y de estilo naturalista. El mayor número de esos son cápridos, algún jabalí y cérvidos.
2. **Fase II.** Se trata de representaciones de figuras similares a las descritas en la fase I, que aparecen bajo figuras naturalistas de mayor tamaño. Los animales presentan formas naturalistas que proseguirán durante todo el proceso pictográfico y que sólo es posible agrupar en este momento gracias a la relación de figuras humanas y animales en la misma escena. Las especies representadas son diversas, aparecen representados cápridos, cérvidos y algunos bóvidos, entre los que cabe señalar la polémica figura que H. Breuil afirma que se trata de un alce. En esta fase al igual que en la anterior las figuras son simples esquemas de trazos rectos sin ningún tipo de musculatura, ésta se empezará a percibir en la fase III. El color de las figuras (según E. Sarriá) corresponde a la gama del rojo-castaño. Cabe observar que ya desde la primera fase se percibe gran movimiento tanto en las figuras humanas como en los animales.
3. **Fase III.** E. Sarriá la divide en tres momentos, denominados (A, B, C), división realizada en base a la distinta anatomía de las figuras humanas. En un primer momento (III-A), incluye una serie de figuras que aparecen infrapuestas a otras de distinto tamaño y estilo. La tipología corresponde a representaciones de cuerpos con el tronco recto y piernas gruesas y algunos animales que siguen la línea naturalista, se observa la posible representación de un jabalí muerto realizado con la técnica del silueteado,

¹⁴⁵ Se ha realizado un resumen del estudio realizado por E. Sarriá sobre las fases de ejecución en *Cova Remígia*. A partir del análisis de los repintes y superposiciones detectados en las representaciones. Para mayor información consultar: Sarriá Boscovich, E. *Op. cit.* (1988-89. pp. 20-26).

los pigmentos utilizados son de color castaño y castaño-claro.

En el momento (III-B) las figuras representadas muestran un mayor realismo con cuerpos más proporcionados y la presencia de algún adorno como: colgantes sobre la rodillas; colgante entre las piernas; posible plumas dobladas sobre la cabeza y posibles protectores de piernas. Los animales también presentan mayor naturalidad y proporcionalidad. En cuanto al color utilizado en esta fase es más denso y las tonalidades varían entre castaños y rojos. Por el estilo también se añade una escena formada por una pequeña figura humana y un cáprido, representada en color negro. En el momento (III-C) las figuras se estilizan presentando troncos delgados con indicación del tórax y piernas con adornos o protectores muy similares a las representadas en el momento anterior. En toda la fase III destacan las figuras muy dinámicas. Predominan los cápridos y los cérvidos aunque siguen representándose además los bóvidos y jabalíes. Es aquí donde aparece representado el jabalí y el cáprido de mayor tamaño ocupando las zonas centrales de las escenas.

Los colores dominantes en esta fase son el rojo y el castaño, con pocas figuras en negro. Se observa el uso de colores densos y oscuros en algunas representaciones.

4. **Fase IV.** A esta fase corresponde la representación de una figura humana de pequeño tamaño situada por debajo de la pierna del gran arquero, así como otros detalles, como el jabalí que aparece entre las piernas de la figura del gran arquero, apuntan hacia un nuevo momento estilístico el semi-esquemático.

Según E. Sarriá, se puede subdividir en dos momentos, denominados A y B, debido a la distinta anatomía que presentan las figuras humanas. El momento (A) incluiría las representaciones humanas de tipo semi-esquemático con piernas rectas y delgada, indicación de los pies, con el tronco recto más ancho, percibiéndose el diseño del falo en una gran mayoría de ellas, ya visible en alguna de las figuras de la fase III; en el momento (B) las formas son muy diversas predominando troncos delgados con indicaciones del tórax en alguno de ellos.

A pesar de la existencia de cápridos predominan los jabalíes, algunos de ellos con el pelo erizado. Entre las representaciones faunísticas se detecta una cierta estilización produciendo formas longilíneas y cierta simplicidad en los detalles. El mayor número de jabalíes se encuentra representado en la fase IV-A. Los colores utilizados son rojizos, castaños-rojizos y negros.

5. **Fase V.** E. Sarriá sitúa dos figuras humanas una de ellas corresponde a las de mayor tamaño del conjunto de *Cova Remígia* y por su proximidad tanto estilística como escénica el gran cérvido aparentemente muerto y el gran bóvido de la cavidad VI. Las figuras humanas constituyen la máxima estilización del tronco conservando las piernas completamente naturalista (tipología iniciada en la fase III). Destaca su cabeza en forma elipsoidal, característica que lo encuadra con otras representaciones de esta área del Maestrat y sur de Tarragona. En cuanto a los pigmentos utilizados se nombran tonalidades rojizas y castaño-rojizas.
6. **Fase VI.** Parece ser una continuidad de la fase IV, que al parecer fueron añadidas sumándose a antiguas escenas. Las figuras en este caso representan formas semi-esquemáticas de pequeño tamaño, simples y austeras, en sus detalles de gran simplicidad recuerdan a las fases iniciales. Los pocos animales representados en esta fase corresponden a los de mayor tamaño pero de diseño simple. Los colores utilizados para representarlos son de tonalidad rojo-castaños.
7. **Fase VII.** Aunque no se observe ningún tipo de superposición que indique su situación estratigráfica, todo hace pensar por la ubicación que ocupa el final de la cavidad IV. Las figuras humanas representan diseños esquemáticos de trazos rectos y con cierto relieve, destacando una posible figura femenina con falda, sosteniendo un bastón o atributo y un grupo de figuras que muestran unos adornos colgantes en la parte superior del brazo y que cuelgan hasta la cintura. En este caso los colores utilizados son de tonalidades rojizas y castaño-rojizas¹⁴⁶.



Figura 128. Detalle de la representación del arquero de gran tamaño, ubicado en la *Cavidad V* de *Cova Remígia* (Ares del Maestre). Concretamente de la zona de las piernas, donde se puede apreciar en la parte izquierda, el repinte sobre una figura realizada con anterioridad.

Fuente: G. Barreda (2015).

En *Cova Remígia*, son varias las alusiones que se encuentran en la historiografía referidas al estudio de los materiales utilizados para conferir color a las pinturas. Las primeras alusiones a la tonalidad del color las realiza J. B. Porcar, y de ellas, se denota de sus descripciones su formación artística (J. B. Porcar *et al.*, 1936: pp. 61-62):

“Para simplificar hemos determinado el color de las figuras en rojo, rojo oscuro, negro, negro pardo y manganeso, pero en el conjunto existe una gama variadísima de tonalidades, que en parte corresponde a la gama variada de ocre rojizos [...] aparecen rojos cálidos, rojos fríos, rojos terrosos, y tonos carminosos claros y oscuros, el violáceo claro y oscuro y los negros, en gama menos variada...”

¹⁴⁶ *Ibidem.* pp. 7-33.

Además J. B. Porcar hace referencia a las tintas, las distingue entre claras y opacas, describiendo (*Ídem*):

“Los rojos transparentes de la zona alta del fondo de la roca, que ofrece un fondo gris azulado, resultan de la combinación de fondo y color y dan un tono rosa violáceo; si el fondo de la roca es amarillento o blanco, dan, respectivamente, un rosa claro más o menos vivo.

En algunas figuras los tonos claros, rojos o negros, respectivamente, no dan una transparencia limpia, si no que parecen empastados en la roca, como si esta hubiese sufrido una preparación previa, por frotación antes de pintarse las figuras...”¹⁴⁷.

Es curiosa la referencia cromática usada para determinar las diferencias entre las tonalidades de la pátina (*Ídem*. p. 63):

“Presentan las figuras distintos bruñidos de patina, según hayan sido más o menos bruñidas con el fregoteo de las ovejas allí encerradas [...] este bruñido llega en algunas figuras a tomar aspecto esmaltado, tal es su brillantez. El color de estas figuras de patina esmaltada es más intenso y transparente; su factura de técnica más suave, como si el pincel hubiese sido deslizado por una superficie lisa...

En estos tres tipos de patina, el reseco, el esmaltado y el recubierto por estalactita aparece simultáneamente en cada uno de ellos un picado por descomposición geológica...”

Como se aprecia, el trabajo de J. B. Porcar, recoge consideraciones generales del abrigo, sus pinturas, la cronología, significación, impresiones de carácter técnico sobre la composición de las escenas y sobre aspectos del estado de conservación de las pinturas. Son descripciones particularmente interesantes que serán retomadas y completadas por E. Sarriá Boscovich años más tarde. E. Sarriá Boscovich (1988-89) recoge registros de color con la ayuda de un *Pantone*, ofreciendo datos colorimétricos

¹⁴⁷ Sobre los diferentes procedimientos de la preparación del soporte DOMINGO, I. 2005, p. 75.

que en este caso quedaban sesgados ya que sus interesantes conclusiones tuvieron poca influencia, probablemente porque se carecía de un marco de referencia colorimétrico para su comparación y porque no detalla o concluye dichos resultados colorimétricos, sin especificar el tipo de *Pantone* usado como referencia, quedando el valor colorimétrico sin determinar, ya que, tampoco especifica el soporte de referencia, dato indispensable para concretar los parámetros colorimétricos. En las muestras analizadas se identifica (Sarriá Boscovich, E.: 1988-89. pp. 20-26):

“Figura de jabalí repintada en tres momentos. El primero en castaño-rojizo (Pantone 167); segundo en castaño-rojizo oscuro (Pantone 498) y un último momento en negruzco (Pantone 425) (Cavidad V).”

E. Sarriá Boscovich también hace referencia a los colores utilizados en cada una de las fases evolutivas detectadas en *Cova Remígia*. En este capítulo quedan recogidos de forma sintética, en la siguiente tabla las tonalidades de los diferentes pigmentos pertenecientes a las distintas fases evolutivas:

Pintura Rupestre Levantina	
Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)	
Fases evolutivas según E. Sarriá Boscovich (1988-89)	
Fases	Pigmentos
Fase I	El color utilizado es el negro.
Fase II	Trazos en color rojo. Preparaciones rojizas
Fase III	Los colores predominantes en esta fase son el rojo y el castaño, con pocas figuras en negro. Se observa que entre ellas destacan tonos sumamente densos y oscuros.
Fase IV	Los colores utilizados son rojizos, castaños-rojizos y negros.
Fase V	Los colores utilizados son rojizos y castaño-rojizos.
Fase VI	Los colores utilizados corresponden a las gamas del rojo-castaño.
Fase VII	Los colores utilizados son rojizos y castaño-rojizos.

Tabla 1. Pigmentos utilizados en las distintas fases evolutivas, según E. Sarriá Boscovich (1988-89).

E. Sarriá Boscovich establece un mapa estratigráfico y cromático más definido con el uso del *Pantone*¹⁴⁸, estableciendo la siguiente relación de colores, y figuras en las cuales se detectaba la realización de repintes. En la siguiente tabla se recogen las figuras, el número del color *Pantone* con el que E. Sarriá Boscovich las relaciona y la cavidad en la que se encuentran (Tabla 2).

Pintura Rupestre Levantina				
<i>Cova Remígia</i> (Ares del Maestre-Castellón)				
Relación de figuras con repintes según E. Sarriá Boscovich (1988-89)				
CAVIDAD	Nº de figura	Color inicial Nº Pantone	Color 1^{er} repinte Nº Pantone	Color 2^o repinte Nº Pantone
Cavidad I	4	173	180	
	6	173	180	
Cavidad II	45	173	181	
	46	173	181	
	59	173	174	
	60	173	181	
Cavidad III	42	194	498	
Cavidad IV	14	180	424	
	20	173	424	
	59/60	167	195	
Cavidad V	12	166	498	426
	15-22	167	498	425
	58	180	498	
	118	167	180	
	180/182	180	426	
	354	425	187	
	389/399	173	426	
Cavidad VI	25	174	498	
	26	173	498	
	27/28	173	498	

Tabla 2. Relación de figuras con repintes y sus correspondientes colores *Pantone*, según E. Sarriá Boscovich (1988-89).

¹⁴⁸ *Pantone Matching System*, creado por la empresa Pantone Inc. con sede en Carlstadt (Estados Unidos), se trata de un sistema de identificación, comparación y comunicación del color para las artes gráficas. Su sistema de definición cromática es el más reconocido y utilizado por lo que normalmente se llama *Pantone* al sistema de control de colores. Este modo de color a diferencia de los modos CMYK y RGB suele denominarse color sólido. *Pantone* fue adquirida en octubre de 2007 por X-Rite Inc. A la hora de usar tintas *Pantone*, se suele cometer el error al utilizar, el *Pantone C* (Coated) o *Pantone U* (Uncoated). Estos términos no se refieren al brillo del papel, sino al acabado del mismo, lo que se conoce como estucado. Así, un papel puede ser estucado brillo o estucado mate, pero con un acabado de aspecto liso (sea mate o brillante). Para cualquier papel, sea mate o brillante de acabado liso (estucado) se debe utilizar tintas *Pantone C* (Coated o estucado). La diferencia de los colores C y U es que el mismo número de *Pantone* es diferente color en ambos sistemas, ya que los colores U tienen que compensar la excesiva absorción de tinta del papel no estucado. Los colores *Pantone C* se verán idénticamente bien en papel mate o brillo, ya que ambos son estucados y no afectan al color, sólo a su brillantez.

Analizando el trabajo realizado por E. Sarriá Boscovich el mapa estratigráfico y cromático que establece en base a los colores *Pantone* es la siguiente, los cinco primeros corresponden a tonalidades rojas, mientras que los dos últimos a tonalidades grises:

1. Color del *Pantone* nº 173. (*Pantone*, p. 25).
2. Color del *Pantone* nº 174. (*Pantone*, p. 25).
3. Color del *Pantone* nº 180. (*Pantone*, p. 33).
4. Color del *Pantone* nº 181. (*Pantone*, p. 33).
5. Color del *Pantone* nº.194. (*Pantone*, p. 41).
6. Color del *Pantone* nº 425. (*Pantone*, p. 179).
7. Color del *Pantone* nº 426. (*Pantone*, p. 179).

Los resultados cromáticos obtenidos en investigaciones en *Cova Remígia* se detecta la presencia mayoritaria de óxidos de hierro¹⁴⁹ como pigmento, probablemente hematites [Fe₂O₃] (Roldán, C.: 2009. p. 274). En algún caso, y analizando otros puntos se detectan cantidades significativas de manganeso (Mn), asociado al hierro (Fe).

En cambio en el abrigo colindante del *Cingle de la Mola Remígia*, se identificó la presencia de plomo (Pb) en algunos motivos pictóricos y de arsénico (As) como elemento traza, lo que se interpreta como resultado de un repintado parcial o de fases de ejecución pictórica diferentes (Roldán, C.: 2013. p. 136). En ningún momento se establece relación entre el arsénico y un pigmento, no es extraño el que no se establezca una correlación entre este elemento y su tonalidad, debido a su alteración cromática por el paso del tiempo. Cabría realizar un estudio profundo para poder verificar o desmentir el uso del Oropimente (As₂S₃) o Rejalgar (AsS)¹⁵⁰ como pigmento, ya que se cree improbable su uso en época prehistórica¹⁵¹.

¹⁴⁹ La paleta de color del arte rupestre levantino se compone principalmente de tres colores, según las muestras analizadas: rojo, blanco y negro. Su frecuencia y distribución territorial son bastante heterogéneos. Los pigmentos rojos están presentes a lo largo de toda la secuencia temporal y prevalecen ampliamente en todo el territorio levantino. Los óxidos de hierro (hematites), hasta el momento, han sido identificados como la materia prima básica para los pigmentos de color rojo en la zona de Valltorta-Gassulla; estos resultados coinciden con los obtenidos en otras regiones levantinas (Hernanz *et al.*: 2006-2010; Resano *et al.*: 2007; Alloza *et al.*: 2009).

¹⁵⁰ Para más información ver: ESTAUGH, N. *et al.* Pigment Compendium: Optical Microscopy of Historical Pigments. *Elsevier*, Butterworth Heinemen, 2004.

¹⁵¹ Entre los autores que defienden esta teoría: J. L. SÁNCHEZ GÓMEZ en *Acerca de la coloración en las pinturas rupestres prehistóricas*.

El oropimente (*auri pigmentum*) ha sido el pigmento amarillo pardo utilizado con cierta frecuencia. Se encuentra de manera natural en forma de cristales muy frágiles¹⁵², aunque ya M. Vitrubio Polión (1987: p. 185) relata cómo obtener la tonalidad conocida como sandáraca, tostando el albayalde [carbonato básico de plomo $2\text{Pb CO}_3 (\text{OH})_2$] en un horno. El principal inconveniente de su uso era su toxicidad y su incompatibilidad con gran parte de los pigmentos y colorantes. Altera la tonalidad de pigmentos que contienen cobre (Cu) y plomo (Pb), ya que su incompatibilidad con estos elementos, genera reacciones creando sulfuros (de arsénico) de tonalidad marrón y negra. Precisamente la presencia de plomo (Pb) también es detectada por C. Roldán (2009) en este estudio (en el abrigo VIII-*Cingle de la Mola Remígia*), en la que se detectan ambos elementos, por lo que una nueva vía de investigación podría encaminarse a deliberar sobre la tonalidad o la variación del pigmento sopesando las características colorimetrías que tan importantes son en el análisis de estos materiales.

Sobre el Oropimente, se conocen tres especies que se diferencian por el color derivado de estar más o menos cocido en la mina o en la explotación: una variedad bastante extraña, es blanca y transparente, denominada Rejalgar o arsénico; la segunda variedad es amarilla, a la que se denomina Oropimente; y la tercera es roja y era conocida antiguamente como Sandáraca¹⁵³, actualmente se denomina Realgar u Oropimente rojo. En presencia de ambientes ácidos (en concreto sulfuros) su tonalidad cambia y se trasforma cada vez más en un color pardo. Esta alteración es muy interesante ya que debería ser común en abrigos al aire libre, pero carece por completo de datos para su estudio.

En cuanto al plomo (Pb), en la misma investigación (Roldán, C. *et al*: 2013), nombran la presencia de pigmentos rojos a base de óxidos de hierro con presencia de Pb como elementos traza. Otros pigmentos naturales de interés son los óxidos de plomo: el monóxido de plomo (PbO) se presenta en la naturaleza bajo dos formas cristalinas; el masicote ($\beta\text{-PbO}$) de tonalidad amarilla y el litargirio ($\alpha\text{-PbO}$) de color

¹⁵² Las variedades en las que se encuentra en forma de bisulfuro de arsénico es de tonalidad rojo anaranjado (As_2S_2) y de tonalidad rojo intenso en su variedad penta-sulfuro de arsénico. Esta tonalidad roja es la obtenida a través de procesos alquímicos y la combinación muy venenosa de arsénico (As) y azufre (S).

¹⁵³ Junto a esta acepción encontramos otra que nada tiene que ver con el arsénico, sino con una resina amarillenta que se obtiene del enebro, de la Tuya articulada y de otras coníferas. Se usa para la elaboración de barnices. Este hecho ha generado gran confusión en el estudio de los materiales artísticos.

amarillo rosado, a causa de la presencia de pequeñas impurezas de PbO_2 (Estaugh, N. *et al.*: 2004. pp. 258, 304). Por lo general, son productos de la alteración superficial de minerales que contienen plomo, como la Galena (PbS), presentándose en forma de escamas y de costras pulverulentas, pudiéndose confundir con materiales de origen arcilloso y tonalidad ocre. Actualmente y a lo largo de la historia del arte se obtienen por tostación del blanco de plomo. Pero, ¿Quién sabe si realmente los procesos de calcinación¹⁵⁴, realizados para obtener el negro carbón o para facilitar el machacado de la goethita [$FeO(OH)$]¹⁵⁵, no se aplicaron a otros materiales tales como el blanco de plomo o la galena, de los cuales obtenían materiales de tonalidad anaranjada y roja?. Sobre el proceso de calentamiento de materiales o calcinación, la misma Domingo (2005. p. 101) recoge que Guineau, B. *et al.* (2001. p. 222) afirman que también el Manganese (Mn) fue calcinado para ser utilizado en el diseño del friso negro de la cueva de *Pech Merle* (Cabrerets-Francia). Además referencia extensamente el uso de calentamiento de los óxidos de hierro en diferentes abrigos, documentados por diferentes investigadores. Las primeras aplicaciones relacionadas con la transformación sistemática y artificial de la materia surgen en el Paleolítico¹⁵⁶. Tuvieron una finalidad eminentemente práctica y alejada de los aspectos filosóficos asociados a la alquimia. Sus aportaciones en el campo artístico y cultural, derivan del control de la tecnología del fuego, que hizo posible la obtención de aleaciones, cerámica y vidrio.

En cuanto a los pigmentos negros, la clasificación según su origen resulta algo complicada (Doerner, M.: 2001. pp. 80-81). Se pueden clasificar por grupos, distinguiendo aquellos que no contienen carbono: como los negros manganeso (de origen natural) y los negros óxidos de hierro (de origen artificial). Aquellos naturales que sí contienen carbono son el asfalto y el negro-pardo Casel. Por el contrario, aquellos artificiales que sí que contienen carbono, normalmente son denominados

¹⁵⁴ Algunas investigaciones apuntan la posibilidad que, ya en período Paleolítico, se conociera la transformación de goethita en hematites por efecto del calor. Para mayor información ver: POMIES, M. P.; MENU, M. & VIGNAUD, C. Lascaux, pigments préhistoriques à base d'oxydes de fer: hématite naturelle collectée ou goethite chauffée? En Art et chimie, la couleur: actes du congrès. CNRS Editions, 2000. pp. 22-27.

¹⁵⁵ Como afirma I. Domingo (2005) en: Técnica y ejecución de la figura en el Arte Rupestre Levantino. Hacia una definición actualizada del concepto de estilo: validez y limitaciones, p. 104.

¹⁵⁶ POMIES, M. P.; MENU, M. & VIGNAUD, C. Lascaux, pigments préhistoriques à base d'oxydes de fer: hématite naturelle collectée ou goethite chauffée? En Art et chimie, la couleur: actes du congrès. CNRS Editions, 2000. pp. 22-27.

como negro carbón. Este término hace referencia a un grupo basto y amplio que incluye muchos pigmentos, aquellos que provienen de la combustión o de la calcinación directa de diversos materiales tales como madera, resinas. Se suelen clasificar por el tipo de material calcinado, es decir: negros que provienen de la calcinación de material vegetal (negro de vid, negro de huesos, de frutas...); aquellos que provienen de la combustión de restos de materia animal (negro marfil, negro de huesos). En pintura rupestre los pigmentos negros son menos comunes que los rojos, pero en contraste con pigmentos blancos, su uso no se limita a algunas secuencias temporales o en determinadas zonas geográficas. Hasta el momento, en el área de Valltorta-Gassulla, los análisis han permitido la identificación de pigmentos negros que contienen óxidos de manganeso (Roldán, C. *et al.*, 2007, 2010). En las pinturas del abrigo IX (*Cingle de la Mola Remígia*), se ha llegado a la conclusión que el predominio de manganeso corresponde a la utilización de óxido de manganeso como pigmento principal, con trazas de bario (Ba), lo que limita el rango de minerales usados a romanequita, holandita, criptomelano y todokorita (*Íbidem*). Los óxidos de manganeso, son conocidos como las tierras sombra, el óxido y bióxido de manganeso, que se puede clasificar o interpretar como negro mineral, de hecho, el más importante, es el obtenido de la pirolusita [(Mn O₂) bióxido de manganeso]. Su color varía desde el gris al negro pardo. Se encuentra en masas compactas y deformes o formas terrosas. Su formación es debida a la alteración de carbonatos y silicatos de manganeso, por tanto es un producto secundario de fácil obtención. No solamente el tono de color sino también el poder cubriente y el colorante vienen determinados por el contenido de manganeso. En general procedían de yacimientos próximos al lugar de ejecución de la obra pictórica y probablemente estas fuentes de suministro de materiales se mantuvieron activas durante miles de años. Muchos de estos materiales eran sometidos a un tratamiento muy simple que, normalmente, se limitaba a su lavado y molturación. Sin embargo, y como se ha nombrado, algunas investigaciones apuntan la posibilidad de que, ya en aquella época, se conociera la transformación de goethita en hematites por efecto del calor (Domingo, I.: 2005. p. 101)¹⁵⁷.

¹⁵⁷ Domingo, I. explica detalladamente cómo se obtiene la tonalidad roja a través del calentamiento de la goethita, nombrando las diferentes teorías que evidencian su uso.

Además de los pigmentos de origen artificial descritos se utilizaron muchos otros de origen natural y naturaleza inorgánica: caliza (CaCO_3), yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), ocre rojo ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), ocre amarillo ($\alpha\text{-FeOOH}$), y tierras de color amarillo, rojo o verde; las dos primeras son aluminosilicatos que contienen hierro en forma de hierro (III) y la tercera en forma de hierro (II).

En cuanto a la obtención del ocre amarillo, el proceso tradicional consiste en someter a los ocres naturales a una serie de lavados sucesivos, de cara a conseguir la eliminación del sulfato de hierro¹⁵⁸, tras lo cual se efectúa una esmerada pulverización y un tamizado final. El color del producto obtenido variará en función de la proporción de sus constituyentes y de la temperatura a que sean sometidos. De este modo, serán más claros o más cálidos según predomine la cantidad de arcilla blanca o de óxido de hierro, respectivamente. Por su parte, los ocres, que son amarillos o amarillo-rojizos se distinguirán de las tierras que son pardo-amarillentas, (como la tierra de Siena y la tierra sombra) porque con la calcinación dan lugar a rojos intensos (ocres rojos), mientras que las tierras, sometidas a las mismas condiciones, darán lugar a colores rojo-anaranjados (tierras calcinadas).

Los ocres rojos, también de origen mineral natural, básicamente consisten en una arcilla cuya coloración le viene dada por la presencia de óxido de hierro en su composición. Por un proceso de calcinación, los ocres amarillos, reducidos a pedazos o a polvo y tostados, dan lugar a los ocres rojos. Aumentando gradualmente la temperatura se pueden obtener las distintas gradaciones, que pueden oscilar entre el amarillo pardo al violeta, este último obtenido a partir del rojo y por medio de una temperatura elevadísima. Se obtendrán, colores como: el pardo-rojo, el rojo de Núremberg, la tierra roja, el rojo de Venecia y otros. Los ocres rojos varían enormemente en su color, algunos son bastante luminosos y cálidos, como el denominado rojo de Venecia, mientras que otros son muy oscuros, fríos y púrpuras, como el rojo *Indio* o el *Caput mortuum*¹⁵⁹.

¹⁵⁸ El sulfato de hierro (II). También llamado sulfato ferroso (FeSO_4), de color azul-verdoso.

¹⁵⁹ Para más información consultar: MAYER, R. *Materiales y técnicas del arte*. Ediciones AKAL, 1993. pp. 66-67.

En cuanto a la realización de la analítica utilizada para la comprensión de los materiales y la técnica pictórica utilizada, en concreto, para poder discernir sobre el tipo de pigmento utilizado, Obermaier (1938), es quien menciona el primer análisis químico-espectrográfico aplicado a restos de pigmento procedentes de diversas estaciones del núcleo de la Valltorta y de la *Cova Remígia* (Ares del Maestre) con objetivo de determinar la cronología cuaternaria de las representaciones levantinas. Posteriormente Ripoll (1961: p. 35), publica sus investigaciones realizadas en varios abrigos: el de *Santolea* (Teruel), *La Vacada*, *El Toro* y *El Arquero del Pudial*. En estas investigaciones, recoge los análisis espectrográficos realizados por el doctor Codina a un fragmento del conjunto de *La Vacada*. En la roca soporte, que analizó Codina se encontraron silicio, calcio (estroncio y bario), magnesio y sodio. En las pinturas, se detectó la presencia de hierro, manganeso, aluminio y trazas de cobre.

El conocimiento de la paleta artística prehistórica será cada vez más extensa, gracias al fruto de investigaciones¹⁶⁰, en *Cova Remígia*, las primeras alusiones a la descripción del color, las realizó Porcar (como se ha comentado anteriormente), Sarriá Boscovich (1988-89) amplía los estudios, y procede a valorarlos mediante el sistema *Pantone*. En la presente investigación se han realizado diferentes tomas colorimétricas en las mismas zonas en las que Sarriá Boscovich determinó su estudio. Una vez obtenidos los parámetros (CIELab*), se han establecido la relación colorimétrica con el *Patone* utilizado por Sarriá Boscovich. De tal estudio, se detecta que pese a analizar la coloración o la tonalidad de las pinturas, el análisis visual que realiza Sarriá Boscovich es fiable y apropiado. El único parámetro que evidencia cambios importantes entre el sistema *Pantone* y la medición colorimétrica realizada en 2015, es el perteneciente al color nº 426 de tonalidad gris oscuro según la muestra del *Pantone*, y más clara según la medición colorimétrica (recogidas en la Tabla 4). Es importante

¹⁶⁰ En el caso concreto del arte rupestre levantino, el uso de las técnicas arqueométricas para el estudio físico químico de la caracterización de los pigmentos, ha sido muy puntual y reciente. Comenzó Ripoll, E. (1961) "Los abrigos pintados de los alrededores de Santolea (Teruel)". En *Monografías de Arte Rupestre. Arte levantino*, 1. Instituto de Prehistoria y Arqueología (Diputación Provincial de Barcelona); posteriormente por Beltrán, A. (1968) "Arte rupestre Levantino". En *Seminario de Prehistoria y Protohistoria*, Facultad de Filosofía y Letras, Zaragoza. pp. 258; y por Montes, R. y Cabrera, J.M. (1994) "Estudio estratigráfico y componentes pictóricos del arte prehistórico de Murcia (Sureste de España)". En *Anales de Prehistoria y Arqueología*, 7-8, 1991-92. pp. 60-74.

reparar en este dato ya que en investigaciones futuras cabría descartar la razón de la alteración de este pigmento mediante la realización de mediciones colorimétricas¹⁶¹.

Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)					
Relación cromática según E. Sarriá Boscovich (1988-89), en base a colores <i>Pantone</i> .					
Análisis	COLORIMETRÍA				
Nº <i>Pantone</i> .			Lab L*	Lab a*	Lab b*
nº 173	Brillo	nº 173 C	50.88	54.43	51.60
		nº 173 CP	53.95	49.50	52.27
	Mate	nº 173 U	55.46	40.61	31.60
		nº 173 UP	57.06	39.37	26.24
nº 174	Brillo	nº 174 C	37.85	40.49	35.96
		nº 174 CP	38.08	34.30	35.02
	Mate	nº 174 U	47.33	25.09	19.52
		nº 174 UP	50.72	21.55	16.52
nº 180	Brillo	nº 180 C	46.52	52.28	32.26
		nº 180 CP	48.17	47.99	36.05
	Mate	nº 180 U	53.97	37.23	21.94
		nº 180 UP	53.74	27.27	13.80
nº 181	Brillo	nº 181 C	32.11	34.14	19.42
		nº 181 CP	35.58	27.29	21.95
	Mate	nº 181 U	44.51	20.48	12.52
		nº 181 UP	46.45	16.43	10.38
nº 194	Brillo	nº 194 C	36.86	50.47	12.02
		nº 194 CP	35.42	47.70	11.03
	Mate	nº 194 U	47.11	31.95	5.90
		nº 194 UP	47.53	28.39	6.01
nº 425	Brillo	nº 425 C	38.56	-0.83	-3.50
		nº 425 CP	39.91	-2.46	-5.64
	Mate	nº 425 U	49.54	0.14	-2.48
		nº 425 UP	51.81	0.25	-2.59
nº 426	Brillo	nº 426 C	17.08	-0.75	-2.71
		nº 426 CP	20.68	-2.86	-4.21
	Mate	nº 426 U	40.67	0.71	-1.95
		nº 426 UP	44.24	-0.02	-3.90

Tabla 3. Parámetros CIELab*, de los colores *Pantone* que Sarriá Boscovich relaciona con los repintes detectados en Cova Remígia.

¹⁶¹ La totalidad de datos obtenidos con el colorímetro están expuestos en el Anexo VI. *TABLAS DE PARÁMETROS COLORIMÉTRICOS*.

Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)							
Relación cromática según E. Sarriá Boscovich (1988-89), en base a colores <i>Pantone</i> .							
Análisis		COLORIMETRÍA					
Nº <i>Pantone</i> .		Correspondencia <i>Pantone</i> Lab L*	Lab L*	Correspondencia <i>Pantone</i> Lab a*	Lab a*	Correspondencia <i>Pantone</i> -Lab b*	Lab b*
nº 173 C	Brillo	52	50.88	55	54.43	49	51.60
nº 174 C	Brillo	39	37.85	40	40.49	35	35.96
nº 180 C	Brillo	45	46.52	55	52.28	39	32.26
nº 181 C	Brillo	31	32.11	36	34.14	22	19.42
nº 194 C	Brillo	36	36.86	50	50.47	16	12.02
nº 425 C	Brillo	38	38.56	-1	-0.83	-2	-3.50
nº 426 C	Brillo	10	17.08	-1	-0.75	-2	-2.71

Tabla 4. Parámetros CIELab*, de los colores *Pantone* que Sarriá Boscovich relaciona con los repintes detectados en Cova Remígia.

Años más tarde, concretamente en 1997, en la Valltorta se efectuó un examen colorimétrico que formaba parte de las numerosas analíticas realizadas en los Coves de Ribassals o Civil (Tírig-Castellón). Estas pruebas fueron desarrolladas con motivo de determinar el estado de conservación que presentaba el abrigo antes de ser intervenido. En esta ocasión las mediciones se llevaron a cabo sobre un fragmento de roca que en los años cuarenta fue arrancado del soporte original¹⁶². El estudio colorimétrico fue realizado por el profesor M. Aguilar de la Universitat Politècnica de València. Este estudio se realizó con “*El objetivo de...contar con un registro cromático de estas pinturas...conocer el verdadero color original que tiene la obra, determinar la fidelidad cromática de las reproducciones, facilitar el estudio de deterioro cromático debido al paso del tiempo...y hacer un seguimiento objetivo de las operaciones de restauración con un registro paralelo de los parámetros cromáticos en las distintas fases de la misma*”¹⁶³. Pero no se llevaron a término mediciones *in situ*, en el abrigo restaurado de Ribassals, debido a las complicaciones que la telecolorimetría lleva consigo en relación a la iluminación. Además del estudio colorimétrico, se procedió a la extracción de 4 muestras para análisis (SEM) de soporte y capa pictórica. En la analítica de la capa pictórica se determinó que se trataba mayoritariamente de compuestos de hierro (Fe), Hematites (Fe₂ O₃) y arcillas, y el resto de componentes

¹⁶² Concretamente la figura nº 68, que se conserva en el Museu de la Valltorta

¹⁶³ Ballester. L. *Op. cit.* 2003. p. 238.

detectados eran aluminio (Al), magnesio (Mg), potasio (K), azufre (S), etc. También se detectaron trazas de fósforo (P), en las capas más superficiales, no se puede determinar su origen, ya que podrían deberse a la presencia de apatito [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$] por la utilización de huesos, por contaminación de la muestra o tratarse de un componente del soporte¹⁶⁴.

¹⁶⁴ *Ibidem.* pp. 226-238.

7. PATOLOGÍAS COMUNES DEL SOPORTE PÉTREO EN ABRIGOS CON ARTE RUPESTRE.

7. PATOLOGÍAS COMUNES DEL SOPORTE PÉTREO EN ABRIGOS CON ARTE RUPESTRE.

Previamente a exponer el estado de conservación actual que presenta *Cova Remígia*, se considera interesante hacer un resumen de las alteraciones que pueden sufrir los abrigos con manifestaciones de pintura rupestre (situados a la intemperie). Algunas de las cuales se verán reflejadas en los soportes pétreos de la *Cova Remígia*.

En líneas generales las alteraciones que sufren estos enclaves, se pueden dividir en dos grandes grupos: antrópicas y naturales. Clasificación que tantas veces se ha visto analizada en textos de conservación y restauración. Existen muchos matices, tipologías de alteraciones y formas de clasificarlas¹⁶⁵. En este caso se ha tomado como referencia la clasificación realizada por (Esbert, R. *et al.* 1997). Quien, como otros autores, matiza que todas las alteraciones de la superficie rocosa se evidencian por medio de indicadores visuales, que sirven de alerta para detectar su presencia, entre estos destacan:

1. *Pátinas.*

Estas, son capas superficiales delgadas y homogéneas que se forman sobre la piedra por diversas causas, generando una modificación de la superficie rocosa que no siempre significa que se trate de una alteración. En cuanto a la clasificación de este tipo de fenómeno hay variedad de opiniones entre la comunidad científica ya que hay investigadores que afirman que las patinas no siempre suponen una alteración para la pintura, considerando que pueden protegerla siempre que no impidan o alteren la correcta percepción de la misma. Como es el caso de los oxalatos¹⁶⁶, cuyo origen es orgánico y sirven de protección superficial al ataque de numerosos agentes de alteración. Habitualmente la capa de oxalato que se recubre las paredes de los abrigos al

¹⁶⁵ Se ha tomado como referencia la clasificación realizada por ESBERT, R. M^a; ORDAZ, J.; ALONSO, J. & MONTORO, M. Manual de Diagnóstico y Tratamiento de Materiales pétreos y Cerámicos. Col.legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona. 1997. pp. 1-136.

¹⁶⁶ El oxalato cálcico, tanto la weddellita (oxalato cálcico dihidrato) como la whewellitita (oxalato cálcico monohidrato) se consideran minerales de origen orgánico, cuyas propiedades (insolubilidad en agua, dureza) hacen que su presencia confiera al conjunto pictórico una estabilidad deseable para su conservación, aunque provoque un ligero oscurecimiento del color del soporte (debido a su color acaramelado).

aire libre con arte rupestre, es oxalato cálcico (CaC_2O_4), a diferencia de otras concreciones como las cálcicas, el oxalato cálcico se forma a partir del carbón ambiental y es fijado sobre la superficie rocosa como resultado de la actividad metabólica de líquenes y bacterias¹⁶⁷. El oxalato cálcico suele aparecer en forma de dos minerales: whewellita ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), oxalato cálcico monohidratado, y weddellita ($\text{CaC}_2\text{O}_4 (2+x) \text{H}_2\text{O}$, $x \leq 0.5$), oxalato cálcico dihidratado. Estos se manifiestan sobre las superficies de los abrigos formando microcristales que recubren las hifas de los líquenes, y que probablemente tengan la función de proporcionar agua a estos organismos. Son sales insolubles en agua, difíciles de eliminar y se forman por la reacción del ácido oxálico con iones alcalinos y alcalinotérreos.

Las pátinas se dividen en subgrupos según sea su origen:

- 1.1. **Pátinas de envejecimiento natural** de la roca, debidas al paso del tiempo y a la acción medioambiental sufrida al estar situados al aire libre.
- 1.2. **Pátina biogénica**, como la generada por los líquenes, microorganismos, etc.
- 1.3. **Pátina cromática artificial**. Generada por una acción de origen antrópico.
- 1.4. **Pátina de suciedad superficial**.

2. **Depósitos superficiales.**

Acumulación de materia de origen diverso (polvo, humo, hollín, guano, microorganismos) sobre la superficie pétreo. Estas capas presentan escasa adherencia al soporte, espesores variables y poco coherentes.

Los depósitos superficiales más peligrosos para la piedra son los de origen orgánico, como los excrementos y orín de animales, por su carácter ácido.

¹⁶⁷ RUIZ LÓPEZ, J. F. *et al.* Op. cit. 2008. pp. 303-373.

3. **Concreciones.**

Se caracterizan porque su dureza es mayor que las pátinas o depósitos superficiales. Su formación es debida a orígenes diversos como:

3.1. **Concreciones salinas o eflorescencias:**

Son de color blanquecino y se trata de la cristalización de sales solubles en superficie, debido a fenómenos de migración al evaporar el agua de la red porosa de la roca. Las sales solubles son compuestos iónicos que cristalizan cuando la concentración de la disolución supera la saturación, estas ocasionan daños físicos y químicos en las piedras, cuando la cristalización se produce en su interior o en la superficie de las mismas¹⁶⁸. Los deterioros que originan son provocados por los mecanismos de cristalización e hidratación, en el primer caso se generan tensiones en el interior del poro o la fisura por el empuje que el cristal ejerce al aumentar el tamaño. En el segundo caso el paso de la sal anhidra a la hidratada comporta presiones en las paredes de los poros de la piedra. Cabe añadir a éstos, los mecanismos referentes a los cambios estructurales en la sal, que también deterioran la roca. Dentro del grupo de las sales solubles encontramos los cloruros (de sodio), nitratos (de sodio, de potasio y de calcio), y sulfatos (de sodio, potasio, magnesio y calcio). Cuando estas sales cristalizan en el interior de la roca forman criptoeflorescencias, si la cristalización se produce en el interior del material pero cerca de la superficie se denomina subeflorescencia, y si se produce en superficie, se forman las eflorescencias. Las sales solubles están consideradas como uno de los mecanismos de deterioro más drástico que sufren los materiales pétreos¹⁶⁹. Las más dañinas para el material pétreo son las

¹⁶⁸ ZALBIDEA MUÑOZ, M^a A. La humedad y eflorescencias salinas en los edificios. En *EcoHabitar*. Revista trimestral de bioconstrucción, permacultura y vida sostenible, 2008. pp. 31-33

ZALBIDEA MUÑOZ, M^a A. Principales causas de alteración de las pinturas murales. [CD- ROM] Universitat Politècnica de València, 2007.

¹⁶⁹ Para mayor información consultar: KRÖNER, S.; MAS i BARBERÀ, X.; OSETE CORTINA, L. & GUASCH FERRÉ, N. Identificación y caracterización de materiales pétreos en patrimonio histórico-artístico. Universitat Politècnica de València, 2010. p. 45.

criptoflorescencias y las subflorescencias, que pueden generar sobre alteraciones en forma de ampollas, escamas, exfoliación o alveolización del material.

3.2. **Concreciones calcáreas o coladas:**

Se trata de costras mucho más endurecidas que las salinas, similares a las pátinas pero más gruesas y más heterogéneas. Se generan debido a la filtración de agua que disuelve la roca calcárea transformando el carbonato cálcico en sulfato cálcico quedando depositado en forma de colada o esorrentías.

4. **Pérdida de materia.**

Los indicadores de alteración rocosa por pérdida de materia se pueden clasificar según formen huecos en ésta:

- 4.1. Si la pérdida de materia forma huecos, y estos son debidos a la acción mecánica, encontramos *excoriación* (identificable por su semejanza a rasguños), *estriado*, *acanaladuras* o *vermiculación*.
- 4.2. Si la pérdida de materia es producida por acción físico-química, se detecta a través de varios marcadores visuales: picado (generado por acción del viento, por presencia de microorganismos o por disolución de materiales calcáreos), *alveolización* o *tafonización* (generada por microorganismos o presencia de sales solubles), *excavación* (causado por goteo puntual en una misma zona), *formación de cavernas* (se trata de huecos de mayor profundidad que los alveolos).
- 4.3. Si la pérdida de materia rocosa no forma huecos los marcadores visuales generan: *Erosión*, proceso por el cual se produce un suavizado de las formas, redondeando aristas, etc. Se puede generar, además de la erosión, *arenización* y *pulverización* (por la que se produce la descohesión interna del material, es decir la matriz de la roca se deteriora).

5. **Deformaciones.**

Las deformaciones que se pueden encontrar son *ampollas* o *abolsamientos* por *hinchamiento* (son causadas debido a cambios higrométricos), también *combamiento* (se trata de una deformación plástica de origen térmico, más frecuente en mármoles).

6. **Rupturas y disyunciones.**

Son alteraciones de tipo mecánico, sus formas pueden ser variables según el tamaño y la profundidad. Las rupturas se producen en dirección perpendicular, mientras que las disyunciones en paralelo a la superficie. Pertenecientes al grupo de las rupturas son:

6.1. **Microfisuras.**

6.2. **Fisuras o grietas.**

6.3. **Fracturas.**

6.4. **Fragmentación** (después de todas las alteraciones de ruptura finalmente se produce la fragmentación que es el desprendimiento total del material).

Las disyunciones se clasifican:

6.5. **Descamación** (son pérdidas de materia de pequeño tamaño).

6.6. **Separación de placas** (la pérdida de material es de mayor espesor y mayor tamaño).

6.7. **Exfoliación** (desprendimiento continuo en forma de placas, tipo hojaldrado).

7. **Bioalteración.**

Los indicadores de las alteraciones biológicas sobre soporte rocoso son de origen diverso. Podemos encontrar:

- 7.1. **Biopátinas** (provocadas por algas, líquenes, generando alteraciones cromáticas).
- 7.2. **Biocrostas** (provocados por líquenes o musgos).
- 7.3. **Punteado** (pérdida de material cuyo origen puede deberse a la acción de microorganismos).
- 7.4. **Rupturas y disyunciones** (generadas sobre todo por raíces).

8. Alteraciones antrópicas.

Son las alteraciones más peligrosas existentes. Mientras que las alteraciones naturales se producen poco a poco en el tiempo, las antrópicas son inmediatas y muy destructivas. El gran peligro al que están expuestas las pinturas rupestres por estar ubicadas en entornos naturales y en la mayoría de ocasiones sin vigilancia. La forma de combatir el vandalismo es mediante la educación, pero desgraciadamente en la actualidad no es un método totalmente efectivo, por lo que hay que recurrir a cerramientos y a guardas que garanticen una vigilancia continua. Son numerosas las alteraciones antrópicas (a las cuales se ha hecho referencia en ocasiones anteriores), entre ellas destacan:

- 8.1. Las **excoriaciones** (son originadas por frotamientos violentos del soporte rocoso, causadas por animales o por visitantes).
- 8.2. **Golpes.**
- 8.3. **Incisiones.**
- 8.4. **Graffitis.**
- 8.5. **Intervenciones anteriores**, como los daños provocados al instalar cerramientos haciendo uso de materiales y procedimientos inadecuados durante su colocación.
- 8.6. **Lixiviación** (alteración provocada por la presencia de vertederos subterráneos de restos orgánicos o residuos industriales etc.).
- 8.7. **Alteración visual del entorno** (por la presencia de instalaciones de energías renovables como molinos de viento, placas fotovoltaicas, torres eléctricas, explotaciones ganaderas, etc.).

Una vez enumeradas las diferentes alteraciones que se pueden presentar en los abrigos con representaciones de pintura rupestre, se ha tomado como referencia el informe¹⁷⁰ elaborado en 2005, y se ha procedido a realizar un estudio comparativo, de los datos anteriores con los datos tomados a día de hoy. Esta comparación, pretende determinar el estado de conservación actual que presenta *Cova Remígia*. En esta tesis, al igual que en el informe anteriormente citado, se ha estudiado el abrigo atendiendo la división determinada por H. Obermaier, H. Breuil y J. B. Porcar (1936).

Como se ha explicado, las alteraciones que sufren estos enclaves casi siempre están interaccionadas entre ellas. Por ello, el estudio del estado actual de conservación de *Cova Remígia*, va acompañado de mapas de daños en los que se evidencia gráficamente los deterioros sufridos, las zonas que se han visto afectadas y la interacción entre ellas.

¹⁷⁰ Informe del estado de conservación y propuesta de intervención de las pinturas rupestres de Cueva Remígia (Castellón). (Guillamet, E. 2005).

8. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE COVA REMÍGIA (ARES DEL MAESTRE-CASTELLÓN).

8. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE COVA REMÍGIA (ARES DEL MAESTRE-CASTELLÓN).

En 1936 J.B. Porcar, H. Obermaier y H. Breuil crean precedente publicando *Las Pinturas rupestres de Cova Remígia (Castellón)*. Ya que esta investigación sirvió de referencia a posteriores estudios de arqueólogos contemporáneos. En ella, los autores describen al detalle las pinturas representadas en *Cova Remígia*, los autores dividen el abrigo en seis cavidades que conforman la totalidad haciendo alusión, en breves anotaciones, al estado de conservación en el cual se encontraban las pinturas describiéndolo de este modo¹⁷¹:

“... Como la Cueva servía de cuadra para el ganado, la roca resulta bruñida y muy resbaladiza, por el continuo roce las ovejas, a consecuencia de ello se comprende que en el suelo de la Cueva no haya podido conservarse residuo alguno de un yacimiento; en todas partes se nos presenta la roca desnuda...”

En el texto se continúa describiendo¹⁷²:

“... El estado de conservación de las pinturas varía mucho. Algunas de ellas son perfectamente visibles, otras se han borrado más o menos en el transcurso del tiempo, o se encuentran ya incompletas por haberse desprendido mecánicamente parte de la superficie escamosa de la roca, cuya erosión sigue inexorablemente e incesantemente su camino. Es de lamentar que algunas pinturas fueran últimamente estropeadas por visitantes incultos, que empiezan a acudir en cierto número desde que la atención pública ha sido atraída por este lugar. Mencionamos también que en algunos casos las pinturas tienen una película calcárea; concreción que debe haberse superpuesto en tiempos húmedos, es decir, bajo condiciones climatológicas distinta a las de los tiempos actuales.

¹⁷¹ J. B. Porcar, H. Obermaier & H. Breuil, *Op. cit.* pp. 15-16.

¹⁷² *Ídem.*

En interés de la buena conservación de estos tesoros pictóricos, es de desear que no sean recomendados al turismo general, y esto tanto más cuanto que una visita rápida y un conocimiento insuficiente para la interpretación de esta clase de pinturas no haría otra cosa que decepcionar, en la mayoría de los casos, a las masas no preparadas...”

Como se aprecia en el texto se recoge el estado de conservación del abrigo, y se reflejan ciertas prácticas que han influenciado en el estado de conservación actual de las pinturas. Las prácticas referenciadas suscitan todavía gran polémica entre la comunidad científica, éstas aluden a las sucesivas aplicaciones de agua sobre las pinturas para poder evaluar y estudiar correctamente la pincelada y el color que presentaba el abrigo. Fue en esta época, cuando se sucedieron los “mojados” continuados de los paneles para poder apreciar mejor las pinturas, dato al cual J. B. Porcar hace referencia¹⁷³.

A la práctica del “mojado”, también se unió el sistemático recurso del perfilado de figuras¹⁷⁴ realizado con grafito con la finalidad de percibir con facilidad el contorno de las figuras al realizar los calcos a través del papel. Los restos de este grafito, todavía se pueden observar en algunos motivos de *Cova Remígia* (Figuras: 129, 130, 131). A estas prácticas hace referencia A. Beltrán (1987-88. p. 69):

“... los defectuosos medios técnicos utilizados en la investigación, calcos, copias, fotografías o en la divulgación, cinematografía, etc...., cuando no el arrastre de cables para iluminación...son las causantes de graves desperfectos; figuras repasadas con lápiz para hacerlas más visibles en la Cueva Remígia del barranco de Gasulla o en Marcenac;...calcos por superposición de materiales que actúan sobre las pinturas o grabados y rotuladores que atraviesan los plásticos y dejan sus marcas...”

¹⁷³ Ídem

¹⁷⁴ MARTÍNEZ VALLE, R. El parque cultural de Valltorta-Gasulla. En *Trabajos de Prehistoria* 57, nº 2, 2000. pp. 65-76.

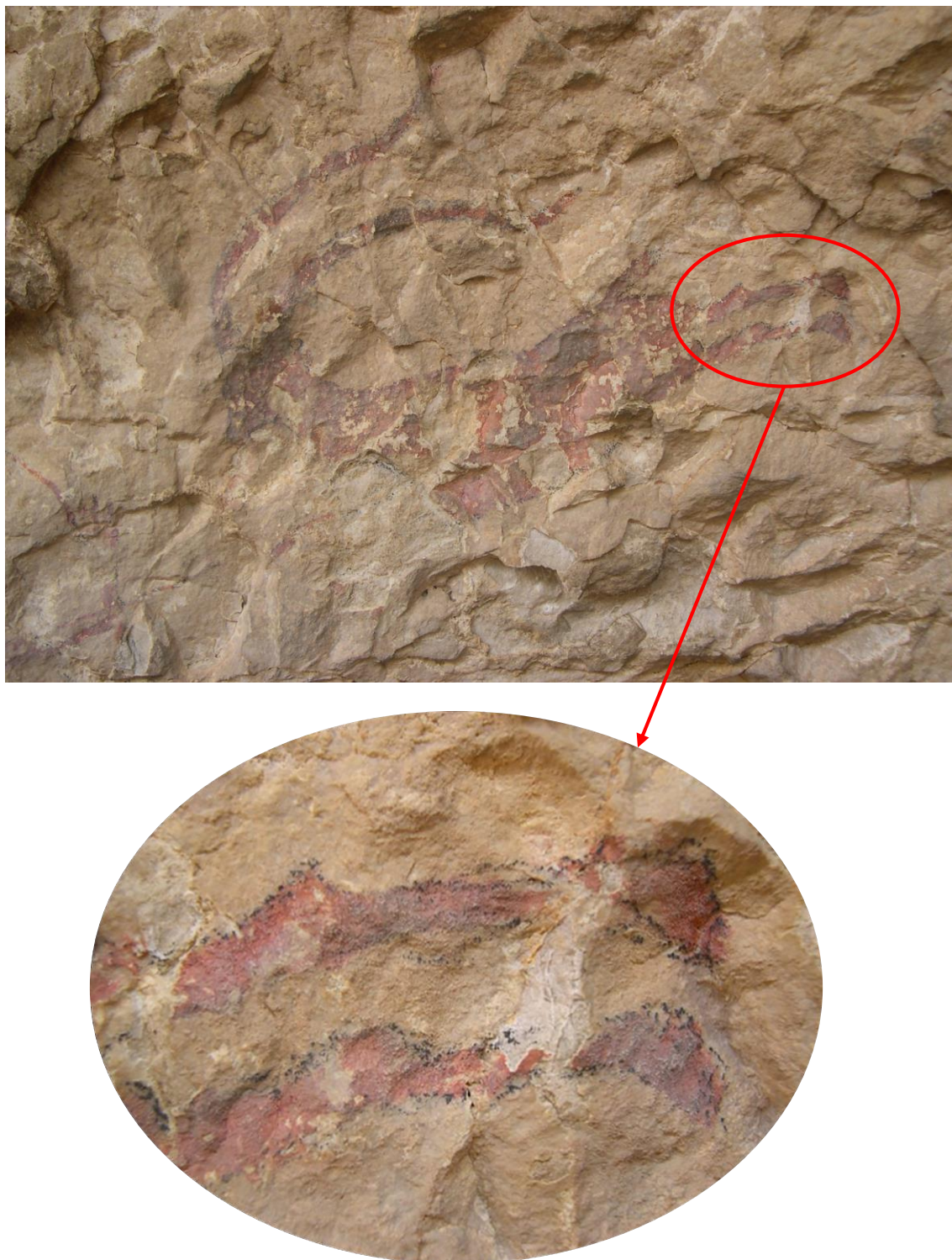


Figura 129. Figura de cérvido de estilo levantino, ubicado en la *Cavidad IV* de *Cova Remígia*. Se observa el perfilado con grafito de la figura para facilitar su visualización, en el proceso de realización de calcos.

Fuente: G Barreda (2005).

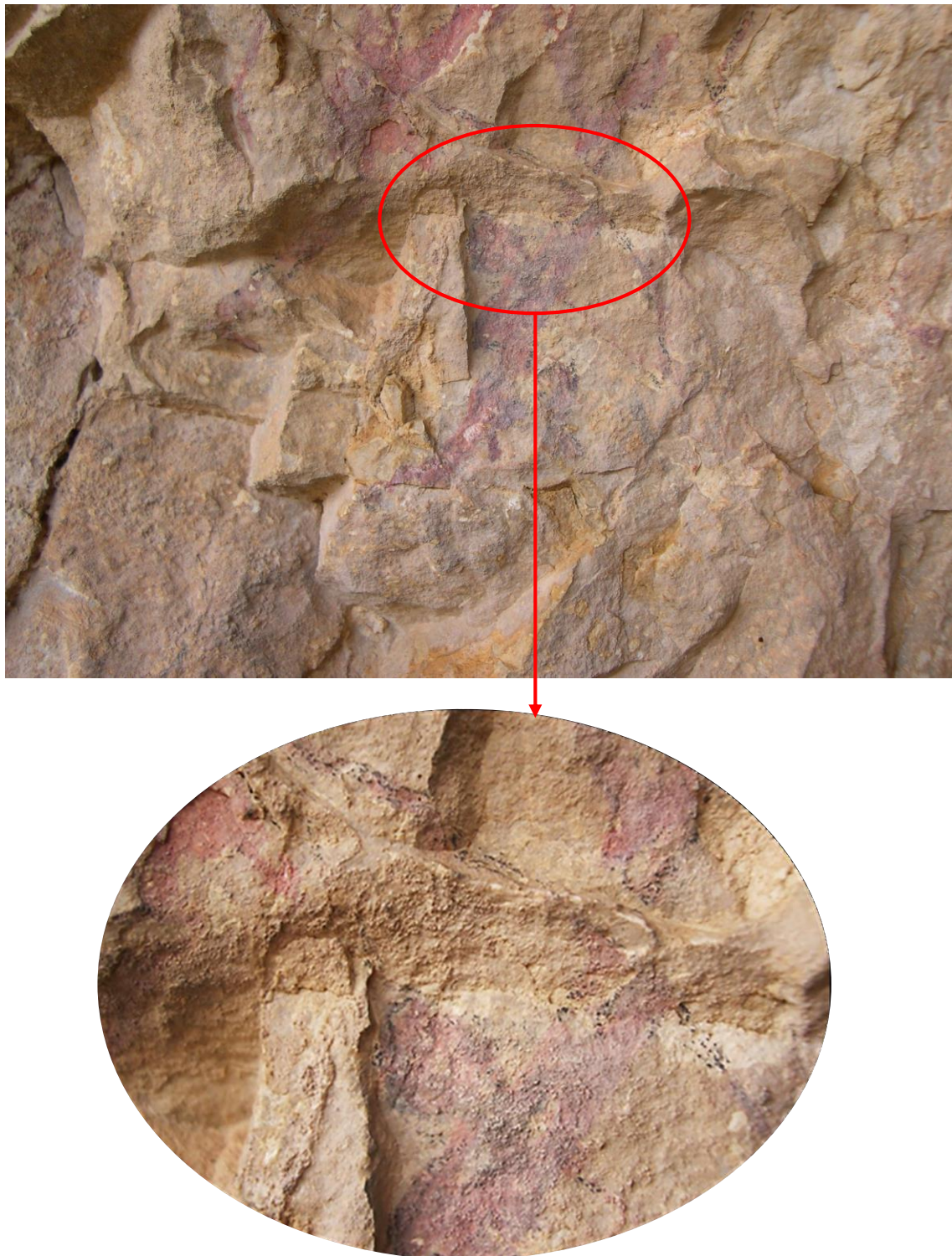


Figura 130. Figura de cazador de estilo levantino, ubicado en la *Cavidad IV* de *Cova Remígia*. Se observa el perfilado de las pinturas con grafito.

Fuente: G Barreda (2005).



Figuras 131. Imagen superior: perfilado de las pinturas con grafito, Cavidad IV. Cova Remígia. Imagen inferior: detalle del grafito (imagen realizada con microscopio portátil *DigiMicroscope USB reflecta*).

Fuente: G. Barreda (2005-2015).

Tanto el uso del perfilado en grafito, como la práctica del “mojado” fueron documentados por E. Guillamet (2005) en el informe del estado de conservación y propuesta de intervención realizado previamente a la intervención. Además, en un anexo de dicho informe, se recogen las imágenes detalladas de las patologías detectadas tales como: perfilados de las figuras con grafito, zonas de descamaciones, pérdida de soporte y película pictórica, coladas activas con crecimiento biológico y ennegrecimiento del soporte producido por microorganismos.

El estado de conservación que, en la actualidad, presenta *Cova Remígia* apenas varía del estado que presentaba hace quince años, si establecemos una comparativa entre el examen visual, realizado a tenor de esta investigación, con el análisis realizado en 2005, se corrobora que esta variación ha sido mínima.

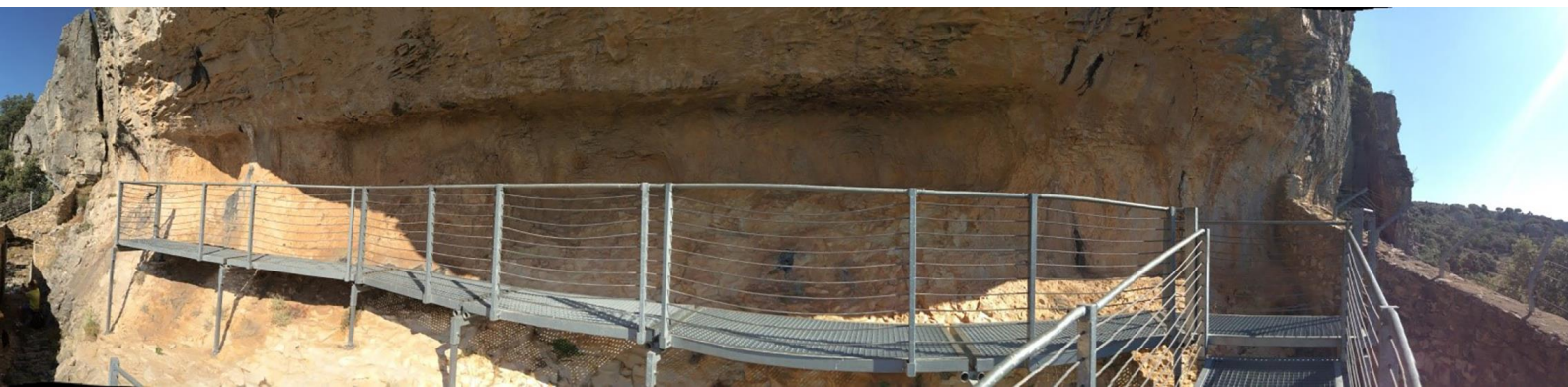


Figura 132. Vista panorámica de los paneles pintados de *Cova Remígia* (Ares del Maestre-Castellón).

Fuente: G. Barreda (2015).

En rasgos generales la *Cova Remígia*, al igual que todos los abrigos descubiertos en la zona durante principios del siglo XX, sufrieron daños antrópicos, como se ha indicado detalladamente con anterioridad, causados en gran parte por la presencia de visitantes sin control. La curiosidad suscitada por las representaciones en la roca y por la presencia de investigadores extranjeros, generó que se fomentara la presencia de los “lugareños”, para indagar *in situ* sobre los pictogramas no apreciados con anterioridad. Ello ocasionó abrasiones en la superficie, que se unieron a las generadas por los animales que se cobijaban en el abrigo a modo de refugio. Estas cavidades ofrecían las características apropiadas para ejercer dicha labor, ya que en

la parte más profunda y protegida, se encuentra la formación de una repisa plana ubicada en la zona inferior de las pinturas, quedando éstas situadas a la espalda del visitante. Es lógico pensar que esta repisa pudiera servir de asiento o zona de paso de los animales, que con el roce fueron provocando pequeños desprendimientos, arañazos y pulido de la roca. También se pueden observar desprendimientos de mayor tamaño originados intencionadamente con el fin de arrancar algún motivo pictórico, o las marcas sobre la roca que ocasionaron disparos de perdigones.

Estas prácticas se mitigaron cuando se procedió al vallado del abrigo para evitar los hechos vandálicos. Pero los animales, como cabras montesas, continuaron introduciéndose en el recinto, ya que su presencia se detectó por los excrementos depositados en el interior del abrigo.



Figura 133. Vista panorámica del paisaje desde el abrigo de *Cova Remígia* (Ares del Mestre-Castellón).

Fuente: G. Barreda (2015).

Además de la degradación descrita, que realizaron los investigadores silueteando las figuras, se han observado pequeños trazos de lápiz de grafito realizados por una acción vandálica en la *Cavidad VI* (Figura 134).



Figura 134. Grafiti realizado con lápiz, ubicado en la Caverna VI (Cova Remígia).

Fuente: G Barreda (2015).

Prácticamente toda la superficie del abrigo presenta un aspecto anaranjado propio de la pátina de oxalatos. Además presenta formación de costras de carbonato cálcico que afectan sobre todo a la parte superior del abrigo, bordeando la visera, donde la circulación del agua es más abundante al estar expuesta al exterior. Las *Cavernas I y VI*, se encuentran situadas fuera del resguardo de dicha visera por lo tanto quedan más desprotegidas afectándoles en mayor medida los efectos del agua. Las *Cavernas II y III* se encuentran separadas por una gran colada, este fenómeno se aprecia en otras zonas, pero en menor grado, en forma de escorrentías. Generadas por la continua circulación del agua, que con el tiempo disuelve el carbonato cálcico de la roca que se deposita reiteradamente formando nuevas concreciones de carbonatos de calcio, magnesio y sulfatos de calcio. Al repetirse esta operación en ciclos continuados de humedad-sequedad la capa formada externa es muy compacta y resistente, frente a la capa interior caracterizada por presentar arenización, lo que conlleva una escasa adhesión entre estratos. Esta capa intermedia arenizada, es por

donde se producen los desprendimientos, quedando de nuevo la roca al descubierto, pero ahora esta superficie es más frágil y queda expuesta otra vez a las alteraciones climáticas (Figuras: 135, 136).



Figura 135-136. Costra de carbonato cálcico con desprendimiento de la capa externa más compacta, dejando al descubierto la parte inferior arenizada. Alteraciones de la superficie pétreo de *Cova Remígia*.

Fuente: G. Barreda (2015).

Estas zonas, como se evidencia en *Cova Remígia*, llevan consigo alteración biológica debido a la presencia de agua (necesaria para el desarrollo de las funciones metabólicas) junto con otros parámetros ambientales adecuados de temperatura, luz (esencial para los organismos fotosintéticos), oxígeno (esencial para la respiración celular) y dióxido de carbono (necesario para los microorganismos autótrofos).

En *Cova Remígia* se ha detectado la presencia de plantas superiores (Figura 137), estas aprovechan cualquier intersticio para crecer, ya sean en grietas y fisuras, donde encuentran el hábitat ideal debido a que en estas oquedades queda depositada materia orgánica que sirve de nutriente para el crecimiento de estos organismos, la degradación que generan sus raíces durante el crecimiento ocasiona daños mecánicos además de los químicos originados por el intercambio iónico producido entre las raíces y el sustrato pétreo, junto con la acción quelante y ácida de las excreciones. Y a esto se une la alteración estética, que entorpece la visión general del conjunto.



Figura 137-138. Alteración biológica de la superficie pétreo de Cova Remígia. Presencia de plantas superiores e inferiores (musgo).

Fuente: G. Barreda (2015).

También se ha detectado la presencia de plantas inferiores concretamente briofitos (musgo) (Figura 138), que encuentran en la superficie pétreo los minerales necesarios para su crecimiento. Éstos generan sobre todo degradación química, ya que atraen los cationes (cargas positivas) debido a la mayor acidez de sus raíces, provocando también degradación mecánica, además de alteración cromática.

Se han detectado líquenes [simbiosis entre hongo (micobionte) y alga o cianobacteria (fotobionte)], que provocan daños físico-químicos y alteración cromática. En este caso la degradación química provocada por: la acción de las sustancias líquénicas, el intercambio iónico (Figura 139), y por la formación de productos secundarios; genera la solubilización del sustrato¹⁷⁵. Y la degradación física, provocada durante el crecimiento, el sistema de anclaje al soporte genera constantes dilataciones y contracciones que desencadenan en disgregación de la roca.

¹⁷⁵ Información obtenida del curso: *Los líquenes como biodeteriorantes de la piedra: Procesos de deterioro y conservación preventiva*. Dirigido por C. Pérez García, impartido por M. Doménech, y organizado por la Universitat Politècnica de València. Departament de Conservació i Restauració de Béns Culturals. Celebrado en diciembre de 2004.

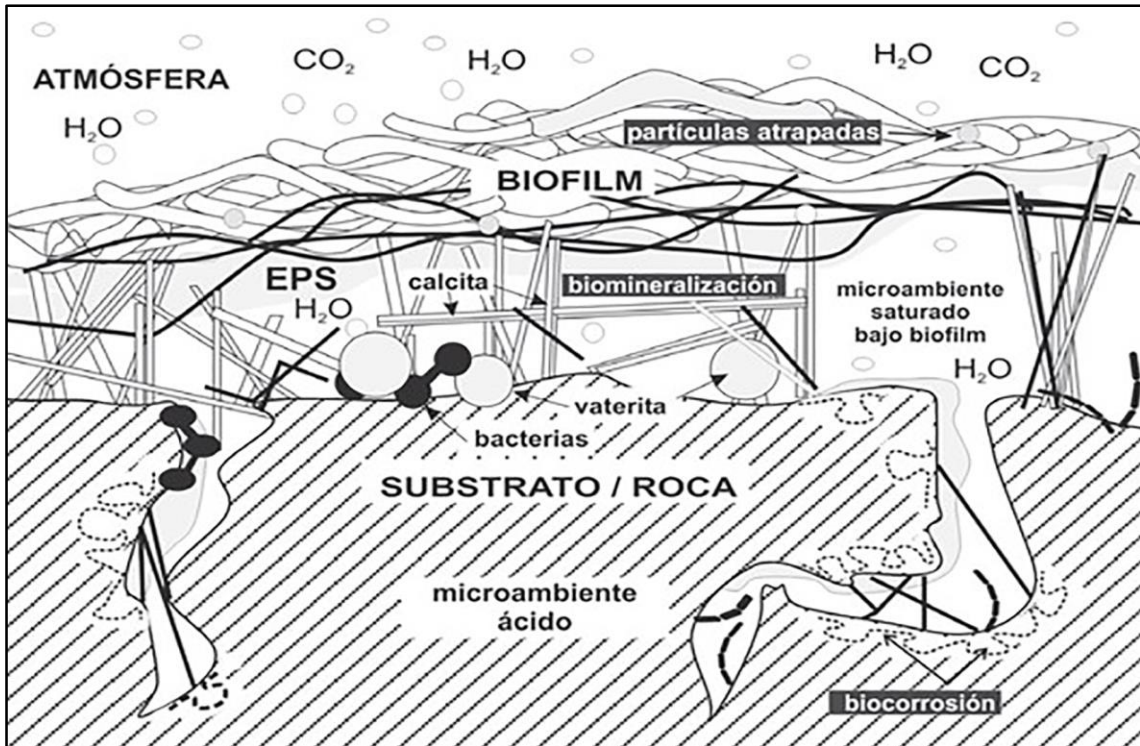


Figura 139. Esquema de la biocorrosión que generan los biofilms sobre la superficie pétreo.

Imagen extraída del artículo: SÁNCHEZ-MORAL, S. et al. Procesos de precipitación mineral bioinducidos en sistemas kársticos subterráneos: breve revisión y nuevas tendencias. En *Estudios Geológicos*, Vol. 62, nº. 1. 2006. pp. 43-52.



Figura 140. Bioalteración de la superficie pétreo de Cova Remigia. Posible *Verrucaria Nigrescens*. Líquen perteneciente al biotipo de los crustáceos.

Fuente: G. Barreda (2015).

La *Verrucaria Nigrescens*, es un líquen que pertenece al biotipo de los crustáceos, son los líquenes más dañinos para los sustratos rocosos. Sus características fisiológicas son: crecimiento lento, buena adaptación a repetidos

períodos de humectación y desecación, precisa luz solar (fotofilia) y humedad (hidrofilia) para su crecimiento. Sobre sus hifas se adhieren los microcristales del oxalato cálcico. El efecto dañino de la especie de los crustáceos radica en la estrecha unión con el sustrato, siendo la formas endolíticas las más peligrosas, ya que tienen gran capacidad de retención de agua en las zonas de contacto con la roca.



Figura 141. Bioalteración de la superficie pétrea de Cova Remígia.

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 142. Bioalteración de la superficie pétrea de Cova Remígia y presencia de costras de carbonato cálcico.

Fuente: G. Barreda (2015).

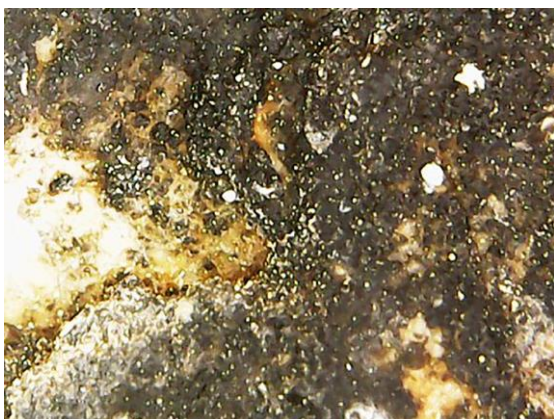


Figura 143. Bioalteración de la superficie pétrea de Cova Remígia.
Imagen realizada con microscopio portátil *DigiMicroscope* USB reflecta.

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 144. Bioalteración de la superficie pétrea de Cova Remígia.
Imagen realizada con microscopio portátil *DigiMicroscope* USB reflecta.

Fuente: G. Barreda (2015).

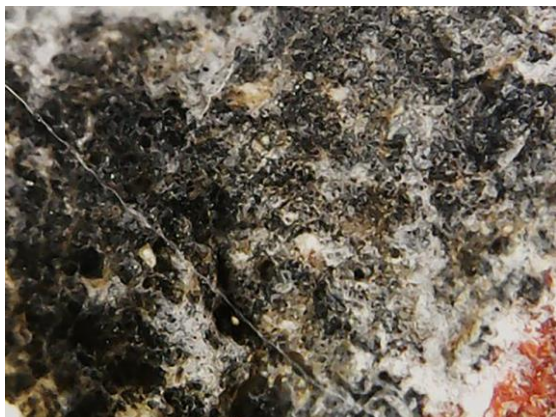


Figura 145. Bioalteración de la superficie pétreo de Cova Remígia, cercana a la película pictórica. Imagen realizada con microscopio portátil *DigiMicroscope USB reflecta*.

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 146. Bioalteración de la superficie pétreo de Cova Remígia, y costras de carbonato cálcico. Imagen realizada con microscopio portátil *DigiMicroscope USB reflecta*.

Fuente: G. Barreda (2015).

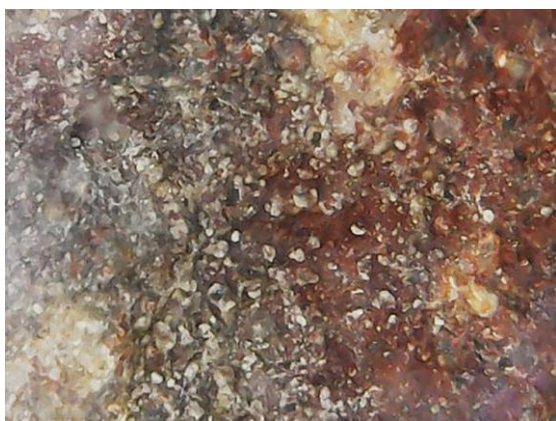


Figura 147. Bioalteración de la superficie pétreo de Cova Remígia, sobre la película pictórica. Imagen realizada con microscopio portátil *DigiMicroscope USB reflecta*.

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 148. Bioalteración de la superficie pétreo de Cova Remígia, sobre a la película pictórica. Imagen realizada con microscopio portátil *DigiMicroscope USB reflecta*.

Fuente: G. Barreda (2015).

A todas las alteraciones biológicas expuestas, se añade la posible presencia de un tipo de hongo endolítico detectado en este abrigo, y al parecer en tantas otras cavidades del barranco de la Valltorta. Fue descubierto por el doctor J. Llimora del Departamento de Botánica de la Universidad de Barcelona (1969-70), tras una exploración realizada por R. Viñas en los soportes de algunos abrigos. El muestreo se

efectuó en los abrigos del *Mas d'En Josep*, *Cova de la Saltadora*, *Cova de Cavalls*, *Cova del Puntal*, *Cingle de l'Ermita* y *Cova del Rull*. La analítica reveló la existencia, en todos ellos, de Calcio Oxalato Hidrato (Monohidrato forma A y D), siempre relacionado con la presencia del hongo endolítico¹⁷⁶ causante del Oxalato (Figuras 149-150). Este microorganismo genera acción destructiva por la perforación y corrosión del soporte¹⁷⁷.



Figura 149. Muestra tomada en la *Cova de la Saltadora* (Coves de Vinromà-Castellón). Se observa el foco de hongos destructores del soporte pétreo.

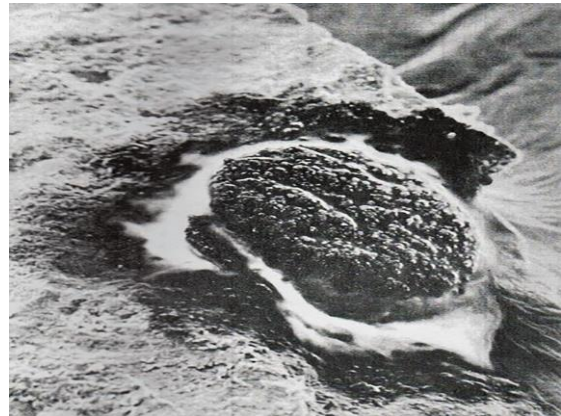


Figura 150. Imagen ampliada de la Figura 167, correspondiente al hongo endolítico descubierto en los abrigos de pintura rupestre del barranco de la Valltorta (Fotografía realizada al microscopio electrónico en la *Universitat de Barcelona*)

Imágenes obtenidas del artículo: VIÑAS VALLVERDU, R. Informe sobre un microorganismo detectado en las pinturas rupestres del Barranco de la Valltorta. En Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense, Vol. 5. Diputación Provincial de Castellón de la Plana. Departamento de Arqueología, 1978. pp. 366-367.

Durante el desarrollo de la fase experimental de esta tesis doctoral, concretamente en la fase de análisis de la superficie a través de lupa binocular y microscopía electrónica SEM¹⁷⁸ del grupo de probetas sin pulir (*grupo B*), se observó la presencia de un tipo de microorganismo (Figura 151) similar al descrito por R. Viñas en 1978. Por su forma y color se descarta la posibilidad de tratarse de un líquen, para determinar con exactitud su clasificación sería necesario realizar los análisis

¹⁷⁶ Que coloniza en el interior de la roca.

¹⁷⁷ Para mayor información consultar el artículo: VIÑAS VALLVERDU, R. Informe sobre un microorganismo detectado en las pinturas rupestres del Barranco de la Valltorta. En *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense*, Vol. 5. Diputación Provincial de Castellón de la Plana. Departamento de Arqueología, 1978. pp. 361-367.

¹⁷⁸ La presencia del hongo se detectó durante el estudio del grupo de probetas denominado *grupo B* (probetas sin pulir, que conservan la superficie original). Probetas realizadas con roca original procedente de *Cova Remígia*, material que posee la característica de conservar el recubrimiento pétreo original, al igual que los paneles pintados.

microbiológicos pertinentes. La erradicación total de los hongos endolíticos es un proceso muy complejo, debido al riesgo de recolonización que caracteriza a estos microorganismos.

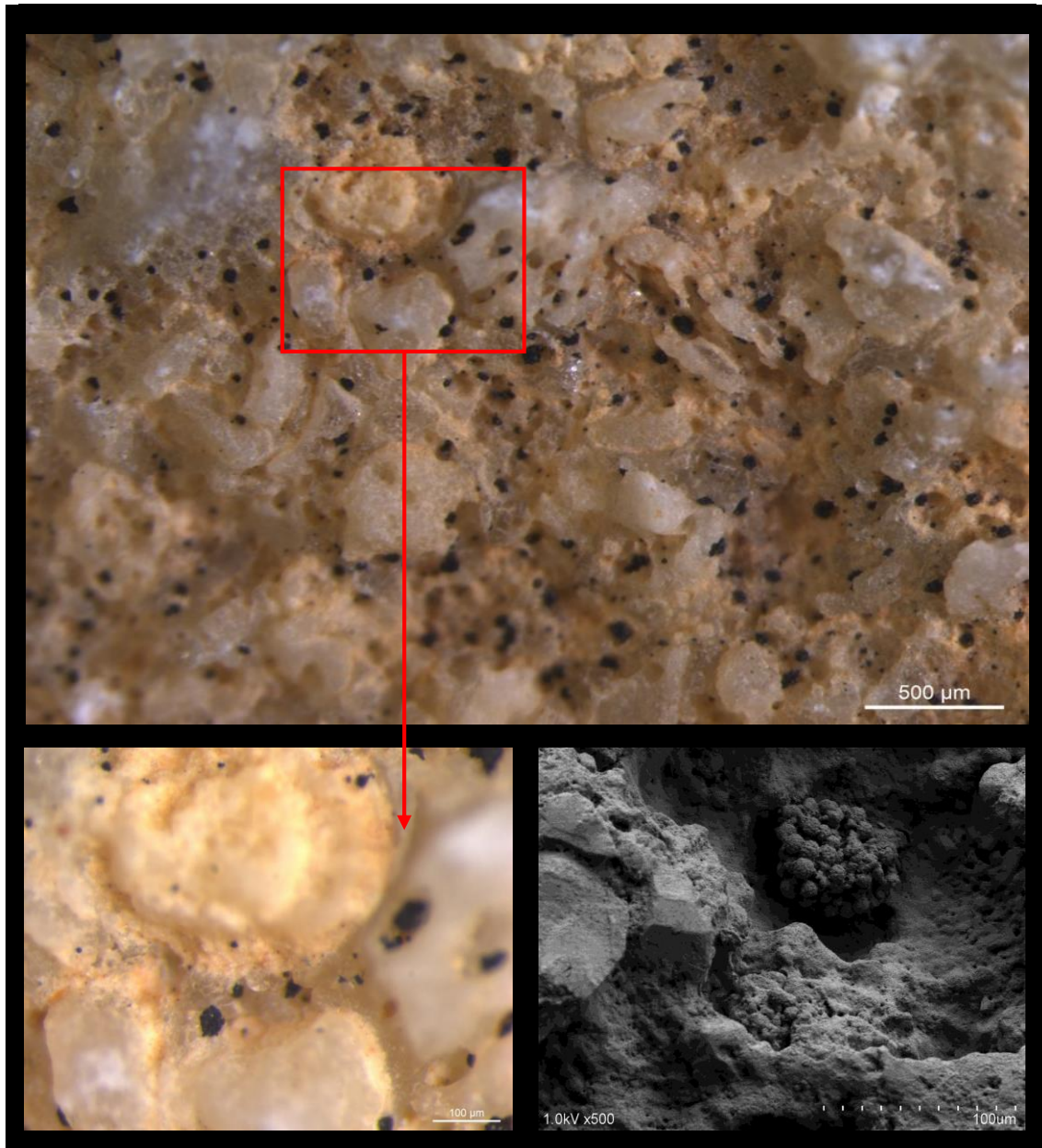


Figura 151. Imágenes realizadas a través de lupa binocular (20x y 40x aumentos), y microscopio electrónico SEM, de la probeta 19 E25 grey sin pulir. Se observa la presencia de microorganismos que han alterado la superficie en forma de pequeñas oquedades, similar al descrito por R. Viñas (1978).

Fuente: G. Barreda (2015).

También se detectó la presencia de bacterias reductoras de sulfatos (ver Figura 152), además de otros microorganismos que recubren las zonas superiores del abrigo generando una capa superficial negra que ha afectado a algunas figuras. Éstos, tan solo aparecen en la zona superior del abrigo concretamente en la visera, coincidiendo con las zonas de nula o poca insolación.

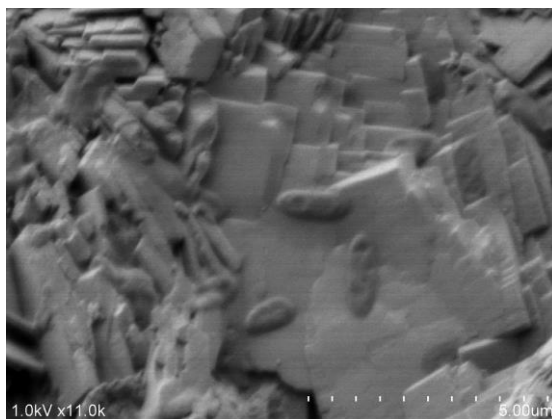


Figura 152. Bacterias presentes en la superficie pétrea de Cova Remigia, Imagen realizada con microscopio electrónico SEM.

Por otra parte, la presencia de animales ha originado deterioro por acción química a causa de la deposición de sus deyecciones (Figuras: 153 y 154). Como es sabido, el contenido en ácidos, sulfatos, nitratos y fosfatos de estas sustancias reaccionan con el sustrato pétreo, generando otras sales y produciendo un efecto corrosivo.



Figura 153. Depósito de excrementos de animales.

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 154. Deyecciones de insectos.

Fuente: G. Barreda (2015).

Finalmente se detecta alteración biológica debida a nidificaciones de insectos entre ellos el grupo de los arácnidos, que generan: alteración estética y química, por las sustancias corrosivas que contienen; además de alteración mecánica por los roces y degradaciones que puedan generar durante la construcción de sus nidos (Figuras: 155, 156).



Figura 155. Nidificación de insecto (arácnido).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 156. Nidificación de insecto.

Fuente: G. Barreda (2015).

Además del deterioro biológico, se detectan alteraciones físicas en forma de grietas y fisuras, presentes en toda la superficie del abrigo. Éstas afectan tanto a la superficie que forma parte de los fondos de las escenas como a las figuras, confiriendo a estas puntos gran fragilidad y sensibilidad ante la acción de los agentes atmosféricos, tales como los períodos de hielo-deshielo frecuentes en estos parajes del Maestrat. Estos ciclos ocasionan alteración por acción mecánica, originando descohesión y desprendimientos. Asimismo las grietas y fisuras son zonas propensas a acumular materia orgánica, capaz de ofrecer sustrato suficiente para la germinación de semillas depositadas por acción del viento u otro transporte, ocasionando daños adicionales.

Casi todas las figuras presentan pequeños desprendimientos de película pictórica, estos pueden ser debidos a cambios bruscos de temperatura-humedad, a periodos largos de insolación o a roces de origen antrópico, que con toda seguridad han incrementado estas alteraciones. También se observan pequeños arañazos que

han afectado a figuras y zonas extremadamente abrasionadas, al igual que pérdidas de soporte pétreo de gran tamaño que probablemente hayan sido ocasionadas por acciones antrópicas. Además se detectan zonas muy pulidas debido al roce continuado, esta alteración mecánica afecta tanto a las superficies inferiores, que forman parte de la base del abrigo, como a aquellos fragmentos que sobresalen. Éstos, han perdido la capa anaranjada que los recubría, quedando la roca “madre” al descubierto, que del mismo modo ha sido pulida adquiriendo un aspecto brillante y cristalizado sin apenas porosidad.

En el Anexo IV. (*Alteraciones y degradaciones que presenta el soporte pétreo de Cova Remígia*) quedan registradas en una tabla, a modo de resumen, las distintas alteraciones¹⁷⁹ y degradaciones¹⁸⁰ que presenta el soporte pétreo de *Cova Remígia*. Especificando las causas físico-químicas, químicas, biológicas y antrópicas que las han generado.

¹⁷⁹ Se hace referencia al término *alteración* como sinónimo de patología, es decir, a una modificación del material, pero que no implica necesariamente un empeoramiento de las características pétreas, desde el punto de vista conservativo.

¹⁸⁰ El término degradación implica un empeoramiento de las características del material pétreo.

8.1. ESTADO DE CONSERVACIÓN. CAVIDAD I.

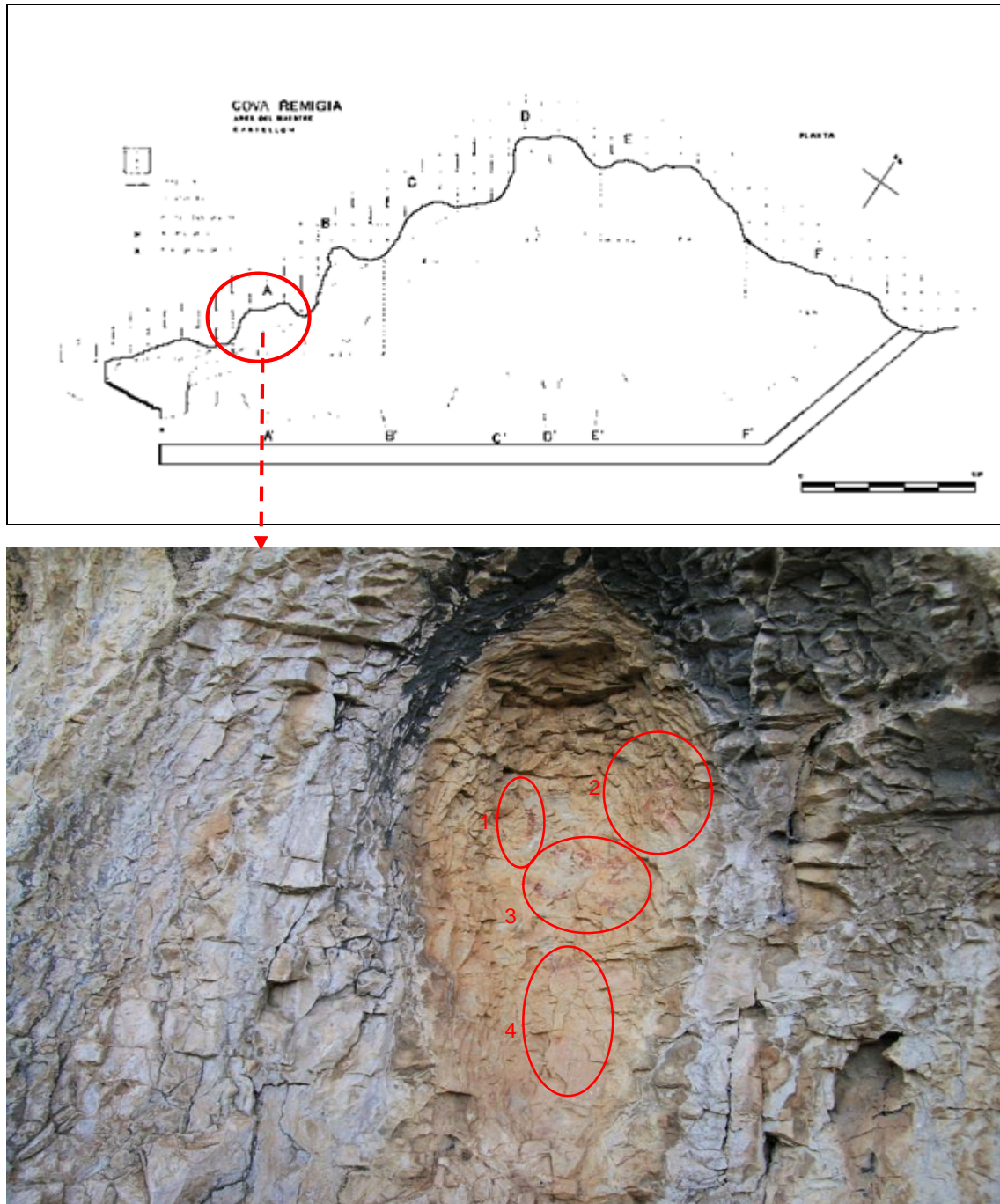


Figura 157. Imagen superior: planimetría de *Cova Remígia* (Sarriá Boscovich; E.: 1988-89). Imagen inferior: vista general de la *Cavidad I*, y grupos escénicos representados (*Cova Remígia*).

Fuente: G. Barreda (2005).

La primera cavidad de *Cova Remígia*, está ubicada a una altura de tres metros sobre el nivel del suelo. Es una pequeña oquedad poco cóncava de 1,70 m de longitud, 1,30 m de altura, y menos de un metro de profundidad¹⁸¹, sin apenas base. En ella J. B. Porcar asocia en cuatro grupos las figuras representadas. En general la superficie de esta cavidad presenta un fino depósito superficial de acumulación de polvo.

La oquedad que genera el abrigo se encuentra circundada por coladas calcáreas, generadas por la circulación continuada de agua que ha originado depósitos cálcicos al disolver la roca calcárea, en forma de escorrentías. En la parte superior se observa bioalteración provocada por microorganismos, que afloran asociados a las coladas debido a la presencia esporádica de agua. Esta biopátina ha generado una alteración cromática de la roca, en forma de manchas negras que siguen el curso de la circulación del agua (Figura 158).



Figura 158. Bioalteración, provocada por microorganismos, *Cavidad I* (*Cova Remígia*-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

¹⁸¹ PORCAR, J. B.; OBERMAIER, H. & BREUIL, H. Las Pinturas Rupestres de la Cueva Remigia (Castellón). Madrid, 1936. p. 16.

En general este panel, al igual que la *Cavidad VI*, no presenta un buen estado de conservación, debido entre otras cosas, al no poseer la protección natural de la visera superior como ocurre con el resto de las cavidades.

La *Cavidad I* presenta alteración de tipo mecánico, tanto rupturas del soporte en forma de fisuras, como disyunciones en forma de descamación generando pequeñas pérdidas de materia (Figura 159). Alteraciones que afectan tanto a película pictórica como a aquellas partes del soporte que conforman las zonas del fondo de la composición. Los grupos afectados por estos deterioros son el nº 1, 3 y 4.



Figura 159 Grupo escénico nº 3, alteración de tipo mecánico: fisuras y descamación superficial. *Cavidad I* (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

Se observan zonas puntuales que presentan riesgo de caída de película pictórica, concretamente en la parte superior de la cavidad, este deterioro afecta también al grupo anteriormente citado (nº 1, 3 y 4). Algunas de las zonas que pueden experimentar desprendimiento están asociadas a aquellas que previamente han sufrido descamación. Éstas, quedan desprovistas de la pátina de recubrimiento natural que sirve de protección transformándose en puntos vulnerables frente a las

variaciones de humedad y temperatura ambiental, si estas zonas no se tratan, desencadenarán en desprendimiento de soporte pétreo, provocando la pérdida de materia original.

8.1.1. MAPA DE DAÑOS. CAVIDAD I.

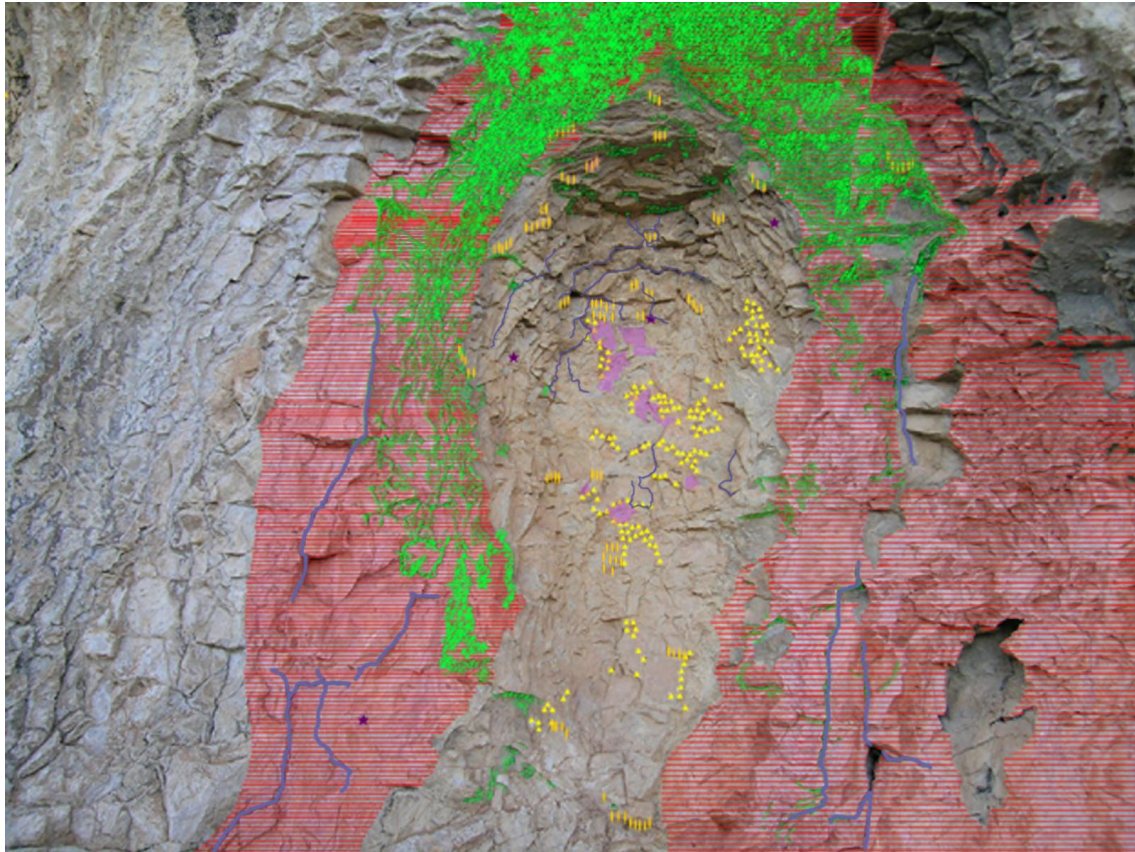


Figura 160. Mapa de daños de la Cavidad I. (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

8.2. ESTADO DE CONSERVACIÓN. CAVIDAD II.

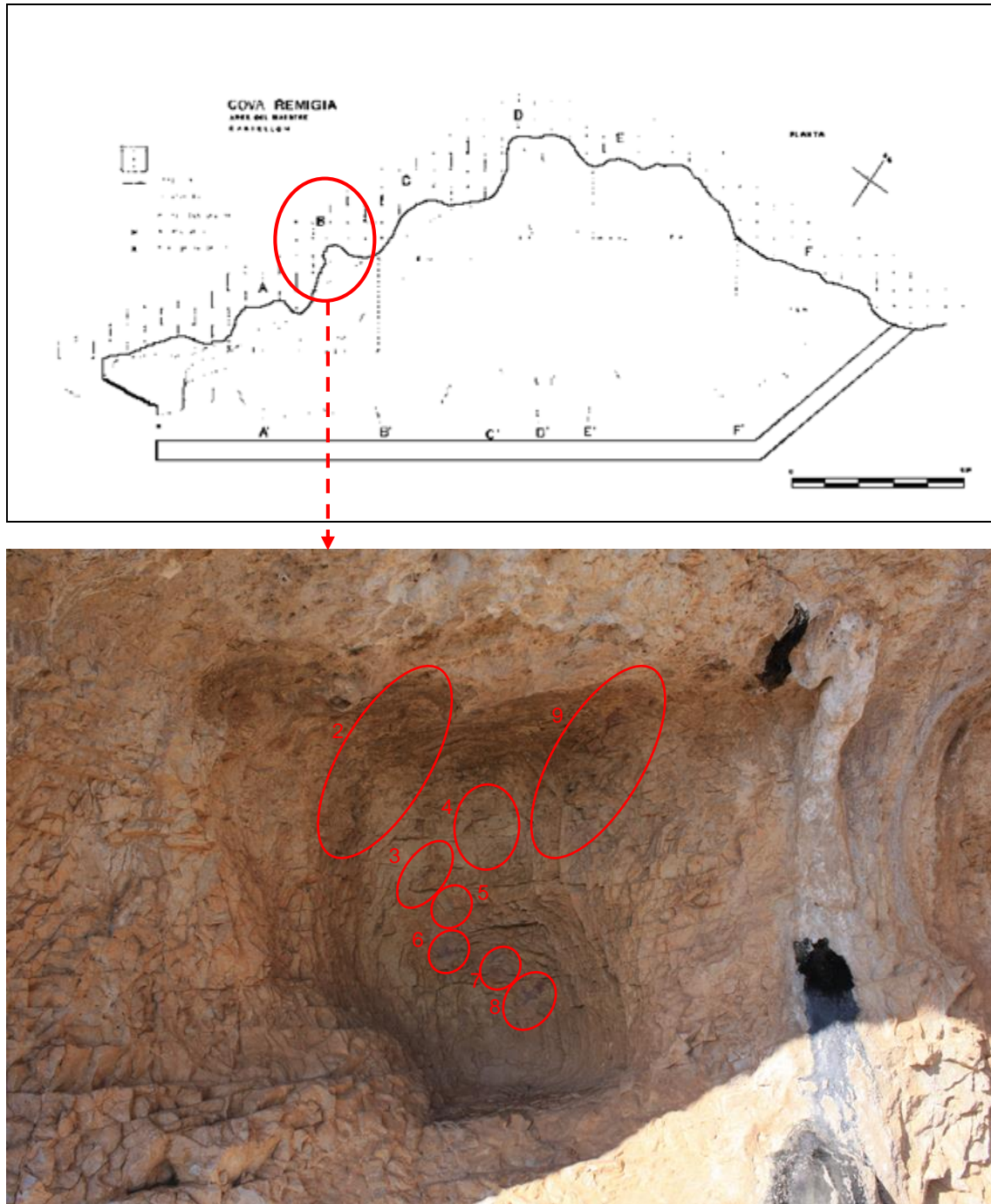


Figura 161. Imagen superior: planimetría de Cova Remígia (Sarriá Boscovich; E.: 1988-89). Imagen inferior: vista general de la Cavity II con la señalización de los grupos escénicos (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2009).

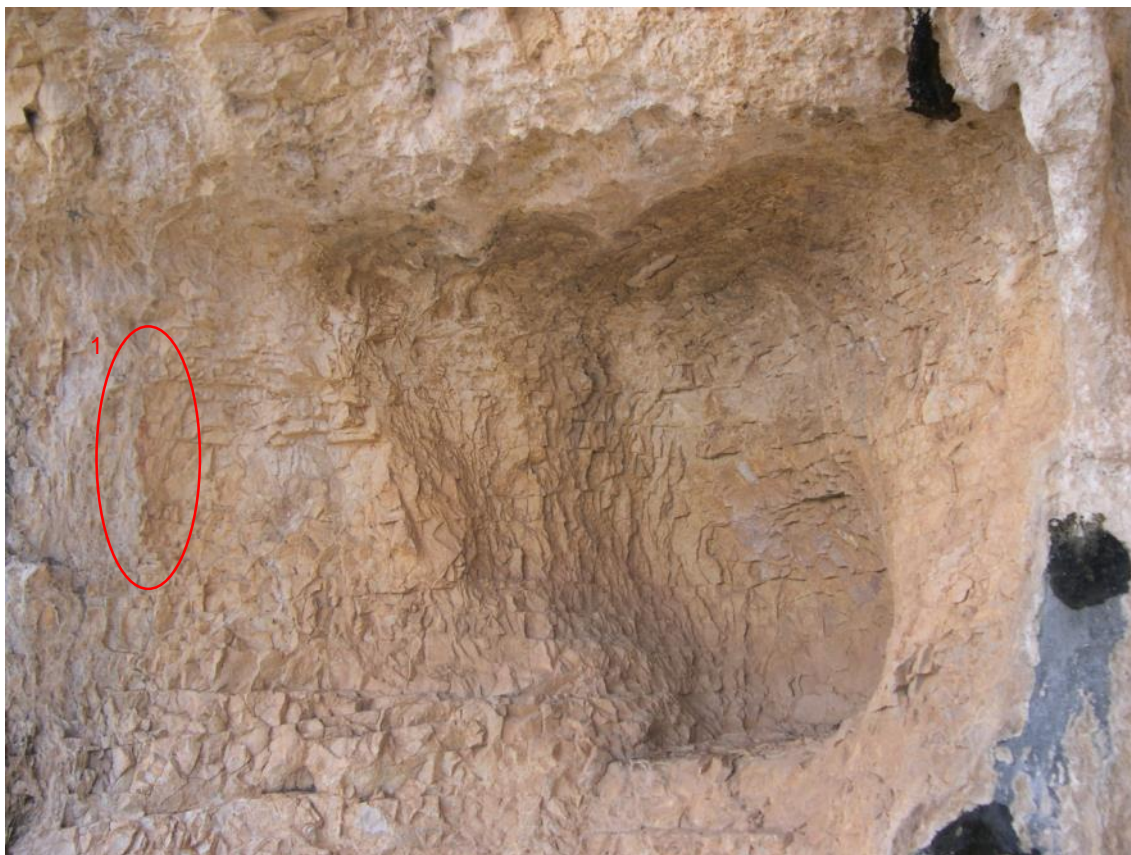


Figura 162. Grupo escénico nº 1, en él se ubica la figura nº 2 (representación de figura humana, según J. B. Porcar). Cavidad II (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2005),

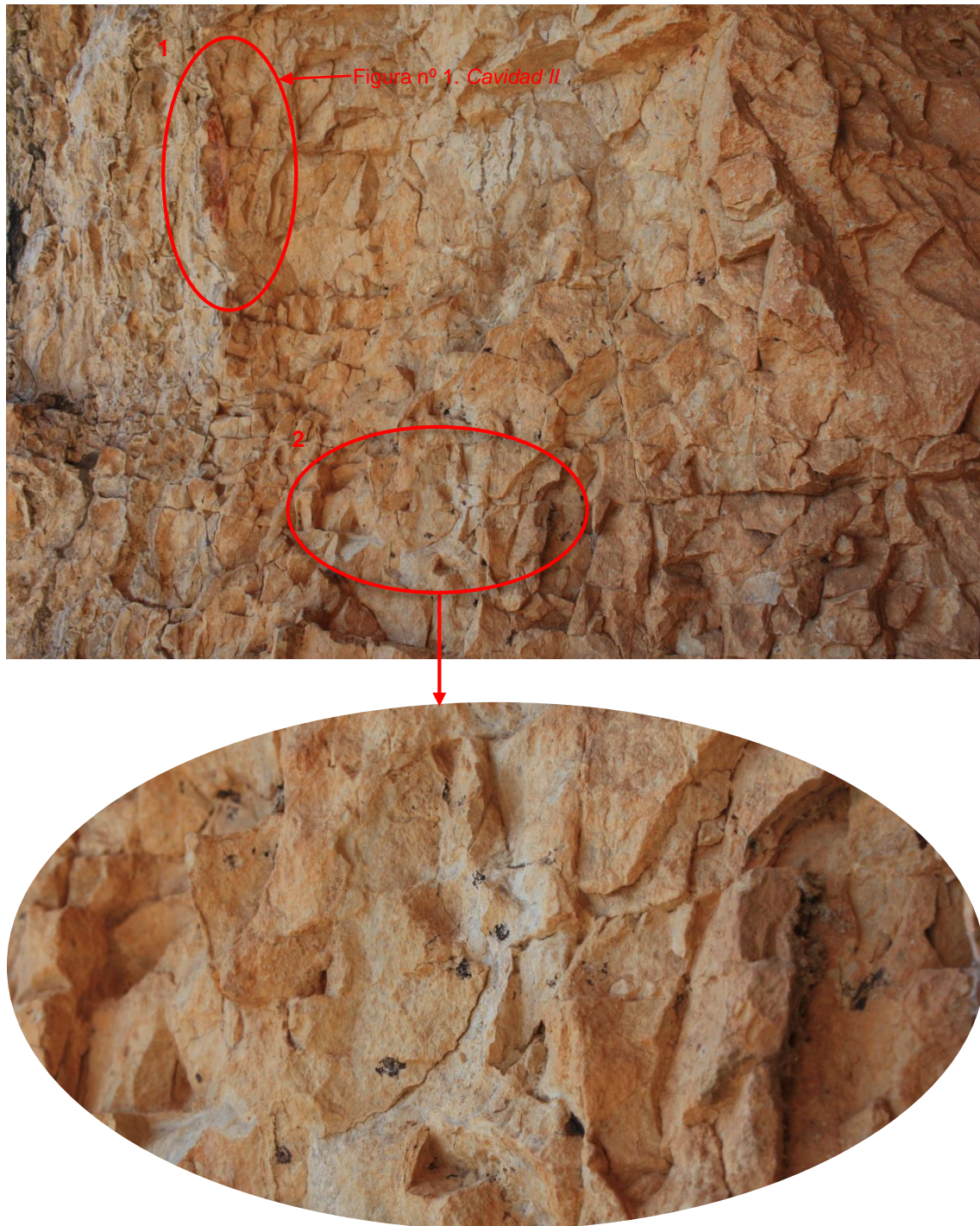
La *Cavidad II*, que se encuentra ubicada contigua a la anterior; presenta una longitud de 1,70 m, 1,15 m de altura y aproximadamente 80 cm de profundidad, y al contrario que *Cavidad I*, posee una pequeña base plana en la parte inferior quedando protegida por una visera natural superior. J. B. Porcar, divide en nueve grupos las representaciones pictóricas que esta cavidad alberga.

Realizando un examen visual de esta oquedad, se observa que ha quedado enmarcada por concreciones calcáreas, de mayor importancia la situada en la zona derecha¹⁸² que todavía se encuentra activa, como se puede apreciar por la presencia de microorganismos (Figuras: 161, 162).

¹⁸² En esta tesis doctoral se hace referencia a términos de derecha e izquierda en las descripciones, siempre haciendo referencia a nuestra ubicación posicionada frente al abrigo.

Aunque el soporte pictórico, de origen calcáreo, presenta geológicamente un aspecto muy cuarteado y frágil, aparentemente con riesgo de desprendimiento, se ha comprobado que tan solo existe peligro de caída de pequeños fragmentos de roca en zonas muy puntuales. En general la superficie presenta una fina película de polvo superficial, partículas sólidas en suspensión, que por acción del viento se depositan sobre la roca.

El primer grupo de representaciones pictóricas está situado en la zona izquierda de la cavidad, y presenta daños por disyunción en forma de descamación en toda su superficie. Además se han localizado zonas del soporte rocoso que presentan pérdida de cohesión interna, estos puntos pulverulentos se ubican principalmente en la zona de acción de la colada, afectando a una representación de figura humana. Ésta, se sitúa en el límite izquierdo de la cavidad donde la actividad de la colada ha ocasionado la disolución de la roca, generando una costra carbonatada que dificulta la correcta visión de la escena (Figura 163. 1). Esta figura se encuentra emplazada casi fuera de la cavidad y su estado de conservación es regular; a su derecha se observa la presencia de restos de plomo procedente del impacto de perdigones, que a su vez han originado marcas sobre la roca en forma de punteado negro, alteración que no pudo ser eliminada en la intervención realizada en 2005 (Figuras: 163. 2.; 164).



Figuras 163. Imagen superior: Ubicación de la figura perteneciente al grupo nº 1 de la *cavidad II* (Cova Remígia-Ares del Maestre). Afectada por la acción de la colada, aparentemente inactiva, presenta pequeñas pérdidas de soporte y zonas puntuales de descohesión del soporte en forma de pulverulencia. Está ubicada en la zona periférica de la cavidad, su estado de conservación es regular.

Imagen inferior: Detalle de alteración antrópica ocasionada por el impacto de perdigones sobre el soporte pétreo.

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 164. Imagen obtenida con microscopio portátil *DigiMicroscope USB reflecta*, alteración antrópica ocasionada por el impacto de perdigones sobre el soporte pétreo. (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

El grupo nº 2, muestra la representación de un arquero y un rastro de huellas. Posee, en la zona superior izquierda, daños generados por la colada en forma de costras de carbonatación, también se observan rupturas del soporte en forma de fisuras y bioalteración debida a la presencia de microorganismos que han ocasionado la pigmentación de la superficie en color marrón-grisáceo.



Figura 165. Grupo nº 2, ubicado en la *Cavidad II* (Cova Remígia-Ares del Maestre). Afectado por la colada de la zona superior (en la visera) de la oquedad. Presenta pequeñas pérdidas de soporte y pulverulencia puntual en la zona superior.

Fuente: G. Barreda (2015).

El tercer grupo está formado por un alce y un arquero, presenta abrasión en toda la superficie, con pequeñas descamaciones, pérdida de fragmentos de película pictórica y pátina superficial (Figura 166).

La figura nº 4, no se puede determinar qué representa debido a su mal estado de conservación. Tan solo conserva restos de pigmento disociados, con pérdidas de material rocoso en forma de descamaciones.

La figura nº 5, según J. B. Porcar representa una *cabra grácil*, de color rojo vivo de 38 mm de largo. Actualmente sólo se conserva la cabeza, debido al desprendimiento de un gran fragmento de soporte rocoso que ha arrastrado consigo la zona correspondiente al cuerpo del animal. Además se aprecian descamaciones en los restos conservados de las figuras representadas (Figura 166).



Figura 166. Figuras nº 3 y nº 5, ubicadas en la *Cavidad II* (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

La figura nº 6 representa, según J. B. Porcar, a un arquero¹⁸³ que se sitúa en el centro de la oquedad (ver Figura 167). Esta zona presenta una superficie muy pulida, debido a la erosión generada por frotamiento, aparentemente de origen antrópico. Acción que implica pérdida de materia rocosa en forma de pequeñas descamaciones. Estas mismas alteraciones las presentan las figuras número nº 7 y nº 8 (ver Figura 168).

La figura nº 7, representa a un arquero en acción de correr, y al igual que la figura nº 6 de esta misma cavidad, según E. Sarriá (1988-1989) pertenece a la fase III-B de evolución, ya que la figura presenta un tocado de plumas y adornos en las rodillas.

El grupo de figuras nº 8, lo compone un arquero en movimiento (que posee arco y flechas) y tras él, la figura de un bóvido herido por flechas en posición de galope. Este grupo también está incluido en la fase III-B de evolución según los estudios realizados por E. Sarriá (1988-1989).



Figura 167. Representación nº 6 ubicada en la *Cavidad II*. Arquero de estilo levantino, perteneciente a la Fase III-B del proceso evolutivo del conjunto de *Cova Remígia*, según E. Sarriá Boscovich.

Fuente: G. Barreda (2015).

¹⁸³ Perteneciente a la Fase III-B del proceso evolutivo del conjunto de arte rupestre de Cova Remígia, según E. Sarriá. (1998. p. 21) Fase de evolución que se caracteriza por representar las figuras de forma más realista, con cuerpos más proporcionados y presencia de algún tipo de adorno (en este caso la figura posee un tocado en la cabeza en forma de asta de ciervo).

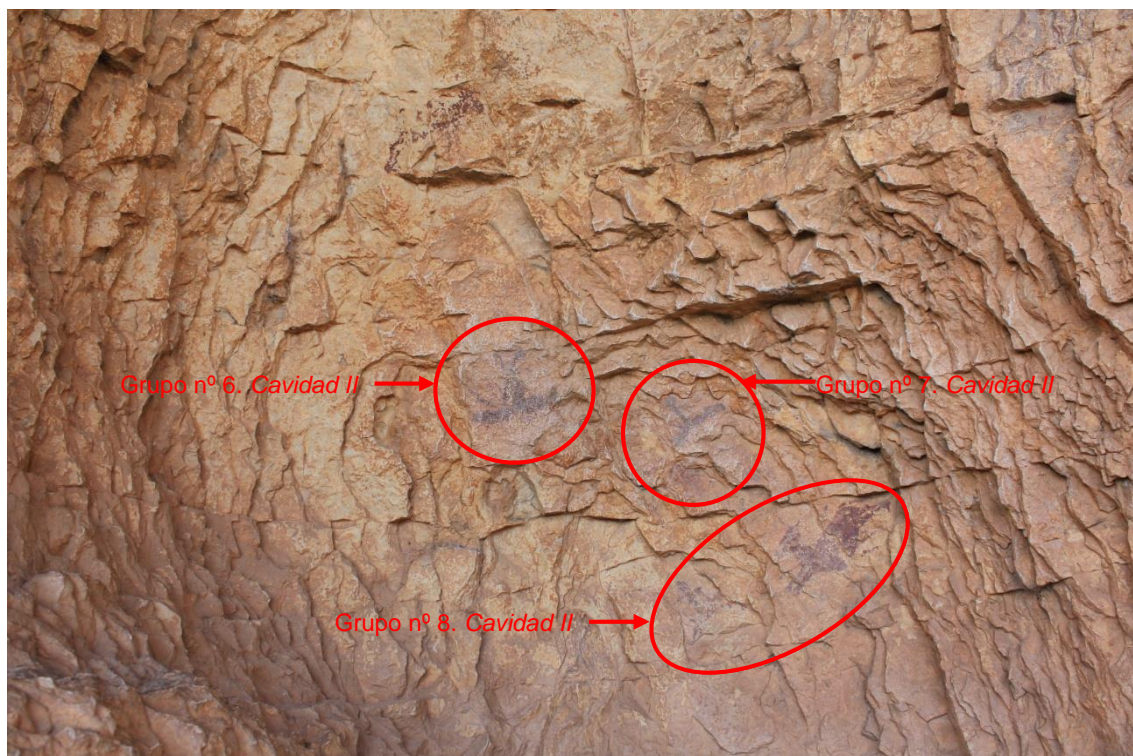


Figura 168. Figuras nº 6, nº 7 y nº 8, ubicadas en la *Cavidad II* (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

El grupo nº 9 ubicado en la *Cavidad II*, está compuesto por el rastro de huellas que finalizan con la representación de un cáprido flechado. Estas huellas simbolizan la sangre que deja el animal herido en su huida. Frente a él, está representado un arquero con arco que apunta al animal con una flecha. Este grupo presenta alteraciones en forma de descamación (concretamente al cuello del cáprido, con pérdidas de soporte pétreo). Dos de las huellas presentan riesgo de desprendimiento y ruptura por presencia de fisuras. La parte inferior de las huellas está afectada por bioalteración por microorganismos.

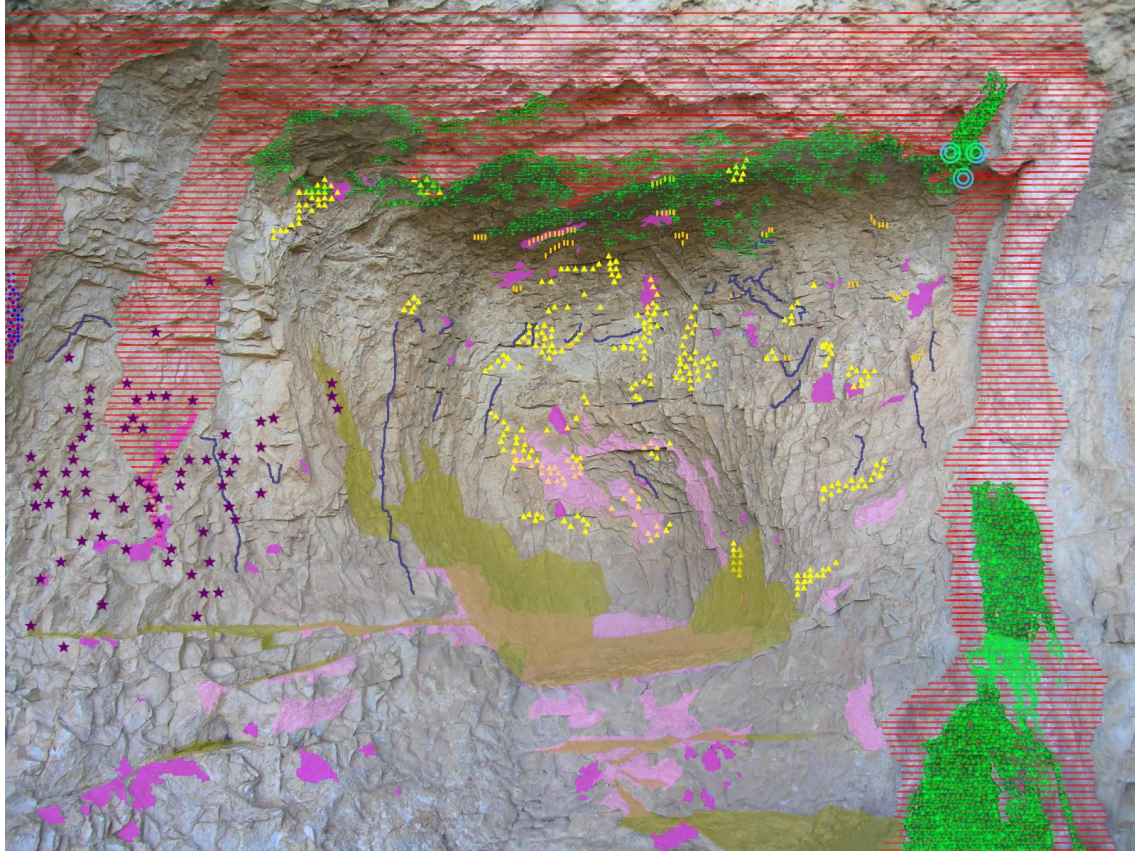
En cuanto a alteraciones de origen antrópico se pueden observar, además de la presencia de restos de plomo procedentes del impacto de perdigones, en la parte inferior de la cavidad zonas muy pulidas con pequeñas descamaciones del soporte. Provocadas tanto por el roce continuado de visitantes, como por el paso frecuente de animales presentes en la zona. Posiblemente se trate de cabras montesas, debido a que en alguna ocasión se han encontrado deposiciones en el interior del abrigo.



Figura 169. Base de la *Cavidad II* (*Cova Remígia-Ares del Maestre*). Zona muy pulida y resbaladiza, alteración de origen antrópico, debida al frote continuado de visitantes y animales.

Fuente: G. Barreda (2015).

8.2.1. MAPA DE DAÑOS. CAVIDAD II.



	Perfilado de figuras con grafito.		Acumulación de suciedad superficial.
	Marcas de impacto de perdigones.		Pulidos.
	Nidos de insectos.		Pulverulencia.
	Plantas superiores.		Descamaciones.
	Microorganismos.		Desprendimientos.
	Coladas activas.		Riesgo de desprendimiento.
	Carbonataciones.		Grietas y fisuras.

Figura 170. Mapa de daños de la Cavidad II. (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

8.3. ESTADO DE CONSERVACIÓN. CAVIDAD III.

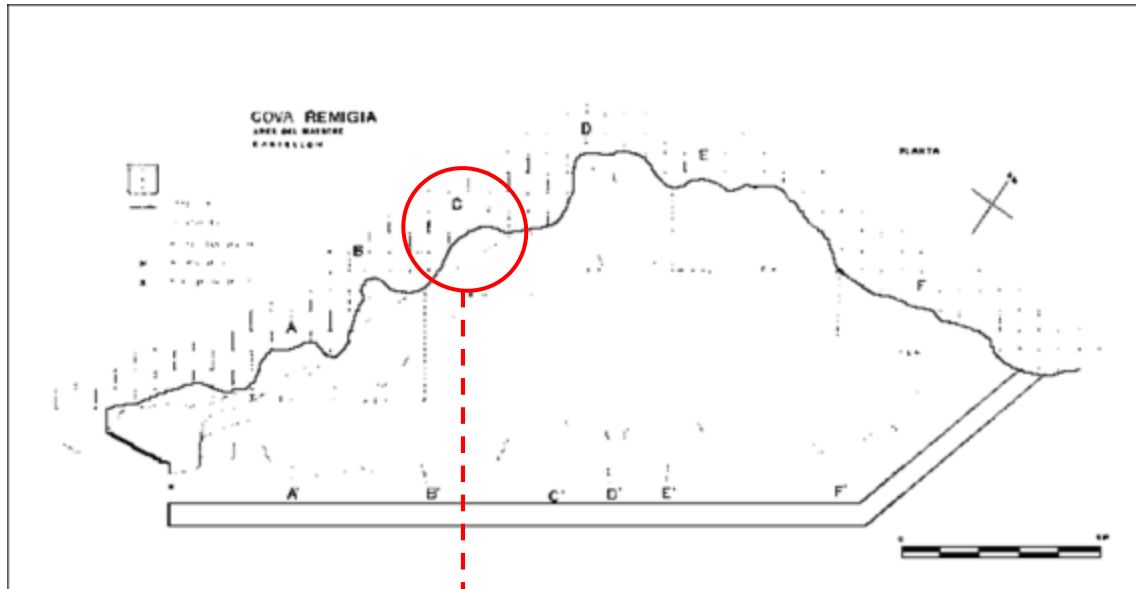


Figura 171. Imagen superior: planimetría de *Cova Remígia* (Sarriá Boscovich; E.: 1988-89). Imagen inferior: vista general de la *Cavidad III* (*Cova Remígia*-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2005).

La *Cavidad III* presenta un estado de conservación delicado, que se acentúa en la parte superior izquierda, coincidiendo con la colada ubicada en el flanco derecho de la *Cavidad II*. Está formada por veinte figuras o grupos escénicos. La superficie de esta cavidad presenta fracturación, es decir rupturas del soporte en forma de grietas y fisuras que afectan sobre todo a la zona izquierda y que atraviesan la parte central de la oquedad. Las coladas que se aprecian en la zona superior, en el lateral izquierdo y zona central, afecta de forma enérgica a los grupos nº 1, 2 y 15. Estas coladas activas generan concreciones calcáreas siguiendo el trayecto de la circulación del agua. En los periodos en los que se mantienen activas, provocan la disolución de la roca, afectando a la conservación de las representaciones que se encuentran al paso de este recorrido. La integridad de estos grupos, pelagra debido a que la evolución natural de la roca no se puede detener. Las zonas de la visera por donde existe mayor tránsito de agua por filtración (procedente de zonas superiores) presentan alteración biológica por presencia de microorganismos, y se observa el crecimiento de plantas superiores y musgo. Al igual que las dos cavidades anteriores, la superficie acumula una fina capa de polvo superficial, circunstancia habitual debido al entorno natural en el que se encuentran.

La primera figura de la cavidad representa a un arquero, según J. B. Porcar, pero en la actualidad es difícil de determinar debido a su mal estado de conservación. Esta figura se sitúa entre dos coladas y su deterioro es importante, ya que presenta una acusada carbonatación (ver Figuras: 172, 173).



Figura 172. Figura nº 1, ubicada en la *Cavidad III* (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

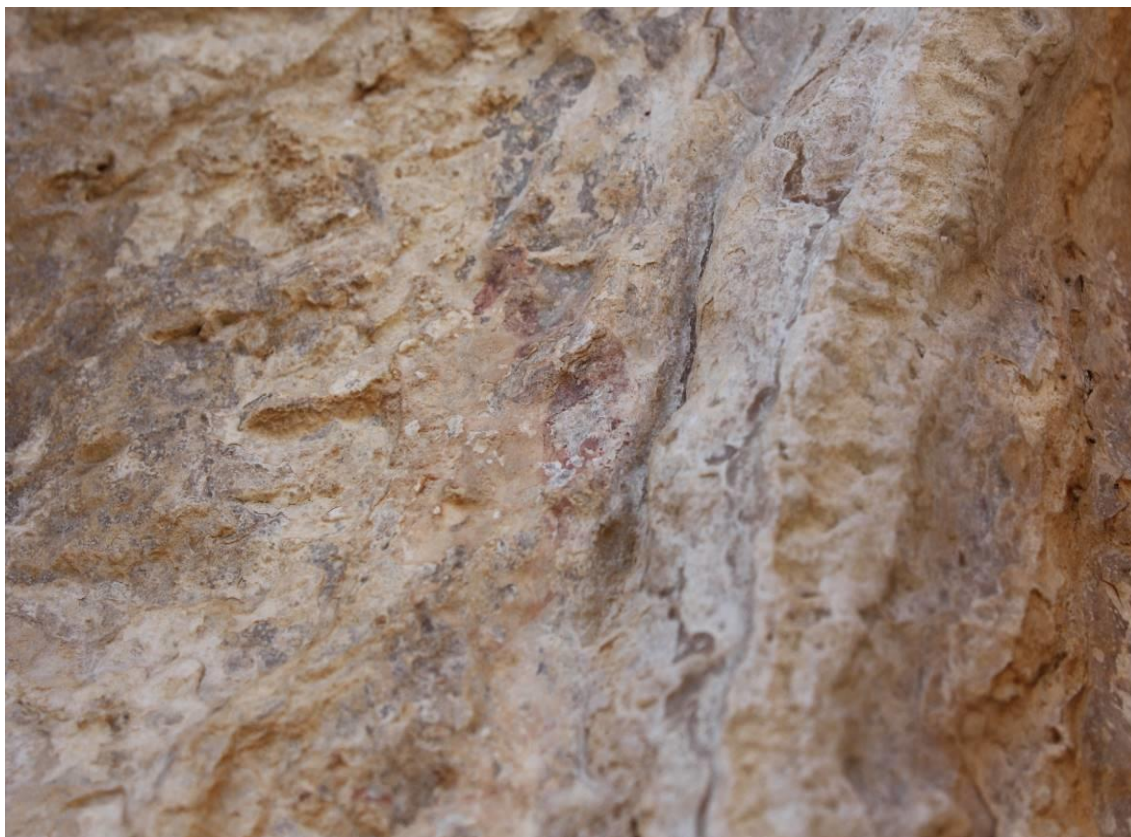


Figura 173. Detalle Figura 190, ubicada en la *Cavidad III* (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

La segunda figura de esta cavidad (Figura 174), está situada en la zona superior izquierda y la componen un rastro de huellas y la figura de un cáprido. Éste presenta pérdidas de película pictórica, afectándole a la totalidad de la cabeza, parte de las patas delanteras, cuerpo y una de las patas traseras; el resto de pintura que se conserva, sufre alteración por descamación. Se recomienda llevar un seguimiento del deterioro detectado de la zona superior, por el elevado riesgo de desprendimiento del soporte debido al mal estado que presenta la zona. El tramo final del rastro de huellas (zona izquierda) muestra alteración por carbonatación generada por la colada. Por otra parte si se comparan los calcos realizados por J. B. Porcar (1936) y E. Sarriá (1988-89), se observa que en la primera documentación esta figura se conservaba íntegra, mientras que en los estudios realizados posteriormente por E. Sarriá (1988-89), se detecta el desprendimiento de soporte que afecta a la cabeza del cáprido.



Figura 174. Figura nº 18 según J. B. Porcar, ubicada en la Caverna III (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2009).

Todas las figuras de la caverna presentan pérdidas de película pictórica en forma de descamación. Especialmente los grupos nº 5, 14, 16, 18 y 19, manifiestan ruptura del soporte en forma de fisuras y microfisuras. Algunos grupos como el nº 14 y 16, presentan riesgo de desprendimiento en zonas puntuales.

La figura nº 5 representa a un arquero, según J. B. Porcar; pero en la actualidad apenas quedan pequeños trazos de pigmento que la hacen indiscernible.

El grupo nº 14 (hoy en día irreconocible), se sabe por Porcar que se trataba de un grupo de guerreros dispuestos en fila, representados con un estilo lineal. Éstos presentan descamación y riesgo de desprendimiento puntual en la zona superior izquierda. A este mismo grupo escénico, pertenece un arquero de estilo muy estilizado que lleva en su mano un arco (ver Figura 176), y que al igual que los guerreros presenta descamación y ruptura del soporte en forma de fisuras que han ocasionado

pérdidas de soporte pétreo con restos de película pictórica (ver Figura 175).



Figura 175. El grupo nº 14 presenta alteración mecánica por descamación y ruptura del soporte en forma de fisuras, ubicado en la *Cavidad III* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).

Fuente: G. Barreda (2015).

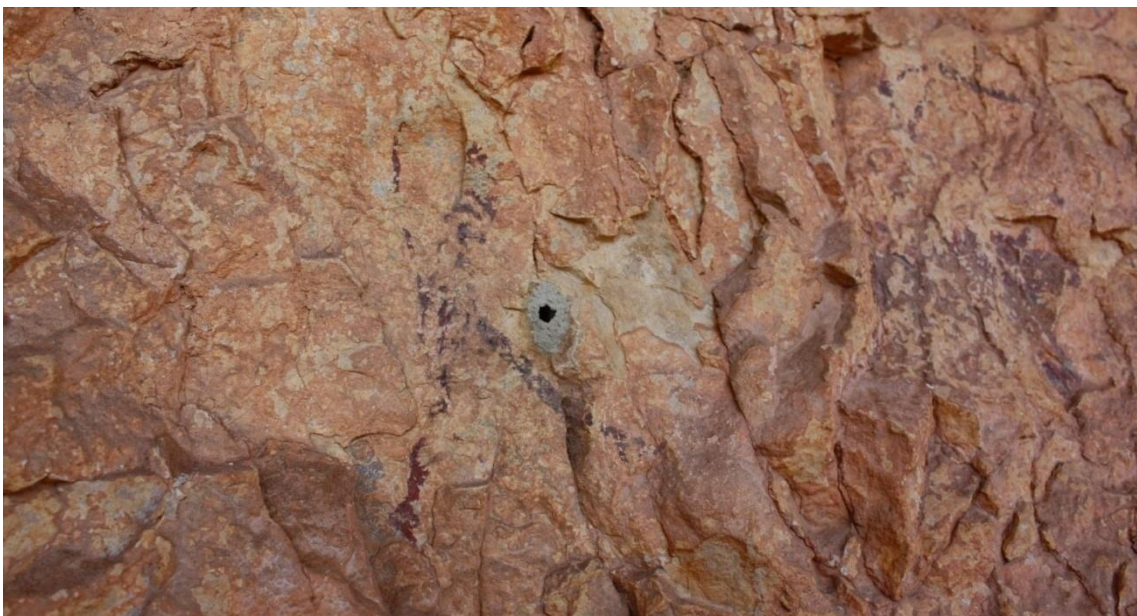


Figura 176. Figura del arquero que forma parte de la escena nº 14, ubicado en la *Cavidad III* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*)

Fuente: G. Barreda (2009).

El grupo nº 16, representa a un conjunto de hombres y animales. Las figuras humanas están realizadas en estilo lineal, y en la zona inferior de la escena se observa la representación de un posible alce (ver Figura 177).

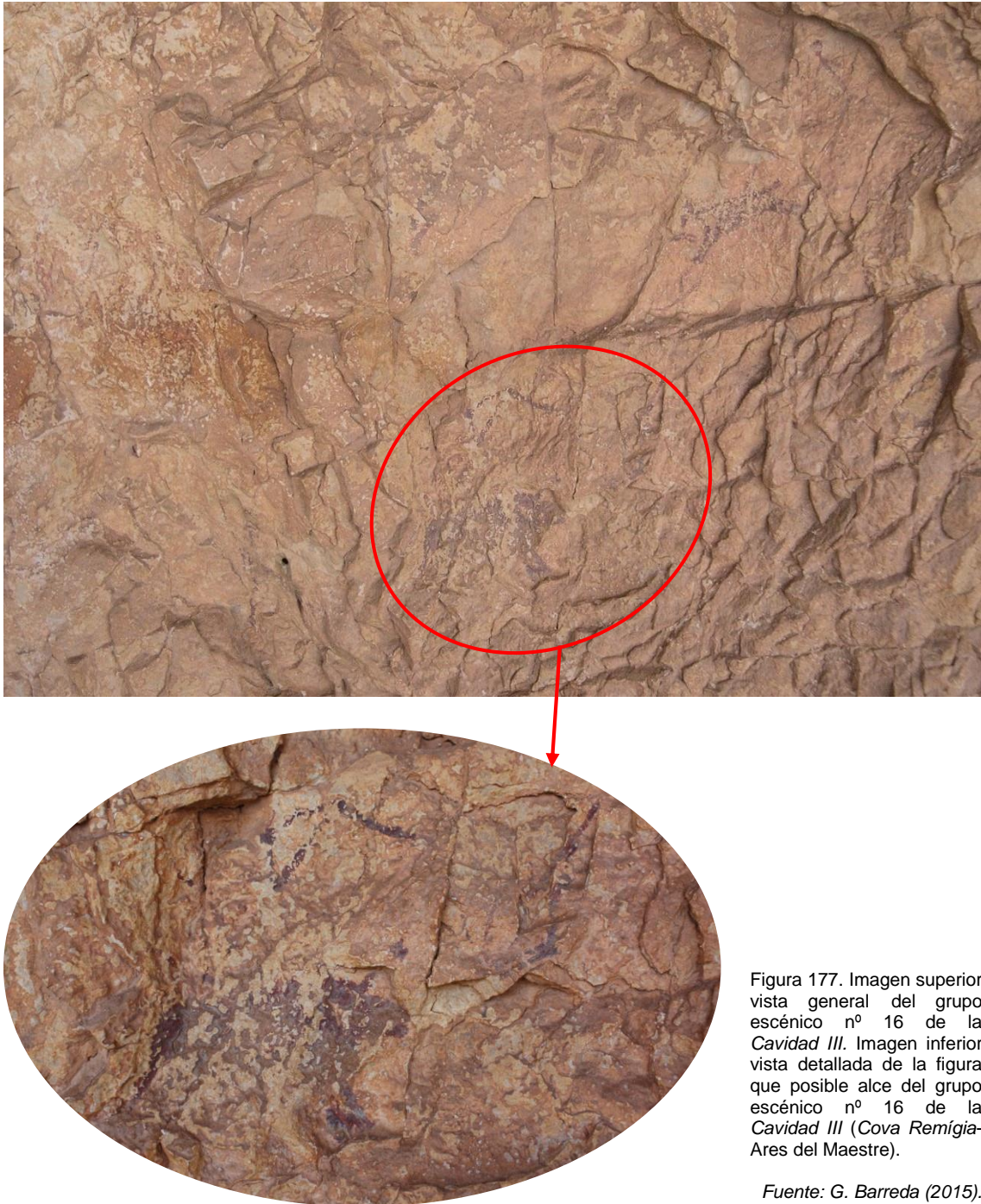


Figura 177. Imagen superior vista general del grupo escénico nº 16 de la Cavidad III. Imagen inferior vista detallada de la figura que posible alce del grupo escénico nº 16 de la Cavidad III (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

Especial atención merece la gran pérdida de soporte que exhibe este grupo, en la imagen 178 se aprecia el daño que ha ocasionado a la representación del arquero situado en la parte inferior derecha del faltante. Posiblemente esta alteración tenga un origen antrópico.



Figura 178. Alteración antrópica, ha ocasionado un importante desprendimiento de soporte pétreo, afecta a una de las figuras de un arquero del grupo nº 16 de la *Cavidad III* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).

Fuente: G. Barreda (2015).

El grupo nº 17, está formado por los restos de un grupo de guerreros y de dos figuras de arqueros. Presenta descamación con pérdidas de soporte y la superficie muestra un aspecto muy pulido.

La figura nº 18, representa otro arquero que lleva en sus manos unas flechas y un arco. Presenta descamación, grafiti por incisión sobre las piernas y fisura en la zona del pie.

En el grupo nº 19 se observan restos de pigmento que en su origen formaban parte de la representación de un animal flechado, en la actualidad sin determinar debido al mal estado de conservación. Presenta alteración por acción mecánica en forma de descamación y fisuras, deterioro superficial por la acción de coladas que han generado concreción cálcica, además de presentar una superficie muy pulida generada por el roce continuado, posiblemente debido a una acción de origen antrópico.



Figura 179. Figura perteneciente al grupo nº 3. *Cavidad III* (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

En este panel cabe destacar la figura nº 13 (Figura 180), por tratarse de un hombre ejecutado (representación poco habitual en arte rupestre levantino). Su mal estado de conservación hace dificultosa su apreciación, éste presenta descamaciones, con pequeñas pérdidas de soporte y película pictórica.



Figura 180. Figura humana sacrificada perteneciente al grupo nº 13, representa un hombre, *Cavidad III* (Cova Remigia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 181. Figura perteneciente al grupo nº 3. *Cavidad III* (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 182. Figura perteneciente al grupo nº 6, *Cavidad III* (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 183. Restos de una figura perteneciente al grupo nº 6, *Caverna III* (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 184. Grupo nº 7, *Caverna III* (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 185. Grupo nº 13, Caverna III (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 186. Grupo nº 12, Caverna III (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 187. Grupo nº 13, Cavidad III (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

8.3.1. MAPA DE DAÑOS. CAVIDAD III.

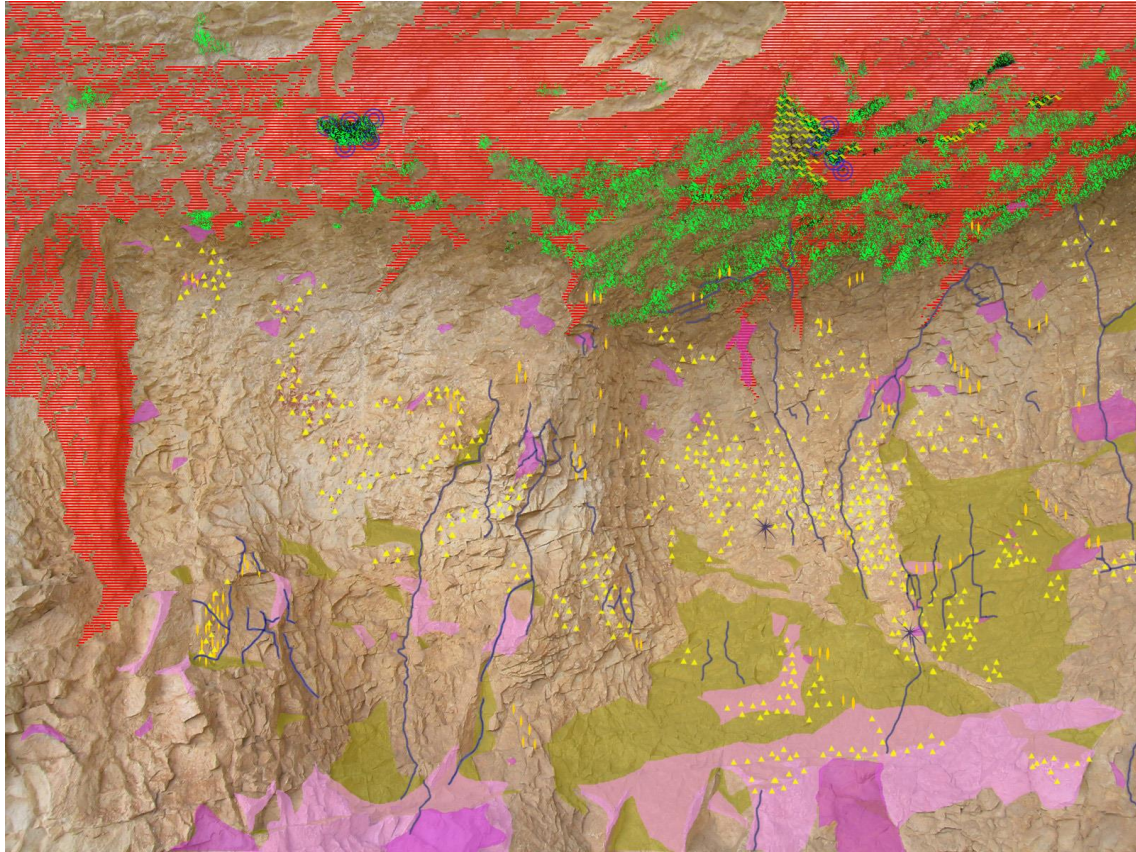


Figura 188. Mapa de daños de la Caverna III. (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

8.4. ESTADO DE CONSERVACIÓN. CAVIDAD IV.

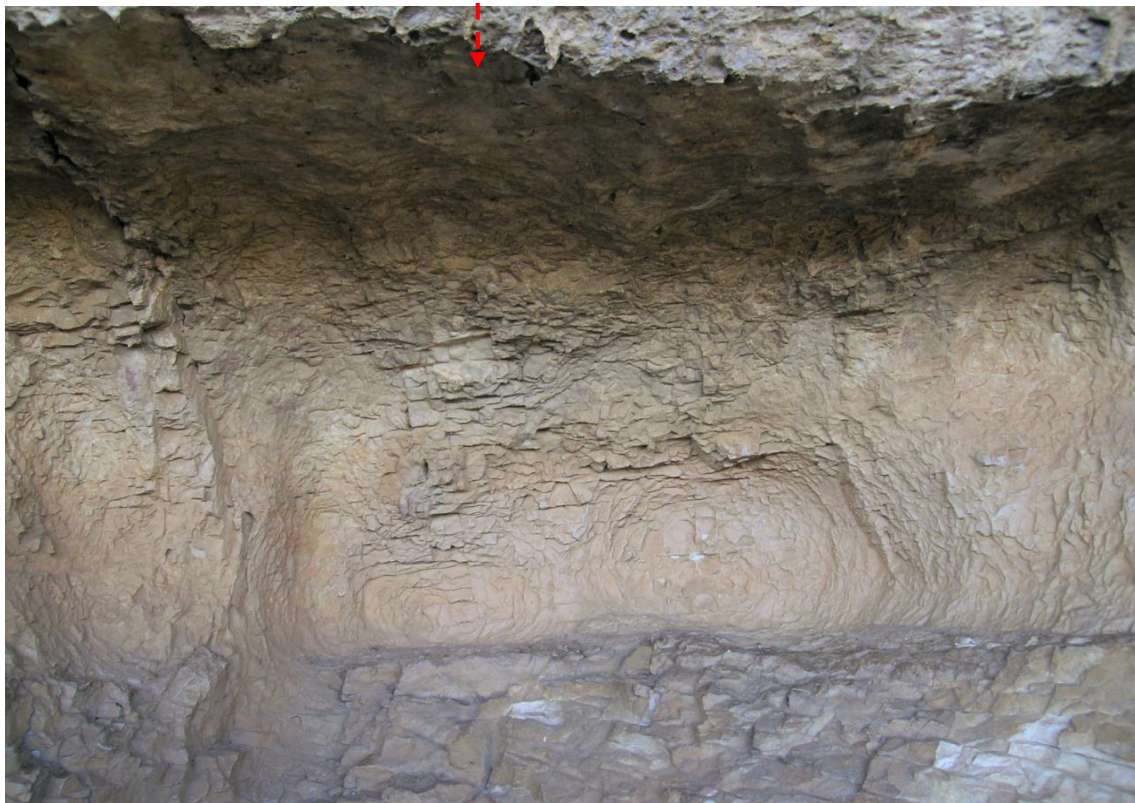
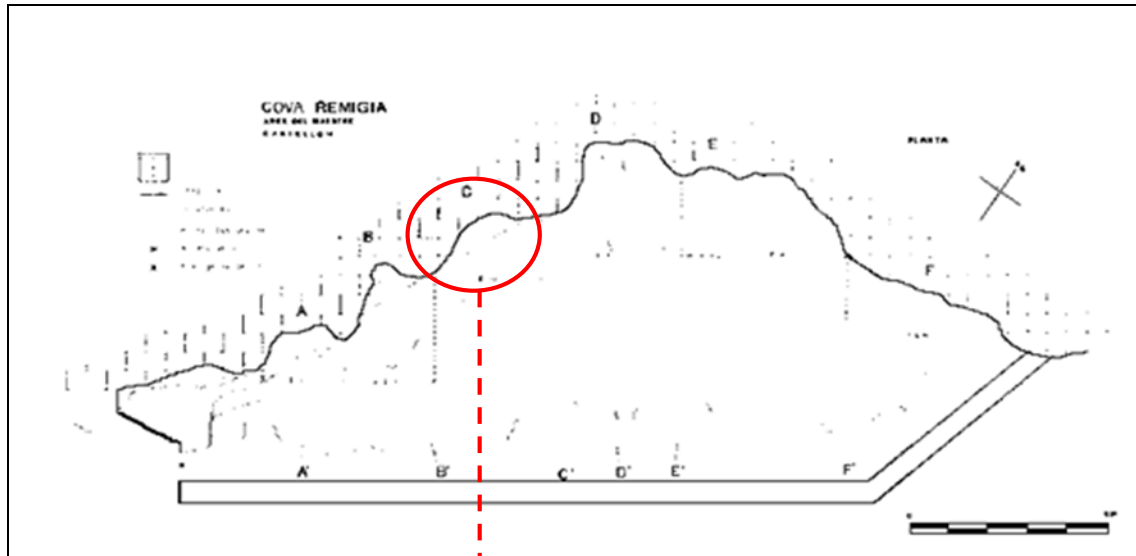


Figura 189. Imagen superior: planimetría de *Cova Remígia* (Sariá Boscovich; E.: 1988-89). Imagen inferior: vista general de la *Cavidad IV* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).

Fuente: G. Barreda (2015).

La *Cavidad IV*, está localizada en la parte central del abrigo que junto a la *Cavidad V*, gozan de la posición más resguardada de *Cova Remígia*. Situación que les proporciona una protección natural que, en cierto modo, garantiza un mejor estado de conservación de las representaciones pictóricas que albergan. La *Cavidad IV* consta de doce grupos escénicos o figuras. En general la superficie presenta acumulación de polvo superficial depositado con el paso del tiempo. Las finas partículas sólidas que se encuentran en suspensión por efectos electrostáticos quedan acumuladas en superficie.

La figura nº 1, es un arquero en movimiento, presenta descamación con algún punto de riesgo de desprendimiento, que sería conveniente supervisar en el tiempo. Además presenta bioalteración ocasionada por la presencia de microorganismos.

La figura nº 2¹⁸⁴, presenta descamación y ruptura superficial en forma de fisura.

La figura nº 3, presenta alteración por recubrimiento de carbonatación generado por la acción de una colada, además de descamación y fisuras en la zona circundante carente de película pictórica. Se trata de un bóvido flechado, ejecutado en color negro, representado cabeza abajo y simbolizando que está muerto.

La figura nº 4 (Figura 190) es la representación de una cabra montés. Se encuentra en



Figura 190. Figura nº 4, *Cavidad IV* (*Cova Remígia*-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

¹⁸⁴ Según J. B. Porcar, se trata de un pequeño insecto.

buen estado de conservación, aunque presenta pequeñas descamaciones, además de estar dañada por la acción de una colada que afecta a las patas delanteras, traseras y la panza.

La figura nº 5 representa la escena de cacería de una cabra montés¹⁸⁵. Está formada por dos arqueros en posición estática apuntando con sus arcos y flechas a un cáprido. Todo el grupo presenta pequeñas descamaciones y pérdidas de película pictórica. Los arqueros muestran mejor estado de conservación que el cáprido, que presenta mayor pérdida de materia pictórica. Todo el grupo está perfilado en grafito. Bajo esta escena se encuentra la figura de un arquero representado en actitud de huida, cuyo movimiento y estilo de ejecución es totalmente distinto a los dos anteriores (Figura 191).



Figura 191. Grupo nº 5, Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

¹⁸⁵ Al igual que la figura nº 4, este grupo pertenece a la fase III de evolución, según E. Sarriá, concretamente a la fase III-C.

El grupo nº 6 está formado por una escena con cuatro figuras: la figura a) correspondiente a un cesto con un manojo de flechas; la figura b) representa un cesto el cual se observa pérdida de soporte con película pictórica, y también ataque microbiológico; y la figura c) es un arquero con tocado de plumas, que posee arco y flechas. Toda la escena está surcada por huellas que se inician en la parte superior, donde se ubican tres flechas. La trayectoria de estas huellas se bifurca en dos direcciones: las huellas que se dirigen a la izquierda se pierden, mientras las que se dirigen a la derecha llegan hasta la representación de un cáprido flechado y herido (figura d) (Figura 192). El arquero presenta pérdida de soporte pétreo en la zona del arco. Las huellas están afectadas por carbonatación en la zona próxima al gran faltante. La figura que representa el cáprido muestra en la parte inferior restos del perfilado en grafito, descamaciones y pérdida de soporte en las patas traseras y parte del cuerpo.

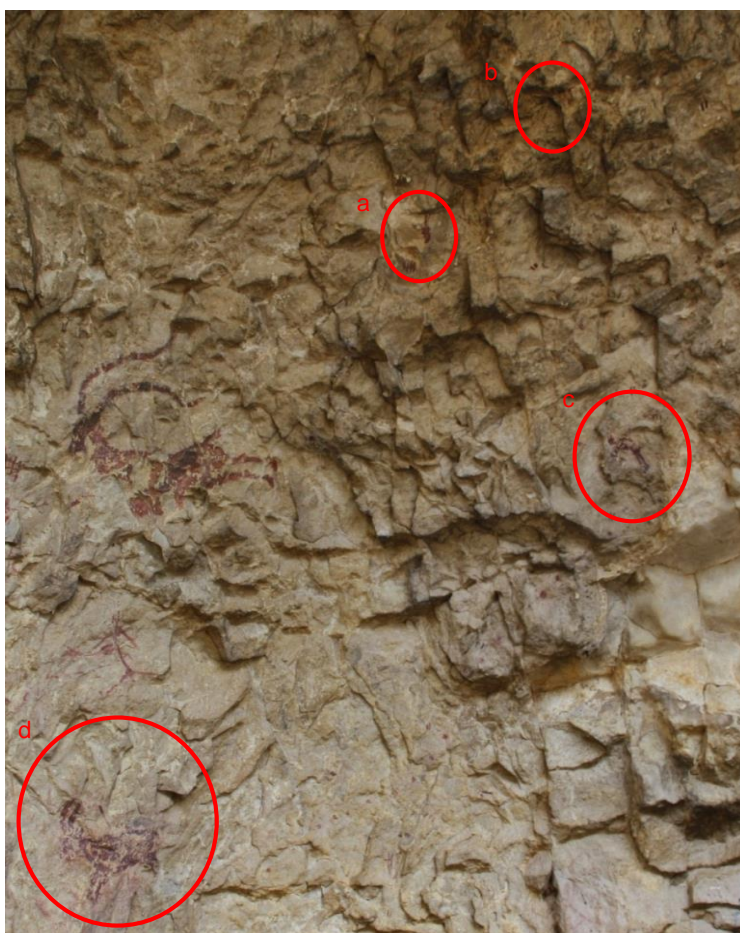


Figura 192. Grupo nº 6, Cavidad IV
(Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

El grupo nº 7 (Figura 193), está formado por siete figuras: a) se trata de un pequeño arquero de trazo lineal que alza el arco con su mano izquierda, perteneciente a la fase evolutiva IV-B, según E. Sarriá (1988-89). Los arqueros g) y h) son de estilo muy sencillo y lineal. El resto de figuras representan a animales (Figura 193: b, c, d y e).

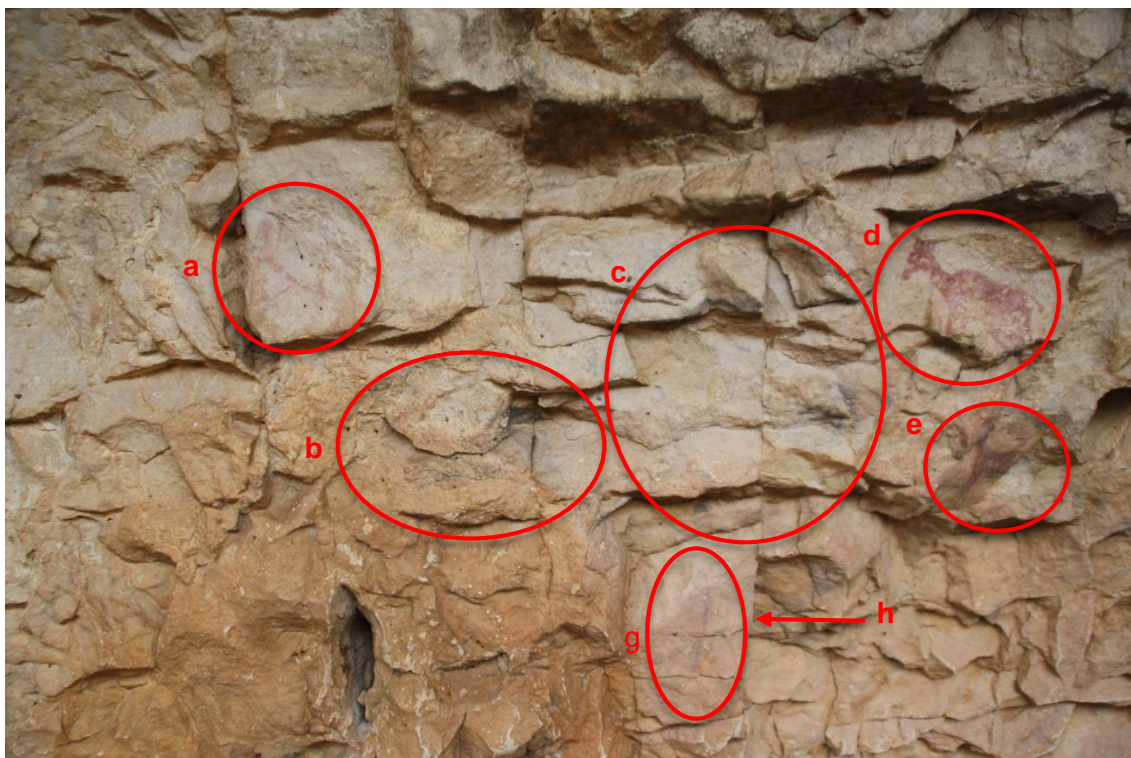


Figura 193. Grupo nº 7, Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Maestre), formado por siete figuras.

Fuente: G. Barreda (2015).

La figura e) presenta fisuras, que le afectan a la zona del cuello, pequeñas pérdidas de película pictórica en el cuerpo y en la zona de la cabeza, no conserva los cuartos traseros debido a una gran pérdida de soporte rocoso, aparentemente ocasionado por una acción de origen antrópico. El cáprido situado frente a esta figura denominada c), está realizado con pigmento negro, una pincelada muy diluida que apenas se aprecia, y posee grandes cuernos perfilados (ver Figuras: 193. c. y 196). El estado de conservación es delicado presenta riesgo de caída de película pictórica en la parte de los cuernos debido a que presenta varias rupturas del soporte en forma de

fisuras, además presenta una gran pérdida de soporte pétreo que ha afectado a la zona del tronco del animal. El animal que se encuentra frente a este cérvido, figura b) también está realizado con tonalidad negra muy tenue. La superficie de las pezuñas de las patas delanteras, la curvatura de la panza, los cuartos traseros y la cola están muy erosionados (Figura 195). En la parte superior derecha se encuentra representada el cáprido arrodillado de color rojo claro (ver Figura 193. d), su estado de conservación es delicado, presenta una superficie muy erosionada con presencia de numerosas descamaciones con pérdida de película pictórica. En cuanto a las representaciones de los arqueros, la figura a) muestra poca descamación y se percibe de forma muy tenue (Figura 194).



Figura 194. Arquero (a) perteneciente al Grupo nº 7, Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura. 195. Grupo Nº 7, figuras b. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Maestre). Representación de un cérvido realizado con pigmento negro.

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 196. Grupo Nº 7, figura c. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Maestre). Representación de un cáprido realizado con pigmento negro.

Fuente: G. Barreda (2015).

El arquero g) (ver Figura 197) presenta dos fisuras que afectan a sus piernas y el tronco, al igual que la figura h) (ver Figura 198) que se encuentra en el lateral del abrigo, pero a la que le afecta la misma fisura del soporte que a la figura g).

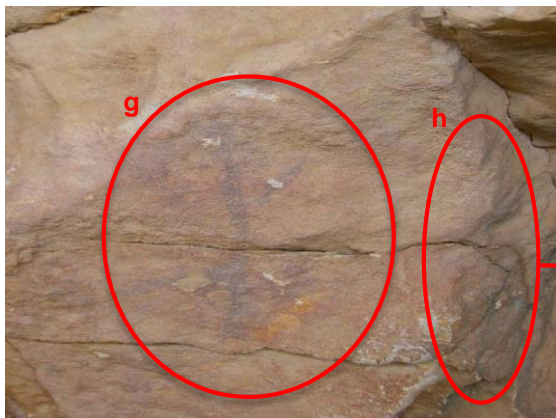


Figura 197. Grupo nº 7, figura g, representa a un arquero. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 198. Grupo nº 7, figura h, representa a un arquero. Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 199. Grupo nº 7, figura e, representación de un íprido, Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 200. Grupo nº 7, figura d, representación de un cáprido, Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

El grupo nº 8 (Figura 201), está formado por dos arqueros representados sobre un fondo rosado. Ambos presentan pérdidas de película pictórica, el más dañado es el arquero de menor tamaño, afectándole a la zona del cuello y de las piernas.



Figura 201. Grupo nº 8, Cavidad IV (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

8.5.1. MAPA DE DAÑOS. CAVIDAD IV.

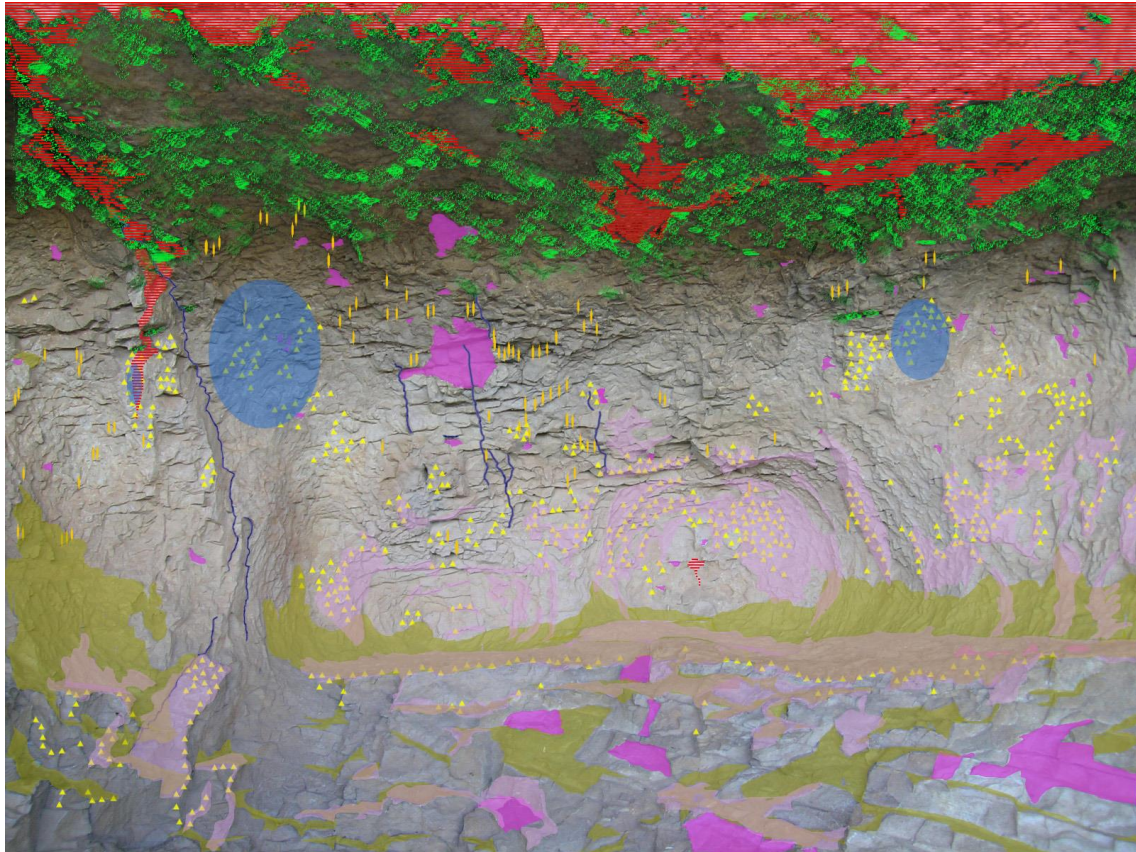


Figura 202. Mapa de daños de la Cavidad IV. (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

8.5. ESTADO DE CONSERVACIÓN. CAVIDAD V.

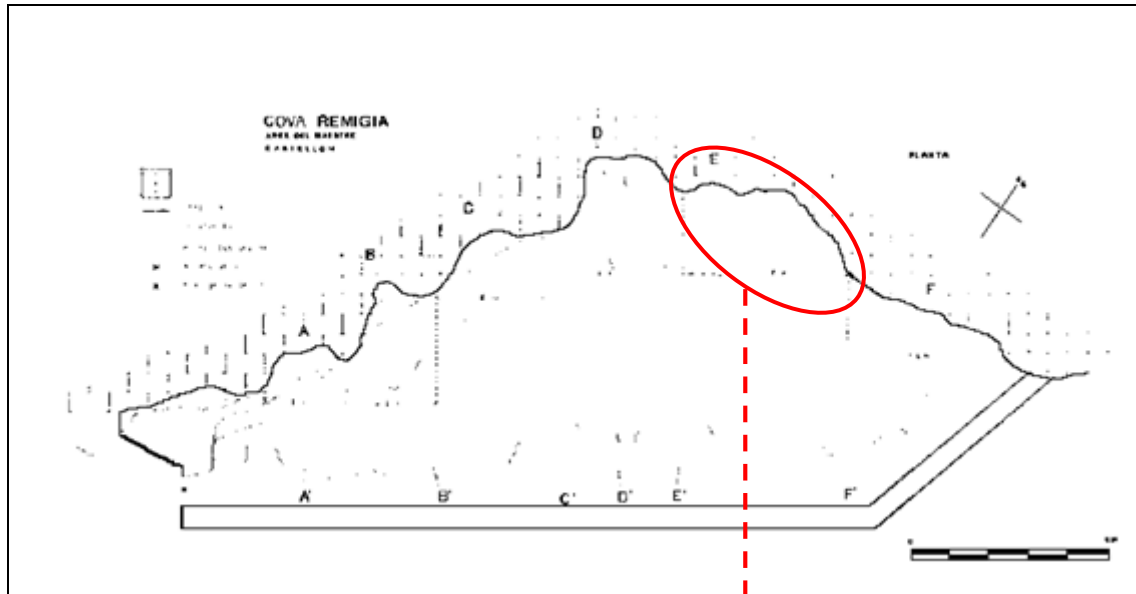


Figura 203. Imagen superior: planimetría de *Cova Remigia* (Sarriá Boscovich; E.: 1988-89). Imagen inferior: vista general de la *Cavidad V* (*Cova Remigia-Ares del Maestre*).

Fuente: G. Barreda (2015).

La *Cavidad V*, ocupa la posición más importante del abrigo, la zona central y de mayor profundidad de *Cova Remígia*. Parte del abrigo resguardado por la visera de roca natural que ejerce de resguardo, en cierto modo, contra los agentes atmosféricos. Aunque se trata de una protección parcial, ha influido en el buen estado de conservación de las figuras representadas. Esta cavidad está formada por un total de 93 figuras. Cabe destacar las escenas de caza de jabalís (Figura 204) y de un ciervo. Esta última destaca por poseer la representación de las figuras de mayor tamaño del conjunto de *Cova Remígia*, que además ocupa un lugar privilegiado en la cavidad.



Figura 204. Representación de parte de la escena de caza de jabalís. Ubicada en la *Cavidad V* (*Cova Remígia*-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

La escena de caza de ciervos está formada por las figuras nº 41, 42, 43, 44 y 45. La figura nº 42 corresponde al ciervo, mide 41 cm, aparece representado con las patas hacia arriba y la cabeza hacia abajo, simbolizando una presa muerta (Figura

205). Además lleva varias flechas clavadas en el bajo vientre.



Figura 205. Representación de un ciervo de grandes dimensiones (41 cm), correspondiente a la Figura nº 42, según J. B. Porcar. Ubicada en la Cavidad V (Cova Remigia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2009).

Presenta alteración biológica, pérdidas de materia pétreo por descamación y alteración antrópica por perfilado de grafito. A pesar de estas alteraciones muestra un buen estado de conservación.

La figura nº 43 corresponde a un gran arquero, figura destacable por tratarse de la representación de mayor tamaño de toda la cavidad. El arquero se sitúa en posición inclinada mirando al ciervo (nº 42), y sostiene en la mano izquierda un arco y flechas. De fisonomía alargada mide aproximadamente 56 cm (Figura 206). Presenta alteración por presencia de microorganismos en la parte superior coincidiendo con la zona más próxima a la visera. Toda la representación presenta erosión, con pequeñas pérdidas de soporte, algunas de gran tamaño como en los brazos, el pecho, zona del

vientre y las piernas, sobre todo en la pierna izquierda. En esta se observa el repinte, al que hacen referencia tanto J. B. Porcar (1936), como E. Sarriá Boscovich (1988-89). Al igual que la figura anterior, también presenta perfilado en lápiz de grafito, que tampoco pudo ser retirado en su totalidad durante la intervención de 2005, debido a que había carbonatado en superficie. Su eliminación se realizó parcialmente mediante acción mecánica utilizando hisopos de bambú y agua. Se consideró adecuado conservar parte del grafito, debido a que su eliminación podía generar nuevas alteraciones, ya que al eliminar el grafito carbonatado se retiraba al mismo tiempo la capa superior anaranjada (oxalatos) dejando al descubierto la roca “madre” de tonalidad clara.



Figura 206. Figura nº 43, representación de un arquero de grandes dimensiones (56 cm de largo). Ubicado en la Cavidad V (Cova Remígia-Ares del Mestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

De los 93 motivos pictóricos a los que J. B. Porcar *et al.* (1936) hace referencia, casi la totalidad de las figuras presentan descamación, pequeñas pérdidas de soporte y erosión superficial. En esta cavidad, además de las escenas principales cinegéticas, están representados grupos de varios guerreros (nº 91), a los que J. B. Porcar nombra “*Falanges*”, éstas, son representaciones muy sencillas de individuos que alzan sus armas. Algunas *Falanges*, se encuentran representadas ante una figura humana flechada nº 92 (ver Figura 207), y otras mantienen la misma estructura iconográfica pero sin armas, como la figura nº 89 (ver Figura 208) a la que Porcar hace referencia. Estas escenas presentan descamación y pérdidas de soporte, además de alteración biológica por microorganismos, en el caso de la figura nº 91.



Figura 207. Representación de un grupo de guerreros, los individuos van armados con flechas y arcos, ante ellos hay representado un individuo flechado. Escena ubicada en la *Cavidad V* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).



Figura 208. Representación de un grupo de guerreros. Imagen Los individuos no van armados. Escena ubicada en la *Cavidad V* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*).

Fuente: G. Barreda (2015).

Fuente: G. Barreda (2015).

La alteración microbiológica está presente en gran parte del soporte pétreo de *Cova Remígia*, especialmente en la zona superior (zona de la visera), generando una capa negra y grisácea que recubre la superficie ocultando bajo de esta los motivos pictóricos. Un ejemplo de estas alteraciones se puede observar en las figuras inferiores, imágenes (a falso color) con modificación de los niveles de saturación, permiten distinguir con mayor facilidad la figura representada. Estas capas se extienden por la superficie sin discriminación de zonas, afectando tanto a soporte

pétreo como a representaciones, alterando la percepción de los motivos pictóricos (ver Figuras: 209, 210, 211, 212).



Figura 209. Imagen real de la representación de un arquero de estilo levantino *Cavidad V* (*Cova Remígia-Ares del Mestre*), recubierto con una biopátina negra generada por microorganismos, tan solo se intuyen las piernas y parte del arco.

Fuente: G. Barreda (2015).

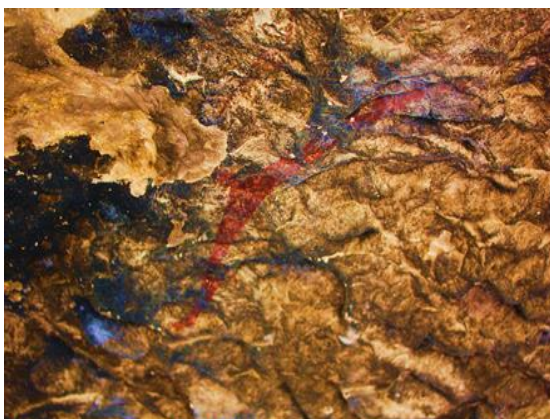


Figura 210. Imagen a falso color de la Figura 227. La modificación de los niveles de saturación de color ayuda a percibir la figura representada.

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 211. Imagen real de la representación de un arquero de estilo levantino (*Cova Remígia-Ares del Mestre*), recubierto con una biopátina negra generada por microorganismos, afectando a la zona central de la figura.

Fuente: G. Barreda (2015).

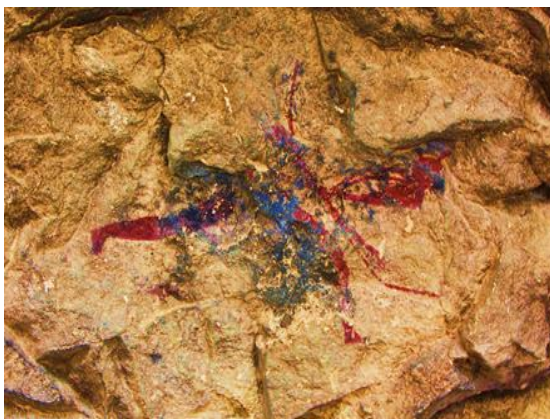


Figura 212. Imagen a falso color de la Figura 229. La modificación de los niveles de saturación de color nos ayuda a percibir la figura representada.

Fuente: G. Barreda (2015).

Se perciben algunas figuras de excepcional factura como la representación de un gran ciervo muerto correspondiente a la figura nº 66 (ver Figura 213), realizada en

color rojo oscuro. Situada debajo de la escena principal de cacería del ciervo, presenta una gran pérdida de materia pictórica que afecta a la zona central de la panza del animal, además de pequeñas descamaciones superficiales que han arrastrado consigo película pictórica que afecta a toda la figura. Al tratarse de una zona que ocupa una posición central presenta una superficie pulida y erosionada por el frote continuado.

Como se puede observar en la figura 213, todas las representaciones situadas alrededor del ciervo nº 66, presentan alteraciones similares, algunas tan erosionadas que son difíciles de apreciar a simple vista. Esta misma constante se observa en el resto de las representaciones de la *Cavidad V*.

Analizando las imágenes se percibe cómo las representaciones se realizaron adaptándose a la orografía de la superficie, un ejemplo claro de matiz artístico, se observa en la figura nº 66 (ver Figura 213) y la figura nº 71(a) (ver Figura 214), en esta última, el individuo representado trepa siguiendo el relieve de la roca.



Figura 213. Figura nº 66, representación de un ciervo muerto, con la cabeza hacia abajo y las patas traseras dobladas. Ubicado en la *Cavidad V* (*Cova Remígia-Ares del Maestre*).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 214. Figura nº 71, (a) individuo trepando, ante él un animal indeterminado. Figura nº 72, arquero disparando hacia un animal. Ambas figuras ubicadas en la *Cavidad V* (*Cova Remígia-Ares del Maestre*).

Fuente: G. Barreda (2015).

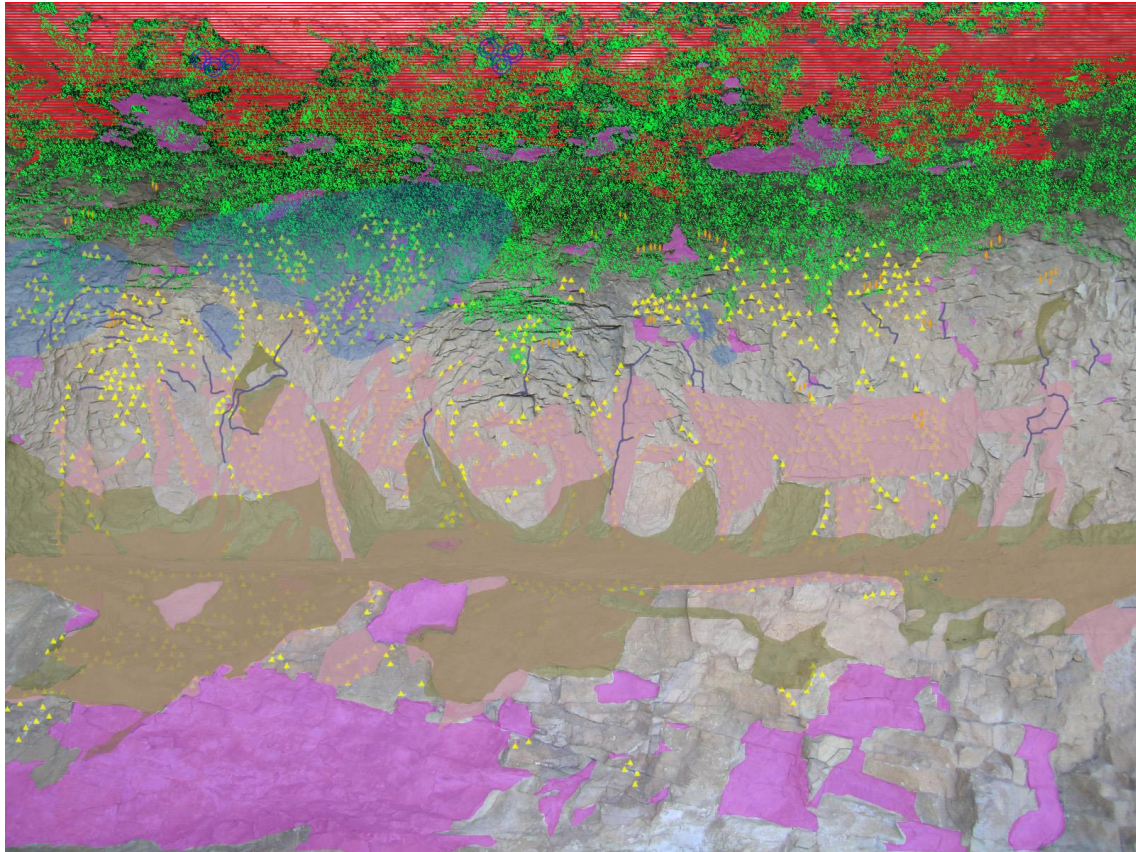
En esta cavidad también se encuentra la representación del arquero más pequeño de todo el abrigo, situado al límite con la *Cavidad IV*, solo mide 3 mm de altura. Esta representación de trazo fino demuestra la gran habilidad que ya mostraban los pintores prehistóricos para plasmar estas representaciones (ver Figura 215).



Figura 215. Representación de un arquero, de pequeñas dimensiones (3 mm). Ubicada en la *Cavidad V* (*Cova Remígia-Ares del Maestre*).

Fuente: G. Barreda (2015).

8.5.1. MAPA DE DAÑOS DE LA CAVIDAD V.



	Perfilado de figuras con grafito.		Acumulación de suciedad superficial.
	Marcas de impacto de perdigones.		Pulidos.
	Nidos de insectos.		Pulverulencia.
	Plantas superiores.		Descamaciones.
	Microorganismos.		Desprendimientos.
	Coladas activas.		Riesgo de desprendimiento.
	Carbonataciones.		Grietas y fisuras.

Figura 216. Mapa de daños de la Cavidad V. (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

8.6. ESTADO DE CONSERVACIÓN. CAVIDAD VI (PARED DERECHA).

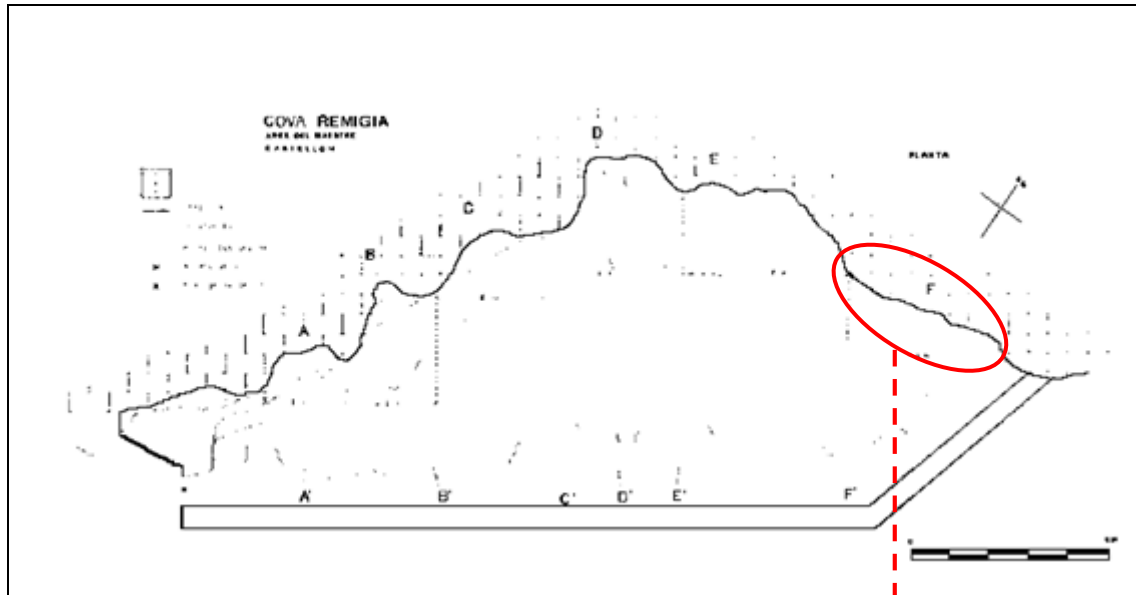


Figura 217. Imagen superior: planimetría de *Cova Remígia* (Sarrià Boscovich; E.: 1988-89). Imagen inferior: vista general de la *Caverna VI* o *pared derecha* (*Cova Remígia-Ares del Maestre*).

Fuente: G. Barreda (2015)

Cova Remígia termina con la *Cavidad VI* o pared derecha, situada en el extremo Este del abrigo. Junto a esta cavidad se inserta el muro de piedra que protege al abrigo del exterior. Son pocas las representaciones que se conservan en este tramo de pared. Situada, casi por completo, fuera de la protección natural de la visera del abrigo, donde las coladas han sellado casi por completo el soporte. Algunas figuras han quedado sepultadas bajo las concreciones calcáreas, en las que se pueden observar pequeños restos de pigmento rojo a través de algún desconchado de esta concreción. En el resto de las figuras queda algún residuo de pigmento, porque la acción del agua ha ocasionado el barrido de la película pictórica. Al estar situadas en la misma trayectoria de la esorrentía la disolución ha arrastrado el sustrato (Figura 218). Esta zona del abrigo muestra casi todas las alteraciones que una superficie pétreo puede presentar, entre otras: pátinas de concreción calcárea y coladas activas con alteración microbiológica, pérdida de materia en forma de erosión superficial y pulverización puntual; rupturas en forma de fisuras y grietas; fracturas y descamación. A estas alteraciones naturales se añaden las antrópicas como algún grafiti realizado con grafito o marcas por impacto de perdigones en la zona superior derecha.



Figura 218. Degradación del soporte ocasionado por la costra de carbonato cálcico. Esta, ha sellado la superficie pétreo, sepultando debajo posibles representaciones, en la imagen se observan dos puntos de pigmento que podrían haber pertenecido a alguna figura. En la parte inferior derecha parte de un grafiti realizado con lápiz. *Cavidad VI* o *pared derecha* (*Cova Remígia-Ares del Maestre*).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 219. Restos de la representación de un posible arquero. Las escorrentías han generado alteraciones físico-químicas en la superficie, ocasionando disolución del sustrato pétreo, descamación, fracturas, rupturas con desprendimiento de soporte. *Cavidad VI o pared derecha (Cova Remígia-Ares del Mestre).*

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 220. Representación de un bóvido, en posición de huida hacia abajo. La cabeza muy erosionada, casi ha desaparecido, el resto del cuerpo está muy erosionado. A su lado se aprecian los restos de dos arqueros en muy mala conservación. Las escorrentías han generado alteraciones físico-químicas en la superficie, ocasionando disolución del sustrato pétreo, descamación, fracturas, rupturas con desprendimiento de soporte. Alteraciones que presenta la *Cavidad VI o pared derecha (Cova Remígia-Ares del Mestre).*

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 221. Formación estalacmítica generada por una colada. Alteración del soporte de la Cavidad VI o pared derecha (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 222. Costra de carbonato cálcico, con zonas de pérdida de material y crecimiento de microorganismos, podría tratarse de líquenes pertenecientes al biotipo de los crustáceos. Alteraciones del soporte de la Cavidad VI o pared derecha (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).



Figura 223. Agresión antrópica. Grafiti realizado con un lápiz de grafito. Cavidad VI o pared derecha (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

8.6.1. MAPA DE DAÑOS. CAVIDAD VI.



Figura 224. Mapa de daños de la Cavidad VI. (Cova Remígia-Ares del Maestre).

Fuente: G. Barreda (2015).

9. PRIMERAS INTERVENCIONES DE RESTAURACIÓN EN PINTURA RUPESTRE EN LA COMUNIDAD VALENCIANA.

9. PRIMERAS INTERVENCIONES DE RESTAURACIÓN EN PINTURA RUPESTRE EN LA COMUNIDAD VALENCIANA.

La conservación y puesta en valor del arte rupestre es uno de los campos en el que mayor hincapié e importancia se ha dado desde que la pintura rupestre se declaró Patrimonio Mundial. Como Bien de Interés Cultural, el arte rupestre está inventariado e inscrito en la Sección 1ª del Inventario General del Patrimonio Cultural Valenciano, y debe someterse a un Plan Especial de Protección que ordene su gestión, según determina la Ley autonómica en el Artículo 39¹⁸⁶. Su inventario y el establecimiento de planes que garanticen su estudio y conservación deberán verse acompañados por la adopción de medidas que faciliten el acceso de todos los ciudadanos a estos bienes, tal y como establece el Artículo 9 de la misma Ley¹⁸⁷.

Como se ha citado anteriormente en 1987 tuvo lugar en la Valltorta una reunión en la que se debatió el estado de conservación en el que se encontraban los abrigos al aire libre en la Comunidad Valenciana, esta reunión se celebró con el objetivo de dar a conocer el deterioro que los abrigos habían padecido, desde su descubrimiento a principios de siglo XX hasta entonces, y mostrar así, tanto la preocupación existente, como por la falta de conservación de estos enclaves y su vulnerabilidad.

El deterioro sufrido por la pintura rupestre se debió, en gran parte, a la masiva visita sin control de curiosos (Figura 225), junto a la escasa información y la nula vigilancia de estos abrigos que carecían de cerramientos de protección. Todo ello, facilitó que se produjeran muchos de los daños antrópicos graves que todavía hoy se pueden apreciar; como arranques de figuras o golpes que ocasionaron pérdidas irrecuperables. Ya que las visitas incontroladas se practicaron hasta 1942, fecha en la que se procedió a contratar vigilantes¹⁸⁸ encargados de custodiar el conjunto¹⁸⁹ (Viñas, R: 1982). Al deterioro antrópico se añade el originado por los procesos geológicos

¹⁸⁶ Para mayor información consultar: España. "Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano". Boletín Oficial del Estado, 22 de julio de 1998, núm. 174, pp. 24768-24793.

¹⁸⁷ Para mayor información consultar las preactas, cita 27, de la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano". Boletín Oficial del Estado, 22 de julio de 1998, nº 174. p. 6.

¹⁸⁸ Los guardas encargados de proteger las pinturas en las distintas zonas eran: Federico Barreda en el Barranco de Gassulla, Jesús Marconell en los abrigos de Albarracín y Serafín Adell en el Barranc de la Valltorta.

¹⁸⁹ MARTÍNEZ VALLE. R. *El Parque Cultural de Valltorta-Gasulla (Castellón)*. En Trabajos de Prehistoria 57, nº2, 2000. pp. 65-76. A su vez este autor hace referencia a VIÑAS, R. Arte rupestre, La Valltorta y su conjunto rupestre. En: *La Valltorta, Arte rupestre del levante Español*. Edicions Castell. Barcelona, 1982. pp. 82-165.

naturales que las rocas experimentan debido al paso del tiempo.



Figura 225. Visita de curiosos a la Cova dels Cavalls (Tírig-Castellón). Abril de 1917. Fotografía de Antimo Boscá.

Imagen extraída de la monografía MARTÍNEZ VALLE, R. & VILLAVARDE, V. *La Cova dels Cavalls en el Barranc de la Valltorta. Monografías del Instituto de Arte Rupestre, Vol. 1, 2002. p. 22.*

Esta reunión específica en la que se trató la preocupación por la conservación del Arte Rupestre y su entorno, no fue la primera en realizarse, este tema se había tratado con anterioridad (1978) a nivel internacional, con motivo de debatir la problemática que planteaba la conservación de las pinturas rupestres de *Tassili n'Ajjer* (Argelia). Posteriormente en 1979, se realizó en Madrid el *Symposium* conocido como *Altamira*, en el que presentan los resultados de las investigaciones realizadas en dicha cueva. Esta reunión sirvió para dar a conocer los problemas de conservación que presentaba y los complejos mecanismos de alteración que estas representaciones podían sufrir. Ante las incuestionables dificultades que el Arte Rupestre estaba sufriendo, la sensibilización frente a esta situación no se hizo esperar materializándose

en la creación del *Centro de Investigación y Museo de Altamira*¹⁹⁰. Es a partir de este momento cuando la conservación ocupa un papel relevante en el Arte Rupestre¹⁹¹.

Pero no será hasta diez años más tarde (1998), en el “*Primer seminario internacional sobre conservación y difusión del arte rupestre al aire libre en ambiente mediterráneo*” que tuvo lugar en el Museu de la Valltorta (Tírig-Castellón), cuando se vuelva a debatir la misma cuestión, con el permiso para que en esta ocasión se realizara la primera intervención de restauración sobre pintura rupestre.

Aunque las acciones directas de restauración y los protocolos de conservación preventiva, tardaron tiempo en llevarse a la práctica, no fueron así las insistentes lamentaciones, por parte de los miembros de las comisiones investigadoras, de las acciones destructivas que se estaban realizando en los diversos abrigos. Prácticas acaecidas desde que se iniciaron los primeros descubrimientos. Tales prácticas, las dan a conocer, de forma activa, a través de distintas publicaciones. El primero que da a conocer los problemas de conservación que se sucedían fue en 1917¹⁹², Luís del Arco, cuando hace referencia a la acción destructiva que ocasionaban los pastores al utilizar estas cavidades como refugio. Mantiene que: “...*ahumaban las pinturas cuando encendían hogueras en su interior*”. El mismo L. del Arco, también hace referencia a las alteraciones ocasionadas en el soporte debidas al roce continuado del ganado en sus paredes, afectando de este modo a las pinturas. Además insiste en¹⁹³:

“... Más a contribuido a estropear estos dibujos el embate destructor del hombre moderno, que con frecuencia los ha hecho víctimas de sus golpes o los ha tomado como blanco de sus pedradas...”

En 1923, J. Cabré daba a conocer la destrucción parcial de uno de los abrigos de la Valltorta en: “*Las pinturas rupestres de la Valltorta. I. Desaparición de las pinturas de una de las estaciones de este valle*”, en dicho artículo denunciaba así la

¹⁹⁰ GONZÁLEZ ECHEGARAY, J. *et al.* Apuntes sobre el desarrollo de la arqueología paleolítica en la cornisa cantábrica: las últimas décadas. En *Espacio Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología*, nº 10, 1997. p. 24.

¹⁹¹ VIÑAS, R. & MOROTE, J. G. *Arte Rupestre Valltorta-Gassulla. Museo y parque cultural*. 2011. pp. 217-218.

¹⁹² Para más información consultar: MARTÍNEZ VALLE, R. *et al.* 2002. p. 25.

¹⁹³ *Ídem.*

destrucción del abrigo dels *Tolls Alts* (Tírig-Castellón)¹⁹⁴:

“... La penúltima cueva que estudié fue la dels *Tolls Alts* [...], cuyas pinturas se conservaban perfectamente, y cuando terminé la del Civil ya me habían indicado que habían sido estropeadas a golpes de piedra por algunos campesinos...”

Al igual ocurriría con sus coetáneos H. Obermaier y P. Wernert¹⁹⁵, que en la monografía *Las pinturas rupestres del Barranco de Valltorta (Castellón)*; denunciaban de este modo el vandalismo sufrido en la época:

“... los contemporáneos y la posteridad sabrán juzgar tales extremos de vandalismo por el que fueron criminalmente destruidos tesoros únicos, que no solo para España sino para el mundo entero, representan monumentos históricos insustituibles...”

Desde principios de siglo XX, en que se produjeron los primeros descubrimientos de conjuntos con Arte Rupestre, estos sufrieron innumerables agresiones, de entre las cuales ya se ha hecho eco en párrafos anteriores; pero cabe comentar hasta qué punto llegaron estas acciones antrópicas. Incluso se llegaron a realizar arranques¹⁹⁶ de figuras del soporte original, tan sólo por afán de conseguir un recuerdo o para ser expuestas en vitrinas de museos. Estos hechos sucedieron con algunos motivos como el conocido *Arquer de la Valltorta* (Figura 226), fragmento¹⁹⁷ expoliado de la *Cova dels Cavalls* (Barranc de la Valltorta-Tírig-Castellón) en 1931. El fragmento, fue recuperado años más tarde por el historiador catalán Agustí Durán

¹⁹⁴ VIÑAS & MOROTE. *Op. cit.* A su vez, los autores nombran como referencia de esta información a: CABRÉ, J. Las pinturas rupestres de la Valltorta. I. Desaparición de las pinturas de una de las estaciones prehistóricas. *Memoria de la Sociedad Española de Antropología, Etnografía y Prehistoria, year*, Vol. 2. 1923. pp. 107-118.

¹⁹⁵ MARTÍNEZ VALLE. R. *Op. cit.* 2000. Este autor, como tantos otros autores, hace referencia a la publicación de OBERMAIER, Hugo; WERNERT, Paul. *Las pinturas rupestres del Barranco de Valltorta (Castellón)*. Museo nacional de ciencias naturales, 1919. p. 77.

¹⁹⁶ Para más información ver: CASAS, N. *Técnicas y Secretos de Dibujo. Pintura y Reestructuración*. Madrid, 2012. p. 226.

¹⁹⁷ Fragmento que corresponde concretamente a la figura nº 57 de la *Cova dels Cavalls* (Tírig-Castellón). Así lo recoge en el artículo el autor RIPOLL PERELLÓ, E. La piedra con figuras rupestres de don Federico Marés. En *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología*, V, 1992. p. 212.

quien lo cedió al municipio leridano de Cervera, donde residía¹⁹⁸. Desde entonces fue expuesto en el Museu Comarcal de dicha localidad hasta el 28 de febrero de 2011. Tras muchos años de negociación entre la Generalitat de Catalunya y la Generalitat Valenciana, y después de permanecer en Lleida casi 80 años, se formaliza el convenio de cesión de uso a la Administración autonómica Valenciana, en cinco años prorrogables de forma automática. Durante el tiempo de cesión, la propiedad sigue siendo del municipio de Cervera, que recibió este fragmento rupestre por medio de una donación, pero los derechos de uso y conservación corresponden a la Generalitat valenciana¹⁹⁹.

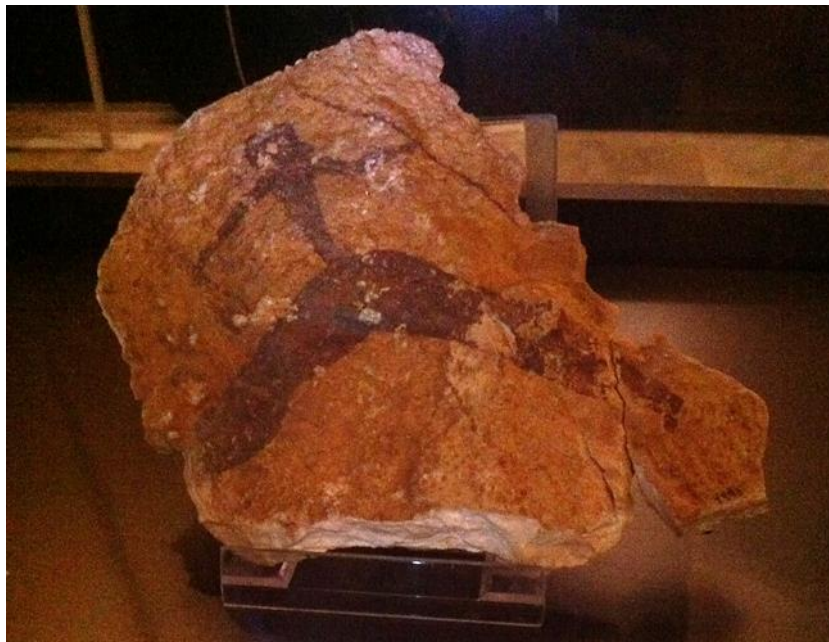


Figura 226. Arquer de la Valltorta, figura arrancada del soporte pétreo en a principios del siglo XX, propiedad del Museu Comarcal de Cervera (Lleida), actualmente cedido y expuesto en el Museu de la Valltorta (Tírig-Castellón).

Fuente: G. Barreda. 2013.

Además de este conocido arranque se sucedieron otros como el ocurrido con el arquero de la *Cova del Civil o Ribassals* (Tírig-Castellón), hecho que fue denunciado

¹⁹⁸ RIOS, S. El parque cultural Valltorta logra el BIC tras 17 años de reivindicaciones. En *EL Periódico Mediterráneo de Castellón*, el martes 24 de febrero de 2015. pp. 2-3.

¹⁹⁹ GARCÍA, C. El "Arquer" vuelve a casa tras 80 años. En *EL Periódico Mediterráneo de Castellón*, domingo 20 de febrero de 2011. p. 17.

por J. Cabré (1923). También hace alusión a los arranques de figuras en la Valltorta A. Beltrán en el artículo *La Conservación del Arte Rupestre*, en él afirma que²⁰⁰:

“... visité la Valltorta y revisé las antiguas publicaciones que ya se escribieron cuando los abrigos habían sufrido no pocos daños, produciéndose incluso el arranque de figuras, unas para pasar a “colecciones privadas” y otras para que técnicos de fábricas alemanas de pinturas, estudiasen la insólita conservación de los pigmentos a través de miles de años y sujetos a todas las agresiones naturales de temperatura, lluvia, polvo, etc... sin importarles el ultraje que su conducta significaba...”

Al igual que otros investigadores R. Viñas (1982), hace referencia a estas acciones antrópicas en varios abrigos de la Valltorta. Entre ellos nombra los más afectados como la *Cova del Rull*, la *Cova dels Tolls Alts* y la *Cova dels Cavalls*. Pero, no siempre se produjeron estos arranques con la intencionalidad de provocar un acto vandálico, en ocasiones se llevaron a la práctica con afán de conservar singulares representaciones. Aunque en un principio se pensó en realizar este método de actuación como medida de protección, con la mejor intencionalidad de salvaguardar las figuras y conservarlas en museos. Estos arranques denominados *conservativos*²⁰¹ (afortunadamente) no se llevaron a cabo en la zona de la Valltorta. Pero, existe constancia de haberse realizado en otras comarcas. Concretamente en el barranco de Calapatá (Cretas-Teruel) con las pinturas rupestres de: *La Roca dels Moros* y *Els Gascons*. Este método denominado erróneamente “*conservativo*”, resultó ser tan agresivo y perjudicial para la integridad de las pinturas que pronto se desestimó sin llegar a difundirse, debido a los irreparables daños que originaba tanto en el soporte, en las representaciones y a nivel conceptual. La pintura rupestre conserva su significado cuando es contemplada en el medio donde fue creada, una vez se la mutila

²⁰⁰ BELTRÁN MARTÍNEZ, A. *La Conservación del Arte Rupestre*. En Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense, Vol. 13. Diputació Provincial de Castelló. Servicio de Arqueología. 1987-1988. p. 61.

²⁰¹ Para mayor información consultar: BALLESTER CASAÑ, L. “Conservación de las pinturas rupestres del Levante Español”. Tesis doctoral inédita. Universidad Politécnica de Valencia UPV. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Valencia, 2003. p. 109.

de su entorno natural, pierde su significado. Desgraciadamente en esta ocasión, una decisión errónea ocasionó que los arranques de Calapatà se expusieran en el museo de *Arqueologia de Catalunya* (Barcelona). En total se muestran tres fragmentos pétreos con la representación de tres ciervos de estilo levantino. En su origen, todos ellos, formaban parte del panel principal del abrigo de *La Roca dels Moros*, el resto del panel desapareció en el transcurso de ejecución del arranque. En la actualidad, con motivo de reparar tal deterioro y conseguir contemplar la integridad del abrigo en su emplazamiento natural, se está llevando a cabo la reconstrucción virtual²⁰², de estos dos abrigos desaparecidos hace más de un siglo, con técnicas de escaneado en 3D, a través de una aplicación para plataformas Web y dispositivos móviles, que permite visualizar virtualmente cómo serían estas representaciones cuando J. Cabré las estudió en 1909.

Según manifiesta E. Ripoll (1992. pp. 208), el arranque de varias figuras del abrigo de *La Roca dels Moros* (Cretas-Teruel) lo llevó a cabo el propio J. Cabré, perdiendo varias figuras en la operación. Esta acción se realizó para conservar las pocas representaciones que quedaban, tras haber sido agredidas con anterioridad por una acción antrópica. Hecho por el cual, en 1908²⁰³ el propio J. Cabré se lo comunica al abad Breuil diciendo: “...*Los ciervos últimos los arranqué y están en mi poder.*”

Según E. Ripoll, este no fue el único arranque que realizó, manifiesta que el propio J. Cabré indicó haber realizado el arranque de una figura de Arte Esquemático perteneciente al *Poyo de Enmedio* (Aldeaquemada-Jaén). En esta ocasión explicó²⁰⁴:

“... fue arrancada de su sitio para el Museo Nacional de Ciencias Naturales, ante el temor de que se perdiera, pues amenazaba desprenderse gran parte de la roca con la figura pintada en la peña...”

Aunque en pintura mural, los arranques, son una técnica utilizada como medida de urgencia, que rara vez se llegan a ejecutar, en pintura rupestre es un hecho inviable

²⁰² Para mayor información consultar noticia en prensa: PÉREZ BERIAIN, E. Pinturas rupestres arrancadas en Cretas hace un siglo regresan de forma virtual. *Heraldo de Aragón*. 23 de mayo de 2015. p 59.

²⁰³ RIPOLL PERELLÓ, E. *Op. cit.* 1992. p. 208.

²⁰⁴ El autor RIPOLL PERELLÓ, E. (1992. p. 210), hace referencia a estas acciones, a su vez referencia para mayor información: CABRÉ, J. Las pinturas rupestres de Aldeaquemada. CIPP, nº 14, Madrid, 1917. p. 23.

aun siendo una práctica reconocida y considerada en los textos de restauración de pintura mural como medidas de emergencia. Práctica recogida en los *Principios para la preservación, conservación y restauración de pinturas murales* del ICOMOS, artículo 6. sobre *Las medidas de emergencia*, en el que se describe²⁰⁵:

“... Los arranques y traslados de pinturas murales son operaciones peligrosas, drásticas e irreversibles, que afectan seriamente a su composición física, así como a su estructura material y a sus valores estéticos. Por tanto, tales actuaciones sólo resultan justificables en casos extremos, cuando todas las opciones de aplicación de otro tratamiento in situ carecen de viabilidad. Si se presenta una de estas situaciones, es mejor que las decisiones relativas a los arranques y traslados sean tomadas por un equipo de profesionales, y no por la persona encargada del trabajo de conservación. Las pinturas arrancadas deberán ser repuestas en su emplazamiento original siempre que resulte posible...”

En cuanto a tipos de arranques de pintura mural, se conocen tres modalidades diferentes, la diferencia entre cada una de ellas, es el procedimiento de trabajo y la mayor o menor sección de materia arrancada dependiendo del método o procedimiento empleado. Así se pueden clasificar estos tres sistemas según la nomenclatura italiana: *strappo*, *stacco* y *stacco a massello*. En el *strappo* el arranque

²⁰⁵ De hecho el ICOMOS, trata sobre estas medidas en los Principios para la Preservación, Conservación y Restauración de Pinturas Murales, concretamente en el artículo 6. *Medidas de Emergencia*. Principios ratificados en la 14ª Asamblea General celebrada en Victoria Falls (Zimbabwe) en 2003. Estableciendo que: *“En situaciones de urgencia, es necesario recurrir a tratamientos de emergencia para salvaguardar las pinturas murales. Pero los materiales y las técnicas que se empleen deben permitir un tratamiento posterior. Tan pronto como sea posible, deben aplicarse medidas idóneas de conservación, con autorización de las autoridades competentes. Los arranques y traslados de pinturas murales son operaciones peligrosas, drásticas e irreversibles, que afectan seriamente a su composición física, así como a su estructura material y a sus valores estéticos. Por tanto, tales actuaciones sólo resultan justificables en casos extremos, cuando todas las opciones de aplicación de otro tratamiento in situ carecen de viabilidad. Si se presenta una de estas situaciones, es mejor que las decisiones relativas a los arranques y traslados sean tomadas por un equipo de profesionales, y no por la persona encargada del trabajo de conservación. Las pinturas arrancadas deberán ser repuestas en su emplazamiento original siempre que resulte posible. Deberán adoptarse medidas especiales para la protección y mantenimiento de las pinturas arrancadas, así como para prevenir su robo y dispersión. La aplicación de una capa de protección sobre la decoración existente, con el propósito de evitar el daño o destrucción que puede provocar su exposición a un ambiente inhóspito, habrá de realizarse con materiales compatibles con las pinturas murales, y de tal forma que permita en el futuro que puedan volver a destaparse.”*

realizado es superficial, sólo se extrae la capa pictórica, en el *stacco* se arranca la capa pictórica y el enlucido de preparación. Y por último, con la técnica del *stacco a massello*, se arranca por completo la pintura mural incluyendo las capas de preparación (*arricio* e *intonaco*) y parte del soporte (muro). El *stacco a massello* está considerado la técnica de arranque que menos modifica el aspecto de la pintura mural y sus características físicas y matéricas, ya que no es necesario realizar ninguna acción mecánica directa sobre la superficie pictórica. No obstante es uno de los métodos más complejos, costosos y que requiere una cantidad de medios auxiliares mayores e infraestructura que las anteriores técnicas no precisan. Se trata de la técnica más antigua de las utilizadas para realizar arranques de pintura mural, de hecho, según relatan Vitrubio y Plinio, ya era utilizada por los romanos para decorar sus villas con pinturas arrancadas procedentes de Grecia. Desde el siglo XVI al XVII su empleo se generalizó hasta que poco a poco fue sustituido por el *stacco* en el XIX. *Stacco a massello* puede traducirse en castellano como: arranque en bloque. Este tipo de arranque precisamente se realiza cuando la pintura mural está efectuada directamente sobre piedra o soporte directo sin mortero o enlucido, como en las pinturas rupestres, ya que debido a estas características es imposible el arranque con cualquier otro procedimiento. A esta última modalidad pertenecerían los arranques realizados en pintura rupestre.

Los arranques fueron sucediéndose con los años, en 1963 J. B. Porcar recibió información sobre el robo de pinturas rupestres en la Valltorta, noticia que obligó a la Diputación de Castellón a realizar las primeras acciones de conservación preventiva en los abrigos, en esta ocasión se procedió al vallado de los abrigos de les *Coves de Ribassals* y de la *Cova dels Cavalls* (Figura 227). Años más tarde el pintor Douglas Manzonowich financiaba el cerramiento de protección de los abrigos del *Cingle del Mas d'En Josep* (Tírig-Castellón). Desde aquellos hechos hasta la materialización de la primera restauración tuvieron que suceder muchas reuniones técnicas formadas por equipos interdisciplinarios, con el objetivo de determinar los criterios a seguir en el caso de tener que realizar una acción directa con el fin de recuperar la integridad física y estética de estos conjuntos.



Figura 227. Autoridades e investigadores en el acto de inauguración de los recién instalados vallados de protección en los abrigos de la Valltorta. En *Les Coves de Ribassals*. Octubre de 1963. Con la presencia entre otros de J.B. Porcar y el arqueólogo F. Gusi.

Imagen extraída de la monografía MARTÍNEZ VALLE, R. & VILLAVERDE, V. La Cova dels Cavalls en el Barranc de la Valltorta. Monografías del Instituto de Arte Rupestre, Vol. 1. 2002. p. 28.

Las primeras acciones conservativas en el entorno de la Valltorta se realizaron, como se ha citado con anterioridad, por medio de acciones indirectas, iniciativa que sirvió para paliar la problemática que estos enclaves soportaban por el abandono y la falta de información. Una medida que intentó frenar el gran declive que habían sufrido la zona en pocos años. Aunque las medidas tomadas (los vallados) comporten un impacto visual del entorno natural en el que se encuentran estos enclaves, resulta ser la única alternativa eficaz para disuadir las agresiones antrópicas. Años más tarde (y como se ha mencionado anteriormente), se procedió a la realización de restauraciones sobre los paneles, necesarias para reparar los daños perpetrados durante años. Estas intervenciones no siguieron un protocolo de actuación predeterminado, incluso en la actualidad tampoco existe un compendio específico sobre arte rupestre en el que se expongan los criterios y la metodología adecuada a seguir para realizar dichas

intervenciones. Pero al igual que ocurre en tantas ocasiones, la restauración de pintura rupestre es una especialidad muy específica que se nutre de las experiencias e investigaciones realizadas en otros campos que a lo largo de la historia han llevado una trayectoria más dilatada en el área de la conservación y restauración. Por semejanza, en cuanto al material a tratar, los campos que sirven como referencia pueden ser: la pintura mural y la arqueología, e incluso el campo del patrimonio arquitectónico. En este último, su paralelismo radica en que durante épocas se ha utilizado la piedra natural como material constituyente de los paramentos o de elementos de ornamentación.

La pintura rupestre es comparable con la pintura mural al fresco, por semejanza en ejecución pictórica, ya que en ambas los pigmentos²⁰⁶ (aunque por razones diferentes), quedan fijados a la superficie por un proceso de carbonatación del hidróxido cálcico (Cal) que al entrar en contacto con el CO₂ atmosférico se transforma en carbonato cálcico, de composición similar a la piedra caliza, haciendo que los colores sean insolubles, obteniendo una superficie cristalizada. Un proceso similar ocurre con la pintura rupestre, donde el pigmento queda englobado en la estructura de la roca por medio de la cristalización en superficie del carbonato de calcio procedente de la composición de la roca. Este fenómeno queda descrito en *La conservation des peintures murales*, se hace referencia concretamente a las pinturas rupestres y su proceso de formación²⁰⁷:

“... La migrazione del carbonato di calcio attraverso la rocia e la sua cristallizzazione in superficie proseguivano dopo l'esecuzione della pittura, fissando i pigmenti come in un affresco (Rierh, A: 1970). Ma la realizzazione, l'ampiezza e le modalità di questo fenomeno dipendono evidentemente della condizioni geologiche e climatiche della grotta, e dalle loro eventuali modificazioni nel corso del tempo. L'assenza di essudazione calcárea lascia ai pigmenti come único mezzo di fissaggio la porosità e l'umidità della parete, il che comporta il più delle volte la

²⁰⁶ Colores en polvo de origen mineral.

²⁰⁷ Para mayor información consultar: MORA, P.; MORA, L. & PHILIPPOT, L. *La conservation des peintures murales*. 1977. p. 88. En el mismo texto estos autores hacen referencia a la publicación: RIETH, A. *Maltechnik*, Vol. 76, nº 2, 1970. pp. 33-34.

scomparsa progressiva della pittura,...Al contrario, un'essudazione abbondante rischia di nasconderla per sempre sotto uno strato troppo spesso di carbonato... La buona conservazione delle pitture dipende quindi, in primo luogo, dal mantenimento dell'equilibrio climático della grotta..."

Este texto explica cómo se produce el fenómeno de la fijación de los pigmentos al soporte rocoso. De modo que, siendo cuantiosas las similitudes entre pintura mural y rupestre, se considera apropiado seguir las recomendaciones establecidas por organismos internacionales, como las *Cartas de Restauro*²⁰⁸ reconocidas por el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS). Las recomendaciones elaboradas sobre las actuaciones de restauración de pinturas murales, se constituyeron en la 14ª Asamblea General del ICOMOS, celebrada en Victoria Falls (Zimbabue) en octubre de 2003. Este documento comprende desde los principios para la preservación, conservación y restauración de pinturas murales prehistóricas hasta los murales actuales. Entendidas como expresión de la creación humana a lo largo de la historia, desde sus más remotos orígenes. Su deterioro, así como su destrucción, ya sea ésta accidental o intencionada, representando una pérdida que afecta a una parte significativa del patrimonio cultural del mundo. Aunque denota escuetas referencias a la pintura rupestre. Tanto es así, que siempre se hace referencia al campo específico de la pintura mural entendida también como decoración arquitectónica.

Entre los documentos más importantes destacan: La Carta de Venecia (1964) que sentó los principios generales para la conservación y restauración del patrimonio cultural. La Declaración de Ámsterdam (1975) que introdujo el concepto de conservación integrada, la Ley de Conservación del Patrimonio Mundial, y el Documento de Nara sobre la Autenticidad (1994) que versa sobre la diversidad cultural. Teniendo en cuenta éstas y otras contribuciones pertinentes, tales como el Código de Ética del ICOM-C.C.1 (1984), el Documento de Pavía (1997) y las Directrices Profesionales de la E.C.C.O.2. En el documento propuesto en la 14ª

²⁰⁸ "Las Cartas de Restauro" son documentos realizados con la intención de establecer de común acuerdo unas recomendaciones para llevar a cabo las intervenciones de restauración-conservación de patrimonio. Están editadas bajo el nombre de las distintas ciudades donde se realizaron las reuniones de los países miembros de las organizaciones vinculadas al terreno de la conservación y restauración.

Asamblea General del ICOMOS, se establecieron los principios específicos sobre la protección, salvaguarda, conservación y restauración de las pinturas murales. Por tanto, recoge una serie de postulados y reglas prácticas de carácter elemental, susceptibles de ser aplicados a escala universal, sin entrar a considerar los problemas concretos de las diferentes regiones o países, que pueden abordarse en el ámbito regional o nacional mediante la formulación de sucesivas recomendaciones, cuando se estime necesario. Sin embargo, al formar parte del Patrimonio Cultural, estas recomendaciones y sugerencias para su conservación resultaron ser muy generales y se crearon organismos específicos para tratar el arte rupestre como *Rock Art Working Group* dependiente del *Committee for Conservation* del ICOM o el *CAR-ICOMOS Comité International pour L'Art Rupestre*²⁰⁹. A pesar de formar comités internacionales especializados, serán las propias administraciones nacionales las encargadas de gestionar su patrimonio cultural. Un ejemplo, a nivel internacional, en gestión de arte rupestre es Australia donde se estructuró una eficaz política para preservar su conservación, que junto con Francia²¹⁰, son los países pioneros en cuanto la salvaguardar de pintura rupestre. Según J. Brunet (1995. p. 29) las medidas de protección y conservación sobre arte parietal establecidas en Francia son:

1. Protección contra el vandalismo. Por medio de instalación de rejas y otras protecciones físicas, para evitar las acciones destructivas realizadas por visitantes.
2. Protección contra los estragos que el agua genera, mediante la instalación de cordones elásticos, pseudoconcreciones y la abertura de micro-perforaciones, que cambian el trayecto de la circulación de agua y así controlar la filtración y el chorreo de esta.
3. Protección o restitución del medio ambiente de los sitios prehistóricos.
4. Eliminación de superposiciones y manchas sobre las pinturas. En este caso al tratarse de intervenciones directas sobre las pinturas se realizarán por especialistas después de un estudio exhaustivo de cada caso, con la

²⁰⁹ Para mayor información consultar el artículo: TABOADA TÉLLEZ, F. & STRECKER, M. Protección del arte rupestre: Una visión comparativa entre algunos países del viejo y nuevo mundo. En *Chungara*, Vol. 28, nº 1 y 2. Universidad de Tarapacá (Arica-Chile). 1996. p. 5.

²¹⁰ Sobre todo a partir de los años 60, a causa de los problemas surgidos en la *Cueva de Lascaux*.

finalidad de eliminar los *graffiti* indeseables y acumulación de arcilla sobre los paneles.

Aunque se trate de pautas muy generales, son aptas para aquellos países que velan por la salvaguarda de este patrimonio de valor incalculable. España se rige en base a la *Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español*²¹¹ y en la Comunidad Valenciana en base a la *Ley 5/2007 de Patrimonio Cultural Valenciano*²¹² que modifica a la *Ley 4/1998*²¹³. Pero en ningún caso, estas leyes recogen actuaciones específicas de restauración, como ocurre con el ejemplo francés citado en el párrafo anterior. En los artículos 59 y 60²¹⁴ de la *Ley 16/1985*, se cita qué actuaciones se consideran arqueológicas, pero no se describen los métodos a seguir para llevar a cabo una intervención específica de conservación o restauración en arte rupestre.

Siguiendo las pautas establecidas en los documentos citados, los criterios a seguir en una intervención de restauración en arte rupestre, podrían ser:

- La realización de un examen visual para determinar el estado de conservación.
- Elaboración del Informe detallando el estado de conservación.
- Generación de documentación gráfica.
- Análisis científicos previos, no destructivos.
- Mínima intervención.

²¹¹ España. "Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español". Boletín Oficial del Estado, 29 de junio de 1985, núm. 155, pp. 20342-20352.

²¹² España. "Ley 5/2007, de 9 de febrero, del Patrimonio Cultural Valenciano". Boletín Oficial del Estado, 23 de marzo de 2007, núm. 71, pp. 12661-12676.

²¹³ España. "Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano". Boletín Oficial del Estado, 22 de julio de 1998, núm. 174, pp. 24768-24793.

²¹⁴ En el artículo 59 de la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español". Apartado c. los estudios directos de arte rupestre, constituidos por los trabajos de campo orientados a descubrimiento, estudio, documentación gráfica y reproducción de esta clase de vestigios humanos, así como los mismos trabajos referidos a la musivaria y la epigrafía. También tendrán la consideración de actuaciones sometidas al régimen de autorizaciones previsto en el artículo 60 las siguientes: a) Las actuaciones que impliquen manipulación con técnicas analíticas de materiales arqueológicos o paleontológicos destinadas al estudio de bienes de esa naturaleza que precisen la destrucción o alteración de una parte de los mismos. b) Las actuaciones relativas a la protección, consolidación y restauración arqueológicas o paleontológicas, entendidas como tales las intervenciones en yacimientos arqueológicos o paleontológicos encaminadas a favorecer su conservación y que, en consecuencia, permitan su disfrute y faciliten su uso social. Tendrán esta consideración los trabajos de cerramientos, vallado, señalización y limpieza de dichos yacimientos, de conservación preventiva de arte rupestre, así como el terraplenado de restos arqueológicos o paleontológicos. También tendrán esta consideración las actuaciones de montaje de estructuras subacuáticas para la protección de pecios.

- Respeto por el original.
- Discernibilidad.
- Uso de materiales compatibles con el soporte original.
- Publicación de los trabajos de conservación-restauración y de las investigaciones realizadas.

El Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS) establece los siguientes artículos referentes preservación, conservación y restauración de pinturas murales (2003)²¹⁵:

- *Artículo 1: Política de protección.*
- *Artículo 2: Investigación.*
- *Artículo 3: Documentación.*
- *Artículo 4: Conservación preventiva, mantenimiento y gestión del lugar.*
- *Artículo 5: Tratamientos de Conservación y Restauración.*
- *Artículo 6: Medidas de emergencia.*
- *Artículo 7: Investigación e información pública.*
- *Artículo 8: Educación y formación profesional.*
- *Artículo 9. Renovación Tradicional.*
- *Artículo 10. Cooperación Internacional*

Una vez analizadas las recomendaciones planteadas por los Comités internacionales y nacionales, encargados por velar por la salvaguarda y conservación de los Bienes de Interés Cultural. La Comunidad Valenciana toma la iniciativa, siguiendo esas premisas, y realiza la primera intervención de restauración directa. El lugar escogido, como se ha comentado anteriormente, fue el conjunto de arte rupestre Esquemático del *Abric del Castell* (Vilafamés-Castellón) (1985). Este fue el inicio de un gran número de intervenciones directas sobre soporte con manifestaciones de arte rupestre en abrigos al aire libre. La gran preocupación por conservar en buen estado estos lugares motivó la práctica de estas intervenciones, que se realizaron en

²¹⁵ Para mayor información consultar Anexo I. *14ª Asamblea General del ICOMOS en Victoria Falls (Zimbabwe). Principios para la preservación, conservación y restauración de pinturas Murales.*

importantes conjuntos con arte rupestre en la Comunidad Valenciana. Entre ellos destacan: *La Cova dels Cavalls* y *Les Coves de Ribassals* o de *Civil* ambos en el Barranc de la Valltorta (Tírig-Castellón), las *Cuevas de la Araña* (Bicorp-Valencia), *La Serradeta* (Vistabella del Maestrat-Castellón), *La Sarga* (Alcoi-Alicante), *Fraeiximeno* (Morella-Castellón), *La Cova de les Meravelles* (Gandía-Valencia), *Cova Remígia* (Ares del Maestre-Castellón), *La Joquera* (Borriol-Castellón), *La Cova de la Clau* (Palma de Gandía-Valencia), *Faliguera* (Chulilla-Valencia), *Pinos* (Benissa-Alicante), *Chorradores* (Millares-Valencia), el *Abrigo de Tortosilla* (Ayora-Valencia), *Abrigo de las Monteses* (Jalance-Valencia) y *Abrigo del Barranco del Roble* (Jalance-Valencia) (Domingo, I. *et al*: 2013). Posiblemente durante el desarrollo de esta tesis doctoral se hayan realizado nuevas intervenciones de las cuales no se hayan publicado los resultados, ni los procesos de intervención realizados.

Una de las primeras decisiones tomadas, siguiendo las normativas y recomendaciones en el campo de la conservación del patrimonio cultural, fue el abandono y supresión, por completo, de la tradicional práctica del “mojado” de las pinturas, que se realizaba sistemáticamente para mejorar la visión de los motivos representados tanto para ser admirados por los turistas como para facilitar el trabajo a los investigadores en el estudio de la representaciones o la realización de calcos directos sobre el soporte (Figuras: 228, 229).

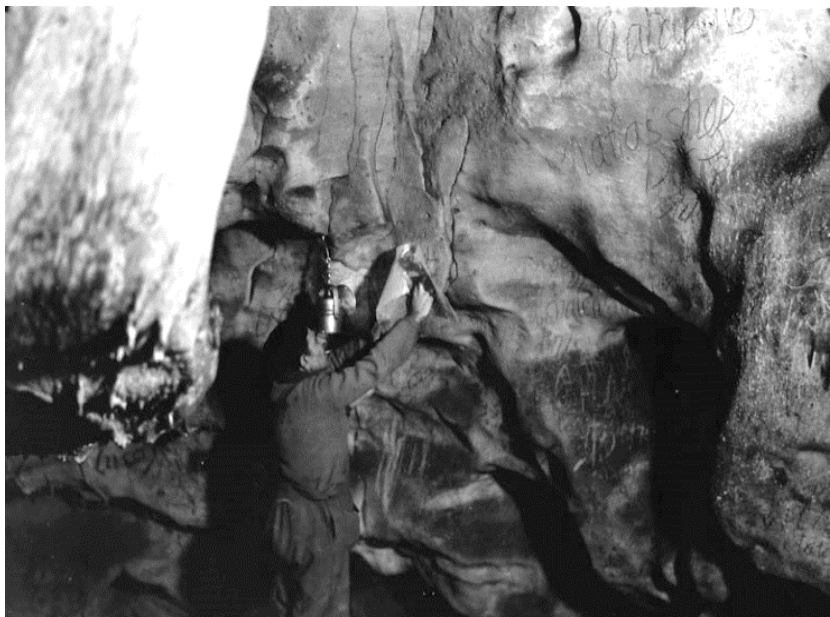


Figura 228 Francisco Benítez Mellado realizando los calcos de las pinturas rupestres del Reguerillo (Patones-Madrid) en 1947 (foto de A. Benítez Girón).

Imagen extraída de: DÍAZ-ANDREU, M. *Memoria y olvido en la Historia de la Arqueología: recuperando la figura de Francisco Benítez Mellado (1883-1962), el gran ilustrador arqueológico*. En *PYRENAE*, nº43, Vol. 2. 2012. p. 114.



Figura 229. Realización de calcos directos sobre los paneles del abrigo *Forau del Cocho* en Estadilla (Huesca) (fotografía de P. Utrilla).

Imagen extraída de UTRILLA MIRANDA, P. Antonio Beltrán y el arte rupestre postpaleolítico. En *Caesaraugusta*, 79. 2007. p. 63.

A lo largo de décadas se han utilizado para humectar las superficies líquidos y materiales de diversa naturaleza. Desde orín²¹⁶, refrescos indeterminados, grasas, aceites, parafinas, etc. Pero sin duda el líquido más utilizado ha sido el agua²¹⁷, tanto la mineral como destilada. Ambas, por su poder ionizante provocan la disolución de sales presentes en la roca, que precipitaran en superficie en forma de microcristales, generando la capa blanquecina que empaña la visión de las pinturas. Por ello, para la mejora de la visión se recurrió a la limpieza, tanto mecánica como química, de los paneles, con la finalidad de evitar tener que humectar la superficie para intensificar la tonalidad de las figuras. Estas acciones debían realizarse siempre por equipos especializados. Desde un principio ha habido investigadores que se han mostrado reticentes a la realización de estas prácticas por considerarlas muy peligrosas para la conservación de la pintura rupestre. Siendo esta la postura mantenida por A. Beltrán y publicada en *los Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense* en 1988. En el

²¹⁶ BELTRÁN MARTÍNEZ, A. La Conservación del Arte Rupestre. En *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense*, Vol. 13. Diputació Provincial de Castelló. Servicio de Arqueología. 1987-1988. p. 69.

²¹⁷ BEDNARIK, R. G. reflexiones sobre la práctica de humedecer las pinturas rupestres. En: *Boletín de la Sociedad de Investigación del Arte Rupestre de Bolivia (SIARB)*, nº 8. La Paz (Bolivia), 1994. pp. 28-29.

artículo dedicado exclusivamente a la conservación del arte rupestre, mantiene que la “restauración” puede ser considerada como un problema para el arte rupestre²¹⁸:

“... hay dos grupos básicos de problemas, el de la “conservación” y el muy peligroso de la “restauración”, partiendo de la limpieza, y que jamás debe ser ejecutado ni siquiera por especialistas y con todo género de precaucione....”

A. Beltrán aboga por salvar el arte rupestre desde el punto de vista científico a través del conocimiento y la adecuada publicación, con material gráfico exhaustivo. Esta postura no evitará la destrucción del bien, pero al menos conservará el testimonio científico de su conocimiento. Fue uno de los pocos estudiosos que hicieron declaraciones tan contundentes ya que, en un principio, estos trabajos de intervención directa sobre el soporte fueron muy bien acogidos por sus excelentes resultados, pero pasado un tiempo han sido cuestionados y debatidos en numerosos foros técnicos y por las propias administraciones. Debido a que estas operaciones pueden abarcar desde una limpieza superficial hasta llegar a extraer la costra carbonatada, hecho que a nivel arqueológico se desaconseja porque provoca la eliminación de oxalatos de la superficie rocosa que imposibilitarían totalmente la datación radiocarbónica²¹⁹. La eliminación de estas costras superficiales se realiza mecánicamente y para ello es necesario el uso de puntas formadas por microesferas de polvo de diamante, tanto si se realiza de forma manual, como acopladas en un micromotor²²⁰. Así se recoge en el artículo: “*Intervencions de conservació-restauració en pintura rupestre*” (Guillamet, E.: 2000), la técnica elegida para aligerar el grosor de las concreciones calcáreas, fue mediante la abrasión controlada de esta, descartando métodos químicos utilizados en el ámbito de restauración de piedra, basados en la aplicación de sales sódicas del

²¹⁸ BELTRÁN MARTÍNEZ, A. La Conservación del Arte Rupestre. En *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense*, Vol. 13. Diputació Provincial de Castelló. Servicio de Arqueología. 1987-1988. p. 75.

²¹⁹Para mayor información consultar: SAN NICOLÁS, M. Estrategia de conservación de los conjuntos de arte rupestre de la región de Murcia: Sostenibilidad e integración en el paisaje. En *Preactas de las Jornadas Técnicas: La Conservación del Arte Rupestre. Sostenibilidad e Integración en el paisaje*. 2013. p 13.

²²⁰ Para mayor información consultar las fuentes en las que expertos sobre restauración de arte rupestre recomiendan: GUILLAMET ANTÓN, E. Intervencions de conservació-restauració en pintura rupestre. En: *Revista Cota Zero*, nº 16. Vic, 2000. p 118.; y BALLESTER CASAN, L. “Conservación de las pinturas rupestres del Levante Español”. Tesis doctoral inédita. Universitat Politècnica de València UPV. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Valencia, 2003. pp. 162-170-172.

ácido etildiamin-tetra-acético (EDTA). También se hace referencia en la tesis: “*Conservación de las pinturas rupestres del Levante Español.*” (Ballester, L.: 2003), en el capítulo (III.2. *Limpieza*), al uso de métodos mecánicos como el micromotor para la eliminación de concreciones duras sobre la pintura²²¹:

“... método idóneo para conseguir la disminución de estas capas, frente a otros métodos como el uso de productos que parecen más suaves y que en realidad generan más estrés a la obra, al tener que repetir la acción limpiadora...”

El hecho de hacer uso de la punta de microesferas de diamante para retirar costras carbonatadas siempre resulta una maniobra delicada, aunque el técnico que ejerza la acción tome la precaución de usar lupas de aumentos para controlar la tarea y los análisis previos hayan determinado el grosor de la costra de carbonato cálcico susceptible de ser retirado, factores que no garantizan la obtención de resultados satisfactorios. Al tratarse de un trabajo realizado manualmente, no se puede controlar totalmente el alcance del adelgazamiento de la costra al cual debemos llegar sin sobrepasarlo, sin exceder el límite o rango de seguridad. Por un lado, se debe tener en cuenta que la muestra extraída de material cubriente para ser analizada puede ofrecer resultados no extrapolables al resto de la superficie, ya que estas formaciones son irregulares. Es decir, el espesor de estas costras varía a lo largo de la extensión de la capa. Por lo tanto, este dato serviría tan sólo de orientación puntual que no concreta con exactitud el volumen de materia a eliminar. No obstante para garantizar el éxito de la intervención, lo adecuado sería determinar previamente el grosor de la costra a extraer, pero hoy en día este factor no puede concretarse con precisión, ni controlar debidamente el alcance de la acción mecánica manual realizada durante la intervención. El control exhaustivo de estos trabajos se podría realizar llevando simultáneamente un seguimiento analítico durante el avance de la ejecución, con la finalidad de no sobrepasar los límites de seguridad preestablecidos en los estudios previos. Por otro lado, se cuestiona el uso de este método porque la acción de la punta de diamante actúa desbastando la superficie mecánicamente por medio de rayado de

²²¹ *Ibidem.* pp. 161-162.

la misma. Se trata de un método agresivo que, aunque a simple vista o con lupas de aumento no se aprecie el rayado, éste sí que es perceptible con microscopio óptico o microscopio electrónico. Este rayado sobre la superficie cristalizada de los abrigos genera un efecto de dispersión de los haces de luz que inciden sobre ella, de modo que esta reflexión ocasiona una visión blanquecina y difusa²²² de la superficie, que se hará notable a simple vista. Percibiéndose cierta desigualdad entre las zonas donde ha sido utilizado este método con respecto al resto donde no se ha utilizado. Este factor podría ser el causante del hecho que actualmente se observen, en abrigos donde se ha usado esta técnica, algunas zonas más blanquecinas y opacas con respecto al resto de la superficie. Es posible que se haya producido una modificación óptica y no química, como mantienen algunos investigadores (Saura, M.: 2013). Para aseverar estas suposiciones, se debería saber con exactitud donde se utilizó punta de diamante y corroborarlo con análisis científicos (datos que se desconocen). Es cierto que, si observamos a nivel *visu* una pintura rupestre tratada con punta de diamante, se percibe una variación cromática notable, confiriendo a los colores rojos una tonalidad violácea. Analizando detalladamente estos casos, se tendría que valorar en qué casos es justificado realizar estas intervenciones. Para ello, sería necesario discernir si se trata de intervenciones con finalidad estética o si realmente aportan importante información científica en el estudio de la prehistoria. Es importante valorar en qué situación y zona concreta se puede usar este método, y no utilizarlo de manera sistemática, al tratarse de una técnica muy agresiva para la superficie pétreo. En aquellas figuras que se visualizan casi en su totalidad, podría no considerarse adecuada la práctica de este procedimiento, debido a que la información científica e histórica que podría aportar no sería relevante. En este caso, si se realizara tal acción, se podría clasificar como una actuación con fines meramente estéticos y no conservativos.

Anteriormente a los procesos de limpieza mecánica descritos por Guillamet, E. (2000); Ballester, L. (2003). E. Ripoll en 1963, hace referencia a la problemática existente en muchos abrigos provocada por los depósitos calcáreos, refiriéndose al

²²² La difusión o reflexión difusa, es el fenómeno que se produce cuando un haz de rayos de luz paralelos incide sobre una superficie "no pulida", y son desviados en todas las direcciones. Ocasionando la pérdida de nitidez de la imagen, percibiéndose borrosa.

abrigo I de *El Cingle de Gasulla*. Ripoll, afirma que estos depósitos velan o recubren completamente algunas representaciones pictóricas. Ya entonces, se plantearon cómo podían abordar su eliminación por medios mecánicos. Una de las soluciones planteadas para acatar esta problemática, fue planteada por el Abate Breuil, mostrándose partidario de ensayar con soluciones de ácido acético diluido en diferentes proporciones según el caso a tratar, para provocar la disolución de carbonatos y calcita. Dicho procedimiento, promovido por el Abate Breuil para solucionar esta problemática, no fue apoyado por E. Ripoll que se mostró reticente a ejecutar tal práctica, escribiendo²²³:

“... No nos hemos atrevido a hacer saltar esta capa de concreción calcárea por medios mecánicos, por temor a estropear las pinturas que pudiera recubrir. Con el Abate Breuil habíamos hablado en diversas ocasiones del problema de este y otros abrigos que tienen pinturas veladas por depósitos calcáreos, sea naturales o producidos por el agua que emplean los visitantes para hacer resaltar los colores. El Abate Breuil se inclinaba a ensayar soluciones de ácido acético diluido en diferentes proporciones, según los casos. Nosotros no nos hemos atrevido, bajo nuestra exclusiva responsabilidad, a emplear tal sistema...”

Pero no se sabe con certeza si el Abate Breuil, insinuó dicha proposición porque ya había experimentado con este ácido, o si por lo contrario, sabía de su uso en otros lugares y mostraba interés por averiguar los resultados de su aplicación en abrigos levantinos. En tal caso, otros arqueólogos como M. Saura²²⁴, se muestran favorables con la realización de actuaciones de limpieza de los soportes, éste mantiene que estas acciones hacen que mejoren la visión de las representaciones de los paneles ofreciendo unos resultados espectaculares, y que por sí mismos, justifican

²²³ RIPOLL PERELLÓ, E. Pinturas rupestres de la Gasulla (Castellón). *Monografías de Arte Rupestre. Arte Levantino*, Vol. 2, 1963. p.11.

²²⁴ Para mayor información consultar: MATEO SAURA, M. Á. Estudio bibliométrico de la producción científica sobre la pintura rupestre postpaleolítica en España. *Arte levantino y pintura esquemática (1907-2010)* Tesis doctoral inédita Universidad de Murcia. Departamento de Prehistoria, Arqueológica, Historia Antigua e Historia Medieval. 2013. pp. 73-74.

sobradamente “...estas intervenciones de conservación...” (Saura, M.: 2013. p. 73) porque proporcionan el descubrimiento de nuevos motivos que permanecen ocultos bajo las capas de suciedad. Pero en ocasiones como en la *Cova dels Cavalls* (Valltorta-Castellón) se ha producido, “... tras la limpieza de los soportes, una reacción química que empañan la nitidez de las figuras representadas. Se observa la formación de una fina película de tonalidad rosácea que entorpece la visión de los motivos.” (Ídem). Sobre estos procesos de limpieza, según Saura²²⁵:

“... En la mayor parte de las ocasiones, las intervenciones preventivas, efectuadas siempre por personal especializado en labores de restauración de bienes culturales, se concretan básicamente en la eliminación de la eventual película de suciedad y de los microorganismos por medios mecánicos con brochas de desigual dureza y agua desmineralizada. Cuando la capa está muy carbonatada y no es fácilmente soluble al agua, la operación se complementa con la utilización de la punta de diamante bajo lupa de aumentos. Los resultados son espectaculares y por sí mismos justificarían sobradamente el desarrollo de estos trabajos de conservación...”

En estas afirmaciones detectamos que se realiza un uso de terminología que puede llevar a confusión entre: intervenciones de conservación preventiva, trabajos de conservación y restauración. Sin embargo organizaciones internacionales como ICOMOS concretan correctamente estos términos para que no exista motivo alguno de error. En la Asamblea General que tuvo lugar en 2003 (Victoria Falls-Zimbawe, citada anteriormente), se acotaron estos términos al establecer los principios específicos sobre la protección, salvaguarda, conservación y restauración de las pinturas murales. Con anterioridad a esta asamblea se trataron estos términos en la *Carta del Restauro de 1987 sobre la Conservación y Restauración de los Objetos de Arte y Cultura*; concretamente tratados en el artículo nº 2, quedando completamente definidos en la resolución presentada a los miembros del Comité Internacional del ICOM-CC en la XVª Conferencia Triannual, celebrada en septiembre de 2008 en Nueva Delhi (India);

²²⁵ Ídem.

con el título *Terminología para definir la conservación del patrimonio cultural tangible*.

Las definiciones de dichos términos son²²⁶:

- **“Conservación preventiva:** *Todas aquellas medidas y acciones que tengan como objetivo evitar o minimizar futuros deterioros o pérdidas. Se realizan sobre el contexto o el área circundante al bien, o más frecuentemente un grupo de bienes, sin tener en cuenta su edad o condición. Estas medidas y acciones son indirectas no interfieren con los materiales y las estructuras de los bienes. No modifican su apariencia.”*
- **“Conservación curativa:** *Todas aquellas acciones aplicadas de manera directa sobre un bien o un grupo de bienes culturales que tengan como objetivo detener los procesos dañinos presentes o reforzar su estructura. Estas acciones sólo se realizan cuando los bienes se encuentran en un estado de fragilidad notable o se están deteriorando a un ritmo elevado, por lo que podrían perderse en un tiempo relativamente breve. Estas acciones a veces modifican el aspecto de los bienes.”*
- **“Restauración:** *Todas aquellas acciones aplicadas de manera directa a un bien individual y estable, que tengan como objetivo facilitar su apreciación, comprensión y uso. Estas acciones sólo se realizan cuando el bien ha perdido una parte de su significado o función a través de una alteración o un deterioro pasados. Se basan en el respeto del material original. En la mayoría de los casos, estas acciones modifican el aspecto del bien.”*

De modo que, en el momento que se realiza una intervención directa sobre las pinturas rupestres se debería hacer referencia utilizando el término “Restauración”, y no denominarlo “Conservación Preventiva”; ya que la conservación preventiva hace referencia a acciones indirectas que no interfieren con los materiales, ni con las

²²⁶ ICOMOS. Terminología para definir la conservación del patrimonio cultural tangible. XVª Conferencia Trienal, Nueva Delhi (India); 2008.

estructuras de los bienes (ICOMOS, 2008).

De la lectura de la bibliografía especializada se ha detectado que a lo largo de los años se ha ido incurriendo en errores de uso de esta terminología; conservación preventiva y restauración, como se aprecia en Martínez Valle, R. *et al.*: (2002. p. 18) o Ballester, L. (2003. p. 269); será Mateo Saura, M. Á. (2013, p.74), quien hace patente este error de conceptos cuando documenta:

"... La evolución de la roca soporte y su incidencia en pinturas que han sido sometidas a los trabajos de limpieza están siendo actualmente objeto de un proceso de observación por técnicos del Museo de la Valltorta (Tírig-Castellón) y los resultados que se obtengan orientarán en la conveniencia o no de seguir desarrollando estos trabajos preventivos de limpieza superficial de los soporte pintados."

Otro ejemplo reciente que refleja este error terminológico, se detecta en la publicación referente a la intervención de Los abrigos de Tortosilla²²⁷, en el que se testifica:

"... Los trabajos de conservación en conjuntos de arte rupestre participan de unos criterios de mínima intervención y difieren de lo que es propio en restauraciones de obras de arte en las que se reintegra y en muchos casos se reconstruyen los motivos. Se trata de intervenciones que buscan frenar la incidencia de los factores de alteración sin modificar la imagen de los motivos pintados o grabados. Desde esta perspectiva se pueden clasificar mejor como trabajos de conservación preventiva que como restauraciones."

²²⁷ Consultar el artículo: MARTÍNEZ VALLE, R.; GUILLEM CALATAYUD, P. M. & BALLESTER CASTAÑ, L. *Los abrigos de Tortosilla. Una nueva visión tras los trabajos de conservación preventiva*. En Actas de las Jornadas: Abrigo de Tortosilla 100 aniversario de su descubrimiento. Primer hallazgo de Arte Rupestre de la Comunidad Valenciana. Ayora 14-16 de Octubre de 2011. A su vez estos autores hacen referencia a la publicación (Ballester: 2003).

En el documento R. Martínez (2013) hace referencia a las acciones realizadas, todas relacionadas con trabajos de restauración por tratarse de manipulación directa del soporte. Se describe la fase de limpieza realizada de forma mecánica utilizando pinceles de distintas durezas con instrumental quirúrgico y bajo lupas de aumentos. Posteriormente, se realiza una limpieza química con agua de baja mineralización y destilada, con ayuda de aplicación de compresas de celulosa de forma generalizada para reblandecer las costras calcáreas. También se describe la fase de consolidación en zonas pulverulentas, la fijación de lajas con peligro de desprendimiento, escamas y rellenado tanto de fisuras como de grietas. En este proceso describen los productos utilizados:

“... Para la fijación de algunos puntos pulverulentos con pintura disgregada, se ha aplicado resina acrílica, estable, resistente y siempre en baja concentración, no impermeabilizante de la pared rocosa y difícilmente atacable por microorganismos, en la adhesión de lascas, rellenado de fisuras y grietas se ha utilizado morteros de cal apagada y arena del propio abrigo lavada y tamizada o pozzolana de naturaleza volcánica y muy resistente.”²²⁸ .

Finalmente se hace referencia a la aplicación de una ligera pátina de pigmentos naturales disueltos en agua para entonar las lagunas al tono de la pátina original, aplicado en aquellas zonas donde se ha quedado al descubierto la roca fresca por caídas de fragmentos. Es decir, se recurre a la reintegración cromática para restablecer la visión estética del conjunto. Como se puede apreciar, se trata de acciones directas sobre el soporte, es decir se trata de una restauración y/o una conservación curativa (ICOMOS. 2008).

Durante años los abrigos con manifestaciones de arte rupestre han sufrido agresiones y entre las más comunes la realización de grafiti sobre sus paneles. Estos se realizan tanto por incisión como por grafismo (Figuras: 230, 231, 232, 233, 235, 236, 237). Los grafiti por incisión sólo pueden ser mitigados mediante reintegración

²²⁸ Ídem. p. 84.

cromática, mientras que los realizados por grafismo, con esmaltes sintéticos o pinturas plásticas, se precisa de la acción química de disolventes orgánicos para su eliminación. Ejemplos de estas acciones antrópicas en conjuntos de arte rupestre de la Comunidad Valenciana los encontramos en: *Abric de Pinos* (Benissa-Alicante), se encontraron grafiti por incisión junto con grafismos realizados con aerosol de color negro; en el *Abric de Faliguera* (Chulilla-Valencia) en el que se realizó un grafiti mediante grafismo con aerosol de color azul; en el Abrigo de *La Sarga* (Alcoy-Alicante) se realizaron grafismos tanto con lápiz de grafito como con carbón; en el *Abric del Castell de Vilafamés* (Vilafamés-Castellón) se efectuaron grafismos con aerosol de color verde; y en *Cova Remígia* (Ares del Mestre-Castellón) en la que se realizaron con lápiz de grafito.



Figura 230. Grafiti realizado por incisión y mediante grafismo con aerosol de color negro. *Abric de Pinos* (Benissa-Alicante).

Fuente: G. Barreda (2009).



Figura 231. Grafiti realizado mediante grafismo con aerosol de color azul. *Abric de Faliguera* (Chulilla-Valencia).

Fuente: G. Barreda (2004).



Figura 232. Grafiti realizado mediante grafismo con carbón. Abrigo de *La Sarga* (Alcoy-Alicante).

Fuente: G. Barreda (2009).

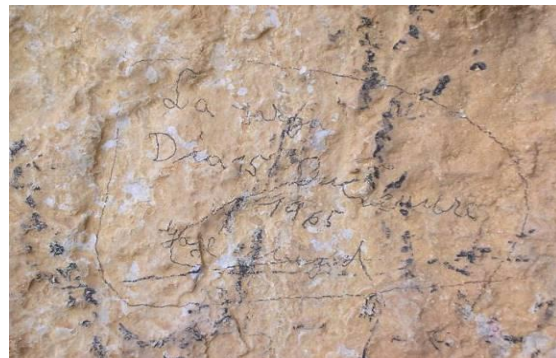


Figura 233. Grafiti realizado mediante grafismo con lápiz de grafito y carbón. Abrigo de *La Sarga* (Alcoy-Alicante)

Fuente: G. Barreda (2005).

Como se ha explicado anteriormente, en 1985 el conjunto de pintura rupestre de estilo Esquemático²²⁹ (ver Figura 234), del *Abric del Castell* de Vilafamés fue objeto de una brutal agresión; prácticamente todo el interior del abrigo fue cubierto por pintadas realizadas con distintos tipos de pinturas acrílicas, con grasa y con cera como se aprecia en las imágenes 235, 236 y 237. Agresión a la que A. Beltrán hacía alusión en 1987²³⁰ "... las pinturas han sido manchadas mediante el uso de "spray" de distintos colores....".

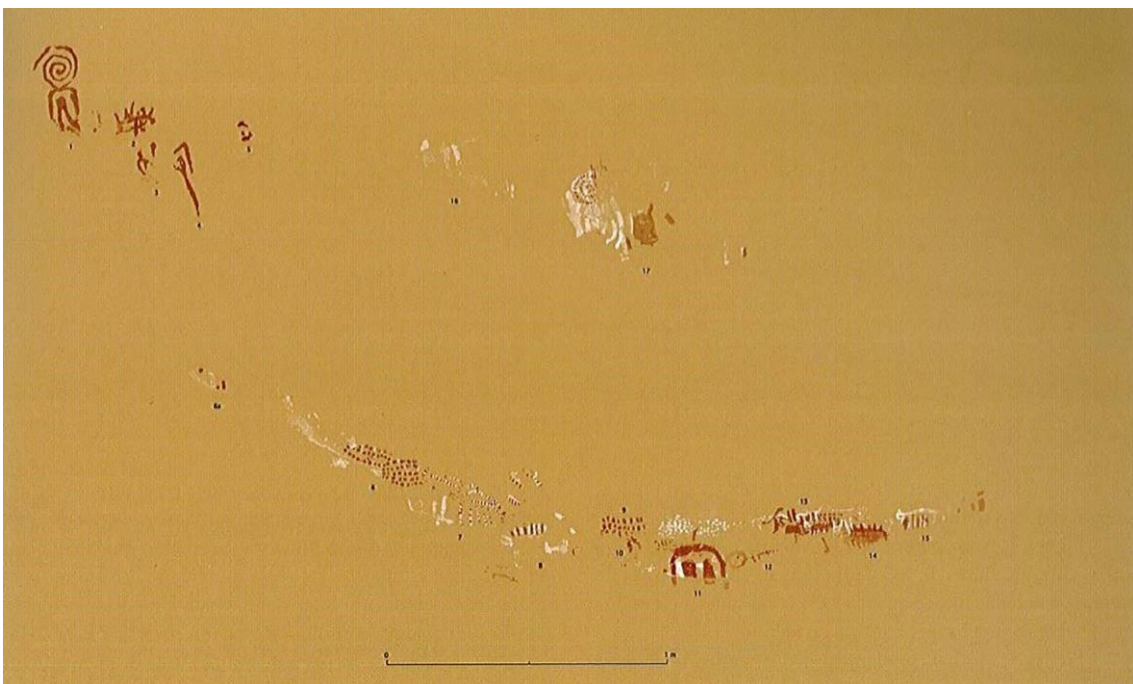


Figura 234. Calco de las pinturas rupestres del *Abric del Castell* de Vilafamés (Castellón).

Imagen extraída de GUILLEM CALATAYUD, P.M. y MARTÍNEZ VALLE, R. "Arte Esquemático en el *Abric del Castell* de Vilafamés (Castellón)" en *Actas del II Congreso del Arte Rupestre Esquemático en la Península, Comarca de los Vélez, Almería*. Coord.: J. Martínez García y M. S. Hernández Pérez, 5-8 de Mayo 2010. p. 205.

²²⁹ Para más información consultar: GUILLEM CALATAYUD, P.M. & MARTÍNEZ VALLE, R. "Arte Esquemático en el *Abric del Castell* de Vilafamés (Castellón)" en *Actas del II Congreso del Arte Rupestre Esquemático en la Península, Comarca de los Vélez, Almería*. Coord.: J. Martínez García y M. S. Hernández Pérez, 5-8 de Mayo 2010. pp. 203-212.

²³⁰ BELTRÁN MARTÍNEZ, A. La Conservación del Arte Rupestre. En *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense*, Vol. 13. Diputació Provincial de Castelló. Servicio de Arqueología. 1987-1988. p. 69.



Figuras 235-236. Vista general del Abric del Castell de Villafamés (Castellón), antes de la intervención de conservación. Las zonas señaladas muestran los grafiti realizados con spray verde, agresión antrópica sufrida en 1998.

Fuente J. Arenós Domínguez. Imagen extraída de la Web de Espeleo Club de Castelló, [en línea] disponible en: <http://www.calameo.com>. [Consultada el 4 mayo de 2015].



Figura 237. Abrigo del Castell de Vilafamés (Vilafamés-Castellón), detalle de restos de pintura procedentes de la agresión antrópica sufrida en 1998.

Fuente: G. Barreda (2015).

Los trabajos consistieron en la limpieza de los grafiti realizados con aerosol de pintura acrílica (color verde), pintadas de las cuales hoy en día todavía podemos apreciar pequeños resquicios en algunas zonas (Figura 237). Además de la eliminación de la pintura en aerosol, también se eliminó el polvo superficial y las costras salinas formadas sobre los paneles con pintura rupestre, originadas a consecuencia del mojado reiterado de la roca para vigorizar la visión de las figuras.

La práctica de humectar las pinturas, se ha venido utilizando con asiduidad durante años, tanto para mostrar las figuras a los visitantes como para elaborar trabajos científicos de documentación realizados por arqueólogos. Muchas son las publicaciones que hacen eco de esta forma de proceder, así queda reflejado por ejemplo por M. Cruz Berrocal²³¹ que mantiene F. Gil Carles, utilizó esta técnica para la realización de las fotografías que formarían parte del *Corpus de Arte Rupestre Levantino*²³²:

“... Gil-Carles introdujo la técnica de la doble polarización de la luz, tanto en la fuente de luz (flash), donde fijaba los filtros de corrección de color en un polarizador, como en el objetivo, en el que fijaba un filtro ultravioleta y otro polarizador en posición perpendicular al primero. Así lograba evitar los brillos que se producen al pulverizar la roca con agua destilada para reavivar el color de las figuras. Para destacar el color del pigmento sobre la roca, especialmente en las figuras mal conservadas o de color similar a la pared...”

Pero F. Gil Carles, no fue el único, ya que J. B. Porcar también hace referencia a esta práctica en su monografía *Las Pinturas Rupestres de Cova Remígia*²³³, donde mantiene que para un estudio exacto es a veces necesario mojar la superficie de la

²³¹ CRUZ BERROCAL, M.; GIL-CARLES, J. M.; GIL ESTEBAN, M. & MARTÍNEZ NAVARRETE, M. I.: “Martín Almagro Basch, Fernando Gil-Carles y el Corpus de Arte Rupestre Levantino “. En *Trabajos de Prehistoria*, 62, nº 1. 2005. pp. 27-45.

²³² Para mayor información consultar: LÓPEZ MONTALVO, E. Imágenes en la roca: del calco directo a la era digital en el registro gráfico del arte rupestre levantino. *CLIO–Serie Arqueológica, Recife*, 2010, Vol. 25, nº1. p. 192.

²³³ J.B. Porcar *et al*, 1936. *Op. cit.* p. 15.

roca, método que tan sólo deben realizar peritos científicos. También corrobora esta práctica E. Ripoll en su monografía *Las Pinturas Rupestres de la Gasulla (Castellón)*²³⁴:

“... con el Abate Breuil habíamos hablado en diversas ocasiones del problema de este y otros abrigos que tienen pinturas veladas por depósitos calcáreos, sea naturales o producidos por el agua que emplean los visitantes para hacer resaltar los colores...””.

Además de los trabajos de limpieza de la superficie pictórica, también se realizaron trabajos de conservación preventiva, ya que determinados sectores del abrigo se vieron afectados por erosión eólica. De forma paralela se reforzó el cerramiento y se instaló una pasarela metálica (Figura 238) para facilitar la contemplación de las pinturas sin necesidad de descender hasta el interior del abrigo²³⁵. Tras esta intervención se presentaron públicamente los resultados obtenidos tal y como podemos observar en la nota de prensa del 5 de diciembre de 1998 publicada en el periódico Mediterráneo (Figura 239).



Figura 238. Aspecto actual del Abric del Castell de Vilañamés (Castellón), con la instalación de la pasarela metálica, para facilitar el acceso sin necesidad de pisar la superficie de la roca.

Fuente: G. Barreda (2015).

²³⁴ PERELLÓ RIPOLL, E. *Pinturas rupestres de la Gasulla (Castellón). Monografías de Arte Rupestre. Arte Levantino*, 1963, Vol. 2. p. 11.

²³⁵ Para más información consultar: GUILLAMET, E. “Intervencions de conservació-restauració en pintura rupestre”. En: *Cota Zero, revista d’Arqueologia i Ciència*, nº 16. Barcelona: Editorial Eumo, 2000. pp. 72-73.



Figura 239. La entonces alcaldesa de Vilafamés Luisa Oliver, muestra los resultados tras la intervención de restauración en 1998.

A partir de los trabajos de intervención directa iniciados en Vilafamés, comienza el proyecto de conservación de pinturas rupestres en el ámbito Valltorta-Gassulla, este proyecto estaba enfocado tanto a realizar intervenciones directas sobre el soporte pétreo como a cometer acciones encaminadas a la conservación preventiva de los conjuntos decorados. Tal proyecto, se ejecuta bajo los principios de mínima intervención (establecidos por la propia dirección del proyecto), a partir de técnicas completamente inocuas tanto para el pigmento, como para el soporte (Guillamet, E. y Chillida, J.: 1998). Estos trabajos se llevaron a cabo con la finalidad de conseguir dos objetivos²³⁶, por un lado suprimir las patologías de origen antrópico y por otro controlar la incidencia de los agentes naturales. Para abordar el primer objetivo se procedió en primer lugar a la eliminación de los grafiti, seguido de la eliminación de los depósitos de polvo superficial, además de la capa blanquecina de sales que cubrían los paneles pintados. En aquellos lugares donde se produjeron arranques de motivos pictóricos se procedió a colorear²³⁷ las lagunas para minimizar su impacto visual según R. Martínez (2000).

²³⁶ Para más información consultar. MARTÍNEZ VALLE, R. "El Parque Cultural de Valltorta-Gasulla (Castellón)". En *Trabajos de Prehistoria*, Vol. 57, nº 2. 2000. pp. 65-76.

²³⁷ En esta publicación se puede intuir que R. Martínez Valle hace referencia a la fase de reintegración cromática de pequeños faltantes, fase específica en el proceso de restauración encaminada a dar una continuidad visual y estética a la escena.

Seis años más tarde de la primera intervención se procedió a realizar la restauración de las pinturas rupestres de *Cova Remígia* (2005). Bajo petición del Director del Museu de la Valltorta R. Martínez²³⁸. Previamente a la intervención directa sobre las pinturas, el responsable del proyecto redactó un escueto informe²³⁹, fechado en marzo de 2005, en el cual se exponía un breve apunte sobre el estado de conservación del abrigo y se planteaba una posible propuesta de intervención a realizar. Se completaba el informe con documentación gráfica, material que permite establecer una comparativa entre el estado de conservación actual con el que presentaba hace 15 años. Aunque el número de fotografías que contiene dicho informe es muy reducido contiene imágenes de los detalles más relevantes. En total recopila trece imágenes, entre las que siete corresponden a una visión general de las seis cavidades y el resto a detalles de las pinturas. Es importante resaltar, que actualmente este informe no se encuentra en los archivos del Museu de la Valltorta, institución encargada de la gestión del abrigo. En este caso, se detecta un fallo evidente en cuanto al cumplimiento de los consejos establecidos en la 14ª Asamblea General del ICOMOS, de 2003, concretamente del artículo 3, en el que se recomienda que:

“... El informe deberá depositarse en los archivos de una institución pública, quedando a disposición del público interesado, también deberán conservarse copias de dicha documentación in situ, o en poder de los responsables del monumento, igualmente se recomienda la publicación de los resultados del trabajo...”

²³⁸ El equipo de restauración estaba dirigido por E. Guillamet, y formado por los técnicos: L. Ballester, G. Barreda y M. Doménech.

²³⁹ GUILLAMET, E. Informe del estado de conservación y propuesta de intervención de las pinturas rupestres de Cueva Remígia (Castellón), 2005. En esta tesis se recoge una copia del informe [Ver Anexo III. *Informe de estado de conservación y propuesta de intervención de las pinturas rupestres de Cova Remígia (Castellón), 2005.*], ya que se obtuvo en formato digital en el año 2005, debido a formar parte del equipo como técnico de restauración en el proceso de restauración de las pinturas.

10. PROCESOS DE RESTAURACIÓN EN ARTE RUPESTRE DE LA COMUNIDAD VALENCIANA.

10. PROCESOS DE RESTAURACIÓN EN ARTE RUPESTRE DE LA COMUNIDAD VALENCIANA.

Como se ha citado en el capítulo 9 (*Primeras intervenciones de restauración en pintura rupestre en la Comunidad Valenciana*), son numerosos los arqueólogos que en sus publicaciones dedican parte al discurso de la restauración de abrigos con arte rupestre. La información sobre restauración se encuentra referida, por lo general de forma escueta, a los procesos realizados en las limpiezas, los materiales utilizados, al igual que los procesos de consolidación; éstos son citados de forma poco concreta y sesgada, incluso por los propios restauradores en sus informes técnicos.

Cada enclave rupestre, presentará un estado de conservación diverso según sus características geológicas, petrográficas, que se verán modificadas o alteradas según las condiciones medioambientales a las que esté expuesto. Estas particularidades propias, deberían ser estudiadas y analizadas, exhaustivamente, antes de iniciar cualquier proceso de conservación o restauración. Al igual que la metodología de actuación, y la elección de los materiales debe ser acorde a la idiosincrasia de cada lugar. En restauración de pintura rupestre, cada lugar debería estar sometido a un exhaustivo estudio científico, previo a la intervención. Al igual que se debería llegar a un consenso de actuación entre los distintos miembros que conforman un proyecto de restauración de estas características.

La primera fase de un correcto procedimiento de intervención es la fase de documentación gráfica e inspección visual, en la que se elaboran mapas de daños y se realizan análisis del soporte mediante métodos no destructivos.

En la siguiente fase se pueden realizar procesos relacionados con la “conservación curativa” e intervenir directamente sobre los paneles. Iniciándose con la eliminación de polvo superficial mediante brochas suaves, en este paso se recomienda el uso de aspirador. Finalizada la primera fase mecánica de limpieza, se procede sistemáticamente a realizar una limpieza química en la que se utiliza agua.

Las primeras intervenciones realizadas, siguiendo este procedimiento de actuación, se realizaron en la Comunidad Valenciana y Andalucía en 1998²⁴⁰. Escasas son las publicaciones que hacen eco de este método de limpieza utilizado en las diferentes intervenciones de restauración. Solo en la revista *Panel*, a modo de breve anotación se explica el proceso de limpieza utilizado en la *Cueva del Engarbo II* (Jaén)²⁴¹. A partir de este artículo se pueden enumerar los materiales utilizados y los procesos realizados. En este caso la intervención consistió, según S. Rodríguez de Guzmán *et al.* (1998. p. 43):

“... en la eliminación por medios mecánicos de las numerosas capas de lechadas de cal... en las zonas de más alveolización se han utilizado buriles de punta muy fina y microesferas de polvo de diamante. En las superficies con menos relieves se han utilizado bisturís de diferentes medidas y corte... las zonas recubiertas por espesas capas de hollín se han realizado pruebas de limpieza por aplicación de carbonato de amonio en disolución saturada de agua. La gran cantidad de hollín graso... implica la repetición sistemática de la aplicación de carbonato de amonio...”²⁴².

Una vez revisadas las fuentes bibliográficas en las que se explican los procesos de restauración realizados en abrigos con pintura rupestre, se detecta cómo a lo largo de estos años se ha utilizado agua, en casi todas las fases que forman parte de una intervención en pintura rupestre. Es decir, desde que se iniciaba la fase de documentación del abrigo, pasando por las fases de limpieza química de los soportes, la consolidación de estratos, la realización de morteros y hasta la fase final de reintegración cromática con pigmentos, el agua es un elemento presente y fundamental para llevar a cabo cada una de estas actuaciones.

²⁴⁰ Intervenciones realizadas por el mismo equipo de restauradores.

²⁴¹ Intervención dirigida por la Dirección General de Bienes Culturales de la Junta de Andalucía.

²⁴² RODRÍGUEZ DE GUZMÁN SÁNCHEZ, S.; SANTANA FALCÓN, I. & MARTÍNEZ GARCÍA, J. La gestión del arte rupestre en Andalucía. Actuaciones en materia de protección y conservación. En revista *Panel 1*. Junta de Andalucía. Consejería de Cultura, 1998. p. 43.

De modo que, se puede afirmar que el agua es un elemento importante en los procesos de restauración de pintura rupestre. Pero en los documentos examinados, se hace referencia a este disolvente, indistintamente, sin precisar si se trata de agua con bajo contenido en sales, agua desmineralizada o agua destilada.

Recordemos como C. Berrocal (2005) hacía referencia al agua destilada, que utilizaba F. Gil Carles previamente a la realización de fotografías; durante el proceso de documentación gráfica de gran parte de abrigos que forman el Corpus de Arte Rupestre Levantino. Gil Carles, no es el único autor que nombra el uso del agua en los distintos procesos de intervención, E. Guillaumet (2000. pp. 111-112) hace referencia al uso del agua, en este caso, como:

“... L'aigua utilitzada en la neteja és la que es trova embotellada en els comerços, i es busca sempre la de menys contingut en sals. Un cop acabada la neteja, es cobreixen les zones on s'ha actuat amb paper cel.lulòsic impregnat en aigua desmineralitzada, que es retira un cop està completament sec...”

“... L'aigua normal diposita les sals és inevitable i l'aigua desmineralitzada dissol les sals superficials de la roca provocant-ne la cristallització a la superfície. ...” (Ibidem. p. 111).

L. Ballester (2003) hace referencia tanto al uso de agua embotellada con bajo o medio contenido en sales (*Ibidem.* pp. 162,146), como al agua desmineralizada o al agua destilada (*Ibidem.* pp. 102, 166) usada en el proceso de limpieza de las pinturas rupestres. Al igual que M. Doménech (2004: pp. 303-311) que hace referencia al uso de agua destilada en procesos de limpieza y aplicación de productos biocidas para la eliminación de líquenes en soportes pétreos con grabados prehistóricos.

Llegados a este punto, es fundamental hacer una reflexión sobre las consecuencias que el uso de este disolvente puede generar sobre las superficies rocosas. Concretamente sobre la superficie de roca calcárea. Se inicia esta reflexión con la identificación y clasificación de las distintas calidades de agua a las que se hace referencia en los distintos escritos. Ya que se puede distinguir entre diversos tipos de agua dependiendo de la pureza de ésta. La pureza se obtiene midiendo la cantidad de

materia extraña disuelta o dispersa en ella, es decir, por la cantidad de iones que ésta presente. Estas partículas hacen que el agua pueda ser conductible, y por lo tanto, a través de la conductividad se puede saber la cantidad de sales disueltas que contiene. De modo que, la conductividad del agua es inversamente proporcional a su pureza. Se puede distinguir entre agua corriente, agua desionizada, agua desmineralizada y agua destilada²⁴³. El agua corriente de uso doméstico posee una conductividad entre 500 a 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que el destilada tiene una conductividad de 0,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y el agua desmineralizada junto con la desionizada tiene una conductividad cercana a 0,05 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Todas ellas como se ha comprobado han sido utilizadas en los procesos de restauración de pintura rupestre.

En cuanto al agua corriente hay que determinar otro parámetro inherente a ésta, como es la "dureza". La dureza del agua es la variable que indica la concentración de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y otros compuestos solubles del calcio y el magnesio. A su vez la dureza total del agua es la suma de la dureza temporal y la permanente²⁴⁴. De modo que la dureza podrá rebajarse sustituyendo los iones calcio y magnesio por iones de sodio. Tal es así, que el agua con bajo contenido en sales solubles de calcio y magnesio es considerada *agua blanda* y si el contenido es alto se denomina *agua dura*²⁴⁵. Continuando con la caracterización, se define el agua desmineralizada como aquella a la cual se han eliminado los cationes (iones positivos); y el agua desionizada, aquella a la que se le han eliminado todos los iones, tanto los cationes (iones positivos), como los aniones (iones negativos). En último lugar el agua destilada es aquella que ha sido evaporada y después condensada por enfriamiento, con la finalidad de eliminar toda contaminación biológica y casi todas las impurezas químicas. Pero sin embargo ésta última constituye un poderoso disolvente, con la capacidad de disolver una importante cantidad de dióxido de carbono y contaminantes atmosféricos ácidos, en poco tiempo. Esto explica la frecuente acidez del agua destilada y la necesidad de neutralizarla posteriormente cuando se usa.

²⁴³ MUÑOZ, S.; OSCA, J. & GIRONÉS, I. Diccionario de materiales de la restauración. Akal, Madrid. 2014. pp. 31-35.

²⁴⁴ La dureza temporal es la que se elimina hirviendo y filtrando el agua, y la permanente, aquella que incluye los compuestos de calcio y magnesio restantes.

²⁴⁵ Se considera que un agua con un contenido en sales superior a 50 mg/l es dura; si el contenido es superior a 200 mg/l, se considera muy dura.

Una vez expuestas las características intrínsecas de cada tipo de agua, se analiza el uso que de ellas se ha realizado en procesos de intervención de pintura rupestre, a lo largo de estos años.

En principio cuando F. Gil Carles, utilizaba agua destilada para humedecer los soportes en la fase de documentación fotográfica (Berrocal, C.: 2005), seguramente pensando que ésta era menos dañina para la conservación de las pinturas que el agua corriente, pero en los años 70, ya se conocían los efectos que ocasionaban los *mojados* reiterados de agua sobre las pinturas.

En cuanto al uso del agua con bajo contenido en sales, E. Guillamet (2000. p. 111) confirma que abrigos recién descubiertos que no presentaban velos blanquecinos en superficie, al ser humedecidos para realizar su documentación experimentan un cambio por el que se generan estos velos. Aún así, E. Guillamet utiliza el agua en procesos de limpieza, en este caso, el agua embotellada (Tabla 5) con bajo contenido en sales²⁴⁶, considerada de mineralización débil, concretamente con los siguientes porcentajes de sales por mg/l (Tabla 6, en la que se detallan las propiedades químicas de estos elementos).

Tipo de agua	Mineral natural. Mineralización débil.
Manantial	<i>Sacalm</i> (San Hilario Sacalm-Girona)
Composición mg/l	
Sodio (Na)	11,9 mg/l
Flúor (F)	0,19 mg/l
Calcio (Ca)	35,5 mg/l
Potasio (K)	1,2 mg/l
Magnesio (Mg)	8,6 mg/l
Cloruros	13,0 mg/l
Bicarbonatos	144 mg/l
Sulfatos	15,8 mg/l
Nitratos	3,2 mg/l
Residuo seco	187 mg/l
Conductividad	280 µS/cm

Tabla 5. Información obtenida de la Web [en línea]: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Font_Vella. [Consultada el 14 de agosto de 2015].

²⁴⁶ El agua utilizada en la limpieza de las pinturas rupestres de *Cova Remígia*, fue agua mineral *Font Vella*, cuyo contenido en sales es bajo, respecto otras aguas embotelladas comerciales, de hecho por ello es considerada de mineralización débil.

Propiedades de los elementos químicos que componen el agua mineral natural de mineralización débil Procedente del manantial <i>Sacalm</i> (San Hilario Sacalm-Girona)					
NOMBRE	Sodio (Na)	Flúor (F)	Calcio (Ca)	Potasio (K)	Magnesio (Mg)
Nº atómico	11	9	20	19	12
Valencia	1	-1	2	1	2
Estado de oxidación	+1	-1	+2	+1	+2
Electronegatividad	0,9	4,0	1,0	0,8	1,2
Radio covalente (Å)	1,54	0,72	1,74	1,96	1,30
Radio iónico (Å)	0,95	1,36	0,99	1,33	0,65
Radio atómico (Å)	1,90	-	1,97	2,35	1,60
Configuración electrónica	[Ne] 3s ¹	1s ² 2s ² 2p ⁵	[Ar]4s ²	[Ar]4s ¹	[Ne] 3s ²
Primer potencial de ionización (eV)	5,14	17,54	6,15	4,37	7,65
Masa atómica (g/mol)	22,9898	18,9984	40,08	39,098	24,305
Densidad (g/ml)	0,97	1,11	1,55	0,97	1,74
Punto de ebullición (°C)	892	-188,2	1440	760	1107
Punto de fusión (°C)	97,8	-219,6	838	97,8	650
Descubridor	Sir Humphrey Davy en 1807	Moissan en 1886	Sir Humphrey Davy en 1808	Sir Humphrey Davy en 1808	Sir Humphrey Davy en 1808

Tabla 6. Información obtenida de la Web [en línea]: <http://www.lennetech.es/periodica/elementos/mg.htm> [Consultada el 14 de agosto de 2015].

El agua embotellada comercial, también fue utilizada en la limpieza de los soportes con pintura rupestre de *Cova Remígia*²⁴⁷. Según describe E. Guillamet (2000), tras la limpieza con agua de mineralización débil, se procede con un lavado de la superficie con agua desmineralizada. El agua de lavado, se aplicará a través de papel de celulosa hasta su secado total, para que las posibles sales disueltas que precipitan en superficie queden atrapadas en el papel. Este mismo proceso está detallado por (Ballester, L.: 2003. p. 162), quien mantiene que en la primera limpieza se utiliza agua embotellada de mediano contenido en sales, y no se utiliza “... *agua desmineralizada para evitar posibles efectos corrosivos en la superficie...*”. Además ésta se usará en la fase final de la limpieza “... *para eliminar posibles restos de sales solubles...*”. Ballester (2003. p. 102) también hace referencia en el capítulo (11.5. *Examen científico*) al agua destilada o desionizada:

“... *el uso del agua destilada o desionizada, es dañino, para la pinturas rupestres a pesar de la creencia de que es menos dañina o más suave,*

²⁴⁷ Fuente de la información G. Barreda, como técnico en restauración integrante del equipo de restauración que intervino en la restauración de las pinturas rupestres de *Cova Remígia* (Ares del Maestre-Castellón).

la realidad es que al atraer los iones sueltos que contiene la superficie provoca velos blancos y eflorescencias salinas, así como descamaciones y pérdidas...

Estas actuaciones, no sólo se llevaron a cabo en *Cova Remígia*, sino que en el abrigo de la *Galería Alta de Morella la Vella* (Castellón), se realizó la limpieza mediante:

“... agua destilada para ablandar las costras y concreciones blanquecinas, posteriormente se continuó con agua baja en sales mediante pinceles...”, y finalmente se realizó “... el lavado de la superficie con agua destilada y secado mediante algodón...”²⁴⁸.

En el caso del abrigo I de la *Sarga (Alcoy-Alicante)*, se utilizó: *“... agua de baja carbonatación...”²⁴⁹.*

Además del uso de agua para la limpieza de la suciedad superficial y los velos blanquecinos, a lo largo de la historia de la restauración de la pintura rupestre, también se ha hecho uso de ésta, para la eliminación de *costras biológicas*, con ayuda de medios mecánicos y un posterior *“... secado con alcohol para evitar la aportación de humedad, caldo de cultivo para futuros ataques...”²⁵⁰.*

En alguna ocasión, como en el *Panel I del abrigo II de la Sarga (Alcoy-Alicante)* se han utilizado empacos de bicarbonato de amonio para la *“... limpieza en zonas con costras carbonosas, producidas por la acción del fuego...”²⁵¹.* Pero el documento donde se afirma el uso de este material, no determina el protocolo de actuación, es decir, no especifica ni el tiempo de contacto del empaco con la superficie, ni el lugar concreto de su aplicación, ni el tipo de material sustentante²⁵² utilizado, ni el resultado obtenido, tan solo afirma que: *“... ha dado resultados satisfactorios en algunos*

²⁴⁸ *Ibidem.* p. 166.

²⁴⁹ *Ibidem.* p. 170.

²⁵⁰ *Ibidem.* p. 173.

²⁵¹ *Ídem.*

²⁵² Material con la capacidad para retener líquidos, lo que permite mantenerlos en contacto con la superficie más tiempo, evitando abusar de la acción mecánica. Entre ellos: Fibra de celulosa, arcillas, papel japonés, cera.

casos,...”, sin especificar científicamente el tipo de inconvenientes a los se ha tenido que hacer frente. El uso del bicarbonato de amonio también fue aplicado en la *Grande Grotte d’Arcy* (Arcy sur Cure-Francia) para la eliminación de las concreciones calcáreas aunque fue desestimado porque resultó un método difícil de controlar²⁵³.

En este caso, el bicarbonato de amonio se usó junto a otros materiales en la papeta AB 57. La papeta AB57, es una de las soluciones quelantes más utilizadas en el campo de la restauración de pintura mural y materiales pétreos de tipo calcáreo. La primera comunicación que refleja el uso de esta fórmula fue con motivo del *5th Meeting ICOM-Conservation*, realizado en Zagreb en 1978. Dicha papeta fue formulada por el *Istituto Centrale per il Restauro* (I.C.R) de Roma, ex profeso para la limpieza de superficies pétreas y murales, cuando presentan costras de sulfatos, de carbonatos o depósitos biológicos. La composición consta de los siguientes componentes²⁵⁴:

- 1000 cc. de agua.
- 30 g de bicarbonato de amonio.
- 50 g de bicarbonato de sodio.
- 10-25 g de Desogen al 10%.
- 6 g de carboximetilcelulosa²⁵⁵.

Siendo ésta la receta original, con el tiempo ha ido adaptándose a las necesidades específicas del restaurador. Según la suciedad que se desee eliminar, la receta varía considerablemente de componentes. La adición del quelante EDTA,

²⁵³ *Ibidem*. p. 174.

²⁵⁴ Para mayor información consultar: MORA, P. & L.; PHILIPPOT, P. *Conservation of Wall painting*. 1ª ed. London: Butterworths, 1984. pp. 342-343, y RODRÍGUEZ SERRANO, M. *Limpieza Superficial de Pintura de Caballete Mediante Soluciones Acuosas de EDTA*. Tesis de Master en conservación y restauración de Bienes Culturales, 2008. p. 22. Este último hace referencia al uso de esta fórmula en procesos de limpieza en superficies pétreas.

²⁵⁵ Según el CATÁLOGO GENERAL C.T.S. España S. L. Productos, equipos e instalaciones al servicio de la restauración, 2014. p. 64. La carboximetilcelulosa es: *Sal sódica soluble en agua, con la cual forma un empaste de alta densidad y con elevadísimas propiedades de retención, e insoluble en disolventes orgánicos. La Carboximetilcelulosa se utiliza en la preparación de papetas de limpieza para superficies pétreas y frescos, a las cuales confiere propiedades tixotrópicas y condensantes; la papeta de limpieza química más conocida en la cual se utiliza la CMC es la AB 57 (formulación del I.C.R. de Roma). Descripción química: sal sódica del ácido glicólico de la celulosa (Na CMC). Aspecto: polvo blanco-beige. Peso específico: 0,6 ± 0,1 kg/l a 20°C. pH: 10 en solución acuosa al 1%. Viscosidad al 5% en agua: 6000-8000 m Pas (a 20°C). Granulometría: < 0,18 mm (97% min.).*

estaba destinado a casos localizados con presencia de carbonatos y óxidos, pero con el tiempo la suma de este componente se ha generalizado, ya que acelera la acción de la papeta²⁵⁶. Además, tras la eliminación de las costras de carbonato de calcio, se produce una recarbonatación de la superficie, debido a las repetidas infiltraciones de agua que penetran en el interior del soporte, y se genera el transporte de hidróxido de calcio hacia el exterior provocando la nueva recarbonatación en superficie. Este fenómeno origina una capa blanquecina superficial que genera opacidad en los pigmentos²⁵⁷. Esta formulación de la papeta AB57 presenta un pH cercano a 7,5, en limpiezas de superficies pétreas se recomienda no sobrepasar un pH 8, por ello deben añadirse cantidades mayores de sales de amonio y sodio²⁵⁸, para alcanzar el pH recomendado.

En la receta propuesta por Botticelli, G. (2006), se añade un tensoactivo como es el Desogen al 10%, quien además, recomienda agregar otros componentes según el material que se desee eliminar, tales como: quelantes, fungicidas, tensoactivos u otros²⁵⁹. Esta fórmula, aún habiéndose utilizado mucho en el pasado, presenta inconvenientes, añadidos a la acción quelante del EDTA, que deben tenerse en cuenta. Uno de ellos, es el uso de la carboximetilcelulosa (CMC) añadida como sustentante. Este producto es un derivado iónico obtenido por la reacción entre la celulosa y el monocloroacetato de sodio. Presenta dificultad para ser retirado, haciéndose necesaria gran cantidad de agua y una persistente acción mecánica; ya que el producto es un gel viscoso muy pegajoso. Otra desventaja, cuando es usado como sustentante en procesos de limpieza de pintura mural o piedra, es la formación de compuestos insolubles en presencia de cationes divalentes (M^{2+}) y trivalentes (M^{3+}). Aplicado sobre soportes que contengan sulfatos o subproductos de oxidación de metales, tales como el hierro o el cobre, se origina la formación de complejos entre CMC-Metal insolubles de difícil eliminación²⁶⁰. Además de la CMC y el EDTA, la fórmula de la papeta AB57, contiene bicarbonato de sodio, cuya función es facilitar el desprendimiento de la costra de carbonato. Se caracteriza por no volatilizar

²⁵⁶ Para mayor información consultar: BOTTICELLI, G. & BOTTICELLI, S. *Lezioni di restauro. Le pitture murali*. Ed. Centro Di, 2006. p. 113.

²⁵⁷ *Ídem*.

²⁵⁹ BOTTICELLI, G. & BOTTICELLI, S. *Op. cit.* 2006. p. 111.

²⁶⁰ BORGIOLO, L. & CREMONESI, P. *Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome*. Ed. Il prato, 2005. pp. 161-162.

completamente, pudiendo quedar residuos activos que en condiciones medioambientales favorables pueden provocar cristalización de sales²⁶¹.

Vistos todos los inconvenientes que presenta el método de limpieza con papeta AB57, G. Botticelli desaconseja su uso tanto para pintura mural como para superficies pétreas, especificando que sólo se empleará en casos señalados de suma necesidad²⁶². Como se ha señalado en pintura rupestres se ha utilizado para la eliminación de costras negras, concretamente se hizo uso en el *Abric de la Sarga* (Alcoy-Alicante). En este caso se desconoce la información técnica del proceso seguido para su aplicación, información fundamental ya que el bicarbonato de amonio puede ser aplicado mediante diferentes sustentantes²⁶³. Tan sólo se reseña que la aplicación se efectuó por medio de empacos, probablemente usando Arbocel® (pulpa de celulosa). Se desconoce si se utilizó papel japonés como filtro, entre el soporte y el empaco. En este caso el bicarbonato de amonio se utilizó para facilitar el desprendimiento de la costra que ocultaban las pinturas. El método del empaco permite realizar una limpieza homogénea y gradual. Esta operación necesita un requisito fundamental que es el uso de un material sustentante, que tiene la capacidad de absorber, retener y ceder humedad lentamente, sin interferir químicamente con el soporte. La elección de un sustentante u otro puede interferir en el resultado de la limpieza, si se utiliza Arbocel® de fibra larga puede ocurrir que se generen vacíos entre el bicarbonato y el soporte, generando irregularidad en la limpieza. En cambio, si se usa sepiolita, ésta puede colorear ligeramente la superficie donde se aplique, incluso aunque se interpusiera papel japonés²⁶⁴.

Otro proceso de actuación o intervención (hoy en día puesto en discusión), es el tratamiento aplicado a las coladas activas que generan las costras de carbonato

²⁶¹ BOTTICELLI, G. & BOTTICELLI, S. *Op. cit.* 2006. p. 112.

²⁶² *Ibidem*, p. 113.

²⁶³ Los sustentantes pueden ejercer variaciones en cuanto al resultado de la operación de limpieza. Éstos pueden ser: de pulpa de papel como el Arbocel®, compuesto por fibras de celulosa, de naturaleza hidrófila, que poseen la capacidad de retener agua sin disolverse, además de poder absorbente. Según la longitud de las fibras de celulosa varía la retención de agua. En el mercado existen una gran variedad, pero los más habituales en el campo de la restauración son: *Arbocel BC 1000®* (longitud media de las fibras 700 µ), *Arbocel BC 200®* (longitud media de las fibras 300 µ) y *Arbocel BWW 40®* (longitud media de las fibras 200 µ). Otra alternativa al Arbocel es la sepiolita, o simplemente el papel japonés. La sepiolita es una arcilla (silicato de magnesio hidratado), con propiedades soportantes y absorbentes. También se pueden utilizar el *Arbocel* y la sepiolita mezclados entre sí.

²⁶⁴ BOTTICELLI, G. & BOTTICELLI, S. *Op. cit.* 2006. pp. 104-105.

cálcico, que suponen un gran problema para la conservación de las pinturas rupestres, porque la actividad de éstas, termina por sellar los paneles, llegando a cubrir los motivos pictóricos por completo. Una técnica utilizada para evitar este proceso, es el método del desvío de las coladas mediante la aplicación de "... *burletes de silicona, en las cornisas de los abrigos...*"²⁶⁵. Estos burletes originan un desvío en la trayectoria natural del agua, orientándola hacia otros puntos (Ballester, L.: 2003. p. 155):

"... *La aplicación de silicona en estos tratamientos está avalada por su perfecto comportamiento de impermeabilidad, reversibilidad y no aportación de material orgánico que podría favorecer ataques biológicos...además, el producto aplicado posee un tratamiento biocida...*"

Los productos utilizados en restauración de material pétreo deben poseer unas determinadas características y entre ellas no deben provocar impermeabilidad, para no modificar las características de la red porosa de la roca. Por ello, los tratamientos de consolidación estructural de la roca se realizan con materiales inorgánicos compatibles con la naturaleza compositiva de la roca. Según otros autores²⁶⁶, se usan morteros de cal apagada y arena volcánica (puzolana) para fijar fragmentos de piedra calcárea en riesgo de desprendimiento así como el sellado de fisuras. La adición de puzolanas a los morteros les confiere una mayor resistencia a los agentes atmosféricos, y por ello son adecuadas para restauraciones de pinturas murales en exteriores²⁶⁷.

Otros productos utilizados para realizar consolidaciones estructurales a los que se hace referencia (Ballester, L.: 2003), son los morteros comerciales de cal hidráulica *Lafarge®*²⁶⁸, *PLM®*²⁶⁹ o mortero de cal²⁷⁰ y arena volcánica²⁷¹ (puzolana) realizados

²⁶⁵ BALLESTER, L. *Op. cit.* 2003. p. 153.

²⁶⁶ Para mayor información consultar: GUILLAMET, E. "Intervencions de conservació-restauració en pintura rupestre". En: *Cota Zero, revista d'Arqueologia i Ciència*, nº. 16. Barcelona: Editorial Eumo, 2000. p. 114.

²⁶⁷ MATTEINI, M. & MOLES, A. La química en la restauración: los materiales del arte pictórico. Ed. NEREA, Vol. 7. 2001. pp. 338-339.

²⁶⁸ No especificando qué tipo de cal hidráulica *Lafarge®* se utilizó, ni tampoco su NHL. Para mayor información consultar norma AENOR. *Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad*. UNE-EN 459-1. Madrid: AENOR, 2011. p. 21.

²⁶⁹ No especifica que tipo de mortero *PLM®* se utilizó, este dato es una referencia muy importante, ya que existen varios tipos con características diversas. Los morteros *PLM®*, son morteros comerciales, cuya formulación idearon el matrimonio Paolo y Laura Mora. Actualmente se comercializan seis tipos: *PLM-A, AL, I,*

con agua embotellada de baja aportación de sales y aunque L. Ballester, mantiene que el uso de cementos artificiales no es recomendable por su alto contenido en sales solubles, justifica su utilización en casos en los que estructuralmente la superficie pétreo esté muy dañada. Defiende el uso del “... cemento blanco, por su conocida elevada resistencia en refuerzos de fábrica, fácil inyección y su estabilidad ante los agentes atmosféricos...”²⁷². Aunque al no especificar el tipo de cemento blanco utilizado, dificulta el estudio y la correcta conservación de la misma por falta de datos técnicos.

El cemento fue utilizado en el siglo XX habitualmente en el ámbito de la construcción y poco a poco fue introduciéndose en el campo de la restauración. En el pasado se utilizó para realizar consolidaciones en pintura mural con resultados generalmente negativos debido a las sales solubles en su composición, además de generar excesiva fuerza de cohesión creando tensiones en las zonas de unión. Los procesos de fraguado del cemento son complejos, en general se produce una fase inicial con cierta rapidez, pero hasta alcanzar el fraguado completo, en ocasiones, se precisan largos periodos de tiempo. Comparándolos con la cal apagada (hidróxido cálcico), los cementos generan mecanismos totalmente distintos. Mientras que con la cal el fraguado se produce por la carbonatación de los hidróxidos, en los cementos se produce por una hidrólisis e hidratación de los componentes anhidros, generando micro-formaciones filamentosas en estado gelatinoso poco solubles, que se “suedan” entre sí. Comportamiento al que se debe la fuerte cohesión y adhesión. El cemento se introdujo en procesos de consolidación de pintura mural para la realización de morteros bastardos realizados a base de cal y cemento, con el objetivo de intentar mejorar la baja resistencia mecánica de la cal y sus largos procesos de fraguado. Los

M; S y SM®, cada uno de ellos se utiliza para un determinado procedimiento de consolidación. Para mayor información consultar [en línea] Web: <http://www.ctseurope.com>. [Consultada 08/05/2015].

²⁷⁰ En la preparación de los morteros no especifica el tipo de cal utilizada. Respecto al uso de la cal para mayor información consultar: ZALBIDEA MUÑOZ, M^a A. La cal, aglomerante en los morteros tradicionales. En *EcoHabitar*. Revista trimestral de bioconstrucción, permacultura y vida sostenible. V, 2007. pp. 28-30.

²⁷¹ *Ídem*. Las puzolanas, cuyo origen proviene de las canteras de Pozzuoli (Nápoles), son unos materiales de origen volcánico compuestos esencialmente por sílice y alúmina (con menor cantidad de óxidos de hierro). A causa de su origen son muy reactivas, confiriéndoles un sistema poco estable. La reactividad de las puzolanas se manifiesta principalmente cuando se mezclan con cal o cemento, materiales que interaccionan formando compuestos de tipo hidráulico y que presentan una resistencia muy elevada.

²⁷² BALLESTER, L. *Op. cit.* 2003. p. 145.

resultados del uso de los morteros bastardos fueron reveladores, pero con el tiempo resultaron ser decepcionantes, porque provocaron un notable empeoramiento de los estratos estructurales, donde fueron aplicados. El uso del cemento es potencialmente peligroso por su alta resistencia a la compresión, factor que en un principio supuso una ventaja, pero que con el tiempo ha generado problemas debido a los ciclos de cristalización y/o hidratación de la cantidad de sales solubles que contiene. Su tendencia a la contracción es la responsable de la rotura y el desprendimiento del mortero de cemento respecto a la superficie sobre la que se aplica, en este caso el soporte pétreo. Es cierto que no existen normas en cuanto a la preparación de morteros destinados a la reconstrucción de morteros antiguos. Pero existe unas premisas indiscutibles: el uso de morteros exentos de sales solubles, elaborados con productos no nocivos que ofrezcan menor resistencia que el material original. Se recomienda que la composición de los materiales utilizados en la restauración sea similar a la de los componentes del material original. Por lo tanto, quedan excluidos por la comunidad técnico-científica, el uso de cementos como material consolidante debido a:

- la excesiva dureza.
- que no confiere elasticidad a la mezcla.
- que genera retracciones mecánicas muy diferentes al original.
- que aporta exceso de sales solubles a la obra. El cemento contiene aluminatos que en contacto con el yeso forman la etringita o sal de Candlot²⁷³, una sal altamente expansiva.

Su uso también es desaconsejado por L. y P. Mora y P. Philippot (2001), quienes mantienen que el empleo de éste como consolidante, puede provocar graves alteraciones además de dificultades para eliminarlo. El uso de cemento para refuerzo

²⁷³ Se recomienda la lectura del artículo: SARSALE, R. Malte per il restauro di opere d'arte antiche. En *Storia dell'Ingegneria*. Atti del 2º Convegno Nazionale. Napoli, 7-8-9 aprile, 2008. pp. 432-441. La etringita o también llamada Sal de Candlot, es el aluminato tricálcico fruto de la reacción entre el aluminato cálcico y el sulfato cálcico, cuya principal característica es que se trata de una sal disruptiva extremadamente expansiva del orden del 227% que favorece la disgregación y el desmoronamiento del revestimiento aplicado.

de bordes en las lagunas provoca una concentración elevada de sales y como consecuencia la disgregación de la zona²⁷⁴.

Principalmente por estos factores, en la actualidad, se ha abandonado su empleo en restauración de bienes de patrimonio cultural, relegando su uso expresamente al sector de la construcción²⁷⁵. Estos morteros realizados con cemento blanco se han utilizado en abrigos como el de *Val del Charco del Agua Amarga* (Alcañiz-Teruel), en esta ocasión se usó en proporción 1:1:6 (cal, cemento blanco y arena puzolánica)²⁷⁶.

Además Ballester (2003), también hace referencia al uso de varillas de acero inoxidable para el anclaje de placas desprendidas, adheridas con resina epoxi²⁷⁷:

*“... esta resina fue utilizada por su elevada adhesividad obteniendo resistencias a compresión elevadas y aunque está comprobado que tiende a amarillear por degradación térmica y fotoquímica, el hecho de introducirla profundamente en la superficie pétreo, no creaba ningún tipo de problema...”*²⁷⁸

Aparte de los inconvenientes que genera el cemento, se detecta el uso de resinas epoxi, consideradas sustancias de elevada dureza e irreversibilidad una vez polimerizadas, factores que les confiere un uso muy restringido en procesos de consolidación²⁷⁹. A esto se une el fuerte amarilleamiento que sufren al envejecer tanto expuestas a la luz como en la oscuridad²⁸⁰.

En cuanto a la fase de consolidación superficial en pintura rupestre, son pocas las referencias que existen sobre el tema, pero al realizar una revisión bibliográfica se

²⁷⁴ MORA, P. & L.; PHILIPPOT, P. La Conservazione delle Pitture Murali. II Edizione, Editrice Compositori. Bologna, 2001. p. 228.

²⁷⁵ Para mayor información consultar: MATTEINI, M. & MOLES, A. La química en la restauración: los materiales del arte pictórico. Ed. NEREA, Vol. 7. 2001. p. 337-338.

²⁷⁶ BALLESTER, L. *Op. cit.* p. 146.

²⁷⁷ Las resinas epoxídicas han sido consideradas los adhesivos por excelencia, pero presentan algunos inconvenientes para su uso en restauración: su resistencia a la tracción entre 400Kg/cm², elevada resistencia al envejecimiento, elevada rigidez, buena resistencia ante la acción de agentes químicos y al biodeterioro, irreversible y fuerte amarilleamiento con el paso del tiempo.

²⁷⁸ *Ibíd.* p. 149.

²⁷⁹ MATTEINI, M. & MOLES, A. La química en la restauración: los materiales del arte pictórico. Ed. NEREA, Vol. 7. 2001. p. 232.

²⁸⁰ BORGIOLO, L. & CREMONESI, P. Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome. Ed. Il prato, 2005. p. 168.

detecta el uso sistemático de resinas acrílicas, desde el inicio de las primeras intervenciones hasta las más recientes, como la realizada en 2010 en Ayora (Valencia) en el *Abrigo de Tortosilla*²⁸¹. En este caso se constata el uso de las resinas sintéticas para la consolidación, pero no se especifica qué producto de origen acrílico se utilizó.

El uso de resinas orgánicas es justificado por tratarse de sustancias consideradas estables, resistentes y que al ser aplicadas en bajas concentraciones no provocan impermeabilidad en la pared rocosa, además de ser difícilmente atacables por microorganismos. En otros documentos anteriores (Ballester, L.: 2003. pp. 140, 159) sí que especifica la resina acrílica utilizada, se trata de *Paraloid B72*®. En dicho documento aboga por el uso de polímeros sintéticos por tratarse de productos reversibles y por su óptimo comportamiento al envejecer, pero deben aplicarse en porcentajes mínimos, recomendándolo para realizar tratamientos de consolidación de soportes calizos pulverulentos y disgregados quedando demostrada, según Ballester: “... su buena reversibilidad, permanencia de las características ópticas al envejecimiento y resistencia al atacable por microorganismos...”. Su uso a bajas concentraciones “... permite mantener las características geológicas de la roca...”. Se diluye en disolventes aromáticos como el xileno o tolueno (Ballester, L.: 2003. pp. 159,149). Los abrigos de La Valltorta donde se ha utilizado este producto para llevar a cabo tratamientos de consolidación son entre otros: la *Cova del Cavalls* (Tírig-Castellón), pero no se hace referencia con exactitud dónde fue aplicado y a qué concentración. Tan sólo detalla que se utilizó *Paraloid B72*®²⁸² disuelto en xileno, ya que mejora la penetración en el soporte pétreo respecto a su disolución en acetona.

Otras investigaciones dedican parte de su estudio a tratamientos de consolidación en pinturas rupestres, es el caso de H. David (2008) que realiza un estudio experimental con diversos consolidantes, entre ellos: *Paraloid B72*® (al 3% en tolueno), *Primal AC33*® (al 3% en agua destilada), *Estel 1000*®²⁸³ (sin diluir) y agua de

²⁸¹ Para mayor información consultar el artículo: MARTÍNEZ VALLE, R.; GUILLEM CALATAYUD, P. M. & BALLESTER CASTAÑ, L. Los abrigos de Tortosilla. Una nueva visión tras los trabajos de conservación preventiva. En Actas de las Jornadas: Abrigo de Tortosilla 100 aniversario de su descubrimiento. Primer hallazgo de Arte Rupestre de la Comunidad Valenciana. Ayora 14-16 de Octubre de 2011. p. 84.

²⁸² BALLESTER, L. *Op. cit.* pp. 139-159.

²⁸³ Resulta extraño la selección de este material, ya que el *Estel 1000*® es un producto especialmente indicado para tratamientos de consolidación y pre-consolidación de materiales pétreos de naturaleza silíceo, ladrillo e intónacos degradados, a base de silicato de etilo en solución en White Spirit D40. Para más información, consultar [en línea] Web: <http://www.ctseurope.com/es/scheda-prodotto>. [Consultada 04-02-2015].

cal (hidróxido cálcico sin especificar la marca comercial ni el tiempo de apagado), aplicados sobre roca de origen calcáreo. H. David, hace una selección de consolidantes, entre los cuales dos son de naturaleza acrílica, a pesar de detallar que²⁸⁴:

“Los materiales tradicionales como las colas naturales, resinas o ceras tienen el inconveniente de atraer a los microorganismos, cuyas esporas están presentes en el ambiente de los sitios arqueológicos. La mayoría de los materiales sintéticos, tampoco son indicados, ya que al penetrar en la piedra pueden alterar la porosidad y crear películas impermeables, cambiando las propiedades de las rocas al impedir el tránsito del vapor de agua.”

Una vez realizadas la indagaciones tras los distintos ensayos aplicados, H. David (2008) llega a la conclusión que los mejores resultados obtenidos en cuanto al poder de adherencia de la capa pictórica al substrato rocoso son los consolidantes: *Paraloid B72®*, *Primal AC33®* y *Estel 1000®*, mientras que el agua de cal no presenta buenos resultados en cuanto a fijación²⁸⁵.

El uso de las resinas acrílicas en la restauración se inició en 1932. Las primeras aplicaciones del *Paraloid B72®* en restauración de bienes culturales, se realizaron en 1950, pero no será hasta 1961 cuando L. Mora y P. Philippet del *Istituto Centrale di Restauro* (ICR) de Roma, inician los experimentos aplicando esta resina como fijativo en procesos de consolidación de pintura mural al fresco. Durante los años 60 se continuó utilizando en distintas intervenciones pero en los años 70, su uso se traslada a todos los campos de la restauración, es utilizado en: la formulación de barnices, médium para pigmentos, consolidante para piedra, etc. En 1977, Paolo y Laura Mora y Paul Philippet hacen valoraciones positivas de esta resina²⁸⁶, Gianluigi Colalucci (según BONSANTI, G.: 2005. p. 50) afirma que el *Paraloid B72®* es “...

²⁸⁴ DAVID, H. “Contribución a la Conservación del Arte Rupestre Prehistórico”. Tesis doctoral inédita. Universitat Politècnica de València, 2008. p. 89.

²⁸⁵ *Ibidem*. p. 323.

²⁸⁶ En *La Conservacion des Peintures Murales*, 1977.

incolore, inalterabile e reversibile...”. Tanto es así, que entre 1969 y 1999, se publicaron alrededor de 90 artículos sobre el uso del *Paraloid B72®* en pinturas murales. Pero en 2006 se dan a conocer, en el *Congreso IIC* de Munich, los primeros estudios relacionados con los problemas referentes a su uso en ambientes húmedos y sujetos a variaciones termohigrométricas.

En general, cuando se aplica un consolidante sobre una superficie porosa, la remoción de este nunca podrá ser total. Pero los productos acrílicos han demostrado, con el paso del tiempo, un aumento de la polaridad con la consiguiente necesidad de utilizar, para conseguir su remoción, mezclas en las que se debe aumentar la polaridad como: alcohol-acetona o DMSO (dimetilsulfóxido); además de verse afectada su estabilidad química provocando la despolimerización.

Publicaciones posteriores han demostrado que el comportamiento de los consolidantes debe estudiarse sobre obra real, no ceñirse solo a pruebas de laboratorio. Con ello se ha demostrado que el *Paraloid B72®*²⁸⁷, ni es incoloro, ni es inalterable; ya que se altera su estructura polimérica produciéndose reticulación, no siendo reversible²⁸⁸, porque cuando este polímero se intenta eliminar, presenta problemas para su remoción una vez que éste polimeriza, así como una elevada alteración cromática y acidez (entorno a pH 4.7)²⁸⁹. Es discutible su resistencia a ser atacado por microorganismos, ya que algunas fuentes (Amoroso, G.: 2002) confirman la alteración y degradación del *Paraloid B72®* por éstos²⁹⁰. En estudios recientes (Barreda, G.: 2012) realizados sobre el comportamiento de este consolidante aplicado sobre soporte pétreo de origen calizo, se observó que en las superficies tratadas con *Paraloid B72®* se producía acumulación irregular de la resina, provocando una acumulación excesiva del producto en determinadas zonas, ocasionando de este

²⁸⁷ BONSANTI, G. Le Resine Acriliche sulle Pitture Murali. Cesmar 7. Thiene (Vi) 2005. pp. 47-52.

²⁸⁸ LANFRANCHI, M. Le Resine Acriliche sulle Pitture Murali. Cesmar 7. Thiene (Vi) 2005. p. 77.

²⁸⁹ BENSI, P. Le Resine Acriliche sulle Pitture Murali. Cesmar 7. Thiene (Vi) 2005. p. 82.

²⁹⁰ Para mayor información consultar: AMOROSO, G. G. Trattato di scienza della conservazione dei monumenti. Etica della conservazione, degrado dei monumenti, interventi conservativi, consolidanti e protettivi. Firenze: Alinea editrice s.r.l., 2002. pp. 192-193. A su vez este autor referencia a: KRUMBENIN, W. E. *et al.* Interactions of microbes with consolidants and biocides used in the conservation of rocks and mural paintings, Conservation of stone and other materials, RILEM-UNESCO, París, 1993. pp. 589-596. Y PETERSEN, K. *et al.* Aspects of biocide application on Wall-paintings-report on Eurocare Project EU 489 biodecay, Conservation of stone and other materials, RILEM-UNESCO, París, 1993. pp. 597-604.

modo permeabilidad al vapor de agua (ver Figuras: 240 y 241). Con el paso del tiempo las partes que presentan mayor acumulación sufrirán un envejecimiento desigual con respecto al resto de la superficie.

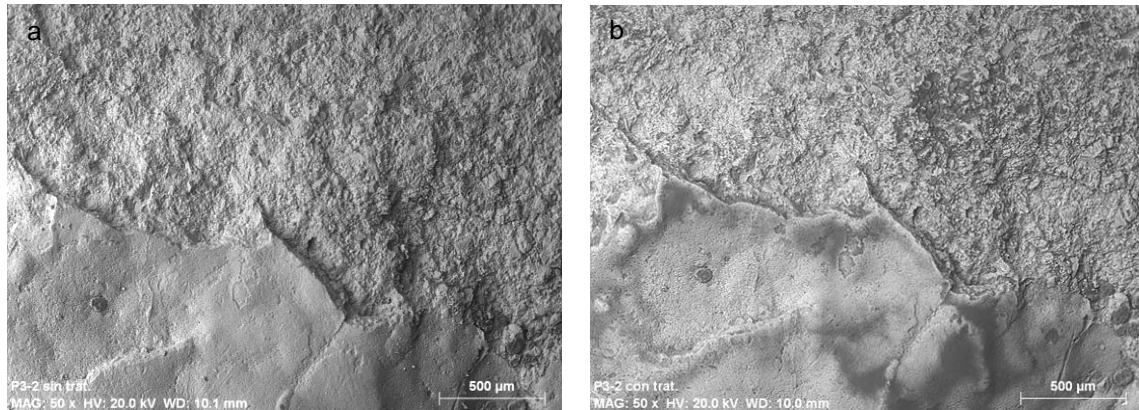


Figura 240 (a, b). Imágenes SEM-EDX del efecto del Paraloid B-72® sobre roca calcáreo-dolomita procedente del Abric de Pinos. a) Probeta sin tratar. b) Probeta con dos capas de Paraloid B-72® al 3% en Acetona aplicado a pincel.

Imágenes extraídas de: Barreda, G. "Investigación de tratamientos de consolidación del soporte rocoso en el Abric de Pinos (Benissa-Alicante)". 2012. p. 40.

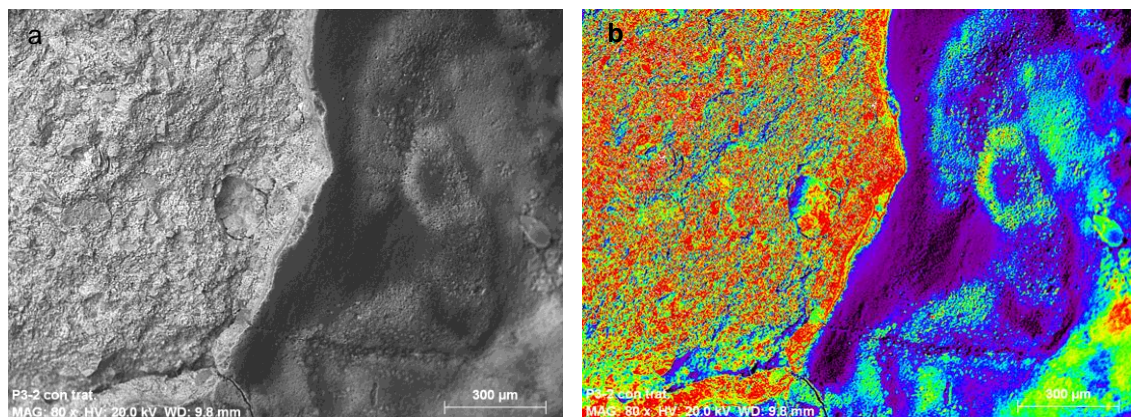


Figura 241 (a, b). Imágenes SEM-EDX del efecto del Paraloid B-72® sobre roca calcáreo-dolomita procedente del Abric de Pinos. a) Distribución de la resina (Paraloid B-72®) sobre la superficie pétreo. b) Imagen a falso color muestra, de forma orientativa, la acumulación de resina (zonas de tonalidad azulada y morada).

Imágenes extraídas de: Barreda, G. "Investigación de tratamientos de consolidación del soporte rocoso en el Abric de Pinos (Benissa-Alicante)". 2012. p. 41.

Además se detectó (Barreda G.: 2012) que el Paraloid B72® generaba formación de burbujas (ver Figura 242), durante el proceso de secado debido a la

rápida evaporación del disolvente, aunque este fenómeno dependerá de múltiples factores tales como: el modo de aplicación, la concentración en la que se encuentre disuelta la resina y también el disolvente utilizado.

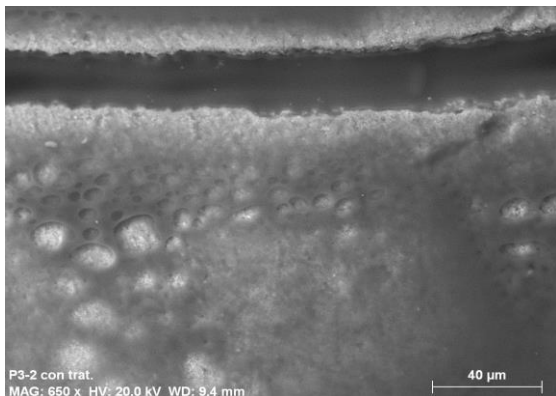


Figura 242. Imagen SEM-EDX del efecto del Paraloid B72[®] sobre roca calcáreo-dolomita procedente del *Abric de Pinos*. (2 capas de Paraloid B-72[®]), detalle de la acumulación excesiva de la resina en las microfisuras y formación de burbujas, probablemente debidas a la rápida evaporación del disolvente.

Imagen extraída de: Barreda, G. "Investigación de tratamientos de consolidación del soporte rocoso en el *Abric de Pinos* (Benissa-Alicante)". 2012. p. 40.

También se comprobó que el comportamiento mecánico se vio afectado de forma diferencial, ya que se crean tensiones en el interior del material pétreo que desencadenan en alteraciones en forma de fracturas y desprendimientos (ver Figura 243).

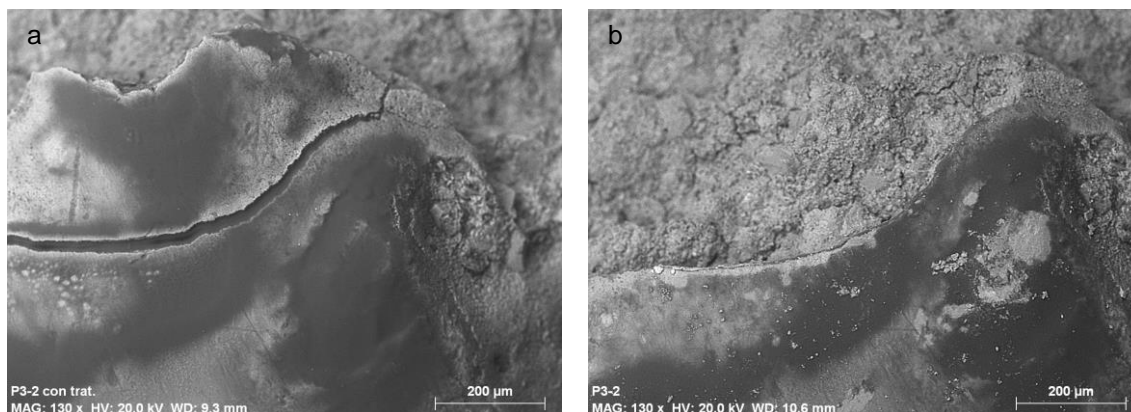


Figura 243 (a, b). Imágenes SEM-EDX del efecto del Paraloid B-72[®] sobre roca calcáreo-dolomita procedente del *Abric de Pinos*, tras ser sometida a 15 ciclos de cristalización de sales. A) Superficie pétreo con la aplicación de dos capas de consolidante. B) Probeta tras ser sometida a la cristalización de sales. Se observa desprendimiento de material pétreo coincidiendo con la grieta (donde se acumulaba gran cantidad de Paraloid B-72[®]) y de pérdida soporte.

Imagen extraída de: Barreda, G. "Investigación de tratamientos de consolidación del soporte rocoso en el *Abric de Pinos* (Benissa-Alicante)". 2012. p. 53.

Este comportamiento se detectó tras haber sometido las probetas al ensayo de cristalización de sales, a través del cual se pudo observar cómo se efectuaban cambios estructurales en la superficie pétreo en forma de disgregación, rotura y pérdida del soporte. En cuanto al aspecto visual de la superficie, se detectó que en las zonas con acumulación de consolidante se modificaba el cromatismo de la roca con respecto al estado inicial, mostrando un aspecto plastificado.

De igual modo ocurre con el *Primal AC-33®*, que comienza a utilizarse en 1953, comercializado por *Rohm and Haas Company*²⁹¹. Se convierte en la emulsión acrílica más estudiada y utilizada en el mundo de la restauración. Durante los años 1960 y 90, se utilizó tanto como adhesivo, como aditivo en morteros, y como fijativo, con los mismos límites e intenciones que el *Paraloid B72®*. Tras 47 años de uso, en el año 2000 deja de comercializarse y en consecuencia de utilizarse.

En base a estos antecedentes y estudios realizados sobre los resultados del uso de las resinas acrílicas, se desaconsejó su uso en pintura mural; por ello se considera más que razonable descartarlas también para ser utilizadas en consolidación de pintura rupestre, más si cabe, debido a la singular y compleja circunstancia de conservación que presentan estos enclaves prehistóricos.

Una vez expuesta la situación actual se detecta, todavía hoy día, el uso de consolidantes de origen acrílico en consolidación de pintura rupestre, hecho que demuestra cierta contrariedad respecto a los numerosos estudios en los que se han obtenido resultados que desaconsejan su uso, abogando por la aplicación de consolidantes de origen inorgánico²⁹², más adecuados a la naturaleza de soporte pétreo. Resulta paradójico que no se desaconseje su empleo en restauración de pintura rupestre, aún conociendo la existencia de nuevos productos surgidos en los últimos años encaminados a la utilización de materiales nanoparticulados a base de hidróxidos de cal en procesos de consolidación. Estas pesquisas han inducido al

²⁹¹ *Rohm and Haas Company*, empresa americana relacionada con el sector químico fundada en 1909.

²⁹² ÓSCA PONS, J. "El empleo de consolidantes inorgánicos y organosilíceos como alternativa a los consolidantes orgánicos". En: *Actas del Seminario sobre restauración de pinturas murales. Tratamientos y metodologías de conservación de pinturas murales*. Aguilar de Campoo (Palencia): Editado por Fundación Santa María la Real-C.E.R. Diciembre 2005. Aguilar de Campoo (Palencia), 20-22 de julio 2005. pp.10-47. La utilización de resinas termoplásticas como son las vinílicas y acrílicas, o las termoestables como las epoxídicas, de poliéster, etc., han sido ampliamente utilizadas desde mediados del siglo XX, aunque su uso ha ido variando con los años.

desarrollo de esta tesis, tras la información obtenida del análisis bibliográfico específico sobre el tema y los resultados alcanzados de estudios previos realizados sobre consolidación en pintura rupestre en el trabajo “Investigación de tratamientos de consolidación del soporte rocoso en el *Abric de Pinos* (Benissa-Alicante)” llevado a cabo conjuntamente con el IVC+R y la UPV. En este trabajo los mejores resultados no se obtuvieron con resinas acrílicas sino con los productos inorgánicos evaluados como: el *Nanorestore*® (hidróxido cálcico), producto recomendado para tratamientos de consolidación de materiales pétreos con matriz carbónica, constituido por partículas nano-estructuradas de cal apagada dispersas en alcohol isopropílico, disolvente que garantiza una óptima penetración en la matriz porosa, quedando insertadas en los intersticios y en la red porosa de la roca a consolidar. Una vez transformados en carbonato de calcio por acción del anhídrido carbónico atmosférico, originan una red de micro-cristales de calcita que confieren elevadas propiedades mecánicas sin introducir materiales extraños a la naturaleza química original de la superficie tratada.

Como se ha nombrado con anterioridad, en el trabajo de “Investigación de tratamientos de consolidación del soporte rocoso en el *Abric de Pinos* (Benissa-Alicante)”, se obtuvieron buenos resultados. Por ello se ha considerado adecuado continuar con el desarrollo de estas investigaciones ampliando la selección de materiales susceptibles de ser empleados en tratamientos de consolidación de pintura rupestre, con los nuevos productos nanoparticulados más novedosos, compatibles y adecuados con el material pétreo. De este modo se puede establecer un estudio comparativo cotejando los resultados de las pruebas realizadas en laboratorio y los trabajos *in situ*, con la finalidad de establecer la idoneidad de estos materiales en el campo de la restauración de la pintura rupestre.

Llegado a este punto es importante llevar un seguimiento de las intervenciones pasadas y su evolución en el tiempo, al igual que de los nuevos productos testados. Éstos deberán ser analizados a través de probetas depositadas *in situ* en el propio abrigo. Este periodo de prueba será irrefutable para poder determinar el comportamiento y funcionamiento de estos materiales innovadores de forma previa a su uso en el soporte original.

11. FASE EXPERIMENTAL.

Para garantizar la correcta conservación del arte rupestre es imprescindible realizar una exhaustiva investigación científica previa a cualquier intervención. Para ello en esta investigación se ha optado por el uso de técnicas analíticas no destructivas. Abogando así, por la preservación de *Cova Remígia*. Los paneles han resultado intactos, de modo que ha sido necesaria la preparación de probetas con material pétreo depositado alrededor del abrigo procedente de desprendimientos de roca, que se suceden puntualmente. Estos estudios permitirán conocer detalladamente las causas, origen del deterioro y determinar, a partir de los resultados obtenidos, la forma más adecuada de paliar estos daños, es decir, establecer un correcto protocolo de actuación en procesos de intervención.

Desde el punto de vista científico, la pintura rupestre ejecutada en abrigos presenta gran dificultad para su conservación, debido a que ésta se encuentra ubicada al aire libre y realizada sobre un soporte de origen natural que está en continuo proceso de evolución. Particularidades que dificultan el control de los parámetros que permiten estabilizar la degradación.

La investigación científica, en el caso de los abrigos con arte rupestre debe centrarse en el estudio petrográfico, geoquímico (relación roca-agua), climático y geomicrobiológico. Todos estos aspectos informarán de las causas y los efectos de la degradación que sufre tanto el soporte rocoso, como la película pictórica. Ya que, con una buena interpretación de estos análisis se puede llegar a deducir las condiciones óptimas en las que se deberían mantener, para asegurar su preservación en el tiempo.

Se puede establecer una metodología (parámetros) general de actuación para abordar los estudios de conservación en abrigos con arte rupestre, pero cada caso de estudio es único, ya que aún tratándose de la misma naturaleza del soporte rocoso las condiciones microambientales y geológicas a las que está expuesto son diferentes. Por ello, la investigación científica en cada cavidad tiene que ser abordada de manera individualizada adaptándose específicamente a cada ambiente estudiado²⁹³.

Tal y como se ha planteado en la metodología de trabajo, para lograr alcanzar los objetivos planteados en este estudio, se han considerado aspectos técnicos y

²⁹³ SÁNCHEZ-MORAL S. & CAÑEVERAS J. C. (2008); Aspectos geológicos y microambientales en la Conservación del Arte Rupestre: Estudios en Andalucía. Servicio de Publicaciones de la Junta de Andalucía: (en Prensa).

procedimientos establecidos en el ámbito de la conservación y restauración de bienes culturales, mediante la realización de un estudio comparativo previo entre distintos consolidantes superficiales del soporte pétreo. Para ello ha sido necesaria la elaboración de probetas con el objetivo de evitar la manipulación de estos productos directamente sobre el soporte. Estas probetas han sido sometidas a distintos métodos experimentales, a partir de los cuales se han obtenido resultados, que han permitido establecer resultados y obtener conclusiones.

En esta investigación, centrada específicamente en el estudio de productos consolidantes en abrigos con pintura rupestre, se ha considerado necesaria la realización de estudios y ensayos específicos que resultaran determinantes para la obtención de datos empíricos fiables. Referidos a aspectos tanto geológicos como medioambientales:

1. Estudiar los parámetros termohigrométricos en relación ambiente-soporte pétreo. Estudios mensuales y anuales.
2. Estudiar la mineralogía, petrología y geoquímica de la roca.

Para valorar la efectividad de los consolidantes seleccionados, se plantearon diferentes objetivos específicos en los que se propuso evaluar: el grado de efectividad de la acción consolidante del producto, la penetración en profundidad, los efectos de cambio cromático de la superficie, y las posibles modificaciones de la permeabilidad al vapor de agua, para establecer finalmente una comparativa entre los distintos consolidantes testados. Conforme a las necesidades concretas que requería la fase experimental, fue necesaria la realización de los siguientes ensayos:

1. Ensayos hídricos de absorción de agua por capilaridad. Siguiendo la normativa UNE-EN 15801, (Conservación del patrimonio cultural. Método de ensayo. Determinación de la absorción de agua por capilaridad).
2. Ensayos de penetración del consolidante por tinción con fluorescencia mediante *Rodamina B* y sin fluorescencia con tinte *Lanaset® Blue 2R*.

3. Ensayos de envejecimiento acelerado. Siguiendo las pautas marcadas por ASTM Internacional en el ensayo D1183-03 (Standart Practices for Resistance of Adhesives to Cyclic Laboratory Aging Conditions).
4. Ensayos de envejecimiento natural *in situ*.
5. Ensayos de exposición a ciclos de contaminación atmosférica por saturación de dióxido de azufre SO₂. Siguiendo las normas DIN 50.018, Ensayo Kesternich.

La investigación se inició con la realización de un análisis visual encaminado a establecer una valoración, *in situ*, del estado de conservación actual que presenta *Cova Remígia*. Además, se procedió a la instalación de controles de humedad ambiental y temperatura, mediante dos dispositivos *Datadoggers* modelo LOG32. Éstos, generan un banco de datos referentes a las condiciones termohigrométricas, datos que ayudan a establecer el origen de las alteraciones que sufre el soporte pétreo. Una vez estudiado el estado de conservación del abrigo y las alteraciones que sufre, se procedió a la caracterización petrofísica del soporte. Información que sirvió de base para la elección de los posibles consolidantes que podrían ser compatibles con la composición del soporte.

Para realizar el estudio comparativo, en cuanto al comportamiento físico-químico de los materiales seleccionados y su interacción con la roca, se elaboraron tres grupos de probetas [*grupo A, B (1) y C*]²⁹⁴, destinadas a la realización de los distintos ensayos (ver capítulo *Metodología utilizada*).

Una vez preparadas las probetas con los consolidantes aplicados y tras ser sometidas a los distintos ensayos anteriormente citados, se procedió a tomar datos y a procesar los resultados. Con los resultados obtenidos se inició la fase de comparación de datos conseguidos en los distintos tratamientos, en los cuales se valoraron varios aspectos como:

²⁹⁴ La explicación del proceso de elaboración de probetas se detalla en el capítulo 20. El *grupo A* son probetas que su elaboración atiende a la normativa del ensayo UNE-EN 15801, que obliga, por ello poseen la superficie pulida; el *grupo B (1)*, son probetas que atienden a normativa en cuanto a tamaño pero se ha considerado oportuno dejar, una cara (la parte sobre la que se aplicará el tratamiento) con la superficie original sin ser pulidas; y por último el *grupo C* (que son probetas de gran tamaño, que se trabajaron y se depositaron *in situ*).

- Las modificaciones morfológicas sufridas por los productos, y los cambios estructurales de la superficie pétreo. Observaciones que se efectuaron, antes, durante y después de los ensayos.
- Comparación de las propiedades físicas de las distintas probetas antes y después de los ensayos.

Durante el desarrollo de los ensayos citados y con el fin de estudiar el comportamiento de los materiales consolidantes aplicados, se elaboró un seguimiento controlado de las probetas por medio de técnicas instrumentales de análisis:

1. Espectrofotometría visible o colorimetría, colorímetro *X-Rite* modelo *Eye-One Defined*. Siguiendo la normativa UNE-EN 15886 (Conservación del patrimonio cultural. Método de ensayo. Medición de color de superficies).
2. Lupa Binocular *LEICA*, modelo *MZAPO*.
3. Microscopía óptica con luz polarizada (PLM), *Zeiss Axioskop 40*.
4. Microscopía óptica portátil, *DigiMicroscope USB reflecta*.
5. Microscopía óptica de fluorescencia, *LEICA DMR*, con lámpara de fluorescencia de 120W. Preparado con un sistema de captura digital de imágenes.
6. Microscopía electrónica de barrido SEM, *S-4800*, con cañón de emisión de campo (FEG) con una resolución de 1.4 nm a 1KV. Dotado con detector retrodispersado, detector de RX Broker, detector de transmitida, con programa QUANTAX 400 para realizar microanálisis, microscopía electrónica de barrido con microanálisis (SEM-EDX).

Esta analítica se ha llevado a cabo en colaboración con: el laboratorio físico-químico del *Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio* (IRP) de la *Universitat Politècnica de València* (UPV); el *Servicio de Microscopía Electrónica* (UPV); el *Servei Central de Suport a la Investigació Experimental* (SCSIE) departamento de microscopia electrónica de la *Universitat de València* (UV); y el *Laboratorio de analisi petrografici de la Scuola Universitaria Professionale della*

Svizzera Italiana (SUPSI), en el Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design, Istituto Materiali e Costruzione (Suiza).

11.1. CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL PÉTREO DE COVA REMÍGIA (Ares del Mestre-Castellón).

Previamente a iniciar la investigación de los consolidantes sobre el soporte pétreo de *Cova Remígia*, se realizaron los análisis petrográficos del soporte. Fase fundamental en la conservación de los bienes culturales pétreos. Éstos, resultan ser imprescindibles en procesos de diagnóstico e intervención del soporte. Los análisis petrográficos se han llevado a cabo en la *Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana* (SUPSI), en el *Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design, Istituto Materiali e Costruzione*²⁹⁵. La caracterización petrográfica del material pétreo procedente de *Cova Remígia*, se ha realizado con un microscopio de luz polarizada (PLM) del tipo *Zeiss Axioskop 40*. Observada a través de secciones estratigráficas de láminas delgadas. Los resultados obtenidos de la muestra de roca calcárea revelan que está constituida por partículas tanto aloquímicas²⁹⁶ como de cemento (partículas ortoquímicas):

1. *... Il campione è costituito da costituenti allochimici e da cemento. Costituenti allochimici. I costituenti allochimici sono rappresentati principalmente da ooidi di forma sferica ed ellittica a sviluppo concentrico e radiale. Il diametro prevalente è compreso tra 200-400 μm . Altri allochimici sono rappresentati da bioclasti diagenizzati*²⁹⁷.
2. *... Il cemento è costituito da calcite spatica. Si riconoscono, in tracce, cristalli di quarzo e Fe-ossidi di colore giallo bruno*²⁹⁸.

²⁹⁵ Realizados por el profesor Giovanni Cavallo, miembro perteneciente a la *Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana* (SUPSI), *Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design, Istituto Materiali e Costruzione*.

²⁹⁶ Las partículas aloquímicas (granos), se denominan a cualquier tipo de partícula carbonatada de origen bioquímico o químico, que denota un alto grado de organización y complejidad y que normalmente ha sufrido algún grado de transporte. Según la clasificación de Folk (1962), encontramos Intraclastos, ooides, bioclastos o pelooides.

²⁹⁷ La muestra está constituida por componentes aloquímicos y cemento. Los componentes aloquímicos están representados principalmente por ooides con forma esférica y elíptica con desarrollo concéntrico y radial. El diámetro predominante se encuentra comprendido entre 200-400 μm ., otras partículas aloquímicas están representadas por bioclastos diagenizados. [N. De T.]

²⁹⁸ El cemento está constituido por calcita esparítica. Se reconocen, huellas de cristales de cuarzo y de óxidos de hierro de color amarillo pardo. [N. De T.]

El resultado del análisis petrográfico del soporte pétreo de *Cova Remígia*, indica que se trata de una ooesparita²⁹⁹ (clasificación según Folk: 1959; 1962), una grainstone o calcarenita espática (según el esquema de Dunham: 1962).

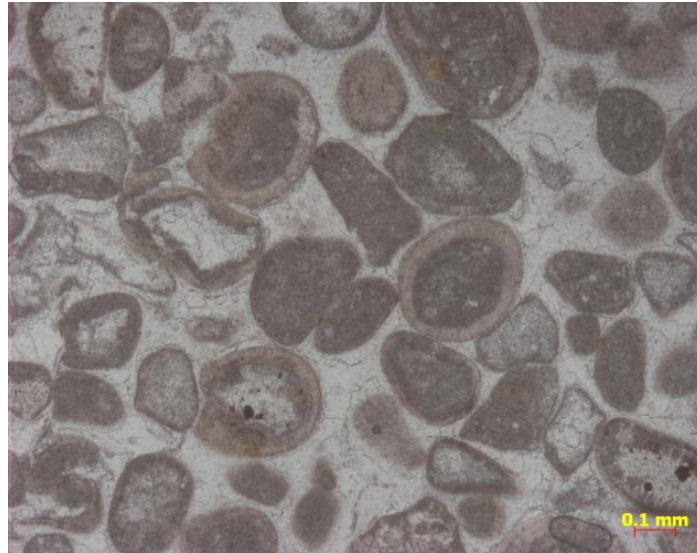


Figura 244. Características compositivas y texturales de la muestra de soporte calcáreo de *Cova Remígia*. 1. (PPL).

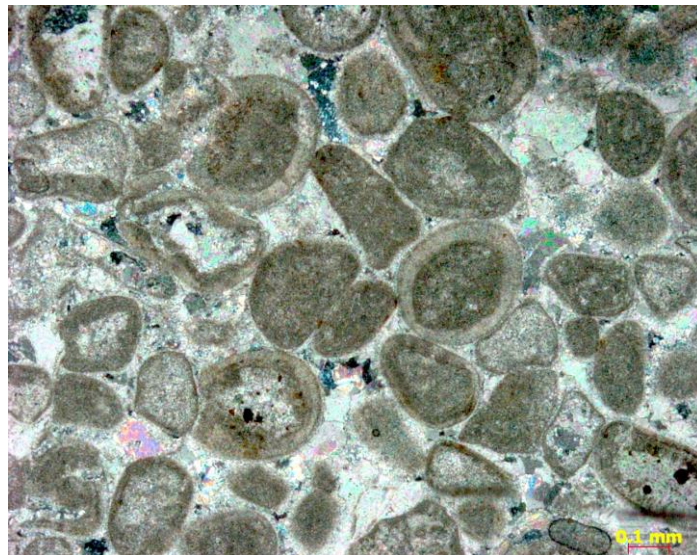


Figura 245. Características compositivas y texturales de la muestra de soporte calcáreo de *Cova Remígia*. 1. (PPL) 2. (XPOL).

²⁹⁹ Según la clasificación de Folk (1962), la ooesparita pertenece a las rocas tipo 1, compuestas por cemento esparítico y con una composición volumétrica de aloquímicos que oscila entre <25% de Intraclastos y >25% ooides.

En las imágenes de lámina delgada se observan los oolitos calcáreos que conforman la composición mineralógica del soporte pétreo de *Cova Remígia*. Además se distingue la estructura concéntrica radiada formada por láminas de carbonato de calcio que recubre el núcleo de los oolitos de mayor dimensión.

Los oolitos u ooides son pequeñas esferas carbonatadas de origen sedimentario, se forman por precipitaciones de calcita o aragonito³⁰⁰ entorno a un núcleo de cuarzo o de carbonato. Se caracterizan por su forma interna concéntrica o en ocasiones radiada, como el caso del soporte analizado, observable en las figuras 244 y 245. El núcleo sobre el cual se forma el oolito cálcico puede tener diversos orígenes:

1. Puede tratarse de un bioclasto³⁰¹ (es decir un resto de origen orgánico).
2. De un litoclasto (pequeño fragmento de roca).
3. O de un grano de carbonato micrítico.

En torno al núcleo se desarrollan las "láminas" (córtex), en finas capas concéntricas superpuestas concéntricamente, frecuentemente calcáreas y en ocasiones ferruginosas.

³⁰⁰ El aragonito o aragonita es una de las formas cristalinas del carbonato de calcio (CaCO_3), junto con la calcita. Puede encontrarse en forma de estalactitas, y también en la concha de casi todos los moluscos y en el esqueleto de los corales. Entre las variedades del aragonito destaca la llamada *flos-ferri* (flor de hierro), que se asemeja a un hermoso coral. El par aragonito/calcita fue el primer caso de polimorfismo mineral reconocido. Esto quiere decir que ambos tienen idéntica composición química, pero diferente estructura cristalina. Debido a esta diferencia, el aragonito es más soluble en agua que la calcita e inestable a temperatura y presión ambientes. De hecho, para periodos geológicos de tiempo (de 10 millones a 100 millones de años), el aragonito tiende a transformarse en calcita. Esta última propiedad puede usarse para determinar la edad de ciertas formaciones rocosas. El aragonito también pertenece a una serie isomorfa, esto es, un grupo de minerales que pertenecen a la misma clase y presentan la misma estructura cristalina, pero cuya composición es diferente. El aragonito contiene sustituciones isomorfas de bario (witherita), plomo (cerusita), cinc (bromlita) o estroncio (estroncianita). Estos minerales forman el grupo del aragonito.

³⁰¹ Bioclasto es un fragmento de origen biológico presente en una roca sedimentaria, habitualmente los restos del esqueleto calcáreo de organismos marinos (fósiles). Suelen estar presentes en distintas variedades de rocas calizas, algunas de las cuales adquieren distintos tipos de coloraciones por la mineralización que sufren las zonas que ocupaban los restos de organismos biológicos. Su estudio permite a geólogos y paleontólogos datar los estratos en un periodo geológico particular, así como a los arqueólogos asociar el material de determinadas obras de arte o elementos arquitectónicos a una cantera concreta. Muestran las condiciones en que se depositó un estrato sedimentario (causa y forma de deposición, salinidad del agua, profundidad, corrientes locales, etc.), así como la diversidad biológica.

11.2. ELECCIÓN DE LOS CONSOLIDANTES A TESTAR.

En la actualidad el consolidante idóneo no existe, pero los consolidantes utilizados deben cumplir unas propiedades específicas generales, es decir: no deben generar productos nocivos, ni una película continua e impermeable al vapor de agua, deben poseer buena reversibilidad, durabilidad, proporcionar la fuerza suficiente para mantener cohesionado el material, y no deben generar retracción durante el secado. Otro factor a tener en cuenta en la elección del consolidante³⁰² es, el efecto óptico una vez aplicado, ya que estos productos no deben producir cambios de color en el soporte rocoso. Para que la consolidación sea adecuada y conseguir una buena profundidad de penetración del producto en la red porosa del soporte pétreo, ésta dependerá: de la elección del método de aplicación, de la concentración de la solución, del tipo de disolvente, del tiempo de contacto, de la presión ejercitada y la temperatura de aplicación. En el caso del arte rupestre tan sólo podemos aplicar el producto consolidante de dos formas distintas: a pincel, pulverizando, o incluso alternándolas, ya que los tratamientos se efectúan *in situ*. Para garantizar un buen resultado de aplicación, previamente se realizarán pruebas en laboratorio, tan sólo de este modo se puede observar y comprobar la penetración del producto en un determinado soporte.

Según el origen del material consolidante, éste se clasifica en natural o sintético. En líneas generales los productos sintéticos (resinas) son capaces de resolver muchas de las problemáticas de consolidación de diferentes soportes murales³⁰³, aunque una de las desventajas más importantes de estos productos son su dudosa estabilidad y eficacia a largo plazo. Sin embargo las superficies tratadas con resinas sintéticas ofrecen mejor comportamiento mecánico que las tratadas con productos inorgánicos³⁰⁴. Estos materiales ofrecen cierta reversibilidad (transcurrido poco tiempo tras la aplicación y aplicando el disolvente adecuado), además de una

³⁰² Un consolidante es una sustancia que se suele utilizar en estado líquido para que penetre en los espacios vacíos e un objeto (poros, microgrietas, craqueladuras), con el fin de devolver a dicho objeto o a la superficie una cohesión homogénea y adecuada. (MATTEINI, M. & MOLES, A.: 1989, p. 198).

³⁰³ Se puede descartar el uso el Paraloid B72®, muy utilizado desde su aparición a mediados del siglo XX en tratamientos de consolidación, fijación y adhesión, sus ventajas han sido cuestionadas tras los estudios realizados en las últimas décadas en el campo de la pintura mural.

³⁰⁴ ÓSCA, J.; (2005), gran parte de la reflexión extraída para esta tesis a partido de su lectura. pp. 10-47.

metodología de aplicación más sencilla que en los tratamientos realizados con productos inorgánicos, a ello se suma que el tiempo necesario para que ejerza como acción consolidante es inferior respecto a los productos inorgánicos o organosilíceos. Las resinas sintéticas también presentan inconvenientes derivados de su naturaleza, debido a que éstas, no son análogas con la composición del material que se está consolidado. Aunque su principal problema, es que pueden modificar la porosidad de la superficie pétreo hasta llegar a obstaculizar la libre circulación de aire, agua y sales, pudiendo formar barreras que a su vez, podrían crear micro-condensaciones de humedad, provocando la aparición de sales solubles, y en consecuencia problemas de pulverulencia del soporte. Además se ha detectado que su penetración en el soporte es menor, ya que, el disolvente no es capaz de transportar el principio activo de la resina hacia el interior de la estructura rocosa quedando ésta depositada en superficie³⁰⁵.

Los productos inorgánicos utilizados en procesos de consolidación y fijación de soporte pétreo, funcionan precipitando un compuesto inorgánico en el interior de la estructura porosa del material tratado. La formación de estos compuestos se produce por la reacción de sus componentes sobre el soporte al cual se aplica. La ventaja más favorable para el uso de productos inorgánicos es la compatibilidad con la naturaleza del soporte sobre el que se aplica. Su aplicación no produce impermeabilización pero sí disminución del tamaño del poro del material o soporte, sobre el cual se ha aplicado. Los productos inorgánicos tradicionales, presentaban ciertas desventajas, entre ellas el tiempo necesario para que se ejecute la consolidación es bastante largo con respecto a las resinas sintéticas. Su aplicación requiere el aporte de gran cantidad de agua en periodos de tiempo prolongados, lo cual puede provocar solubilización de sales y eflorescencias. A este inconveniente hay que añadir que los productos inorgánicos son irreversibles, factor a tener en cuenta porque en caso de error se pueden formar velos blanquecinos, prácticamente imposibles de eliminar, aunque actualmente existen productos como el: *Nanorestore®* y *CaLoSiL®*³⁰⁶, cuyas propiedades técnicas garantizan su eliminación con empacos de agua; asimismo el

³⁰⁵ Se considera de mucha utilidad las reflexiones realizadas por OSCA, J; *Op. cit.*

³⁰⁶ El *Nanorestore®* ha sido desarrollado en la Universidad de Florencia (CSGI Consortium) (Dei Salvatori: 2006) y aplicado con éxito para consolidar rocas carbonáticas. El *CaLoSiL®* ha sido desarrollado por el instituto Alemán IBZ-Freiberg (ZIEGENBALB: 2008).

uso de estos materiales garantizan un aporte de humedad (al soporte) inferior, debido a que las nanopartículas de cal están dispersas en distintos alcoholes, favoreciendo así la penetración.

Tras realizar el análisis petrográfico y evaluar las características técnicas de los consolidantes adecuados para trabajar en soporte calcáreo, se optó por el uso de productos de origen inorgánico por ser productos afines a la composición de la roca, aptos para piedras con matriz carbónica como es el caso del soporte pétreo de *Cova Remígia*. Los consolidantes más innovadores de esta naturaleza son el *Nanorestore®* y los productos de la gama *CaLoSiL®*. Constituidos por partículas nano-estructuradas de cal apagada dispersas en alcohol. El alcohol, garantiza una óptima penetración en la matriz porosa, quedando, las nanopartículas, insertadas en los intersticios y en la red porosa a consolidar. Una vez transformados en carbonato de calcio por acción del anhídrido carbónico atmosférico, originan una red de micro-cristales de calcita que confieren elevadas propiedades mecánicas sin introducir materiales extraños a la naturaleza química original de la superficie tratada.

En los últimos años con el desarrollo de la nanociencia y la nanotecnología se ha abierto un amplio campo en diferentes áreas científicas dentro de la física, química, biología, geología, medicina o ingeniería, que ha permitido la creación de diferentes materiales con características funcionales y estructurales novedosas. Estos materiales nanoestructurados abren un infinito camino en el campo de la conservación y la restauración del patrimonio, ya que están dotados de partículas a escala nanométrica que confieren un comportamiento totalmente diverso a los materiales tradicionales.

Un nanomaterial se define como aquel que posee unas características estructurales nanométricas, con un tamaño de partícula que oscila entre 1-100 nanómetros (nm). Según Gómez-Villalba (2010), una partícula de tamaño nanométrico provee un área específica superficial mayor para la colisión molecular y por tanto, incrementa su velocidad de reacción, esta distinción física permite obtener propiedades y características nuevas, singulares, que nunca se habían visto en materiales tradicionales³⁰⁷. Lo interesante a nivel nanométrico es que gran parte de los

³⁰⁷ GÓMEZ-VILLALBA, L. S., LÓPEZ-ARCE, P., FORT GONZÁLEZ, R. & ÁLVAREZ DE BUERGO, M. La aportación de la nanociencia a la conservación de bienes del patrimonio cultural. *Patrimonio cultural de España*, 4, 2010. pp. 43-56.

fenómenos físicos suceden en intervalos de longitud de onda nanométrica, afectando a propiedades tan diversas como el magnetismo, el color o la conductividad de los materiales.

En esta investigación se han seleccionado materiales nanoestructurados que han sido diseñados expresamente para la conservación del patrimonio, concretamente para la consolidación de soportes pétreos, morteros, pintura mural, etc. Debido a que se trata de productos muy novedosos en este campo, es necesario un estudio previo antes de ser utilizados en consolidación de arte rupestre. Para ello, se precisa de la realización de probetas de material pétreo original sobre las cuales testar los productos. Tan sólo tras los resultados obtenidos, se podrá determinar si estos nanoparticulados son adecuados para su uso en obra real.

Las nanopartículas presentan características químicas y estructurales específicas que al estar en contacto con las superficies de diferentes materiales, bien sea en: piedra, pinturas murales, madera, papel o metales; pueden producir reacciones con los elementos constituyentes del propio material consolidado, modificando la superficie de los mismos. Un material basado en nanopartículas presenta una alta capacidad de reacción y una elevada superficie específica, lo que constituye la principal ventaja sobre otro tipo de materiales. Dentro de los factores fundamentales en el proceso de un tratamiento de consolidación, se deben tener en cuenta tanto el control del efecto del tamaño, como de la estructura atómica y de la composición química. La modificación de alguno o de todos estos factores influye determinadamente en la modificación de las características del material a tratar (Gómez *et al.*: 2010). Motivo por el cual, se han creado nanopartículas específicas para mejorar la cohesión, la consolidación o los procesos de limpieza.

En consolidación se están utilizando hidróxidos y nanohidróxidos³⁰⁸ de diferentes elementos químicos, debido a la estructura cristalina de redes típicas de

³⁰⁸ Existen diferentes técnicas analíticas para caracterizar las transformaciones que sufren estas nanopartículas durante el proceso de consolidación de los materiales pétreos, así como diferentes métodos de ensayos para evaluar la eficacia de los productos consolidantes. La difracción de rayos-X (DRX), la microscopía electrónica de barrido (SEM) y de transmisión (TEM) y la difracción de electrones, son de gran utilidad a la hora de determinar las diferentes estructuras cristalinas presentes en el producto final. Los equipos de microscopía óptica como la espectroscopia microraman-confocal que aprovecha la ventaja de la utilización de un rayo láser se ha convertido en una herramienta rápida y bastante sensible para ser utilizada en el análisis de nanopartículas. Los ensayos petrofísicos y las técnicas de análisis no destructivos (TND), tales como la determinación de la velocidad de propagación de ultrasonidos, ensayos hídricos de capilaridad y absorción de agua, espectrofotocolorimetría, análisis de rugosidad óptica y la resonancia magnética nuclear (imagen y relaxometría) permiten evaluar la efi-

estos materiales. Los más comunes son los hidróxidos de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), los hidróxidos de magnesio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) y los hidróxidos de estroncio ($\text{Sr}(\text{OH})_2$) (ver tabla inferior).

Nanopartículas utilizadas en tratamientos de consolidación.	
PRODUCTO	APLICACIÓN
$\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$	Consolidación de calizas, dolomías, mármoles, morteros, etc.
$\text{Sr}(\text{OH})_2$	Eliminación de sales en piedra, pinturas murales, enlucidos.
Hierro magnético (Ferritas)	Tratamientos de limpieza en lienzos.
SiO_2	Consolidación de rocas silíceas y morteros.
TiO_2 , MgO , PdO , ZnO , Ag	Biocidas.

Tabla 7. Nanopartículas utilizadas en tratamientos de consolidación.

Además, la aplicación de nanopartículas³⁰⁹ posibilita el uso de tratamientos de protección, mediante la mejora del grado de recubrimiento, penetración, métodos de aplicación y la eficacia de los tratamientos de hidrofugación, permitiendo desarrollar nuevos productos hidrorrepelentes con propiedades auto-limpiantes que disminuyan el mantenimiento de los materiales y aumenten su durabilidad³¹⁰.

El hidróxido de cal es uno de los materiales tradicionales de origen inorgánico más utilizado y conocido, utilizado para solucionar la descohesión del material pétreo. Éste, al entrar en contacto con el CO_2 atmosférico en un ambiente húmedo, reacciona iniciándose el proceso de carbonatación, y se transforma en carbonato cálcico, material totalmente compatible con la naturaleza del sustrato sobre el que se ha aplicado. Con la aparición de la nanociencia, se han sintetizado productos de hidróxido de cal nanoparticulados con el objetivo de mejorar sus prestaciones.

cacia de estos tratamientos en la piedra.

³⁰⁹ El estudio del efecto de los productos consolidantes basados en nanopartículas (Daniele, V. *et al.*: 2008, 2010; López-Arce, P. *et al.*: 2010; Gómez Villalba, L. S. *et al.*: 2010-11-12) obtenidos por diferentes métodos de síntesis aplicados con el fin de minimizar el deterioro de los geomateriales permite evaluar su comportamiento a nanoescala y su compatibilidad con el material original, su evolución morfológica, la variación cristalina y analizar su reacción con diversas superficies a las que han sido expuestas. Otro estudio hace posible la valoración del comportamiento de estos consolidantes en diferentes condiciones ambientales, en donde la humedad relativa, la temperatura y el tiempo de exposición al producto controlarán su eficacia y durabilidad (Gómez Villalba, L. S. *et al.*: 2009 a).

³¹⁰ GÓMEZ-VILLALBA, L. S., LÓPEZ-ARCE, P., FORT GONZÁLEZ, R. & ÁLVAREZ DE BUERGO, M. La aportación de la nanociencia a la conservación de bienes del patrimonio cultural. *Patrimonio cultural de España*, nº 4, 2010. pp. 50-51.

En la actualidad son varias las empresas que han comercializado productos de esta naturaleza. Son materiales basados en soluciones coloidales de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dispersas en diferentes tipos de alcoholes y distintas concentraciones. Entre ellos encontramos el *Nanorestore*®, que ha sido creado en Italia por el departamento de química de la Universidad de Florencia (CSGI Consortium) y comercializado por *C.T.S. Productos, equipos e instalaciones al servicio de la restauración* y el *CaLoSiL*® producto de características similares al anterior, sintetizado por el *Instituto Alemán IBZ-Freiberg (ZIEGENBALD)* y comercializado por *Agar Agar Productos de Conservación y Restauración*. Ambos, han dado buenos resultados para tratamientos de roca calcárea. Estos productos han sido testados en esta investigación, utilizando distintas proporciones y aplicados siguiendo distintas metodologías.

Como se ha podido apreciar el campo de la nanotecnología aporta nuevas y, al parecer, exitosas posibilidades para garantizar la conservación de los Bienes Culturales.

Por ello, los productos escogidos para este proceso de testado fueron: el *Nanorestore*® y el *CaLoSiL*®; dentro de la gama *CaLoSiL*® se han analizado distintas variantes como: *CaLoSiL E5*®, *CaLoSiL E25 grey*®, *CaLoSiL IP5*®, *CaLoSiL NP5*®, para realizar tratamientos de consolidación superficial; mientras que para tratamientos de adhesión entre estratos se han testado: el *CaLoSiL paste like*® y el *CaLoSiL Micro*®. Todos ellos están constituidos por nanopartículas de hidróxido de cal dispersas en disolventes orgánicos del grupo de los alcoholes. Los alcoholes están formados por una parte hidrocarbúrica, con características hidrófobas (apolar) y una parte hidrófila (polar). La parte polar formada por un grupo hidroxilo ($-\text{OH}$), le confiere la posibilidad de establecer enlaces de hidrógeno, cuanto más larga es la parte hidrocarbúrica, la molécula se vuelve más apolar reduciendo su miscibilidad en agua. El grupo hidroxilo puede estar unido a un átomo de carbono del extremo de la cadena, como el caso del alcohol etílico, o a un átomo intermedio, como en el caso del alcohol isopropílico. En la siguiente tabla quedan registrados los datos generales de los alcoholes que forman parte de la composición de los productos consolidantes citados³¹¹:

³¹¹ Para mayor información consultar [en línea] disponible en Web: <http://www.quimicompuestos.com> [Consultados 04/09/2015].

DATOS GENERALES DE LOS ALCOHOLES			
Familia química	ALCOHOLES		
Nombre comercial	ETANOL	ISOPROPANOL	N-PROPANOL
Nombre químico	Alcohol etílico	Alcohol Isopropílico	1-propanol
Sinónimos		2-propanol Di-metil-carbinol 2-hidroxipropano Sec-propil-alcohol	Alcohol n-propílico Propanol
Fórmula	C ₂ -H ₆ -OH	C ₃ -H ₇ -OH	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -OH

Tabla 8. Alcoholes presentes en la composición de los consolidantes testados en esta investigación. (Datos obtenidos de la empresa Quimicompuesto, S.A. de C.V.)

La presencia de alcohol garantiza una óptima penetración por succión capilar en los materiales porosos, gracias a su baja tensión superficial. Hecho que favorece el transporte de las partículas nano-estructuradas a través de la matriz porosa, quedando insertadas en los intersticios y en las porosidades a consolidar en las zonas situadas inmediatamente por debajo de la superficie³¹². En la siguiente tabla se detallan los parámetros de solubilidad de los distintos disolventes que forman parte de los consolidantes testados en esta investigación, según P. Cremonesi (2000) y L. Masschelein-Kleiner (2004).

PARÁMETROS DE SOLUBILIDAD DE LOS DISOLVENTES							
DISOLVENTE	Cremonesi, P			Masschelein-Kleiner, L			Viscosidad Cp. 20 °C
	fd	fp	fh	fd	fp	fh	
ETANOL (alcohol etílico) C ₂ -H ₆ -OH	36	18	46	36	19	45	1,08
ISOPROPANOL (alcohol Isopropílico, 2-propanol) C ₃ -H ₇ -OH	38	17	45	38	17	45	2,22
1-PROPANOL (alcohol propílico, Propanol n-propanol) CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -OH	40	16	44	40	16	44	2,25
AGUA (H₂O)	18	28	54	19	22	58	1,002

Tabla 9. Parámetros de solubilidad de los disolventes presentes en la composición de los consolidantes testados en esta investigación. Según P. Cremonesi y L. Masschelein-Kleiner.

³¹² Para mayor información consultar: C:T:S: ESPAÑA. Productos y Equipos para la Restauración. Ficha técnica del *Nanorestore*®. Dispersiones de nanocal en alcohol isopropílico desnaturalizado. Patente Italiana Consorcio CSGI-Universidad de los Estudios de Florencia n° FI796/A/000255, 31/10/1996.

Los consolidantes para sustrato pétreo denominados *CaLoSiL*® están realizados a base de partículas de nano-cal de un tamaño medio de 150 nm. Han sido sintetizados como consolidantes para piedra y revoques. El disolvente se evapora sin dejar residuos y no se produce la formación de sub-productos ni elementos químicos que puedan ocasionar alteraciones. La velocidad de evaporación del disolvente es un factor importantísimo a tener en cuenta, ya que interviene en el transporte de las partículas de hidróxido cálcico y en la penetración. Siendo el alcohol n-propanol de evaporación más lenta que el isopropanol seguido del etanol.

PARÁMETROS DE VOLATILIDAD DE LOS DISOLVENTES			
Según L. Masschelein-Kleiner.			
DISOLVENTE	Presión de vapor en mm Hg a 20 °C	Temperatura de ebullición a 760 mm Hg	calor latente de vaporización en cal
ETANOL (alcohol etílico) C ₂ -H ₆ -OH	40	78	204,3
ISOPROPANOL (alcohol Isopropílico, 2-propanol) C ₃ -H ₇ -OH	33	82,4	159
AGUA (H ₂ O)	17,5	100	540

Tabla 10. Parámetros de volatilidad de los disolventes, según L. Masschelein-Kleiner.

Durante el proceso de carbonatación se produce un incremento de masa y de volumen, además de intervenir muchos otros factores tales como:

- La composición mineralógica del sustrato.
- El contenido en humedad de la piedra.
- El nivel de deterioro.
- La absorbencia.
- La porosidad del soporte.
- La absorción de agua por higroscopicidad.

Generalmente tras el proceso de carbonatación se forma Calcita (CaCO₃), caracterizado por su estabilidad, aunque hay que tener presente que según las condiciones del soporte, éste presentará sales, materia orgánica, oxalatos, etc.

pudiendo formar Vaterita o Aragonita (Gómez Villalba, L. S.: 2012. p. 63), minerales poliformos que tienen la misma fórmula química pero distinta estructura cristalina, caracterizados por su inestabilidad y solubilidad³¹³.

De los diferentes productos ofertados bajo el nombre *CaLoSiL*® se encuentra el *CaLoSiL E*®, que es una dispersión de nanopartículas de hidróxido cálcico ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en etanol (E). Está diseñado para tratamientos de consolidación en zonas próximas a la superficie. Se comercializa en distintas concentraciones: E5 que contiene 5 g/l de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en la dispersión, E25 que contiene 25 g/l de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en la dispersión y E50 que contiene 50 g/l de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (ver tabla 11).

PRODUCTO	CaLoSiL E®		
COMERCIALIZA	Agar Agar Productos para la Conservación y Restauración.		
COMPOSICIÓN	Dispersión estable de nano-cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en Etanol.		
APLICACIÓN general.	Consolidación en zonas próximas a la superficie.		
TIPOS	CaLoSiL E5®	CaLoSiL E25®	CaLoSiL E50®
CONCENTRACIÓN sólido ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)	5 g/l	25 g/l	50 g/l
TAMAÑO DE LA PARTÍCULA $\text{Ca}(\text{OH})_2$	50-250 nm	50-250 nm	50-250 nm
DISOLVENTE	Etanol	Etanol	Etanol
APLICACIÓN detallada.	Dispersión de baja concentración recomendada para tratamientos de pintura al fresco, superficies pulverulentas y pretratamientos de piedras poco porosas.	Se aconseja para consolidación de piedras porosas, morteros y escayolas en los sustratos más cercanos a la superficie	Utilizado para consolidación de materiales altamente porosos relleno de microfisuras y pequeñas huecos.

Tabla 11. Características del *CaLoSiL E*®.

Otro de los productos usados para consolidación superficial, es el *CaLoSiL E25 grey*® (ver características del producto en la tabla 12). Se trata de una dispersión de nano-cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en etanol. Diseñado para tratamientos de superficies delicadas que presenten descohesión. El tamaño de las partículas oscila entre los 50 y los 250

³¹³ Información obtenida de: La Jornada *CaLoSiL*®. Realizada en la Universitat Politècnica de València, 24 de mayo de 2013. Organizada por J. Osca Pons.

nm, y se presenta en concentraciones de 25 g/l. En esta investigación se ha utilizado disuelto en etanol hasta conseguir una concentración de 5 g/l.

PRODUCTO	CaLoSiL E25 grey®
COMERCIALIZA	<i>Agar Agar Productos para la Conservación y Restauración.</i>
COMPOSICIÓN	Dispersión estable de nano-cal (Ca (OH) ₂).en Etanol.
APLICACIÓN general.	Consolidación de superficies delicadas.
CONCENTRACIÓN sólido (Ca(OH) ₂)	25 g/l
TAMAÑO DE LA PARTÍCULA Ca(OH) ₂	50-250 nm
DISOLVENTE	Etanol
APLICACIÓN detallada.	Se aconseja para consolidación de pintura al fresco y materiales con superficies delicadas y/o coloreadas. No forma veladuras blanquecinas.

Tabla 12. Características del *CaLoSiL E25 grey®*.

Otro de los productos testados en este estudio, para consolidación de superficies de origen calcáreo, es el *CaLoSiL IP5®* (ver características del producto en la tabla 13). Al igual que el *CaLoSiL E®*, también se comercializa en distintas concentraciones. Está creado expresamente para tratamientos superficiales. Se recomienda su uso para pinturas al fresco, superficies pulverulentas, morteros, escayolas y piedras menos porosas, debido a la baja concentración de sólido (Ca (OH)₂) favorece la consolidación en estos casos concreto.

PRODUCTO	CaLoSiL IP®	
COMERCIALIZA	<i>Agar Agar Productos para la Conservación y Restauración.</i>	
COMPOSICIÓN	Dispersión estable de nano-cal (Ca (OH) ₂) en Isopropanol.	
APLICACIÓN general.	Consolidación en zonas próximas a la superficie.	
TIPOS	CaLoSiL IP5®	CaLoSiL IP25®
CONCENTRACIÓN sólido (Ca(OH) ₂)	5 g/l	25 g/l
TAMAÑO DE LA PARTÍCULA Ca(OH) ₂	50-250 nm	50-250 nm
DISOLVENTE	Isopropanol	Isopropanol
APLICACIÓN detallada.	Dispersión de baja concentración recomendada para tratamientos de pintura al fresco, superficies pulverulentas, morteros, escayolas y piedras menos porosas.	Se aconseja para consolidación de piedras porosas, morteros y escayolas.

Tabla 13. Características del *CaLoSiL IP®*.

Para abordar tratamientos superficiales, se ha escogido el *CaLoSiL NP®* (ver características del producto en la tabla 14). Se trata de una dispersión de partículas de cal nanométricas en 1-Propanol, alcohol que confiere la propiedad de evaporar lentamente, por ello se utiliza para consolidar zonas profundas, ya que su lenta evaporación, facilita la penetración. En los casos anteriores la evaporación rápida de disolvente hace que disminuya la penetración.

PRODUCTO	CaLoSiL NP®	
COMERCIALIZA	<i>Agar Agar Productos para la Conservación y Restauración.</i>	
COMPOSICIÓN	Dispersión estable de nano-cal (Ca (OH) ₂) en 1-Propanol.	
APLICACIÓN general.	Consolidación en zonas próximas a la superficie.	
TIPOS	CaLoSiL NP5®	CaLoSiL NP25®
CONCENTRACIÓN sólido (Ca(OH) ₂)	5 g/l	25 g/l
TAMAÑO DE LA PARTÍCULA Ca(OH) ₂	50-250 nm	50-250 nm
DISOLVENTE	1-Propanol	1-Propanol
APLICACIÓN detallada.	Dispersión de baja concentración recomendada para tratamientos de pintura al fresco, superficies pulverulentas, morteros, escayolas y piedras menos porosas.	Se aconseja para consolidación de piedras porosas, morteros y escayolas.

Tabla 14. Características del *CaLoSiL NP®*.

Otro producto testado (formado por nanopartículas de hidróxido cálcico en dispersión en alcohol Isopropílico), es el *Nanorestore®* (ver características del producto en la tabla 15). Fue testado en trabajos anteriores en [“Investigación de tratamientos de consolidación del soporte rocoso en el *Abric de Pinos* (Benissa-Alicante)”, 2012], para tratamientos de consolidación de material pétreo de origen calcáreo-dolomítico, ofreciendo buenos resultados³¹⁴. Por ello, ha sido escogido junto con los productos anteriormente citados, para determinar su funcionamiento en este caso particular. Debido a sus propiedades específicas tiene una excelente compatibilidad con soportes pétreos de naturaleza carbonática; por su permeabilidad al vapor de agua, ausencia de variaciones cromáticas ó efectos de brillo, además de

³¹⁴ Probablemente, este estudio ha generado interés en otros investigadores, véase (Guillamet, E.: 2013) [en línea] disponible en Web: <http://cazadores-recolectores.blogspot.com.es/2011/08/el-clan-de-cazadores-recolectores-del.html>. [Consultada 22/07/2015], aunque esta publicación carece de datos científicos.

mantener la hidrofilia del soporte a tratar, no generar películas superficiales hidrófugas, ni velos blanquecinos.

PRODUCTO	Nanorestore®
COMERCIALIZA	<i>C.T.S. Productos, equipos e instalaciones al servicio de la restauración.</i>
COMPOSICIÓN	Hidróxido de calcio nanofásico en dispersión en alcohol Isopropílico.
APLICACIÓN general.	Consolidante superficial.
CONCENTRACIÓN sólido (Ca(OH) ₂)	0,8 kg/l.
TAMAÑO DE LA PARTÍCULA Ca(OH) ₂	Entre 1-100 nm
DISOLVENTE	Alcohol Isopropílico.
APLICACIÓN detallada.	Consolidante compatible por excelencia para los frescos y los soportes pétreos de naturaleza carbonática. Se puede aplicar sobre pinturas murales, intónacos, mármol y otros materiales pétreos de naturaleza carbonática. Óptima permeabilidad al vapor de agua, ausencia de variaciones cromáticas ó efectos de brillo, mantiene la hidrofilia del soporte a tratar y no genera películas superficiales hidrófugas.

Tabla 15. Características del *Nanorestore®*.

Con las dispersiones de nanocal en alcohol, se consigue reconstruir la estructura de cristales de carbonato cálcico encargadas de restituir la propiedad de adhesión y cohesión perdida. A diferencia de lo que ocurre con los consolidantes orgánicos como: la caseína, las resinas acrílicas como el *Paraloid B72®*, etc. El estrato pictórico recupera las propiedades mecánicas, pero no mediante la creación de un film polimérico continuo y homogéneo, sino que la reestructuración estructural se realiza en forma de puntos de soldadura sin formar films compactos y homogéneos. De modo que es totalmente compatible química y físicamente con el soporte, asimismo le confiere a la superficie: porosidad, permeabilidad al H₂O y transpirabilidad. Además, los materiales inorgánicos son resistentes al envejecimiento y al deterioro por el paso del tiempo.

Enumeradas las características de estos productos se asevera que cumplen con las exigencias requeridas a un consolidante, cumpliendo con las recomendaciones de conservación y los principios de mínima intervención.

Se han elegido los consolidantes con bajas concentraciones de Ca (OH)₂, siendo éstas de 5 g de hidróxido cálcico por litro de alcohol. Dispersiones muy diluidas para favorecer la penetración y evitar la readhesión entre las partículas de hidróxido de

calcio. Ya que las dispersiones muy concentradas crean conglomeraciones que no pueden penetrar entre la estructura porosa quedando retenidas en superficie, generando un efecto óptico-estético no deseable en forma de veladuras³¹⁵.

Para el tratamiento de la adhesión estructural de fragmentos de roca con peligro inminente de desprendimiento, se han elegido dos productos dentro de la gama de materiales micro-estructurados de cal hidratada suspendidas en alcohol, estos productos son: *CaLoSiL micro®* y *CaLoSiL paste like®*.

El *CaLoSiL micro®* se caracteriza por tener propiedades entre las dispersiones de hidróxido de cal nano-particulados *CaLoSiL E, IP o NP®* y las suspensiones convencionales de cal hidratada (ver características del producto en la tabla 16). Se trata de una suspensión de hidróxido cálcico en concentración de 120 g/l, cuyo particulado oscila entre 1 y 3 μ . Utilizado para reforzar piedra, morteros y revoques, además de consolidar superficies disgregadas y rellenar grietas y juntas. Este producto admite la adición de áridos en polvo (polvo de mármol, calcita, etc.), para la preparación de pastas de inyección y morteros de restauración. Además puede mezclarse con cualquier producto de la gama *CaLoSiL®*. Permitiendo de este modo, diseñar tratamientos que requieran un control muy específico de la distribución del tamaño de las partículas³¹⁶.

PRODUCTO	CaLoSiL micro®
COMERCIALIZA	<i>Agar Agar Productos para la Conservación y Restauración.</i>
COMPOSICIÓN	Micro partículas de hidróxido cálcico [Ca (OH) ₂] suspendidas en alcohol.
APLICACIÓN general.	Consolidación de superficies disgregadas, para relleno de grietas y juntas.
CONCENTRACIÓN sólido (Ca(OH) ₂)	120 g/l
TAMAÑO DE LA PARTÍCULA Ca(OH) ₂	1-3 μ m
DISOLVENTE	Alcohol
APLICACIÓN detallada.	Se aconseja su uso para el reforzamiento de piedra, morteros y revoques. Para consolidación de superficies disgregadas, para relleno de grietas y juntas. Se aconseja para adhesión de pequeños fragmentos o escamas disgregadas, material espesante para la gama <i>CaLoSiL®</i> .

Tabla 16. Características *CaLoSiL micro®*.

³¹⁵ DEI, L.; BANDINI, F.; FELICI, A.; LANFRANCHI, M. R.; LANTERNA, G.; MACHERELLI, A. & SALVATORI, B. Pre-consolidation of pictorial layers in frescoes: The high performance of CSGI's method based on nanolime evaluated by opd team in agnolo gaddi's *Leggenda della Vera Croce Paintings*, Santa Croce, Florence. En *Scienza e Beni Culturali*, XXIII, 2007. pp. 217-223.

³¹⁶ Información obtenida de la hoja de datos técnicos que el comerciante IBZ-Salzchemie Gmbh & Co.KG, publica en su Web [en línea] disponible en: www.ibz-freiberg.de. [Consultada el 31/08/2015].

La suspensión coloidal en etanol del hidróxido de calcio *CaLoSiL paste-like®*, por sus características compositivas (ver características del producto en la tabla 17), está recomendado como aglutinante para masas especiales de inyección y morteros de restauración para relleno de pequeñas grietas y huecos.

PRODUCTO	CaLoSiL paste-like®
COMERCIALIZA	<i>Agar Agar Productos para la Conservación y Restauración.</i>
COMPOSICION	Suspensión coloidal de $(Ca(OH)_2)$ en etanol.
APLICACIÓN general.	Aglutinante para morteros.
CONCENTRACION sólido $(Ca(OH)_2)$	120 g/l
TAMAÑO DE LA PARTÍCULA $Ca(OH)_2$	50 nm-1 μ m
DISOLVENTE	Etanol.
APLICACIÓN detallada.	Recomendado como aglutinante para masas especiales de inyección y morteros de restauración para relleno de pequeñas grietas y huecos. Se recomienda su uso en combinación con el <i>CaLoSiL E25 grey®</i>

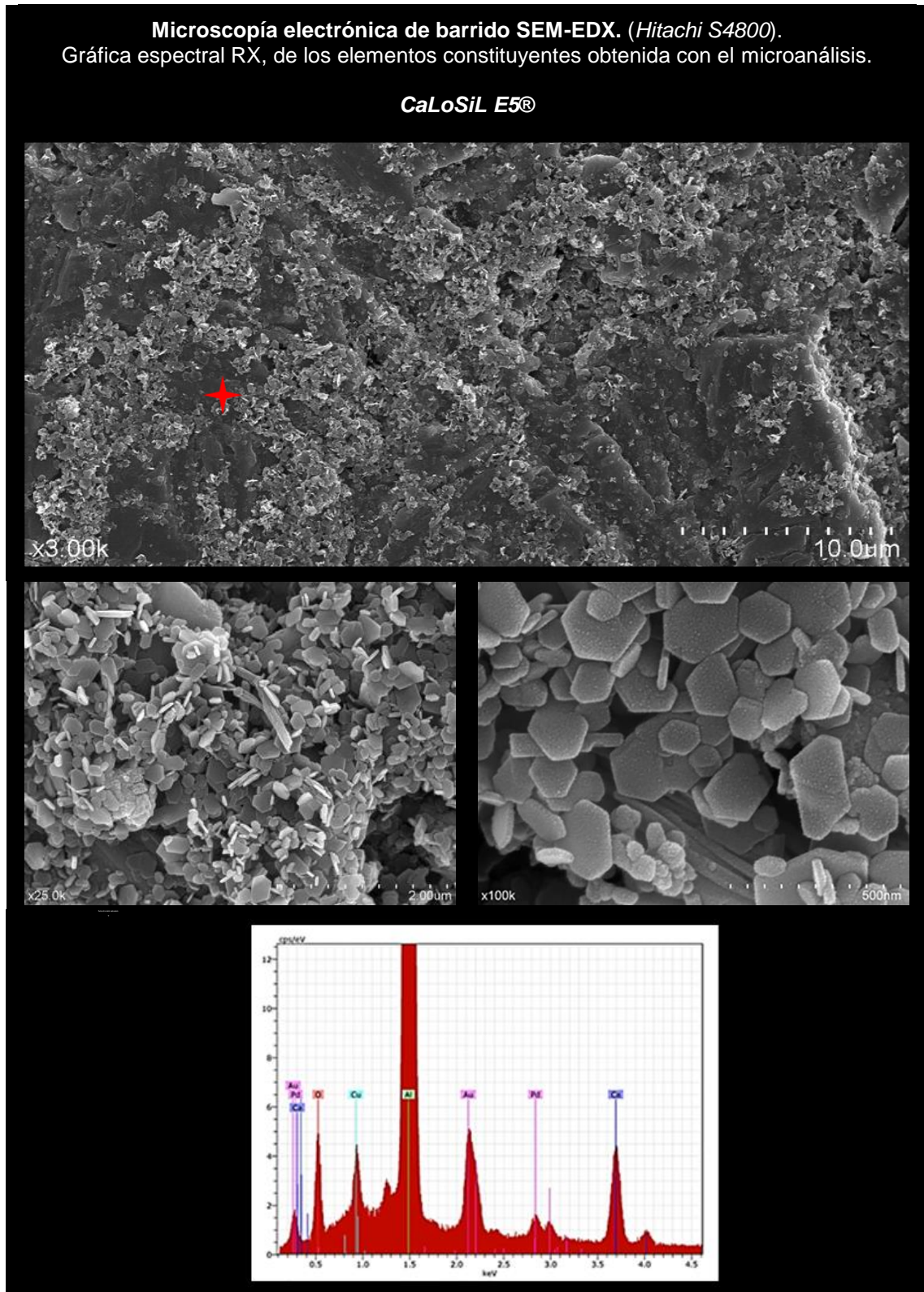
Tabla 17. Características *CaLoSiL paste-like®*.

Previamente a la aplicación de los consolidantes en las probetas, se llevo a cabo en el laboratorio, un estudio para determinar los porcentajes en las disoluciones del producto, y el número de capas que se podían aplicar sin alterar la superficie. El estudio consistió en testar los distintos materiales sobre probetas, en las cuales se llevó un seguimiento con ayuda del colorímetro y microscopio electrónico de barrido (ver *metodología*). Las mediciones de color se realizaron en el mismo punto, antes de aplicar el material y posteriormente a cada aplicación. Con los resultados obtenidos se obtuvieron los valores “promedio” que sirvieron de modelo para establecer: tanto la metodología de aplicación como el porcentaje de la disolución.

El análisis al SEM-EDX, permitió determinar la morfología del material, cuya estructura romboédrica y hexagonal, presenta partículas de tamaños irregulares dispuestas superficialmente a modo de aglomerados sin crear un film continuo. Para su estudio en el microscopio electrónico, las muestras fueron previamente metalizadas y posteriormente analizadas sobre la superficie metálica del portaobjetos. En esta primera fase se estudiaron los consolidantes individualmente sin ser aplicados sobre las muestras de roca, con la finalidad de observar las características intrínsecas de los

mismos sin crear interferencias de comportamiento al interactuar con el soporte pétreo. La acción de estos materiales sobre la superficie rocosa se analizará con detalle en el capítulo de resultados obtenidos con el SEM-EDX, al estudiar las probetas tratadas con estos productos consolidantes. En las siguientes imágenes se muestra la morfología que presentan a través de microscopía electrónica de barrido (ver tablas: 18 a 24) utilizando distintos aumentos: x3.00 K, x25.0 K y x100 K; aplicados en concentraciones de 5 g por litro, excepto: el *Nanorestore*® (dispersión de hidróxido de cal en concentración de 5% por litro), el *CaLoSiL micro*® y *CaLoSiL paste like*®, que se han analizado en concentraciones de 120 g por litro.

Asimismo se realizó el microanálisis espectral de RX para cuantificar los elementos mayoritarios que forman parte de la composición de las muestras.

Tabla 18. Microscopía electrónica de barrido SEM-EDX del producto *CaLoSiL E5®*.

Microscopía electrónica de barrido SEM. (Hitachi S4800).
Gráfica espectral RX, de los elementos constituyentes obtenida con el microanálisis.

CaLoSiL E25 grey®

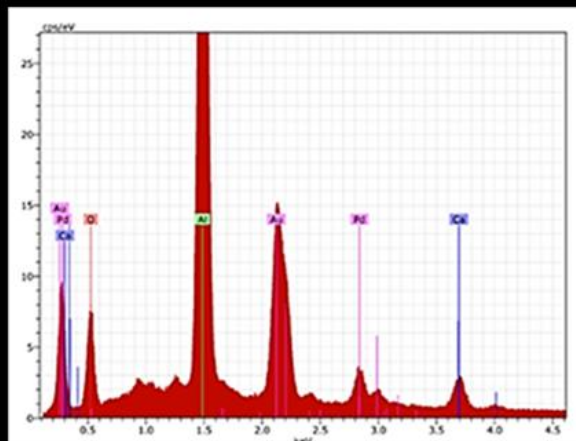
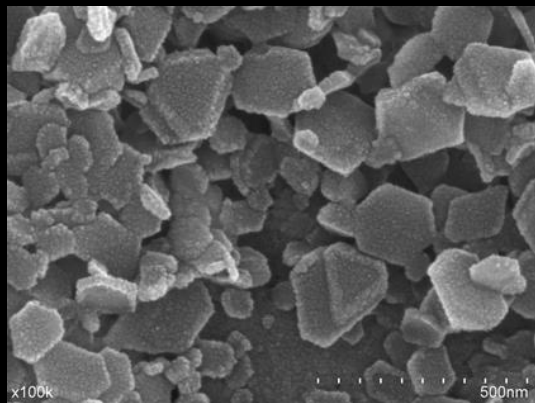
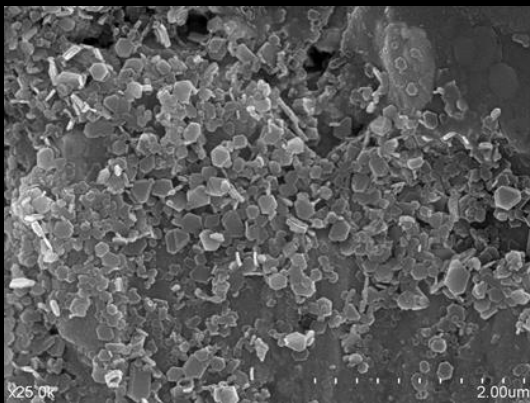
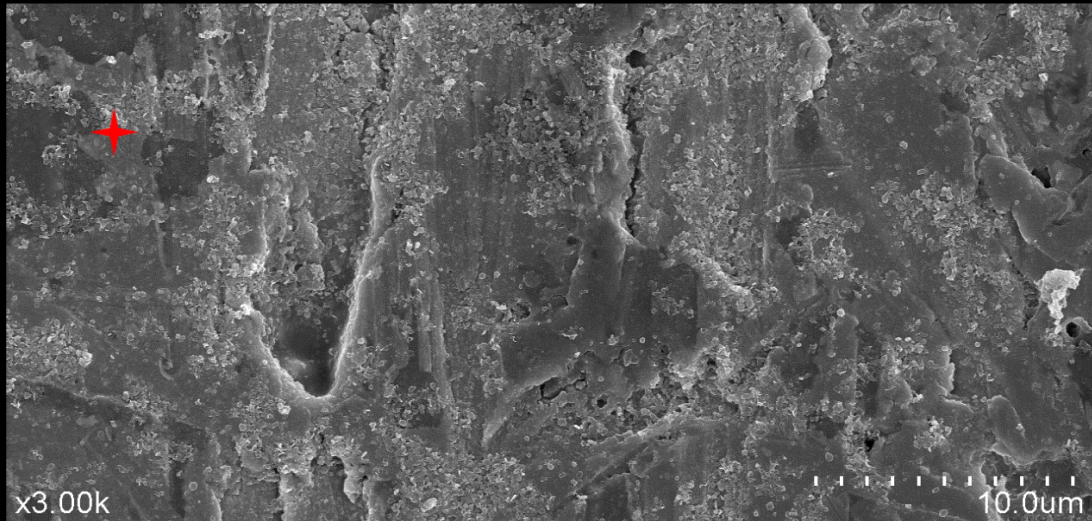


Tabla 19. Microscopía electrónica de barrido SEM-EDX del producto *CaLoSiL E25 grey®*.

Microscopía electrónica de barrido. (Hitachi S4800).
Gráfica espectral RX, de los elementos constituyentes obtenida con el microanálisis.

CaLoSiL IP5®

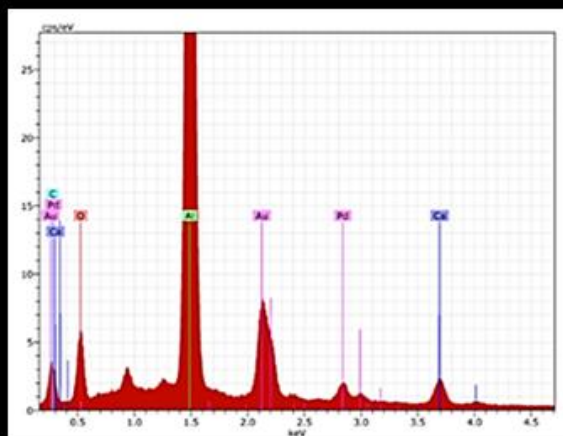
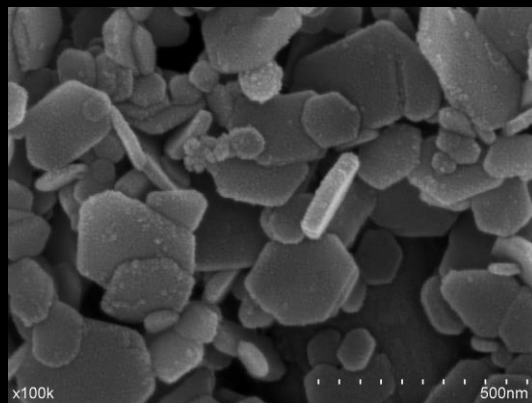
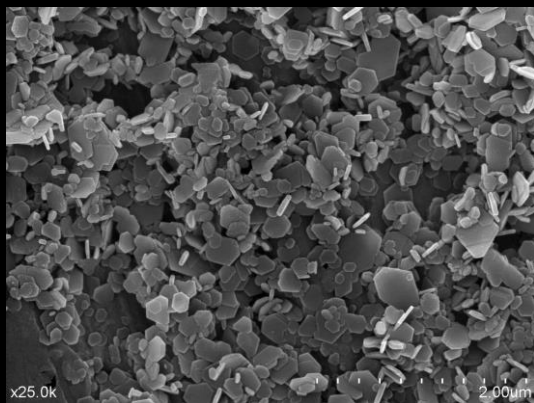
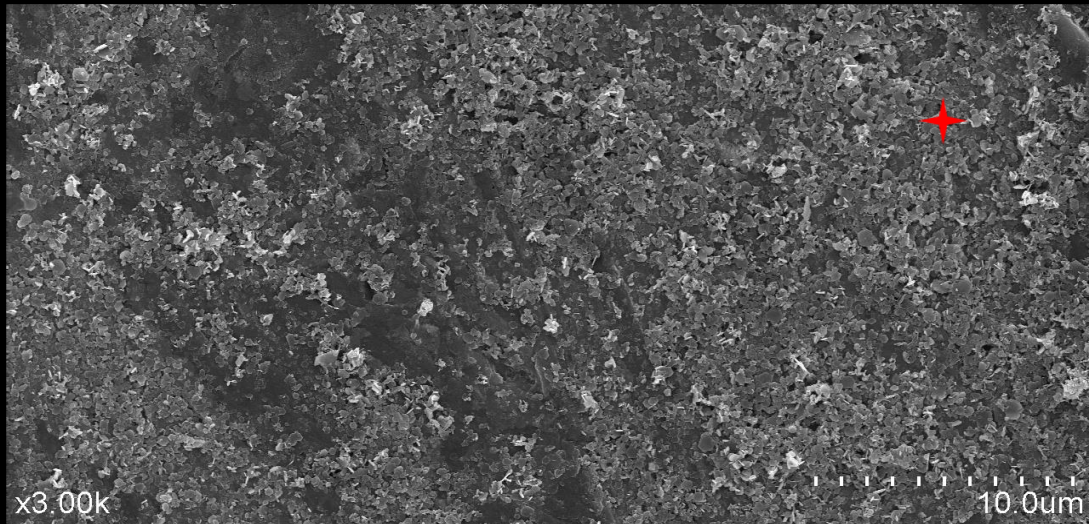


Tabla 20. Microscopía electrónica de barrido SEM-EDX del producto CaLoSiL IP5®.

Microscopía electrónica de barrido. (Hitachi S4800).
Gráfica espectral RX, de los elementos constituyentes obtenida con el microanálisis.

CaLoSiL NP5®

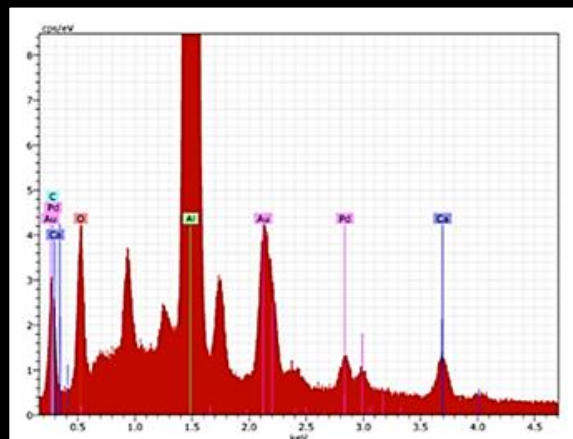
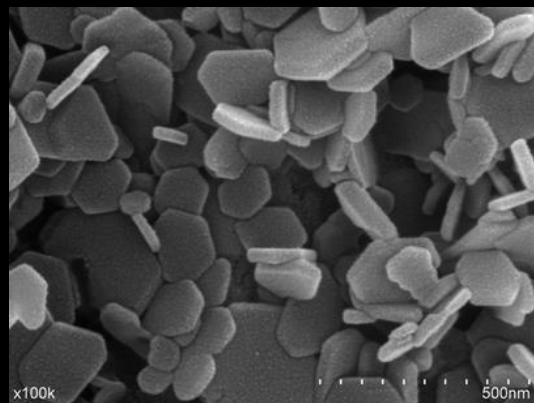
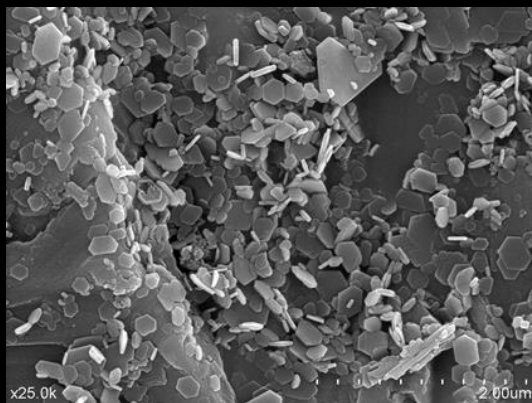
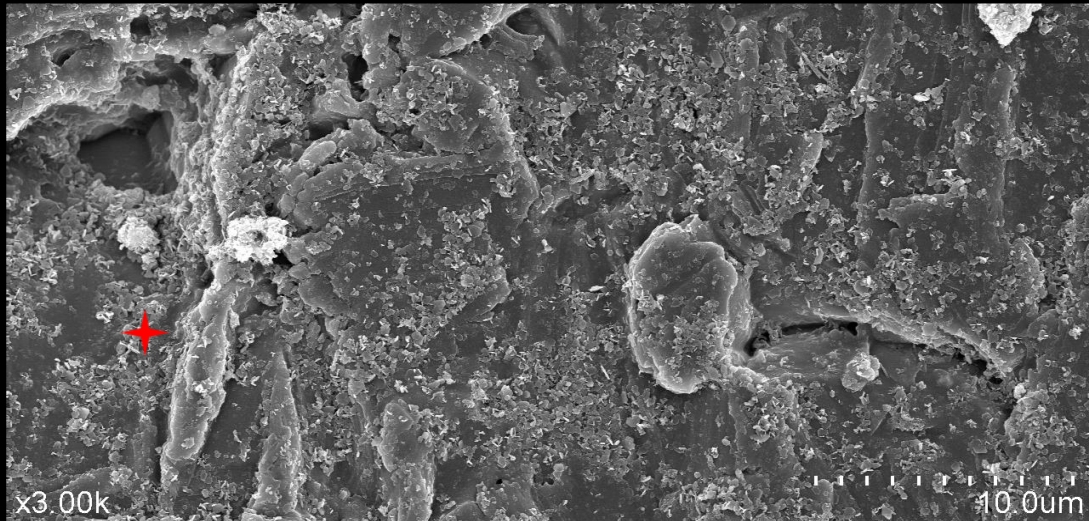


Tabla 21. Microscopía electrónica de barrido SEM-EDX del producto CaLoSiL NP5®.

Microscopía electrónica de barrido. (Hitachi S4800).
Gráfica espectral RX, de los elementos constituyentes obtenida con el microanálisis.

Nanorestore®

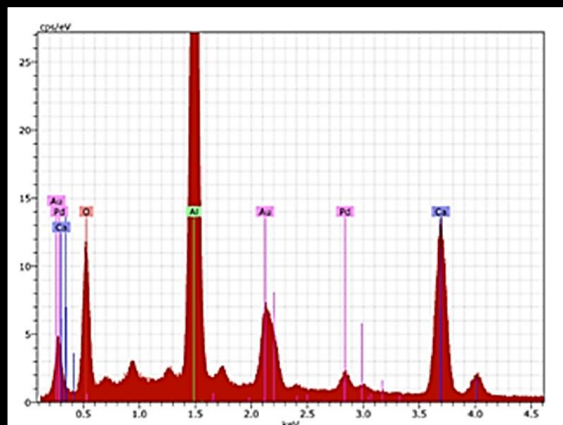
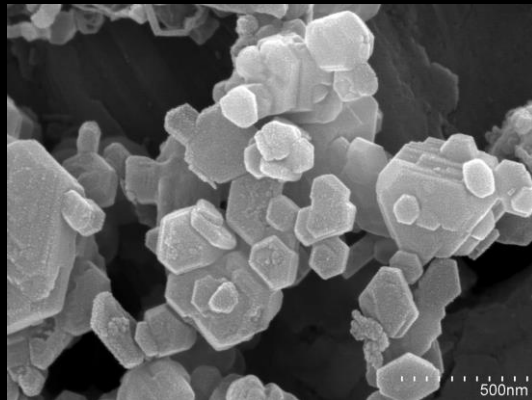
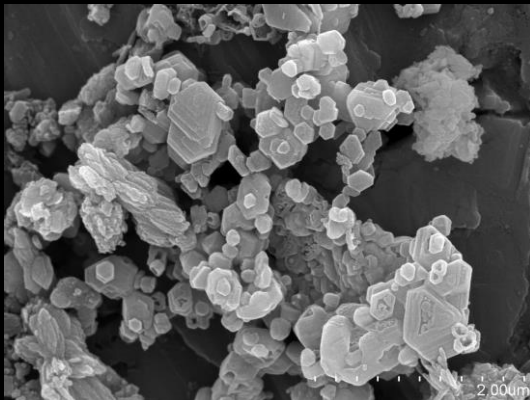
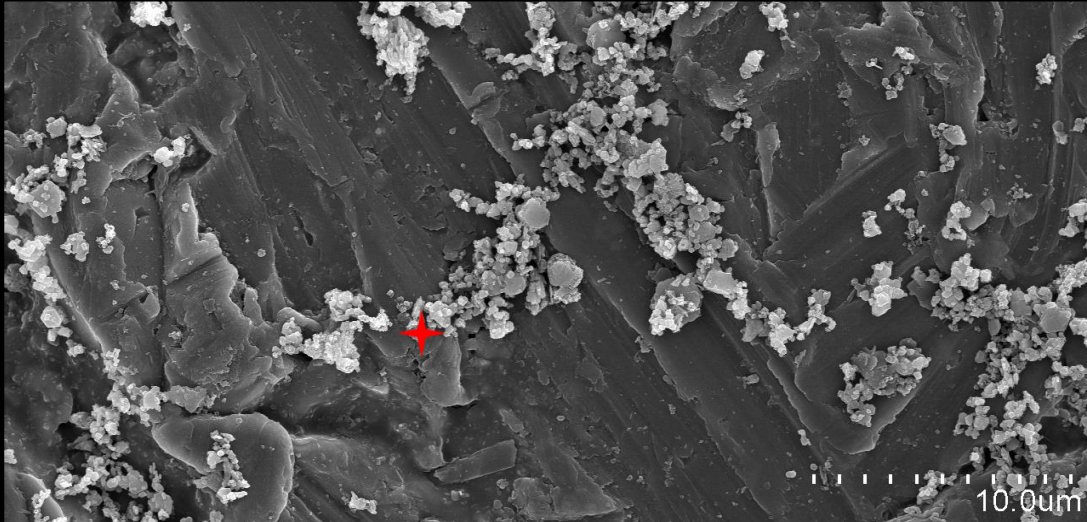
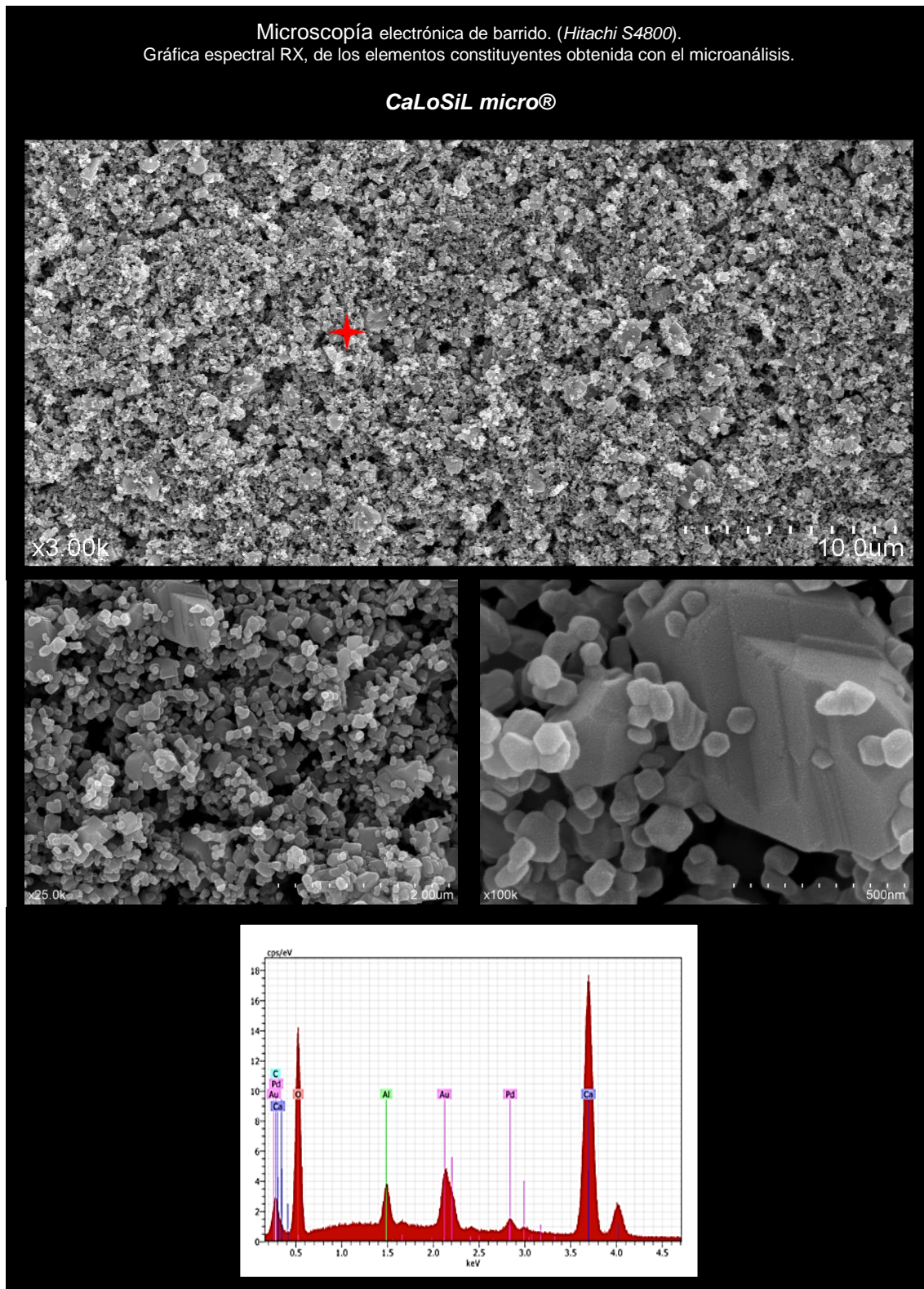


Tabla 22. Microscopía electrónica de barrido SEM-EDX del producto Nanorestore®.

Tabla 23. Microscopía electrónica de barrido SEM-EDX del producto *CaLoSiL micro®*.

Microscopía electrónica de barrido. (Hitachi S4800).
Gráfica espectral RX, de los elementos constituyentes obtenida con el microanálisis.

CaLoSiL paste like®

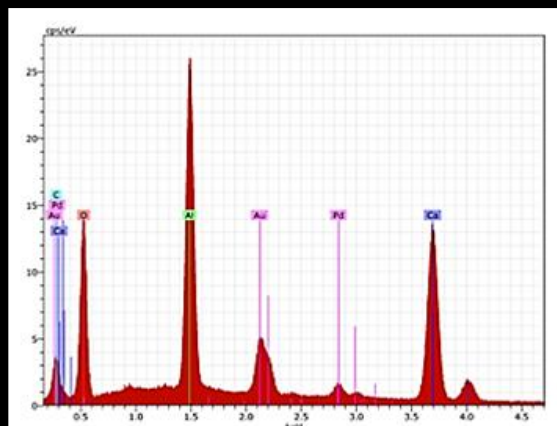
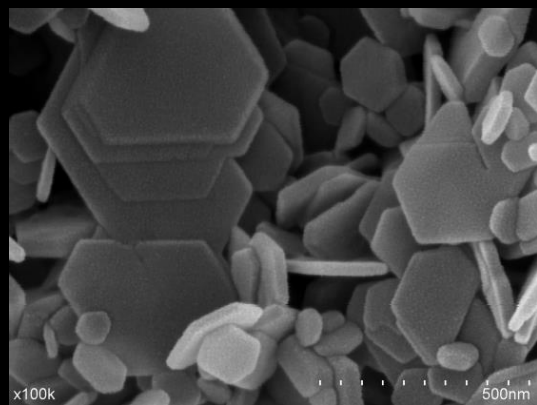
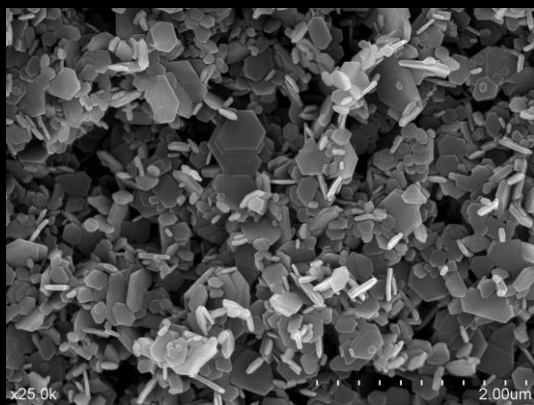
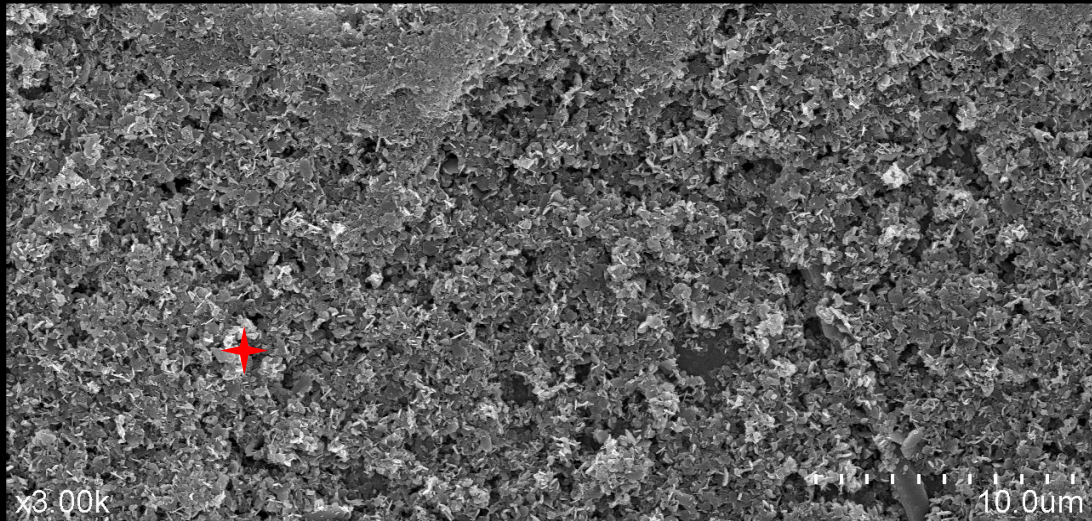


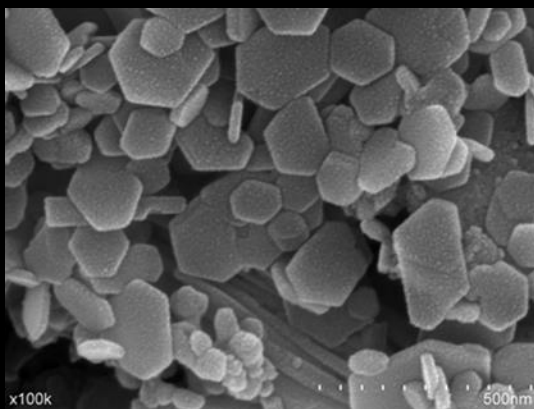
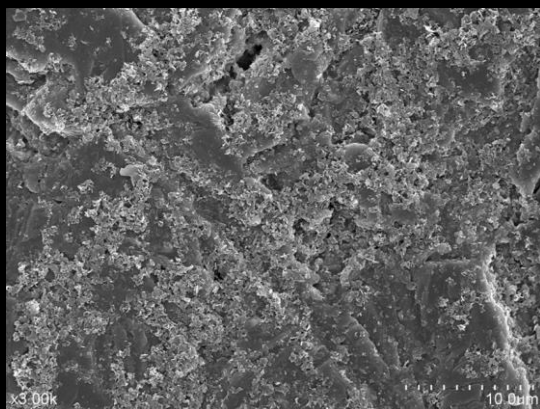
Tabla 24. Microscopía electrónica de barrido SEM-EDX del producto *CaLoSiL paste like®*.

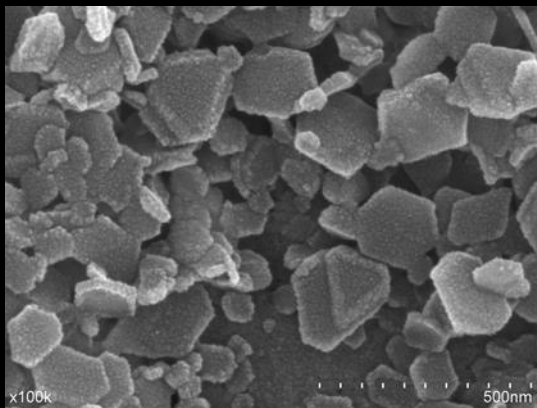
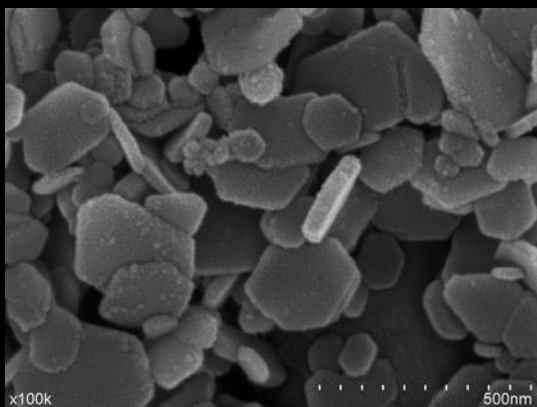
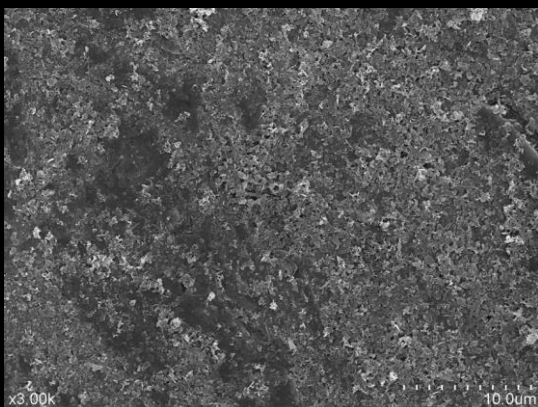
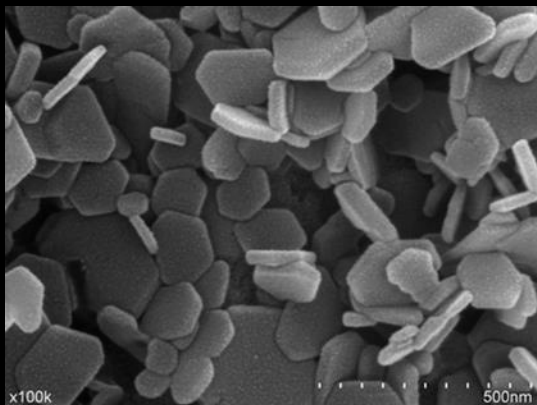
Si se establece una comparativa entre los distintos productos se identifican claramente tres grupos, según el análisis del particulado visualizado a 100K:

- Un primer grupo formado por *CaLoSiL: E5, E25 grey, IP y NP 5®*, en los que se observa que el tamaño y el grosor de los cristales es prácticamente similar en los cuatro consolidantes.
- Un segundo grupo formado por el *Nanorestore®*, que presenta unas partículas con una estructura mucho más fina y laminar, dispuestas espacialmente en agrupaciones puntualizadas, dejando espacios abiertos.
- Y un tercer grupo formado por el *CaLoSiL micro y CaLoSiL paste like®*, que presentan unas partículas de dimensiones muy irregulares, sobre todo esta diferenciación se puede observar en el *CaLoSiL micro®*. En general el tamaño de las partículas de estos dos productos son de mayor dimensión que las de los materiales citados anteriormente, ya que éstos están diseñados para intervenciones de consolidación estructural, mientras que los productos precedentes están sintetizados para su uso en procesos de consolidación a nivel superficial.

Microscopía electrónica de barrido SEM. (*Hitachi S4800*).
Comparativa entre los siete consolidantes,
según el tamaño de las partículas a 100 K y 3.00 K.

CaLoSiL E5®



CaLoSiL E25 grey®**CaLoSiL IP5®****CaLoSiL NP5®**

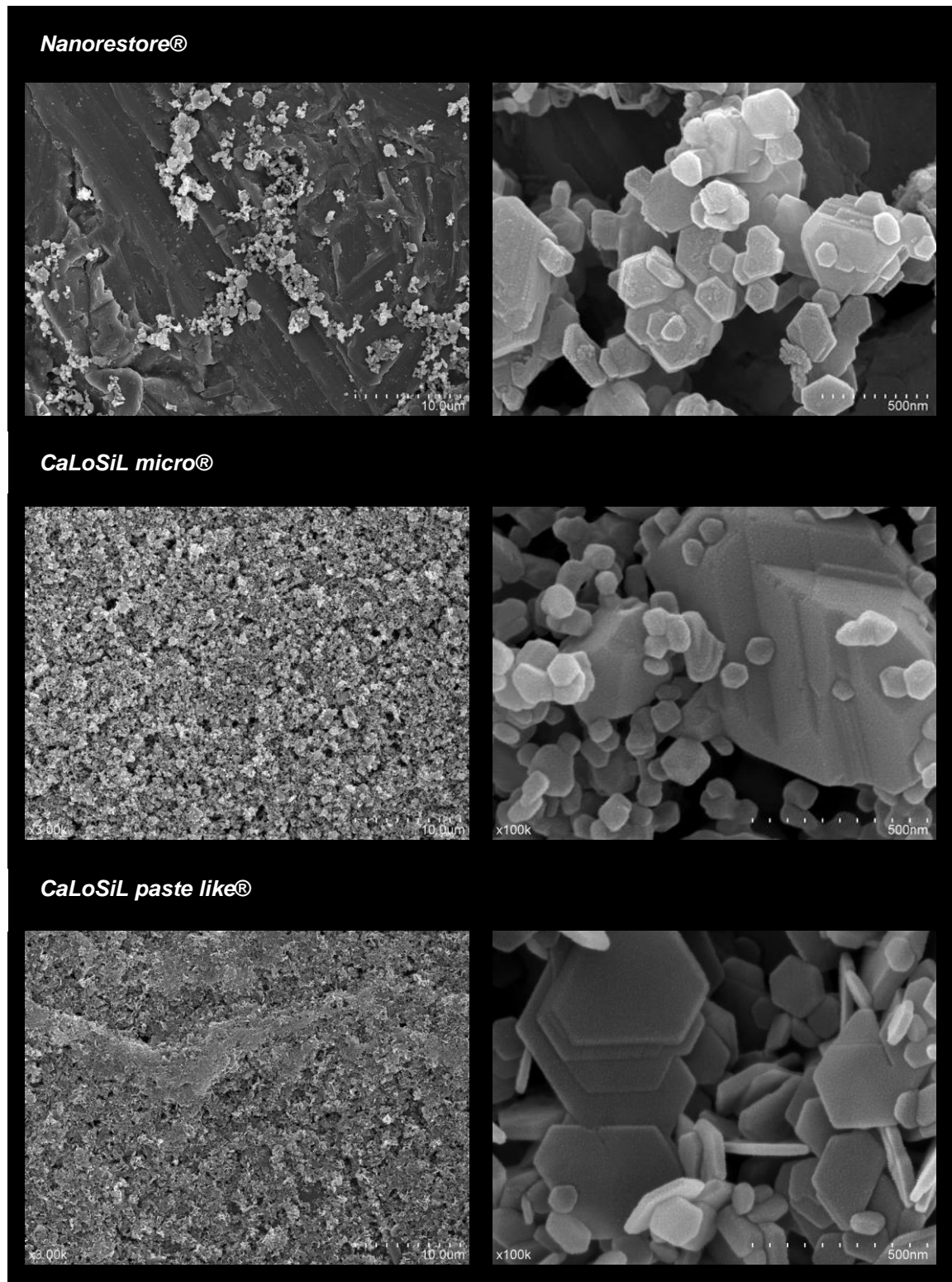


Tabla 25. Comparativa entre los productos *CaLoSiL®* y *Nanorestore®*, según el tamaño de las partículas a 100 K y 3.00 K aumentos. Imágenes obtenidas con microscopía electrónica de barrido SEM.

11.3. ELABORACIÓN DE PROBETAS.

Como se ha comentado anteriormente, las probetas se realizaron con roca procedente del *Cova Remígia*, extraída de los fragmentos depositados en los alrededores del abrigo (Figura 246).

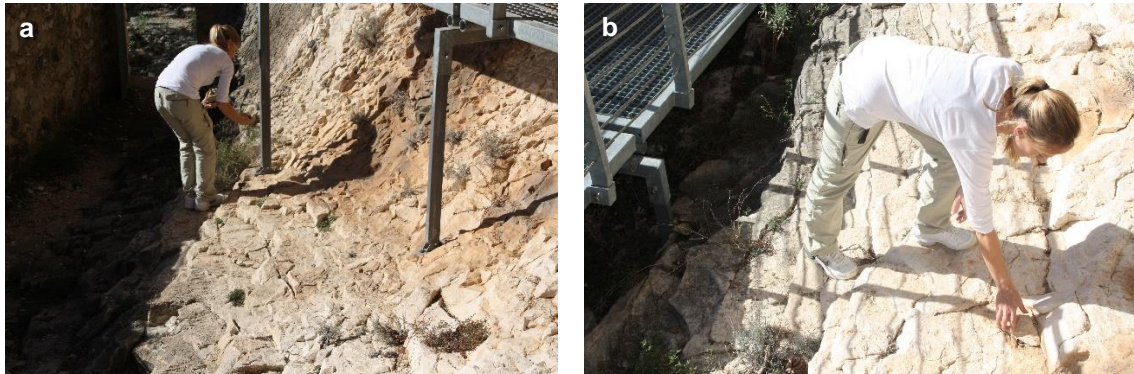


Figura 246 (a, b). Recogida de fragmentos de roca dentro del recinto protegido de *Cova Remígia* (Ares del Maestre-Castellón).

Fuente: G. Barreda (2015).

Dichas probetas, se extrajeron de aquellos fragmentos que se habían desprendido de forma natural de su posición original. La selección del material, se realizó de forma cuidadosa siendo en todo momento respetuosa con la obra y su entorno. Se seleccionaron fragmentos de roca para extraer dos tipos de probetas, un grupo se trataron estrictamente cómo indica la normativa (UNE), es decir, puliendo todas las caras de las probetas confeccionadas, mientras que se utilizó otro grupo de probetas en las que no se pulió la roca, con el objetivo de conservar la pátina externa original. Se consideró adecuado el uso de probetas que mantuvieran el recubrimiento original, porque permite experimentar con condiciones que se asemejan a la realidad, y ayuda a determinar con mayor exactitud qué productos reaccionan correctamente con el soporte. Aunque la normativa es específica para el campo de la conservación del patrimonio, dista de la realidad; ya que las superficies pulidas, como se verá, tienen un comportamiento hídrico muy diferente con respecto a aquellas superficies que mantienen la costra superficial cristalina (de oxalatos), compacta y poco porosa. Ya que este recubrimiento puede dificultar la penetración.

Estos dos grupos de probetas se utilizaron para estudios en laboratorio, pero se elaboró un tercer grupo de probetas, realizado con fragmentos de gran tamaño que no se pulieron, éstos fueron utilizados: tanto para realizar los ensayos de tinción, como para ser tratados directamente en el abrigo y se depositaron *in situ*.

Se realizaron un total de 53 probetas³¹⁷, utilizadas en función de cada ensayo para el que fueron destinadas: a las probetas con todas las caras pulidas se denominó *grupo A*, las muestras que no fueron pulidas y mantuvieron la costra original se las designó *grupo B (1-2)* [el tamaño de las probetas de ambos grupos A y B (1) mantienen unas dimensiones de 10x10x10 mm] y las depositadas *in situ*, se denominó *grupo C* (ver Tabla 26).


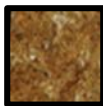


Clasificación de probetas utilizadas en esta investigación			
GRUPO			
A Con la superficie pulida.	B (1) Con la superficie sin pulir.	B (2) Con la superficie sin pulir.	C Probetas depositadas <i>in situ</i> .
			
Tamaño de las probetas: cubos de 10x10x10 mm.		Fragmentos de tamaño irregular	

Tabla 26. Clasificación de probetas utilizadas en esta investigación.

En función del ensayo para el que fueron destinadas, las probetas se clasificaron en:

- **2 probetas** (P0, P1) pertenecientes al *grupo A*, sirvieron de probetas muestra. Se trata de probetas de material pétreo sin aplicación de ningún tipo de consolidante y fueron sometidas a distintos ensayos. La probeta P0

³¹⁷ En esta investigación se ha usado la siguiente nomenclatura en referencia a cada consolidante utilizado: E5 (CaLoSiL E5®), E25g (CaLoSiL E25 grey®), IP5 (CaLoSiL IP5®), NP5 (CaLoSiL NP5®), N (Nanorestore®), PL (CaLoSiL paste like®) y L (CaLoSiL lime®).

fue sometida a ciclos de contaminación atmosférica con saturación de partículas de SO₂ y la probeta P1, se sometió a ciclos de envejecimiento acelerado.

- **30 probetas** pertenecientes al *grupo A y B (1)* [1 E5, 2 E5, 3 E5, 4 E25g, 5 E25g, 6 E25g, 7 IP5, 8 IP5, 9 IP5, 10 NP5, 11 NP5, 12 NP5, 13 N, 14 N, 15 N, 16 E5, 17 E5, 18 E5, 19 E25g, 20 E25g, 21 E25g, 22 IP5, 23 IP5, 24 IP5, 25 NP5, 28 N, 29 N, 30 N] se sometieron al ensayo de absorción de agua por capilaridad (UNE-EN 15801).
- De las 30 probetas anteriores, **10** (1 E5, 4 E25g, 7 IP5, 10 NP5, 13 N, 16 E5, 19 E25g, 22 IP5, 25 NP5, 28 N) fueron sometidas a ciclos de envejecimiento acelerado con variaciones de temperatura y humedad, siguiendo las pautas marcadas por ASTM Internacional en el ensayo D1183-03 (*Standart Practices for Resistance of Adhesives to Cyclic Laboratory Aging Conditions*); y expuestas a ciclos de contaminación atmosférica saturada con dióxido de azufre (SO₂), siguiendo la normativa DIN 50.018, Ensayo Kesternich.
- **10 probetas** (31 E5, 32 E25g, 33 IP5, 34 NP5, 35 N) pertenecientes al *grupo A* (con la superficie pulida), y (36 E5, 37 E25g, 38 IP5, 39 NP5, 40 N) pertenecientes al *grupo B (1)* (sin pulir), se sometieron a los ensayos de penetración del consolidante por medio de tinción fluorescente con *Rodamina*.
- **7 probetas** (41 E5, 42 E25g, 43 IP5, 44 NP5, 45 N, 46 PL, 47 L), pertenecientes al *grupo B (2)* (fragmentos de gran tamaño sin pulir), se sometieron a los ensayos de penetración de consolidante por medio de tinción con *Lanaset Blue 2R*.
- **4 probetas** (1 R, 2 R, 4 R, 7 R) pertenecientes al *grupo C*, se trataron y depositaron *in situ*.

En las siguientes tablas queda resumido el total de probetas realizadas en esta investigación:
















Pintura Rupestre Levantina			
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)			
CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL. ENSAYO DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD (UNE-EN 15801).			
GRUPO A (Probetas da tamaño 10x10x10 mm con todas las caras pulidas)			
CONSOLIDANTE	Probetas tratadas con 3 capas de producto aplicado a pincel.		
CaLoSiL E5®	 1 E5	 2 E5	 3 E5
CaLoSiL E25 grey®	 4 E25g	 5 E25g	 6 E25g
CaLoSiL IP5®	 7 IP5	 8 IP5	 9 IP5
CaLoSiL NP5®	 10 NP5	 11 NP5	 12 NP5
Nanorestore®	 13 N	 14 N	 15 N

Tabla 27. Probetas pertenecientes al grupo A (superficie pulida), realizadas con material pétreo procedente de Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón), sometidas al ensayo: *Determinación de la absorción de agua por capilaridad*; siguiendo la normativa UNE-En 15801 de septiembre de 2010
















Pintura Rupestre Levantina			
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)			
CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL. ENSAYO DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD (UNE-EN 15801).			
GRUPO B (1) (Probetas de tamaño de 10x10x10 mm sin pulir)			
CONSOLIDANTE	Probetas tratadas con 3 capas de producto aplicado a pincel.		
CaLoSiL E5®	 16 E5	 17 E5	 18 E5
CaLoSiL E25 grey®	 19 E25g	 20 E25g	 21 E25g
CaLoSiL IP5®	 22 IP5	 23 IP5	 24 IP5
CaLoSiL NP5®	 25 NP5	 26 NP5	 27 NP5
Nanorestore®	 28 N	 29 N	 30 N

Tabla 28. Probetas pertenecientes al grupo B (superficie sin pulir), realizadas con material pétreo procedente de Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón), sometidas al ensayo: *Determinación de la absorción de agua por capilaridad*; siguiendo la normativa UNE-En 15801 de septiembre de 2010.





Pintura Rupestre Levantina		
<i>Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)</i>		
ENSAYO DE PENETRACIÓN POR MEDIO DE TINCIÓN. <i>Lanaset blue 2R</i>		
GRUPO B (2) (Probetas de tamaño irregular sin pulir)		
CONSOLIDANTE	PROBETA	3 capas de producto aplicado a pincel.
CaLoSiL E5®	41 E5	
CaLoSiL E25 grey®	42 E25g	
CaLoSiL IP5®	43 IP5	
CaLoSiL NP5®	44 NP5	

Tabla 29. a. Probetas pertenecientes al grupo B (2) (sin pulir), fragmentos de material pétreo procedente de Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón), sometidas al ensayo: Penetración del consolidante por medio de tinción Lanaset Blue 2R.






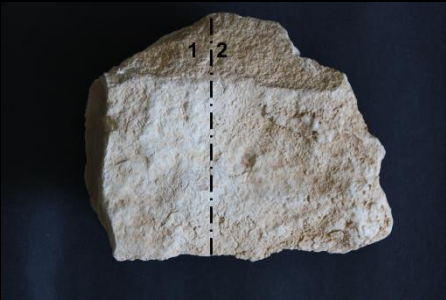
Pintura Rupestre Levantina		
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)		
ENSAYO DE PENETRACIÓN POR MEDIO DE TINCIÓN. <i>Lanaset blue 2R</i>		
GRUPO B (2) (Probetas de tamaño irregular sin pulir)		
CONSOLIDANTE	PROBETA	3 capas de producto aplicado a pincel.
Nanorestore®	45 N	
CaLoSiL paste like®	46 PL	
CaLoSiL lime®	47 L	

Tabla 29. b. Probetas pertenecientes al grupo B (2) (sin pulir), fragmentos de material pétreo procedente de Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón), sometidas al ensayo: Penetración del consolidante por medio de tinción Lanaset Blue 2R.

Pintura Rupestre Levantina		
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)		
ENSAYO DE ENVEJECIMIENTO NATURAL. PROBETAS DEPOSITADAS <i>IN SITU</i> .		
GRUPO C (Probetas de tamaño irregular depositadas <i>in situ</i>)		
CONSOLIDANTE	PROBETA	Consolidante aplicado a pincel.
Nanorestore®	1 R	 <ol style="list-style-type: none"> 1) 3 capas de Nanorestore®. 2) 2 capas de Nanorestore®. 3) 1 capa de Nanorestore®.
Nanorestore®	2 R	 <p>1 capa de Nanorestore®.</p>
Nanorestore®	4 R	 <ol style="list-style-type: none"> 1) 2 capas de Nanorestore®. 2) 3 capas de Nanorestore®.

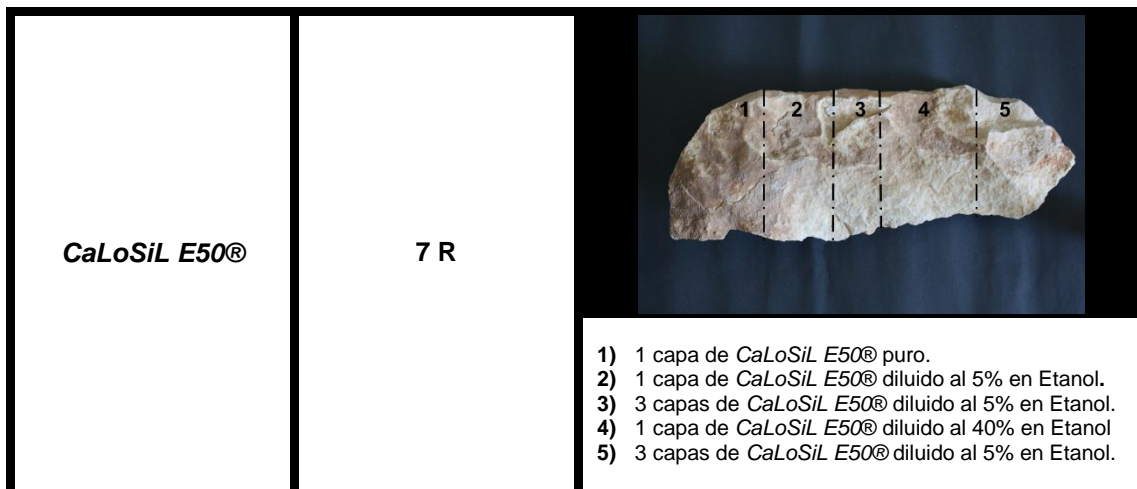


Tabla 30. Probetas pertenecientes al grupo C (*in situ*), fragmentos de material pétreo procedente de Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón), sometidas al ensayo: *Envejecimiento natural in situ*.

Para el tratamiento de las probetas preparadas *in situ*, se eligieron dos tipos de productos nanoparticulados: el *Nanorestore®* y el *CaLoSiL® E50®* (puro, diluido al 5% y al 40% en etanol). Se hizo uso de probetas de gran tamaño, divididas en bandas, en las que se testaron los productos disueltos a distintas proporciones y aplicados a pincel (Figura 247).



Figura 247 (a, b, c, d, e, f). Preparación en Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón), de las probetas pertenecientes al grupo C (*in situ*), destinadas al ensayo de *Envejecimiento natural*.

Una vez preparadas las probetas se depositaron en una zona del abrigo donde no impidieran la correcta visualización de las pinturas. Y se mantuvieron expuestas a



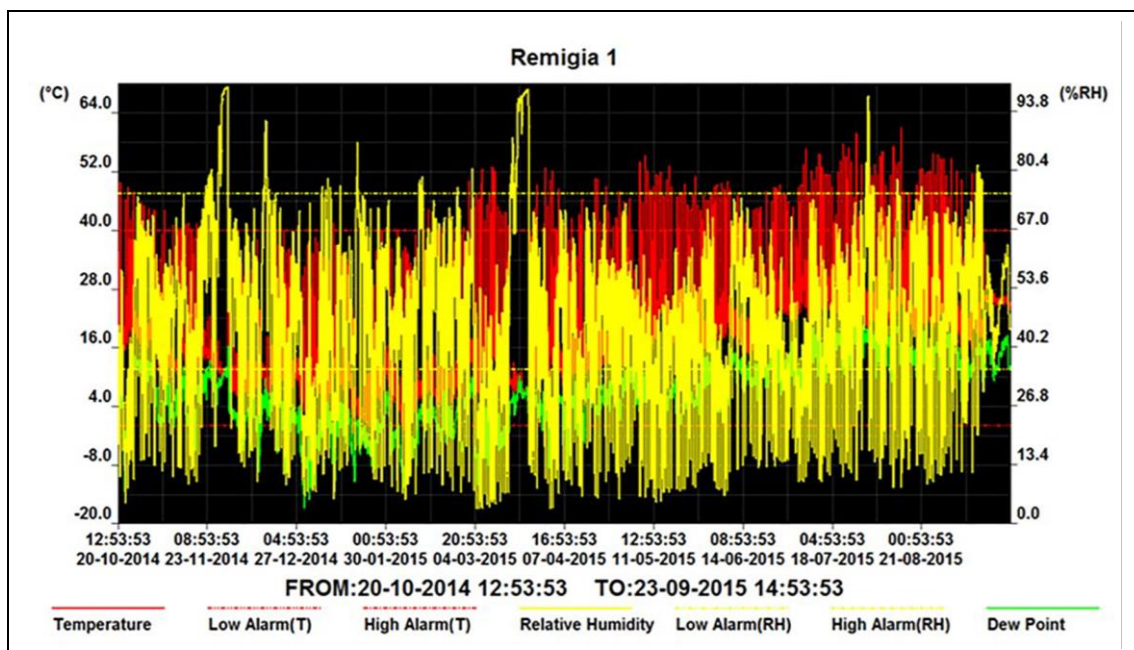
Figura 248. Ubicación de las probetas del grupo C (depositadas *in situ*), destinadas al ensayo de envejecimiento natural.

Fuente: G. Barreda (2015).

las mismas condiciones climáticas que las cavidades del abrigo que presentan mayor deterioro superficial, tales como: la *Cavidad I, II y VI* (Figura 248).

11.4. ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS DE TEMPERATURA-HUMEDAD EN COVA REMÍGIA.

La instalación del *Datalogger LOG32*, en *Cova Remígia* permitió obtener un registro termohigrométrico del abrigo. Estos dispositivos fueron instalados en octubre de 2014 y retirados a finales de agosto de 2015, con la intención de realizar una toma de datos que abarcara las estaciones invernales más frías y las estivales más cálidas. Y de este modo poder establecer los episodios o ciclos de hielo y deshielo, característicos de esta comarca del Maestrazgo. Además se pretendía determinar los parámetros de humedad relativa, ya que junto con el tiempo de exposición es uno de los factores importantes que influyen en el proceso de carbonatación de los productos nanoparticulados a base de hidróxido cálcico. Hay que señalar que los ambientes húmedos (75% HR) favorecen la cristalización y carbonatación de estos materiales, en cambio los ambientes secos la retardan. Estudios recientes recomiendan utilizar los consolidantes nanoparticulados como el *Nanorestore®* (5 g/l, concentraciones como las utilizadas en esta investigación) sobre rocas calizas sometidas a alta humedad relativa (Gómez-Villalba, L. S. *et al.*: 2012. p. 62).



Gráfica 3. Parámetros registrados: Temperatura, Humedad Relativa y Dew Point, desde 20-10-2014 a 21-08-2015. Valores obtenidos con el *Datalogger LOG32* (*Cova Remígia*).

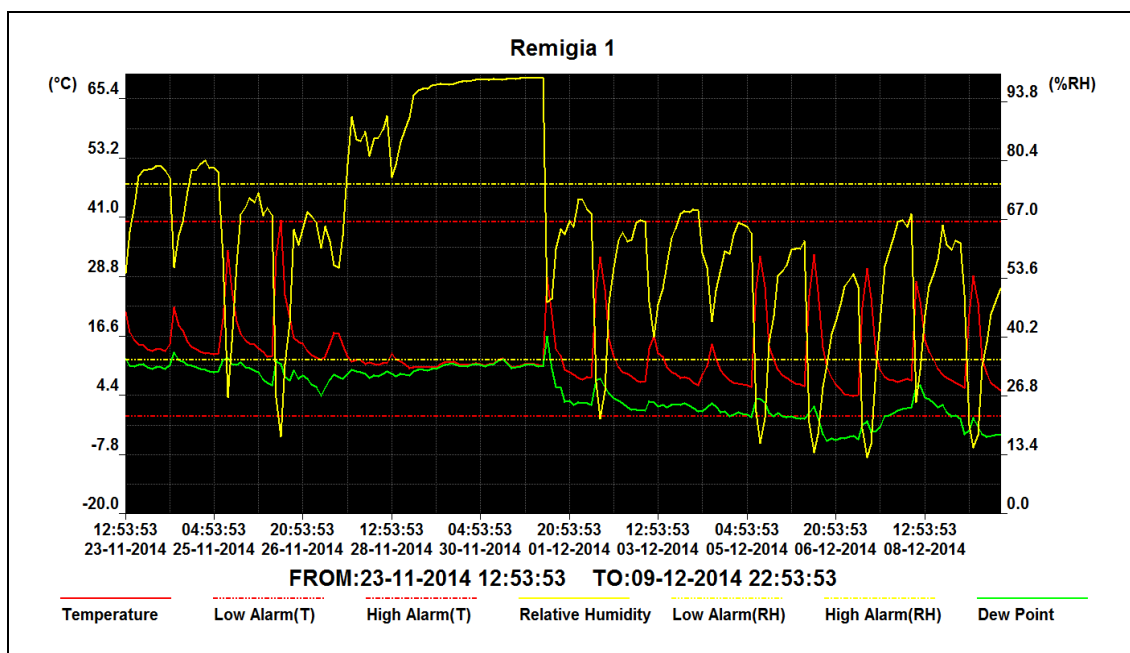
El dispositivo *Datalogger LOG32*, se programó para detectar los parámetros: Temperatura, Humedad Relativa (HR) y *Dew Point* (DC) a intervalos de 2 horas. Se aprecian tres ciclos importantes de ascenso de HR, estos corresponden a los meses: noviembre-diciembre de 2014, marzo de 2015, y julio-agosto de 2015 (ver Gráfica 3). Además los registros de HR más elevados oscilan entre 80%-99,2%, repitiéndose cada cuatro meses aproximadamente (ver Tabla 31).

Pintura Rupestre Levantina					
<i>Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)</i>					
Dataloggers LOG32. (Valores elevados de HR)					
<i>Nº dato</i>	<i>Fecha</i>	<i>Tiempo</i>	<i>Temperatura</i>	HR	<i>Dew Point</i>
495	30-11-2014	16:53:53	11,2	98,9	11,0
496	30-11-2014	18:53:53	10,2	99,0	10,0
497	30-11-2014	20:53:53	10,4	99,0	10,2
498	30-11-2014	22:53:53	10,5	99,1	10,3
499	01-12-2014	00:53:53	10,9	99,1	10,7
500	01-12-2014	02:53:53	10,9	99,1	10,7
501	01-12-2014	04:53:53	10,8	99,2	10,6
502	01-12-2014	06:53:53	10,6	99,2	10,4
503	01-12-2014	08:53:53	10,5	99,2	10,3
504	01-12-2014	10:53:53	28,4	48,2	16,3
505	01-12-2014	12:53:53	21,0	48,9	9,8
506	01-12-2014	14:53:53	13,8	60,3	6,2
507	01-12-2014	16:53:53	12,5	64,8	6,0
508	01-12-2014	18:53:53	9,7	63,7	3,1
509	01-12-2014	20:53:53	9,2	66,6	3,3
510	01-12-2014	22:53:53	8,7	65,3	2,5
1852	23-03-2015	18:53:53	6,7	97,9	6,3
1853	23-03-2015	20:53:53	6,7	98,1	6,4
1854	23-03-2015	22:53:53	6,9	98,1	6,6
1855	24-03-2015	00:53:53	6,8	98,2	6,5
1856	24-03-2015	02:53:53	6,8	98,3	6,5
1857	24-03-2015	04:53:53	6,9	98,3	6,6
1858	24-03-2015	06:53:53	7,0	98,3	6,7
1859	24-03-2015	08:53:53	8,1	98,2	7,8
1860	24-03-2015	10:53:53	6,7	98,1	6,4
1861	24-03-2015	12:53:53	6,8	98,5	6,5
1862	24-03-2015	14:53:53	7,9	98,5	7,6
1863	24-03-2015	16:53:53	7,7	98,5	7,4
1864	24-03-2015	18:53:53	6,9	98,6	6,6
1865	24-03-2015	20:53:53	5,5	98,6	5,2
1866	24-03-2015	22:53:53	4,8	98,6	4,5
1867	25-03-2015	00:53:53	4,1	98,1	3,8
1868	25-03-2015	02:53:53	4,0	97,5	3,6

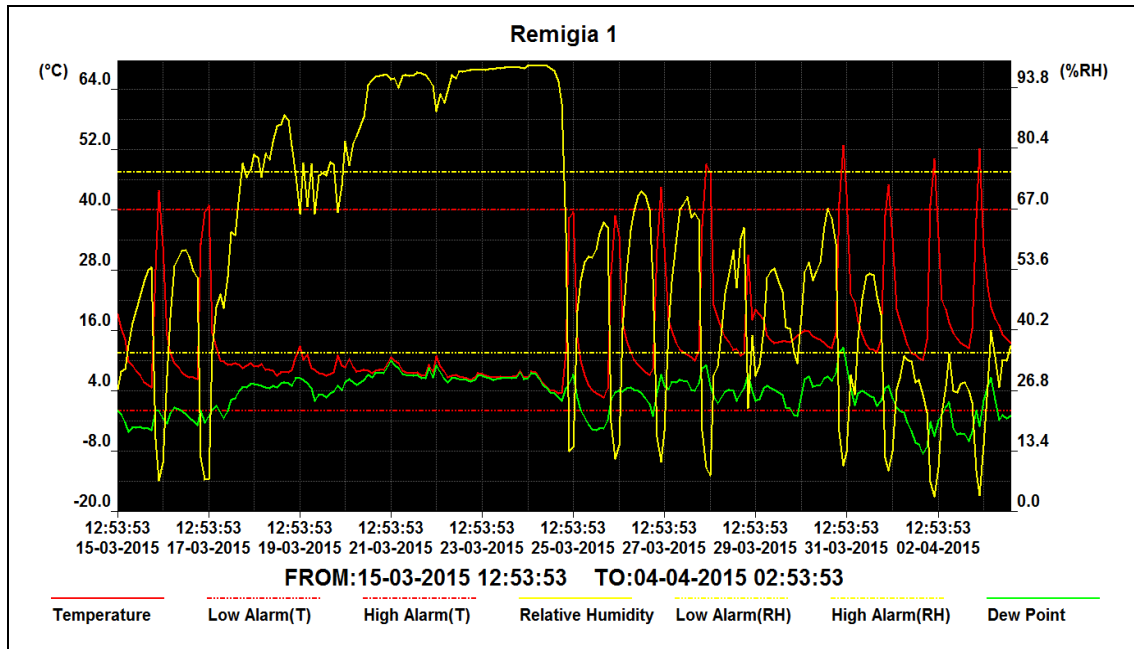
1869	25-03-2015	04:53:53	3,5	95,0	2,7
3410	31-07-2015	14:53:53	23,3	77,0	19,0
3411	31-07-2015	16:53:53	19,8	94,7	18,9
3412	31-07-2015	18:53:53	20,0	96,7	19,4
3413	31-07-2015	20:53:53	19,9	97,0	19,4
3414	31-07-2015	22:53:53	19,8	97,1	19,3
3415	01-08-2015	00:53:53	17,9	97,1	17,4
3416	01-08-2015	02:53:53	18,1	93,7	17,0
3417	01-08-2015	04:53:53	17,6	86,1	15,2
3418	01-08-2015	06:53:53	18,0	83,1	15,0
3419	01-08-2015	08:53:53	40,4	30,5	19,7

Tabla 31. Valores más elevados de HR registrados en Cova Remígia. Desde noviembre de 2014 a agosto de 2015. Parámetros obtenidos con el Datalogger LOG32.

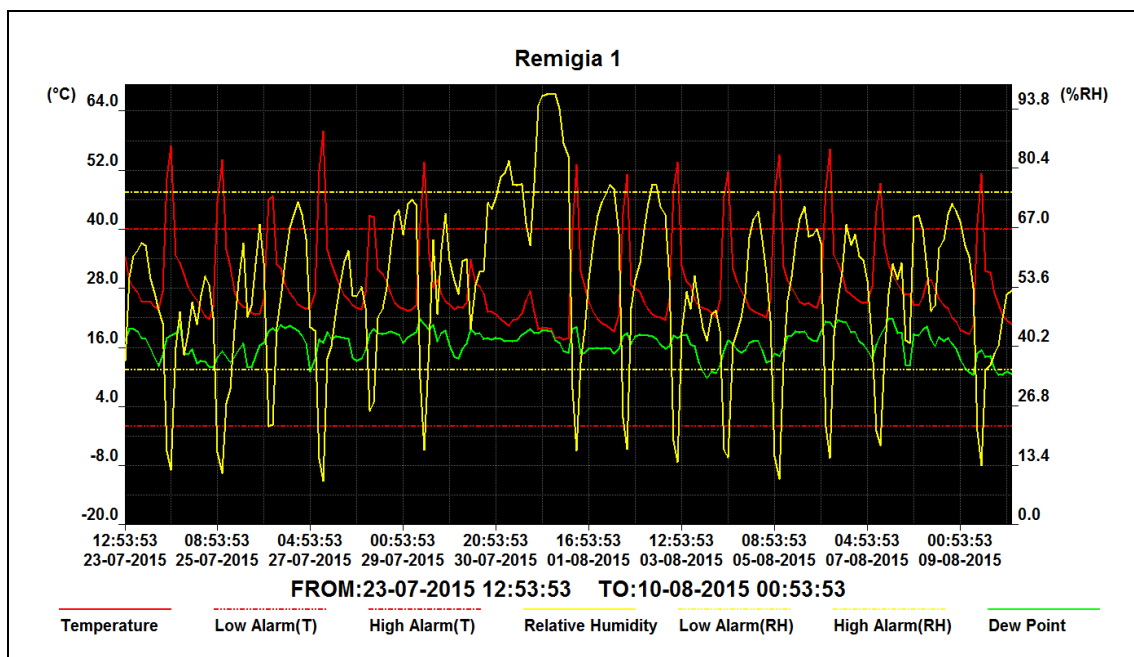
En las siguientes gráficas (4, 5 y 6), se observan los bruscos ascensos de la HR, detectados en tres periodos distintos, durante el registro realizado desde noviembre de 2014 a mediados de agosto de 2015.



Gráfica 4. Valores elevados de Humedad Relativa, registrados en noviembre y diciembre de 2014. Parámetros obtenidos con el Datalogger LOG32 (Cova Remígia).



Gráfica 5. Valores elevados de Humedad Relativa, registrados en marzo de 2015. Parámetros obtenidos con el Datalogger LOG32 (Cova Remígia).



Gráfica 6. Valores elevados de Humedad Relativa, registrados en julio y agosto de 2015. Parámetros obtenidos con el Datalogger LOG32 (Cova Remígia).

Realizando una valoración de los parámetros termohigrométricos se afirma que estos consolidantes pueden funcionar correctamente, ya que la matriz del soporte es de origen calcáreo, además en el entorno del abrigo se registran ciclos de HR elevada, en los cuales la aplicación de los consolidantes nanoparticulados carbonatarían con mayor rapidez sin provocar nuevas alteraciones. Las alteraciones pueden generarse durante procesos de carbonatación prolongados, coincidiendo en lugares con ambientes secos, con HR baja (33%) (Gómez-Villalba, L. S. *et al.*: 2012. p. 62).

El análisis de los valores de temperatura registrados en el abrigo muestra que sólo en dos ocasiones puntuales se han detectado valores negativos coincidiendo con los meses de: enero (20-01-2015) y febrero (06-02-2015) (ver Tabla 32).

Pintura Rupestre Levantina					
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)					
Dataloggers LOG32. (Valores de Temperatura inferiores a 0°C)					
Nº dato	Fecha	Tiempo	Temperatura mínima	HR	Dew Point
1098	19-01-2015	22:53:53	1,2	67,4	-4,1
1099	20-01-2015	00:53:53	0,6	70,1	-4,2
1100	20-01-2015	02:53:53	-0,2	72,7	-4,4
1101	20-01-2015	04:53:53	-0,6	70,5	-5,2
1102	20-01-2015	06:53:53	-0,6	68,2	-5,7
1103	20-01-2015	08:53:53	14,3	32,1	-2,1
1104	20-01-2015	10:53:53	26,2	17,0	-0,7
1105	20-01-2015	12:53:53	24,5	20,5	0,4
1106	20-01-2015	14:53:53	9,2	42,2	-2,9
1107	20-01-2015	16:53:53	5,8	52,7	-3,0
1108	20-01-2015	18:53:53	3,7	59,2	-3,5
1109	20-01-2015	20:53:53	2,4	64,8	-3,5
1110	20-01-2015	22:53:53	1,7	68,3	-3,4
1147	24-01-2015	00:53:53	1,1	60,1	-5,7
1148	24-01-2015	02:53:53	0,8	63,2	-5,3
1149	24-01-2015	04:53:53	0,3	65,0	-5,4
1150	24-01-2015	06:53:53	0,0	71,4	-4,5
1151	24-01-2015	08:53:53	14,4	32,3	-1,9
1152	24-01-2015	10:53:53	25,4	17,8	-0,7
1153	24-01-2015	12:53:53	26,2	15,3	-2,1
1154	24-01-2015	14:53:53	11,9	30,0	-5,1
1291	05-02-2015	00:53:53	1,4	53,3	-7,0
1292	05-02-2015	02:53:53	1,1	51,1	-7,8
1293	05-02-2015	04:53:53	0,7	50,7	-8,3
1294	05-02-2015	06:53:53	0,0	48,4	-9,5

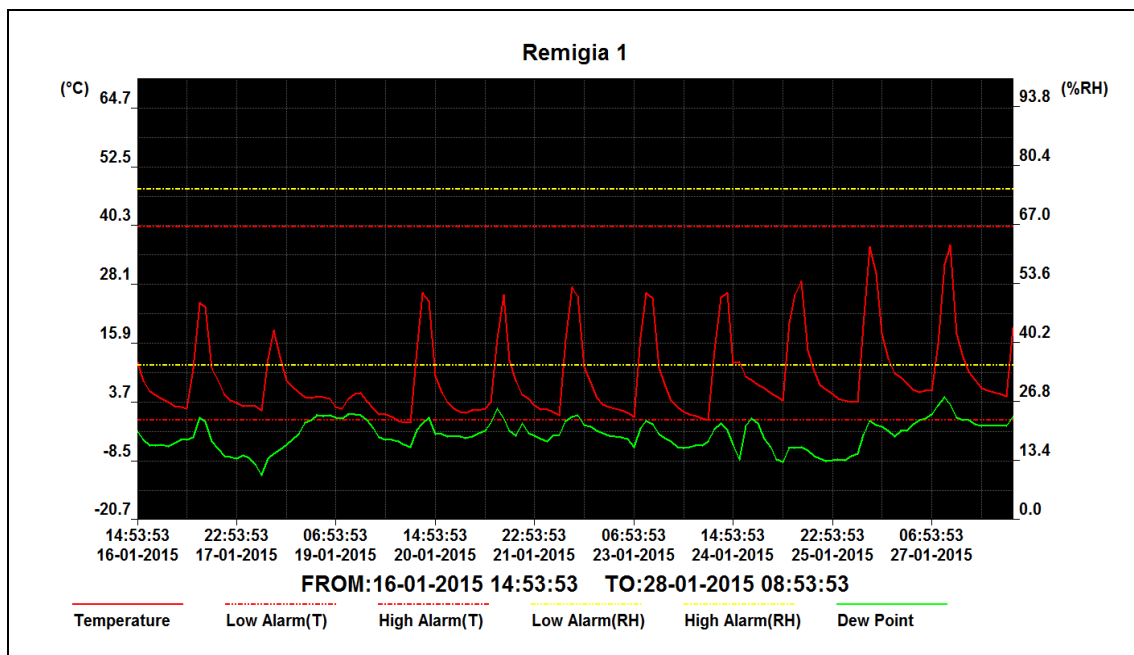
1295	05-02-2015	08:53:53	0,7	43,7	-10,2
1296	05-02-2015	10:53:53	31,6	8,5	-5,8
1297	05-02-2015	12:53:53	35,6	6,9	-5,6
1298	05-02-2015	14:53:53	9,3	27,5	-8,4
1301	05-02-2015	20:53:53	1,6	33,7	-12,6
1302	05-02-2015	22:53:53	0,8	37,8	-11,9
1303	06-02-2015	00:53:53	0,0	38,2	-12,5
1304	06-02-2015	02:53:53	-0,5	44,3	-11,1
1305	06-02-2015	04:53:53	-0,3	46,5	-10,3
1306	06-02-2015	06:53:53	-0,9	43,7	-11,6
1307	06-02-2015	08:53:53	19,1	12,9	-10,0
1308	06-02-2015	10:53:53	33,9	5,5	-9,7
1309	06-02-2015	12:53:53	36,4	5,7	-7,5
1310	06-02-2015	14:53:53	11,3	24,6	-8,1
1311	06-02-2015	16:53:53	6,9	35,5	-7,2
1312	06-02-2015	18:53:53	4,0	47,6	-6,1
1313	06-02-2015	20:53:53	3,4	50,9	-5,7
1314	06-02-2015	22:53:53	3,0	55,2	-5,0

Tabla 32. Valores de temperatura inferiores a 0°C, registrados en *Cova Remígia*. Parámetros obtenidos con el *Datalogger LOG32*.

Dato curioso, ya que estos parajes montañosos del Maestrat se caracterizan por registrar frecuentemente valores invernales negativos, donde las nevadas son habituales en los meses de diciembre, enero y febrero. Estos valores positivos resultan alentadores para la conservación del soporte pétreo, ya que los ciclos de hielo-deshielo no llegan a producirse. Evitando de este modo, los efectos de la acción del hielo (gelivación) en el soporte. Éstos, se originan al transformarse en hielo el agua contenida en el interior de los poros de la roca. El hielo en el interior de la estructura porosa experimenta un aumento de tamaño alrededor del 9% (Esbert, R. M^a. *et al.*: 1997. p. 45), provocando tensiones y presión, que desencadenan en alteración físico-mecánica del soporte. Si los ciclos continúan de forma periódica originan: exfoliación, fisuración y rotura del soporte. Hay muchos factores que influyen en la heladicidad pétreo, esta dependerá de la porosidad, tamaño, distribución y conexión de los mismos. Las presiones ejercidas en el interior del poro son inversamente proporcionales al tamaño de los orificios y fisuras. Es decir, las rocas más vulnerables serán aquellas que posean una porosidad pequeña, como es el caso del soporte de *Cova Remígia*. Según R. M^a. Esbert³¹⁸; el tamaño crítico de poro se sitúa en 5-7

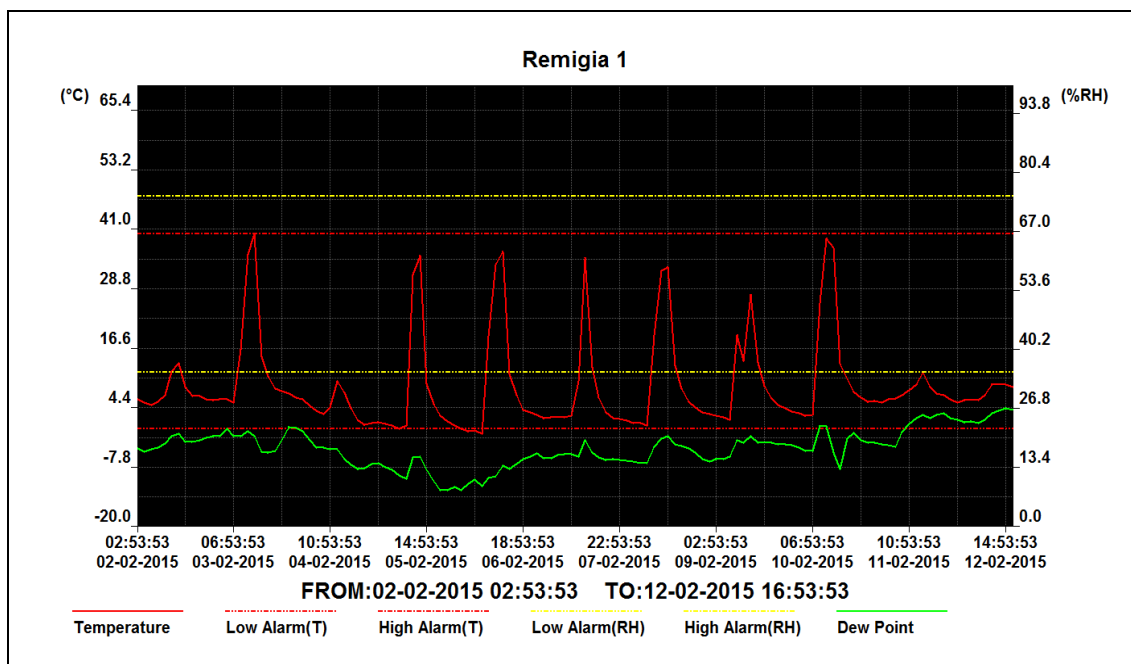
micras, para que los efectos del hielo se manifiesten notablemente, la roca tiene que poseer una porosidad de 5%.

A pesar de no ser una constante la temperatura inferior a 0 °C; se observa que en esos intervalos se experimenta una brusquedad de variación térmica muy significativa. Es decir, se pasa de -0,6 °C a 14,3 °C, y de -0,9 °C a 19,1 °C en un periodo de tiempo breve (2 h) [ver Tabla 32]. También se perciben variaciones bruscas en los ciclos día-noche, que oscilan entre los 20 y 30 °C. Estas variaciones tan bruscas de temperatura ocasionan en el soporte, ciclos de dilatación y contracción, repetidos movimientos de expansión y retracción, que a la larga conllevan alteraciones mecánicas, tales como roturas y disyunciones del soporte en forma de microfisuras, fracturas, descamación y descohesión del soporte pétreo. Estos valores de temperatura inferiores a 0°C quedan registrados en las siguientes gráficas (7 y 8).



Gráfica 7. Valores térmicos inferiores a 0 °C, registrados en enero de 2015. Parámetros obtenidos con el Datalogger LOG32 (Cova Remigia).

³¹⁸ Esbert, R. M^a. *et al.* Manual de Diagnóstico y Tratamiento de Materiales pétreos y Cerámicos. Col.legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona. 1997. p. 45.



Gráfica 8. Valores térmicos inferiores a 0°C, registrados en febrero de 2015. Parámetros obtenidos con el *Datalogger LOG32 (Cova Remígia)*.

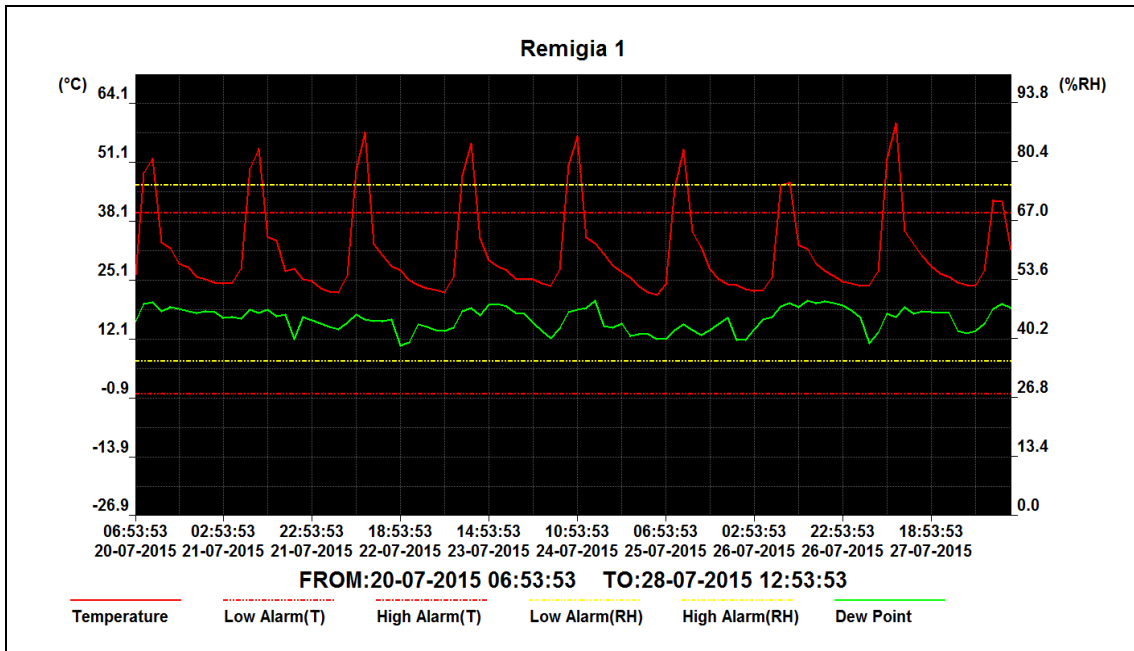
Durante este periodo de tiempo se han podido conocer las temperaturas máximas, coincidiendo con los periodos estivales, como se puede observar en las gráficas (9 y 10).

En el análisis de los datos térmicos, se ha podido determinar que las temperaturas más elevadas se han registrado durante los meses de julio y agosto de 2015, siendo éstas de: 57,6 °C (22 de julio); 59,7 °C (27 de julio); 60,9 °C (13 de agosto) y 55,5 °C (25 de agosto) (ver Tabla 33).

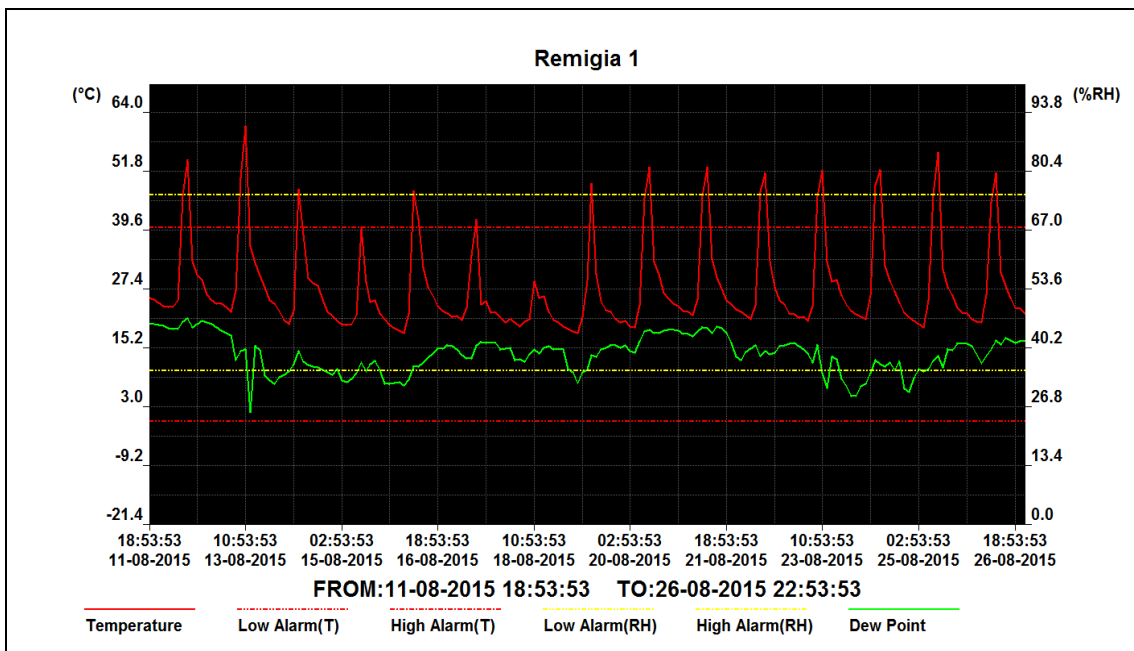
Pintura Rupestre Levantina					
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)					
Dataloggers LOG32. (Temperaturas máximas registradas)					
Nº dato	Fecha	Tiempo	Temperatura máxima	HR	Dew Point
3295	22-07-2015	00:53:53	23,3	61,7	15,5
3296	22-07-2015	02:53:53	22,5	61,7	14,7
3297	22-07-2015	04:53:53	22,3	60,3	14,2
3298	22-07-2015	06:53:53	26,1	52,9	15,7
3299	22-07-2015	08:53:53	49,4	16,8	17,5
3300	22-07-2015	10:53:53	57,6	10,6	16,5
3301	22-07-2015	12:53:53	33,1	36,3	16,1

3302	22-07-2015	14:53:53	30,5	41,9	16,0
3303	22-07-2015	16:53:53	28,2	49,1	16,5
3304	22-07-2015	18:53:53	27,2	35,5	10,6
3305	22-07-2015	20:53:53	25,1	42,4	11,4
3306	22-07-2015	22:53:53	24,0	58,4	15,3
3355	27-07-2015	00:53:53	24,3	69,9	18,4
3356	27-07-2015	02:53:53	23,9	64,5	16,7
3357	27-07-2015	04:53:53	24,0	44,6	11,2
3358	27-07-2015	06:53:53	27,1	43,7	13,6
3359	27-07-2015	08:53:53	51,9	14,9	17,6
3360	27-07-2015	10:53:53	59,7	9,9	17,0
3361	27-07-2015	12:53:53	35,9	37,6	19,1
3362	27-07-2015	14:53:53	33,1	40,2	17,7
3363	27-07-2015	18:53:53	30,3	48,6	18,2
3364	27-07-2015	16:53:53	28,2	54,5	18,1
3365	27-07-2015	20:53:53	26,5	59,5	17,9
3366	27-07-2015	22:53:53	25,8	61,7	17,8
3559	13-08-2015	00:53:53	24,4	70,9	18,7
3560	13-08-2015	02:53:53	23,7	72,0	18,3
3561	13-08-2015	04:53:53	22,7	74,3	17,8
3562	13-08-2015	06:53:53	27,0	41,1	12,6
3563	13-08-2015	08:53:53	50,4	13,2	14,5
3564	13-08-2015	10:53:53	60,9	8,2	14,9
3565	13-08-2015	12:53:53	36,2	11,6	1,8
3566	13-08-2015	14:53:53	32,8	35,7	15,6
3567	13-08-2015	16:53:53	30,1	39,4	14,7
3568	13-08-2015	18:53:53	27,7	31,8	9,4
3569	13-08-2015	20:53:53	25,1	34,6	8,4
3570	13-08-2015	22:53:53	24,3	34,7	7,7
3703	25-08-2015	00:53:53	20,8	46,9	9,0
3704	25-08-2015	02:53:53	20,1	55,7	10,9
3705	25-08-2015	04:53:53	19,4	55,8	10,3
3706	25-08-2015	06:53:53	25,1	40,9	10,8
3707	25-08-2015	08:53:53	47,0	13,7	12,5
3708	25-08-2015	10:53:53	55,5	9,6	13,5
3709	25-08-2015	12:53:53	31,5	28,6	11,1
3710	25-08-2015	14:53:53	27,7	45,7	14,9
3711	25-08-2015	16:53:53	26,0	49,8	14,7
3712	25-08-2015	18:53:53	23,5	63,3	16,1
3713	25-08-2015	20:53:53	22,5	67,4	16,1
3714	25-08-2015	22:53:53	22,3	67,8	16,0

Tabla 33. Valores máximos de temperatura registrados en *Cova Remígia*. Parámetros obtenidos con el *Datalogger LOG32*.



Gráfica 9. Temperaturas máximas registradas en julio de 2015. Parámetros obtenidos con el *Datalogger LOG32* (Cova Remígia).



Gráfica 10. Temperaturas máximas registradas, agosto de 2015. Parámetros obtenidos con el *Datalogger LOG32* (Cova Remígia).

11.5. ESTUDIO COLORIMÉTRICO.

Con el fin de determinar las posibles variaciones ópticas al aplicar los consolidantes testados sobre este tipo de piedra, se tuvieron en cuenta las mediciones colorimétricas obtenidas con el colorímetro de reflectancia *X-Rite* modelo *Eye-One Defined*.

Los colorímetros de reflectancia miden la cantidad proporcional de luz reflejada por una superficie como una función de las longitudes de onda para producir un espectro de reflectancia, por lo tanto realizan mediciones de color. El espectro de reflectancia de una muestra se puede usar, junto con la función del observador estándar CIE³¹⁹ (Commission Internationale de l'Éclairage) y la distribución relativa de energía espectral de un iluminante para calcular los valores triestímulos CIE XYZ para esa muestra bajo ese iluminante. Posteriormente el colorímetro realiza los algoritmos necesarios para la transformación a valores CIELab* (1976).

El funcionamiento de un colorímetro consiste básicamente en iluminar la muestra con luz blanca y calcular la cantidad de luz que refleja dicha muestra en una serie de intervalos de longitudes de onda. Lo más usual es que los datos se recojan en 31 intervalos de longitudes de onda (los cortes van de 400 nm, 410 nm, 420 nm, 700 nm). Esto se consigue haciendo pasar la luz a través de un dispositivo monocromático que fracciona la luz en distintos intervalos de longitudes de onda. El instrumento se calibra con una muestra o loseta blanca cuya reflectancia en cada segmento de longitudes de onda se conoce en comparación con una superficie de reflexión difusa perfecta. La reflectancia de una muestra se expresa como una fracción entre 0 y 1, o como un porcentaje entre 0 y 100. Es importante darse cuenta que los valores de reflectancia obtenidos son valores relativos, y para muestras no fluorescentes, son independientes de la calidad y cantidad de la luz usada para iluminar la muestra. Así, aunque los factores de reflectancia se midan usando una fuente de luz concreta, es perfectamente correcto calcular los valores colorimétricos para cualquier iluminante conocido.

³¹⁹ Con el fin de obtener una serie de parámetros totalmente objetivos en la medida del color, la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) ha ido desarrollando desde 1931 diferentes métodos. El método considerado como más fiable para la reproducción del color de un objeto iluminado por la luz del día es el sistema CIELab establecido en 1976.

En este caso, se realizó la toma de datos en cada probeta, y en cada fase de la investigación. Con el fin de realizar y obtener un seguimiento totalmente objetivo durante la evolución del estudio, con la finalidad de poder establecer una comparativa con los parámetros colorimétricos obtenidos. Uno de los requisitos primordiales en el estudio, es asegurar que no se produzcan cambios cromáticos en la superficie pétreo una vez aplicados los consolidantes. Para ello se eligió un único punto de la muestra, que sirvió como referencia en la realización de todas las mediciones posteriores, siguiendo la siguiente metodología:

1. Una primera medición de las probetas sin tratar.
2. Una segunda medición de las probetas tratadas con la primera capa de consolidante.
3. Una tercera medición de las probetas tratadas con la segunda capa de consolidante.
4. Una cuarta medición de las probetas tratadas con la tercera capa de consolidante.
5. Una quinta medición de las probetas tras haberlas sometido al ensayo de envejecimiento acelerado.

De este modo se pudo establecer el comportamiento y la estabilidad de los consolidantes al ser sometidos a condiciones atmosféricas extremas, comprobando si se producían variaciones notables en sus propiedades, y a su vez, si éstas ocasionaban modificaciones en el soporte.

Para realizar las mediciones en cada una de las probetas, se escogió una pequeña área de superficie lo más plana posible. En ella se realizaron un mínimo de tres medidas de color, variando ligeramente la posición del espectrofotómetro de manera que se obtuvo un promedio de las coordenadas cromáticas para cada zona, de acuerdo con lo especificado por la C.I.E. (*Comission Internationale de l'Éclairage*) a partir de los parámetros $L^*a^*b^*$, con una desviación estándar inferior al 5%.

Los resultados obtenidos en el estudio colorimétrico se han expresado en cuatro términos:

1. Diferencia de coordenada L^* (Luminosidad, tendencia a oscurecer si los valores son negativos o a aclarar si los valores son positivos).
2. Diferencia de coordenada a^* (define el grado de rojo si el valor es positivo o verde si es negativo).
3. Diferencia de coordenada b^* (define el grado de amarillo si el valor es positivo o azul si el valor es negativo).
4. Diferencia de saturación.

Cada uno de estos términos queda reflejado de manera individual en las siguientes tablas, especificando: la descripción detallada del abrigo en el que se ha realizado el muestreo, el tipo de roca, el tipo de consolidante utilizado, número de capas aplicadas, método de aplicación del consolidante (en este caso a pincel), los valores promedio de los valores $L^*a^*b^*$, y los valores obtenidos tras el envejecimiento artificial. Mediante las gráficas se han comparado los resultados entre los distintos consolidantes antes y después del ensayo de envejecimiento acelerado. Para cada producto, se presenta el valor de referencia de las coordenadas C.I.E. Lab^* antes de aplicar el tratamiento de consolidación, tras la aplicación de cada capa de producto y después del ciclo de envejecimiento artificial. Con la finalidad de valorar las posibles variaciones cromáticas en cada una de las fases. En base a los resultados obtenidos se realizó un estudio estadístico con el objetivo de comparar e identificar diferencias significativas entre los valores de las coordenadas cromáticas de cada producto.

Por medio de las coordenadas cromáticas se puede medir el color de las superficies y cuantificar sus diferencias, inapreciables al ojo humano, cuando son tonalidades casi similares. En la escala $L^*a^*b^*$ la diferencia de color se establece en función de las variaciones de los siguientes parámetros:

- $+\Delta L^*$ = Muestra más luminosa.
- $-\Delta L^*$ = Muestra más oscura.
- $+\Delta a^*$ = Muestra más rojiza.

- $-\Delta a^*$ = Muestra más verde.
- $+\Delta b^*$ = Muestra más amarilla.
- $-\Delta b^*$ = Muestra más azul.

La diferencia total de color, ΔE^* , se puede calcular mediante la siguiente formulación:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L_{ab} L^{*2} + \Delta L_{ab} a^{*2} + \Delta L_{ab} b^{*2})}$$

En el anexo VI. (*Tablas de parámetros colorimétricos.*) quedan reflejados todos los valores colorimétricos obtenidos, mediante tablas y gráficos.

11.5.1. TABLAS DE PARÁMETROS OBTENIDOS CON LA COLORIMETRÍA.

11.5.1.1. Grupo A. (Probetas de dimensiones 10x10x10 mm con la superficie pulida).

11.5.1.1.1. PROBETA 1 E5.


GRUPO A (Probeta Superficie pulida)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)									
Tipo de roca.		Calcarenita Espática.									
ANÁLISIS.		COLORIMETRÍA									
Consolidante.		CaLoSiL E5®									
Parámetros.	Método de aplicación.	Lab L*			Lab a*			Lab b*			DE'
Probeta.		inicial	1ª capa	Δ Lab L'	inicial	1ª capa	Δ Lab a'	inicial	1ª capa	Δ Lab b'	DE'
 1 E5	Pincel	82.37	82.10	-0.27	2.48	2.70	0.22	6.37	6.96	0.59	0.6851
			82.42	0.05		2.61	0.13		6.50	0.13	0,1905
			82.40	0.03		2.67	0.19		6.75	0.38	0,4259
			82.30	0.07		2.66	0.18		6.73	0.36	0,4338
	promedio										
	Envejecimiento acelerado.		82.13	-0.24		2.47	-0.01		6.04	-0.33	0,4081

Tabla 34. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 1 E5 (probeta perteneciente al grupo A de dimensiones 10x10x10 mm, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

11.5.1.1.2. PROBETA 4 E25g.


GRUPO A (Probeta Superficie pulida)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)									
Tipo de roca.		Calcarenita Espática.									
ANÁLISIS.		COLORIMETRÍA									
Consolidante.		CaLoSiL E25 grey® disuelto en Etanol hasta concentración de 5g por 1l.									
Parámetros.	Método de aplicación.	Lab L*			Lab a*			Lab b*			DE'
Probeta.		inicial	1ª capa	Δ Lab L'	inicial	1ª capa	Δ Lab a'	inicial	1ª capa	Δ Lab b'	DE'
 4 E25g	Pincel	82.59	83.18	0.59	2.58	2.29	-0.29	6.79	6.30	-0.49	0.8199
			82.42	-0.17		2.56	-0.02		6.37	-0.42	0.4535
			82.99	0.40		2.42	-0.16		6.32	-0.47	0.6375
			85.88	0.27		2.42	-0.15		6.33	-0.46	0.6370
	promedio										
	Envejecimiento acelerado.		82.84	0.25		2.27	-0.31		5.78	-1.01	1.0856

Tabla 35. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 4 E25g (probeta perteneciente al grupo A de dimensiones 10x10x10 mm, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

11.5.1.1.3. PROBETA 7 IP5.


GRUPO A (Probeta Superficie pulida)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)												
Tipo de roca.		Calcarenita Espática.												
ANÁLISIS.		COLORIMETRÍA												
Consolidante.		CaLoSiL IP5®												
Parámetros.	Método de aplicación.	Lab L*		Δ Lab L*	Lab a*		Δ Lab a*	Lab b*		Δ Lab b*	DE*			
Probeta.		inicial	1ª capa		inicial	1ª capa		inicial	1ª capa					
 7 IP5	Pincel	83.92	82.36	-1.56	2.33	2.27	-0.06	6.37	6.30	-0.07	1.5627			
			2ª capa				2ª capa				2ª capa			0.8531
			83.19	-0.73		2.23	-0.10		5.94	-0.43				
			3ª capa				3ª capa				3ª capa			2.0693
			81.96	-1.96		2.40	0.07		5.71	-0.66				
	promedio	82.50	-1.41	2.30	-0.03	5.98	-0.38	1.4950						
Envejecimiento acelerado.	82.39	-1.53	2.36	0.03	5.89	-0.48	1.1603							

Tabla 36. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 7 IP5 (probeta perteneciente al grupo A de dimensiones 10x10x10 mm, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

11.5.1.1.4. PROBETA 10 NP5.


GRUPO A (Probeta Superficie pulida)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)												
Tipo de roca.		Calcarenita Espática.												
ANÁLISIS.		COLORIMETRÍA												
Consolidante.		CaLoSiL NP5®												
Parámetros.	Método de aplicación.	Lab L*		Δ Lab L*	Lab a*		Δ Lab a*	Lab b*		Δ Lab b*	DE*			
Probeta.		inicial	1ª capa		inicial	1ª capa		inicial	1ª capa					
 10 NP5	Pincel	82.46	83.07	0.61	2.77	2.59	-0.18	7.08	6.54	-0.54	0.8343			
			2ª capa				2ª capa				2ª capa			0.3858
			82.49	0.03		2.72	-0.05		6.70	-0.38				
			3ª capa				3ª capa				3ª capa			1.0889
			83.43	0.97		2.84	0.07		6.59	-0.49				
	promedio	87.28		2.71		6.61	-0.47	0.7697						
Envejecimiento acelerado.	82.36	-0.10	2.76	-0.01	6.51	-0.57	0.5787							

Tabla 37. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 10 NP5 (probeta perteneciente al grupo A de dimensiones 10x10x10 mm, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

11.5.1.1.5. PROBETA 13 N.


GRUPO A (Probeta Superficie pulida)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)											
Tipo de roca.		Calcarenita Espática.											
ANÁLISIS.		COLORIMETRÍA											
Consolidante.		Nanorestore®											
Parámetros.	Método de aplicación.	Lab L*		Δ Lab L'	Lab a*		Δ Lab a'	Lab b*		Δ Lab b'	DE'		
Probeta.		inicial	1ª capa		inicial	1ª capa		inicial	1ª capa				
 13 N	Pincel	83.50	84.07	0.57	2.21	2.05	-0.16	6.12	5.38	-0.74	0.9446		
			2ª capa				2ª capa				2ª capa		
			85.17	1.67		2.13	-0.08		5.46	-0.66	1.7974		
			3ª capa				3ª capa				3ª capa		
			84.26	0.76		2.12	-0.09		5.62	-0.50	0.9141		
	promedio	84.50	1.00	2.10	-0.11	5.48	-0.63	1.2197					
	Envejecimiento acelerado.	83.67	0.17	2.10	-0.11	5.46	-0.66	0.6903					

Tabla 38. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 13 N (probeta perteneciente al grupo A de dimensiones 10x10x10 mm, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

11.5.1.2. Grupo B (1). (Probetas de dimensiones 10x10x10 mm con la superficie sin pulir).

11.5.1.2.1. PROBETA 16 E5.


GRUPO B (1) (Probeta superficie SIN pulir)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)												
Tipo de roca.		Calcarenita Espática.												
ANÁLISIS.		COLORIMETRÍA												
Consolidante.		CaLoSiL E5®												
Parámetros.		Lab L*		Δ Lab L*		Lab a*		Δ Lab a*		Lab b*		Δ Lab b*		DE*
Probeta.		inicial		1ª capa		inicial		1ª capa		inicial		1ª capa		
 16 E5	Pincel	64.18	63.86	-0.32	8.64	8.83	0.19	21.13	21.00	-0.13	0.3942			
			2ª capa	63.49		-0.69	8.82		0.18	20.50	-0.63	0.9515		
			3ª capa	64.28		0.10	9.15		0.51	20.65	-0.48	0.7074		
			promedio	63.87		-0.30	8.93		0.29	20.71	-0.41	0.6843		
			Envejecimiento acelerado.	64.88		0.70	9.31		0.67	21.72	0.59	1.1344		

Tabla 39. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 16 E5 [probeta perteneciente al grupo B (1) de dimensiones 10x10x10 mm, con la superficie sin pulir], tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

11.5.1.2.2. PROBETA 19 E25g.


GRUPO B (1) (Probeta superficie SIN pulir)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)												
Tipo de roca.		Calcarenita Espática.												
ANÁLISIS.		COLORIMETRÍA												
Consolidante.		CaLoSiL E25 grey® disuelto en Etanol hasta concentración de 5g por 1l.												
Parámetros.		Lab L*		Δ Lab L*		Lab a*		Δ Lab a*		Lab b*		Δ Lab b*		DE*
Probeta.		inicial		1ª capa		inicial		1ª capa		inicial		1ª capa		
 19 E25g	Pincel	59.90	60.20	0.30	9.91	9.80	-0.11	22.27	22.32	0.05	0.3234			
			2ª capa	59.86		-0.04	9.93		0.02	21.99	-0.28	0.2835		
			3ª capa	59.92		0.02	9.88		-0.03	22.38	0.11	0.1157		
			promedio	59.99		0.09	9.87		-0.04	22.23	-0.04	0.2409		
			Envejecimiento acelerado.	60.10		0.20	10.22		0.31	22.66	0.39	0.5368		

Tabla 40. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 19 E25g [probeta perteneciente al grupo B (1) de dimensiones 10x10x10 mm, con la superficie sin pulir], tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

11.5.1.2.3. PROBETA 22 IP5.

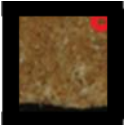
GRUPO B (1) (Probeta superficie SIN pulir)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)											
Tipo de roca.		Calcarenita Espática.											
ANÁLISIS.		COLORIMETRÍA											
Consolidante.		CaLoSiL IP5®											
Parámetros.	Método de aplicación.	Lab L*		Δ Lab L*	Lab a*		Δ Lab a*	Lab b*		Δ Lab b*	DE*		
Probeta.		inicial	1ª capa		inicial	1ª capa		inicial	1ª capa				
 22 IP5	Pincel	62.35	61.08	-1.27	8.84	8.64	-0.20	21.21	20.10	-1.11	1.6985		
			2ª capa			2ª capa			2ª capa		20.24	-0.97	1.5906
			61.09	-1.26		8.80	-0.04		20.24	-0.97	1.5906		
			3ª capa			3ª capa			3ª capa		19.69	-1.52	1.5344
			62.26	-0.09		8.65	-0.19		20.01	-1.20	1.6078		
			61.54	-0.87		8.69	-0.14		20.01	-1.20	1.6078		
	promedio		61.05	-1.30	9.35	0.51	21.61	0.40	1.3970				
Envejecimiento acelerado.													

Tabla 41. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 22 IP5 [probeta perteneciente al grupo B (1) de dimensiones 10x10x10 mm, con la superficie sin pulir], tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

11.5.1.2.4. PROBETA 25 NP5.


GRUPO B (1) (Probeta superficie SIN pulir)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)											
Tipo de roca.		Calcarenita Espática.											
ANÁLISIS.		COLORIMETRÍA											
Consolidante.		CaLoSiL NP5®											
Parámetros.	Método de aplicación.	Lab L*		Δ Lab L*	Lab a*		Δ Lab a*	Lab b*		Δ Lab b*	DE*		
Probeta.		inicial	1ª capa		inicial	1ª capa		inicial	1ª capa				
 25 NP5	Pincel	74.91	69.77	-5.14	5.39	6.60	1.21	17.65	18.14	0.49	5.30		
			2ª capa			2ª capa			2ª capa		17.99	0.34	2.28
			73.31	-1.60		6.98	1.59		17.99	0.34	2.28		
			3ª capa			3ª capa			3ª capa		15.73	-1.92	5.82
			69.42	-5.49		5.61	0.22		17.28	-0.36	4.46		
			70.83	-4.07		6.29	1.00		17.28	-0.36	4.46		
	promedio		66.61	-8.30	7.90	2.51	19.70	2.05	6.2122				
Envejecimiento o acelerado.													

Tabla 42. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 25 NP5 [probeta perteneciente al grupo B (1) de dimensiones 10x10x10 mm con la superficie sin pulir], tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

11.5.1.2.5. PROBETA 28 N.


GRUPO B (1) (Probeta superficie SIN pulir)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)											
Tipo de roca.		Calcarenita Espática.											
ANÁLISIS.		COLORIMETRÍA											
Consolidante.		Nanorestore®											
Parámetros.	Método de aplicación.	Lab L*		Δ Lab L*	Lab a*		Δ Lab a*	Lab b*		Δ Lab b*	DE*		
Probeta.		inicial	1ª capa		inicial	1ª capa		inicial	1ª capa				
 28 N	Pincel	68.31	71.89	3.58	7.03	6.01	-1.02	19.43	17.29	-2.14	4.2937		
			2ª capa				2ª capa				2ª capa		
			71.33	3.02		6.18	-0.85		17.34	-2.09	3.7697		
			3ª capa				3ª capa				3ª capa		
			70.69	2.38		6.15	-0.88		17.45	-1.98	3.2185		
	promedio			promedio			promedio						
	71.30	2.99	6.11	-0.91	17.36	-2.07	3.7606						
Envejecimiento o acelerado.			Envejecimiento o acelerado.			Envejecimiento o acelerado.							
			68.10	-0.21		7.07	0.04		18.86	-0.57	06087		

Tabla 43. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 28 N [probeta perteneciente al grupo B (1) de dimensiones 10x10x10 mm, con la superficie sin pulir], tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

11.5.1.3. Grupo C. (Probetas depositadas *in situ*).

11.5.1.3.1. PROBETA 1R.


GRUPO C (Probeta depositada <i>In situ</i>)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)											
Tipo de roca.		Calcarenita Espática.											
ANÁLISIS.		COLORIMETRÍA											
Consolidante.		Nanorestore®											
Parámetros.													
Probeta.													
 1 R		Método de aplicación.		Lab L*		Δ Lab L*	Lab a*		Δ Lab a*	Lab b*		Δ Lab b*	DE*
		Pincel		inicial	Final		inicial	Final		inicial	Final		
		A	A*		A	A*		A	A*				
		80.33	76.85	-3.48	3.77	3.99	0.22	13.38	14.90	1.52	3.8038		
		B	B*		B	B*		B	B*				
		81.26	74.82	-6.44	7.24	4.90	-2.34	21.56	19.46	-2.10	7.1665		
		C	C*		C	C*		C	C*				
		76.47	71.02	-5.45	4.69	6.17	1.48	15.44	19.11	3.67	6.7351		
		D	D*		D	D*		D	D*				
76.44	68.65	-7.79	5.46	5.03	-0.43	16.62	15.72	-0.90	7.8535				
E	E*		E	E*		E	E*						
71.85	72.47	0.62	7.81	8.70	0.89	22.72	23.99	1.27	1.6701				

Tabla 44. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 1 R (probeta perteneciente al grupo C, depositadas *in situ*) tratada con Nanorestore®. Tras las aplicaciones del consolidante en varios puntos de la muestra a distintas concentraciones, aplicadas a pincel y tras el ensayo de envejecimiento natural. [(*) Indica las mediciones realizadas tras el envejecimiento natural de 6 meses.]

11.5.1.3.2. PROBETA 2R.

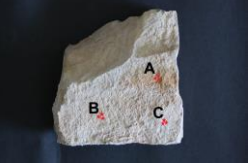
GRUPO C (Probeta depositada <i>In situ</i>)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)											
Tipo de roca.		Calcarenita Espática.											
ANÁLISIS.		COLORIMETRÍA											
Consolidante.		Nanorestore®											
Parámetros.													
Probeta.													
 2R		Método de aplicación.		Lab L*		Δ Lab L*	Lab a*		Δ Lab a*	Lab b*		Δ Lab b*	DE*
		Pincel		inicial	Final		inicial	Final		inicial	Final		
		A	A*		A	A*		A	A*				
		67.90	69.26	1.36	12.67	12.10	-0.57	29.20	27.44	-1.76	2.2961		
		B	B*		B	B*		B	B*				
		81.14	81.49	0.35	3.72	5.43	1.71	16.77	16.97	0.20	1.7568		
C	C*		C	C*		C	C*						
81.87	78.56	-3.31	3.55	4.22	0.67	12.95	13.06	0.11	3.3789				

Tabla 45. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 2 R (probeta perteneciente al grupo C, depositadas *in situ*) tratada con Nanorestore®. Tras las aplicaciones del consolidante en varios puntos de la muestra a distintas concentraciones, aplicadas a pincel y tras el ensayo de envejecimiento natural. [(*) Indica las mediciones realizadas tras el envejecimiento natural de 6 meses.]

11.5.1.3.3. PROBETA 4 R.


GRUPO C (Probeta depositada In situ)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)												
Tipo de roca		Calcarenita Espática												
ANÁLISIS		COLORIMETRÍA												
Consolidante		Nanorestore®												
Parámetros		Método de aplicación		Lab L*		Δ Lab L*	Lab a*		Δ Lab a*	Lab b*		Δ Lab b*	DE'	
Probeta		Pincel		inicial	Final		inicial	Final		inicial	Final			
 <p>4 R</p>		A	A*		A	A*		A	A*		A	A*		
		77.72	78.25	0.53	5.36	3.89	-1.47	17.96	15.84	-2.12	2.6336			
		B	B*		B	B*		B	B*		B	B*		
		75.30	74.36	-0.94	4.62	5.56	0.94	14.56	16.40	1.84	2.2699			
		C	C*		C	C*		C	C*		C	C*		
		70.27	68.11	-2.16	8.67	10.60	1.93	22.18	25.93	3.75	4.7384			
		D	D*		D	D*		D	D*		D	D*		
63.89	71.16	7.27	6.73	5.06	-1.67	16.70	15.93	-0.77	7.4989					

Tabla 46. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 4 R (probeta perteneciente al grupo C, depositadas *in situ*) tratada con Nanorestore®. Tras las aplicaciones del consolidante en varios puntos de la muestra a distintas concentraciones, aplicadas a pincel y tras el ensayo de envejecimiento natural. [(*) Indica las mediciones realizadas tras el envejecimiento natural de 6 meses.]

11.5.1.3.4. PROBETA 7 R.


GRUPO C (Probeta depositada In situ)		Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)												
Tipo de roca		Calcarenita Espática												
ANÁLISIS		COLORIMETRÍA												
Consolidante		CaLoSiL E50® puro y diluido al 5%-40% en etanol.												
Parámetros		Método de aplicación		Lab L*		Δ Lab L*	Lab a*		Δ Lab a*	Lab b*		Δ Lab b*	DE'	
Probeta		Pincel		inicial	Final		inicial	Final		inicial	Final			
 <p>7 R</p>		A	A*		A	A*		A	A*		A	A*		
		52.07	56.42	4.35	12.76	9.73	-3.03	19.59	12.07	-7.52	9.2007			
		B	B*		B	B*		B	B*		B	B*		
		59.54	59.67	0.13	11.19	8.65	-2.54	20.67	13.82	-6.85	7.3069			
		D	D*		D	D*		D	D*		D	D*		
		57.55	63.07	5.52	11.98	11.61	-0.37	21.37	23.88	2.51	6.0751			
		E	E*		E	E*		E	E*		E	E*		
		70.51	71.07	0.56	6.56	6.63	0.07	19.66	20.37	0.71	0.9069			
		F	F*		F	F*		F	F*		F	F*		
		57.25	59.33	2.08	8.96	7.51	-1.45	14.67	11.75	-2.92	3.8672			
		G	G*		G	G*		G	G*		G	G*		
		76.74	75.98	-0.76	5.22	6.08	0.86	17.95	16.58	-1.37	1.7872			
		H	H*		H	H*		H	H*		H	H*		
65.29	70.70	5.41	8.79	8.54	-0.25	21.44	16.56	-4.88	7.2900					

Tabla 47. Datos colorimétricos CIE Lab* de la muestra 7 R (probeta perteneciente al grupo C, depositadas *in situ*) tratada con CaLoSiL E50® diluido al 5% y 40% en etanol. Tras las aplicaciones del consolidante en varios puntos de la muestra a distintas concentraciones, aplicadas a pincel y tras el ensayo de envejecimiento natural. [(*) Indica las mediciones realizadas tras el envejecimiento natural de 6 meses.]

11.6. ENSAYOS DE ABSORCIÓN DEL AGUA POR CAPILARIDAD. NORMA UNE-EN 15801.

En esta investigación se llevaron a término, ensayos hídricos, para determinar el comportamiento de la roca con relación a la presencia de agua.

Las propiedades hídricas de un material determinan su comportamiento respecto al agua. Estas serán de gran ayuda en los procesos de conservación y restauración, ya que el agua es un agente que está presente en casi todos los procesos de alteración, tanto física, química o biológica, al igual que en casi todos las fases de restauración en pintura rupestre. De modo que, se procedió al estudio de forma cuantitativa del comportamiento de la roca frente a fenómenos de absorción de agua y secado.

Los ensayos hídricos determinan las alteraciones mineralógicas y texturales, es decir, las modificaciones que la roca sufre en el sistema poroso y fisural. Para determinar las propiedades hídricas de la roca caliza se efectuó el ensayo de libre absorción de agua por capilaridad. Siguiendo las pautas establecidas por la norma española UNE-EN 15801³²⁰: 2010, *Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Determinación de la absorción de agua por capilaridad*. Norma elaborada por el comité técnico AEN/CTN 41 *Construcción*, cuya Secretaría desempeña AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). Esta norma específicamente enfocada al ámbito de patrimonio cultural, establece el método detallado para determinar la absorción de agua por capilaridad (succión) de los materiales inorgánicos porosos constituyentes de bienes culturales. Puede aplicarse tanto a los materiales inorgánicos porosos no tratados como a los sometidos a cualquier tratamiento o a envejecimiento. La norma seleccionada, se adapta a las necesidades específicas de esta investigación, diseñada específicamente para materiales inorgánicos porosos tanto piedras naturales (arenisca, caliza, mármol) como materiales artificiales tales como mortero, yeso, ladrillo, etc. El ensayo determina la cantidad y la velocidad en la que una probeta absorbe agua por capilaridad a través de la superficie que se encuentra en contacto con agua.

³²⁰ Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 15801: 2009.

Este proceso se aplicó a 15 probetas, pertenecientes al denominado *grupo A*. Igualmente se consideró necesario realizar el mismo ensayo con otras 15 probetas sin pulir pertenecientes al *grupo B*, (aquellas que conservan la pátina superficial original). Con el objetivo de comparar los resultados obtenidos en el laboratorio, en condiciones simuladas, con los obtenidos con las muestras que conservan la costra superficial original.

Tras el pulido y limpieza en seco (las probetas del *grupo A*) se secaron en estufa ventilada con una temperatura de 60 ± 2 °C, hasta conseguir masa constante. Se utilizaron tres probetas por consolidante con la finalidad de obtener la máxima fiabilidad en los resultados. En primer lugar se realizó el ensayo de absorción de agua con las probetas sin tratar, tanto del *grupo A* como del *grupo B*. Las probetas se dispusieron en contacto con agua, en el caso de las probetas que mantienen una cara sin pulir, esta será la que permanezca en contacto con el agua. Los tiempos de contacto fueron: 1", 3", 5", 10", 15", 30", 60", 480" y 1440 min., tras cada intervalo de tiempo, la probeta se pesó en una balanza analítica de precisión. Finalizado el ensayo con las muestras sin tratar, se procedió al secado hasta alcanzar masa constante en una estufa ventilada a una temperatura de 60 ± 2 °C manteniéndose en ella hasta alcanzar la temperatura ambiente. Posteriormente se les aplicó tres capas de consolidante, y se realizó de nuevo el ensayo. Se volvió a repetir la prueba tras haber sido sometidas a los ciclos de envejecimiento acelerado.

Con este ensayo se pretendió determinar la cantidad de agua absorbida por unidad de superficie, el coeficiente de absorción, el coeficiente de penetración del agua, ambos, por capilaridad, y posteriormente realizar los estudios comparativos entre los cinco consolidantes testados. Ello permitió establecer de manera generalizada si el producto aplicado reducía la porosidad y con ello la absorción de agua capilar.

11.7. ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO.

Para la evaluación de cambios en las propiedades físico-mecánicas del soporte, se sometieron las probetas a una serie de ciclos de alteración acelerada. Para realizar el ensayo de envejecimiento acelerado se siguieron las recomendaciones marcadas por ASTM Internacional en el ensayo D1183-03. Las condiciones a las que se sometieron las probetas fueron dos ciclos de 168 horas, sujetas a variaciones de temperatura y humedad. Además los dos ciclos, según las normativa, se dividieron en las siguientes cuatro fases:

Fase 1: 24 horas a 23°C y 85% HR.

Fase 2: 24 horas a 48´5 °C y 20% HR.

Fase 3: 72 horas a 23°C y 85% HR.

Fase 4: 48 horas a 48´5 °C y 20% HR.

Las probetas que se sometieron a este ensayo fueron en total 10: cinco pertenecientes al *grupo A* (probetas con la superficie pulida) 1 E5, 4 E25g, 7 IP5, 10 NP5, 13 N; y cinco al *grupo B (1)* (probetas sin pulir que conservan la superficie original) 16 E5, 19 E25g, 22 IP5, 25 NP5, 28 N (ver Tabla 48. a, b). Posteriormente fueron analizadas mediante microscopio electrónico de Barrido (SEM-EDX) y se tomaron mediciones colorimétricas. Asimismo, tras el ensayo de envejecimiento fueron expuestas a contaminación atmosférica saturada con dióxido de azufre (SO₂).

11.8. ENSAYOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA SATURADA CON DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂).

Los ensayos de exposición a atmósferas conteniendo agentes contaminantes son útiles para valorar la durabilidad y resistencia de los materiales, mediante la simulación de procesos implicando contaminantes atmosféricos, que consiguen incrementar la velocidad de deterioro de los materiales con respecto a los procesos naturales. En esta investigación el ensayo se realizó en una cámara de corrosión modelo VCK300 de Dycometal, dotada de condensación general de humedad según variante SFW de las normas DIN 50.018, Ensayo Kesternich. Equipamiento instrumental procedente del IRP (Instituto Universitario de Investigación de la Universitat Politècnica de València de la UPV). El ensayo de corrosión Kesternich ha sido concebido para simular atmósferas industriales o urbanas mediante la formación de una atmósfera artificial, añadiendo al aire dióxido de azufre. Consiste en la ejecución de una serie de ciclos de 24 horas. La primera fase del ciclo comprende la introducción de las probetas en el interior de la cámara durante 8 horas, a la temperatura de 40°C, con aire en el cual se ha introducido 0,2-2 l/g de SO₂, y con humedad relativa de 100%. En la siguiente fase de 16 horas, las probetas quedan expuestas a la temperatura ambiente, con ventilación natural.

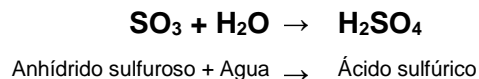
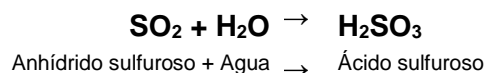
a. Pintura Rupestre Levantina					
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)					
ENSAYO DE CORROSIÓN KESTERNICH					
Probetas tras el ensayo de contaminación atmosférica saturada con dióxido de azufre (SO ₂), Tratadas con 3 capas de producto aplicado a pincel.					
CONSOLIDANTE					
	CaLoSiL E5®	CaLoSiL E25 grey®. ³²¹	CaLoSiL IP5®	CaLoSiL NP5®	Nanorestore®
Grupo A (pulidas)					
	1 E5	4 E25g	7 IP5	10 NP5	13

³²¹ Diluido en alcohol etílico hasta conseguir concentración de 5 g de hidróxido cálcico por litro.

b. Pintura Rupestre Levantina					
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)					
ENSAYO DE CORROSIÓN KESTERNICH					
Probetas tras el ensayo de contaminación atmosférica saturada con dióxido de azufre (SO ₂), Tratadas con 3 capas de producto aplicado a pincel.					
CONSOLIDANTE					
	CaLoSiL E5®	CaLoSiL E25 grey®. ³²²	CaLoSiL IP5®	CaLoSiL NP5®	Nanorestore®
Grupo B (1) (sin pulir)					
	16 E5	19 E25g	22 IP5	25 NP5	28 N

Tabla 48 (a, b). Probetas utilizadas para el ensayo de de contaminación atmosférica saturada con dióxido de azufre (SO₂), pertenecientes al grupo A y B (1).

Los sulfatos, son considerados las sales más peligrosas, ya que al cristalizar alteran la cohesión de los materiales. El dióxido de azufre o anhídrido sulfuroso (SO₂), es uno de los componentes más frecuente en atmósferas contaminadas, procede de los combustibles empleados en la industria, en los vehículos o en las calefacciones. A partir del anhídrido sulfuroso se puede generar el trióxido de azufre o anhídrido sulfúrico (SO₃), por acción de los rayos UV de la luz solar, la humedad y otros agentes tales como los aerosoles³²³. Los anhídridos con presencia de agua se combinan, originando ácidos³²⁴ o oxiácidos:

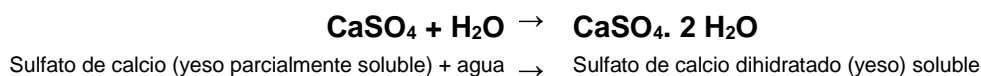
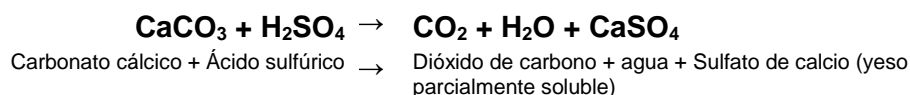
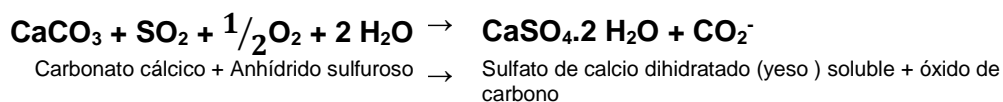


³²² Diluido en alcohol etílico hasta conseguir concentración de 5 g de hidróxido cálcico por litro.

³²³ KRÖNER, S.; MAS i BARBERÀ, X.; OSETE CORTINA, L. & GUASCH FERRÉ, N. Identificación y caracterización de materiales pétreos en patrimonio histórico-artístico. Universitat Politècnica de València, 2010. pp. 48-49.

³²⁴ Según la teoría de G. N. Lewis, los ácidos son sustancias en cuya molécula se encuentra un átomo capaz de aceptar un par electrónico, es decir, con un orbital externo libre. Información obtenida de: MATTEINI, M. & MOLES, A. La química en la restauración: los materiales del arte pictórico. Ed. NEREA, Vol. 7. 2001. pp. 398-399.

La matriz intergranular de las rocas calcáreas es particularmente sensible a los ataques ácidos. Las sales resultantes de la reacción del soporte con estos ácidos, forman depósitos que alteran la superficie pétreo y aceleran el envejecimiento. Por otra parte, la calcita (CaCO_3) también puede reaccionar con el SO_2 atmosférico en ambientes contaminados³²⁵ y dar lugar a la formación de sulfato de calcio o yeso que cristaliza con dos moléculas de agua ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). La transformación en sulfatos de los materiales calcáreos se denomina sulfatación, según la cual el carbonato cálcico se transforma en yeso:



Los cristales de sulfato de calcio dihidratado (yeso), son aproximadamente un 20% mayores (en volumen) que los del carbonato cálcico, además de poseer un coeficiente de expansión térmica alrededor del 5 veces superior. Si se unen a estas propiedades, dan lugar a fenómenos de contracción y dilatación diferencial entre el carbonato cálcico y el sulfato de calcio dihidratado, causando alteraciones mecánicas en forma de exfoliación lapidea de desencadena finalmente en desprendimientos³²⁶.

A la alteración mecánica descrita en el párrafo anterior, se le añade otro fenómeno, en este caso químico, la disolución y lixiviación³²⁷, debida al entrar en contacto el sulfato de calcio dihidratado (yeso) con el agua de lluvia. La rapidez de

³²⁵ Hay que tener en cuenta que 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de dióxido de azufre pueden producir cerca de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de ácido sulfúrico en una atmósfera con una humedad relativa del 50 %, pero dos veces más en una atmósfera con valores del 100 %. SÁIZ JIMÉNEZ, C. Los murales de Sta. M^a de la Rábida: causas de deterioro. En *Mundo Científico*, nº 18, Vol. 2, 1982. p. 1008.

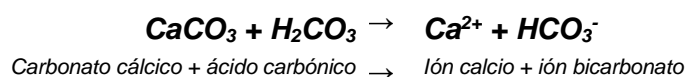
³²⁶ Para mayor información consultar: AMOROSO, G. G. Trattato di scienza della conservazione dei monumenti. Etica della conservazione, degrado dei monumenti, interventi conservativi, consolidanti e protettivi. Firenze: Alinea editrice s.r.l., 2002. p. 58.

³²⁷ KRÖNER, S. *Op cit.* p. 50.

esta alteración se produce si existe la presencia de otras sales tipo cloruros. Esta es una de las causas por las que no se debería utilizar el agua mineralizada comercial en procesos de restauración, porque se evitaría añadir al soporte nuevas sales que aceleran los procesos de disolución, incrementando el deterioro. Ya que adiciones de sales como sodio, flúor, calcio, potasio, magnesio, cloruros, bicarbonatos, sulfatos y nitratos pueden ser altamente dañinos para la superficie rocosa.

Como se puede observar el agua *Font Vella* (usada en procesos de restauración de pintura rupestre), posee niveles de bicarbonatos y sulfatos elevados (ver Tabla 5) y aunque, en la medida de lo posible, en los procesos de limpieza se intenten eliminar los restos de sales solubles mediante la aplicación de empacos de papel, pueden quedar residuos depositados sobre la superficie pétreo cuya acción contribuye en la degradación de la roca.

La disolución de la calcita (CaCO_3) de las rocas calizas es una fuente importante de iones Ca^{2+} y CO_3^{2-} . El carbonato de calcio es prácticamente insoluble en agua, sin embargo, puede disolverse como bicarbonato cuando el agua entra en contacto con la piedra, contiene una cantidad determinada de CO_2 , procedente de la atmósfera, principalmente en zonas industriales. Este CO_2 se disuelve en el agua y forma ácido carbónico (H_2CO_3) que reacciona con el carbonato formando el anión bicarbonato (HCO_3^-), más soluble³²⁸:



Cuando un muro comienza a secarse, las sales de bicarbonato Ca (CaCO_3)₂ migran hacia la superficie y cuando tiene lugar la evaporación, se produce la formación de carbonato calcico, prácticamente insoluble, que se deposita rápidamente sobre la misma (Press & Siever: 1985; Teutónico: 1988). Los sucesivos ciclos de humedad y secado conllevan a los fenómenos de recristalización de estas sales en la porosidad superficial de la roca. Estos nuevos materiales presentan características diferentes,

³²⁸ GROSSI, C. M. & ESBERT, R. M. Las sales solubles en el deterioro de rocas monumentales. Revisión bibliográfica. En *MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN*, Vol. 44, nº 235, 1994. pp. 15-30.

tanto de forma como volumen o dimensiones, con respecto a los minerales del soporte original. Los nuevos depósitos superficiales crean fuertes presiones sobre la piedra originando microfisuras y descohesión de las partículas aloquímicas, desencadenando en pérdida de materia macroscópica con aumento de la porosidad superficial. Este cambio en la porosidad, es un ejemplo de cómo los procesos de alteración de origen químico confluyen en alteraciones físico-mecánicas de tipo textural y estructural³²⁹.

Otro origen de sulfatos puede deberse a la presencia de microorganismos, algunos son capaces de metabolizar formas reducidas del azufre que al oxidarse forman sulfatos; otros son capaces de producir sufuros.

Debido a todas las transformaciones que pueden sufrir las rocas de origen calcáreo por la presencia de dióxido de azufre, se ha considerado necesario analizar cómo evoluciona el soporte de *Cova Remígia* con los productos consolidantes aplicados, mediante la exposición de las probetas al ensayo de contaminación atmosférica saturada de SO₂, y de este modo determinar, la durabilidad y resistencia de los materiales testados en esta investigación. El resultado se puede observar en las figuras 249, 250, 251 y 252.



Figura 249. Imagen microscopio portátil *DigiMicroscope USB reflecta*. Probeta 13 N (*Nanorestore*®. Grupo A, con la superficie pulida), tras los ciclos de contaminación atmosférica con atmósfera saturada con SO₂



Figura 250. Imagen microscopio portátil *DigiMicroscope USB reflecta*. Probeta 28 N (*Nanorestore*®. Grupo B, sin pulir), tras los ciclos de contaminación atmosférica con atmósfera saturada con SO₂.

³²⁹ AMOROSO *et al.*, *Op. cit.*, p. 48.

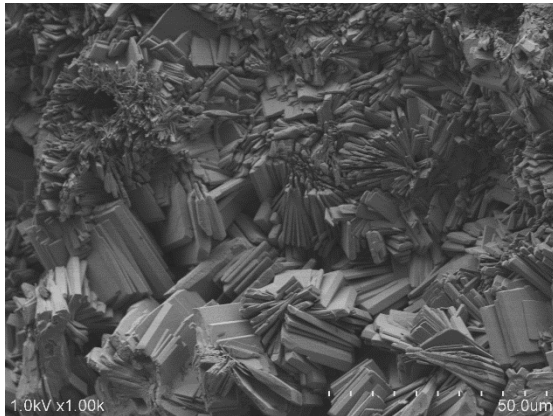


Figura 251. Imagen SEM. Probeta 10 NP5 (CaLoSiL NP5®. Grupo A con la superficie pulida), tras los ciclos de contaminación atmosférica con atmósfera saturada con SO₂.



Figura 252. Imagen SEM. Probeta 10 NP5 (CaLoSiL NP5®. Grupo A con la superficie pulida), tras los ciclos de contaminación atmosférica con atmósfera saturada con SO₂.

11.9. ENSAYO DE PENETRACIÓN DEL CONSOLIDANTE MEDIANTE TINCIÓN.

Para poder evaluar la penetración del consolidante en el interior de la estructura pétreo de manera directa a través del microscopio electrónico de barrido o microscopio óptico, se precisó de la utilización de tintes con el fin de observar el comportamiento del producto. Se pretendía examinar la distribución del consolidante sobre el material tratado, tanto a nivel superficial como a nivel interno de la red porosa; así como el grado de penetración, el relleno de los poros y los capilares de la roca. Para este ensayo de tinción se utilizaron dos tipos de tintes:

- *Rodamina*, tinte fluorescente.
- LANASET® Blue 2R.

Se procedió con la tinción de los diferentes consolidantes con *Rodamina* y posteriormente se aplicaron 3 capas de consolidante (a pincel) sobre cada una de las muestras. Para la realización de este ensayo se utilizaron 10 probetas: 5 de las cuales pertenecientes al *grupo A* (probetas con la superficie pulida) 31 E5, 32 E25g, 33 IP5, 34 NP5, 35 N; y otras 5 pertenecientes al *grupo B (2)* (probetas de tamaño irregular y sin pulir que conservan la superficie original) 36 E5, 37 E25g, 38 IP5, 39 NP5, 40 N. Tras la aplicación del tratamiento y secado total del consolidante, se efectuaron cortes transversales³³⁰ a las probetas para proceder al análisis del material (para más información consultar el Anexo VII. Referente a *Ensayo de penetración del consolidante mediante tinción fluorescente con Rodamina*, en él se incluyen todos los resultados obtenidos de los distintos consolidantes aplicados a las probetas).

Este ensayo de tinción fluorescente se realizó con la finalidad de obtener resultados objetivos y cuantificables en cuanto a la penetración de los consolidantes, ya que éstos no se pueden alcanzar mediante el análisis directo de las probetas con microscopio electrónico SEM-EDX. Debido a que la roca posee una composición química similar a la de los productos aplicados, cualidad que impide distinguir al SEM hasta donde llega el nivel de penetración del consolidante en la estructura interna de la

³³⁰ Sierra de baja velocidad *Isomet Buehler*. Provista de disco de diamante y adaptadores para diferentes tamaños de muestra. Ver capítulo Metodología.

roca. Hecho por el cual se optó por el uso de una tinción a base de un compuesto químico fluorescente como es la *Rodamina*. La *Rodamina* es un colorante violáceo que se presenta en polvo, cuando se disuelve con los consolidantes seleccionados, adquiere una tonalidad rosada. Utilizado en numerosas aplicaciones en biotecnología, tales como: la microscopia de fluorescencia, la espectroscopia de correlación de fluorescencia y los ensayos por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA *Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay*). Es un tinte soluble en agua, metanol y etanol que emite una fluorescencia distinta a la emitida por la roca, hecho que facilita observar la penetración del consolidante en profundidad cuando se observa al microscopio de fluorescencia (un ejemplo de las imágenes obtenidas con la fluorescencia se observa en la Tabla 49, Imagen 1). Se obtubieron imágenes digitales Microscopio *Confocal LEICA DMR DFC450C* de alta resolución que posteriormente se procesaron con el programa *Image J*, que permite determinar con exactitud el nivel de profundidad en el que se efectúa el cambio de fluorescencia de la roca y el emitido por el consolidante teñido, delimitando de este modo la profundidad de penetración (Tabla 49, Imagen 1. 1a y 1b).

La microscopía confocal se caracteriza por la utilización de una fuente de iluminación temporal focalizada en un solo punto de la muestra, un láser que genera imágenes tras la realización de sucesivos barridos de la misma. Además la accesibilidad de la radiación emitida al fotodetector está limitada por un diafragma (*pinhole*), el cual permite la exclusión de la radiación emitida por los puntos de la muestra que no se encuentran en el plano focal. A ello se une la utilización de un software adecuado que permite mejorar la calidad de la imagen, por disminución de la sensibilidad de los fotodetectores a intensidades bajas de fluorescencia, con lo que se reduce el ruido de fondo.



Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)	
Tipo de roca	Calcarenita espática
ANÁLISIS	PENETRACIÓN DEL CONSOLIDANTE MEDIANTE TINCIÓN FLUORESCENTE: RODAMINA
Técnica analítica.	Microscopía de fluorescencia Confocal <i>LEICA DMR</i>
Consolidante	CaLoSiL E25 grey®
PROBETA Grupo A	<i>Probetas con la superficie pulida (3 capas de tratamiento aplicado a pincel)</i>
32 E25g	
	1. Imagen digital <i>DFC450C</i> de alta resolución.
	
	1.a. Imagen 1, procesada con el programa <i>Image J</i>

Tabla 49. Imágenes obtenidas con el Microscopio *Confocal LEICA DMR* de la probeta 32 E25g, en el ensayo de penetración del consolidante mediante tinción fluorescente con *Rodamina*.

12. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

**12.1. RESULTADOS OBTENIDOS CON
MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO.
SEM-EDX. S-4800.**

12.1. RESULTADOS OBTENIDOS CON MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO. SEM-EDX. S-4800.

12.1.1. Resultados obtenidos con el microscopio electrónico de barrido SEM-EDX. probetas pertenecientes al *Grupo A* (con la superficie pulida: 1 E5, 4 E25g, 7 IP5, 10 NP5, 13 N).

12.1.1.1. PROBETA 1 E5.

Pintura Rupestre Levantina
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)

Tipo de roca.	Calcarenita espática.
Técnica analítica.	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA SEM-EDX. S-4800.
Consolidante.	CaLoSiL E5®
PROBETA Grupo A.	1 E5 (Probetas con la superficie pulida).




Figura 253. Probeta 1 E5, sin producto.

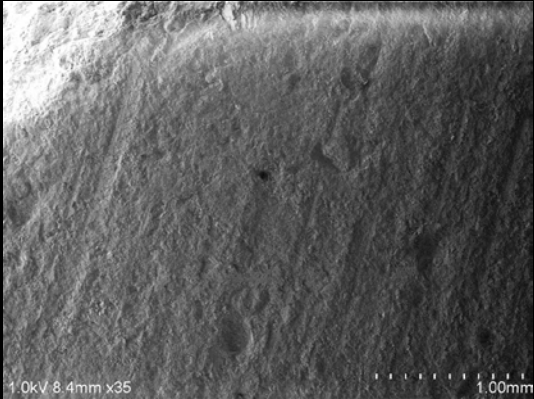


Figura 254. Probeta 1 E5, con 2 capas de CaLoSiL E5®.

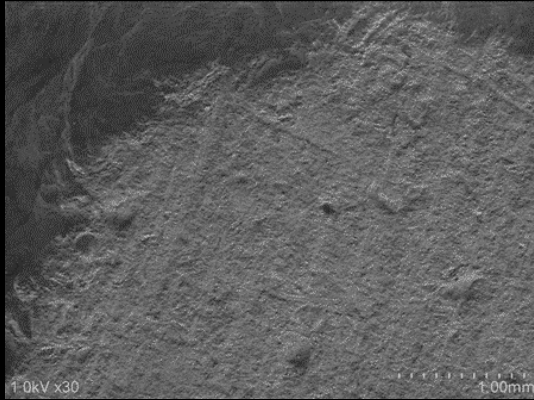


Figura 255. Probeta 1 E5, con 3 capas de CaLoSiL E5®.

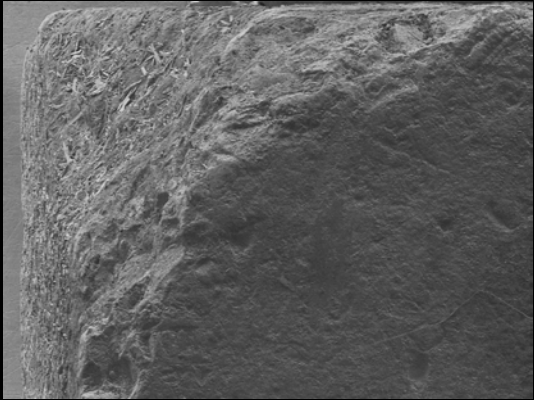


Figura 256. Probeta 1 E5, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO₂.

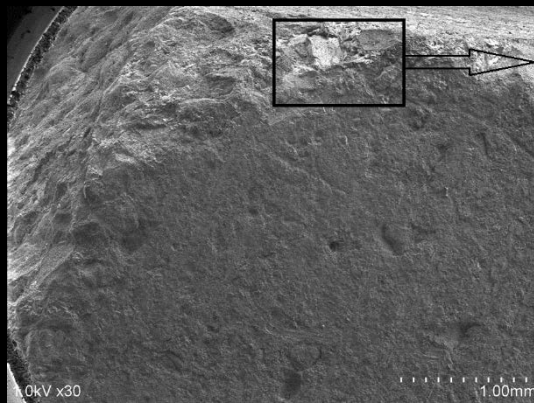


Figura 257. Probeta 1 E5, sin producto.

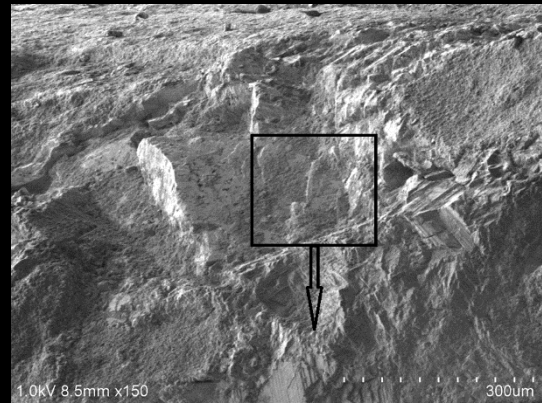


Figura 258. Detalle figura 257. Probeta 1 E5, con 2 capas de CaLoSiL E5®.

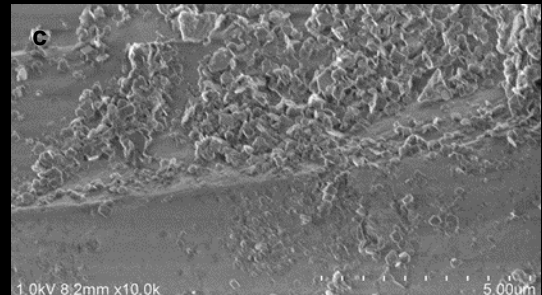
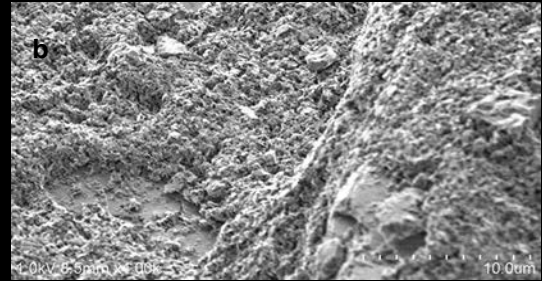
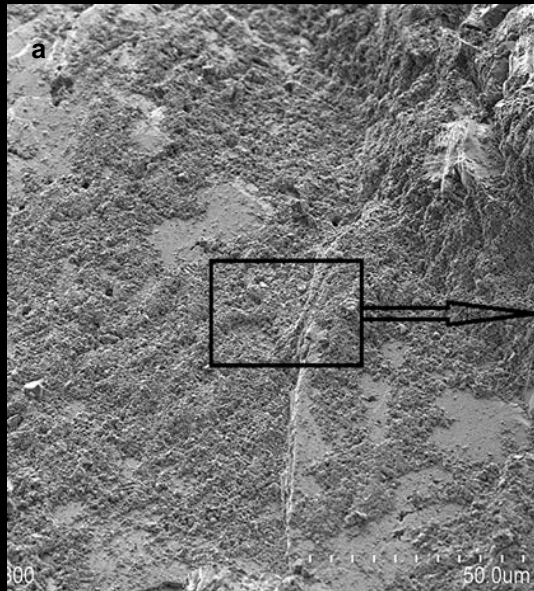


Figura 259 (a, b, c). Detalle figura 257. Probeta 1 E5, con 2 capas de CaLoSiL E5®.

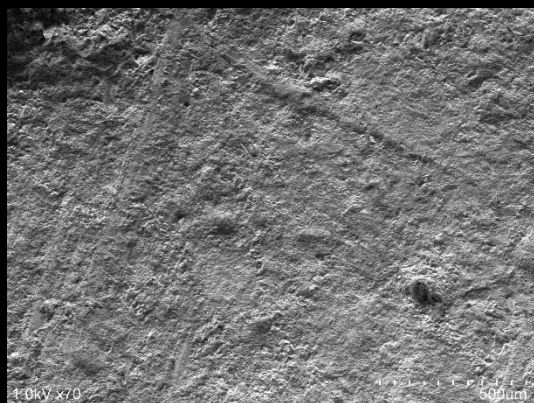
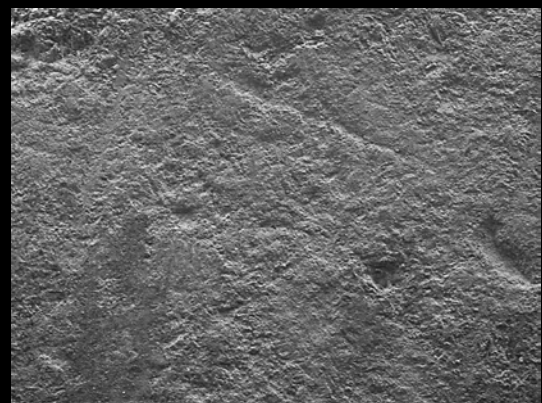


Figura 260. Probeta 1 E5, con 3 capas de CaLoSiL E5®.

Figura 261. Probeta 1 E5, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO₂.

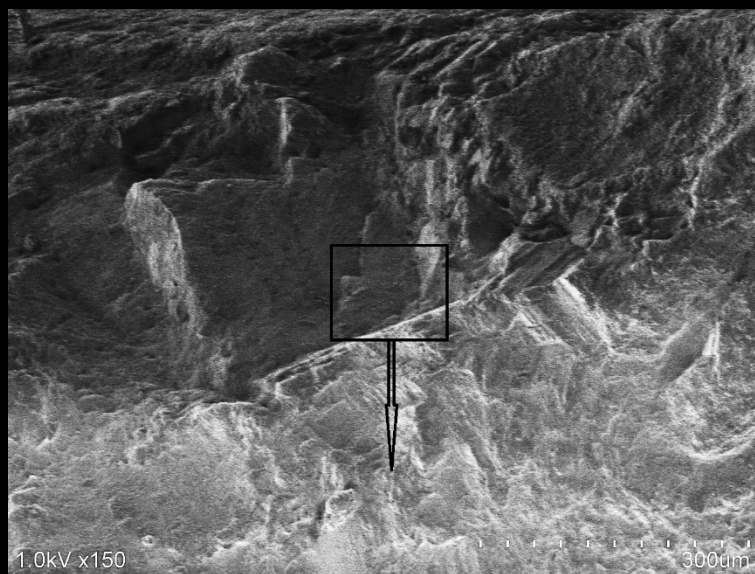


Figura 262. Probeta 1 E5, con 3 capas de CaLoSiL E5®.

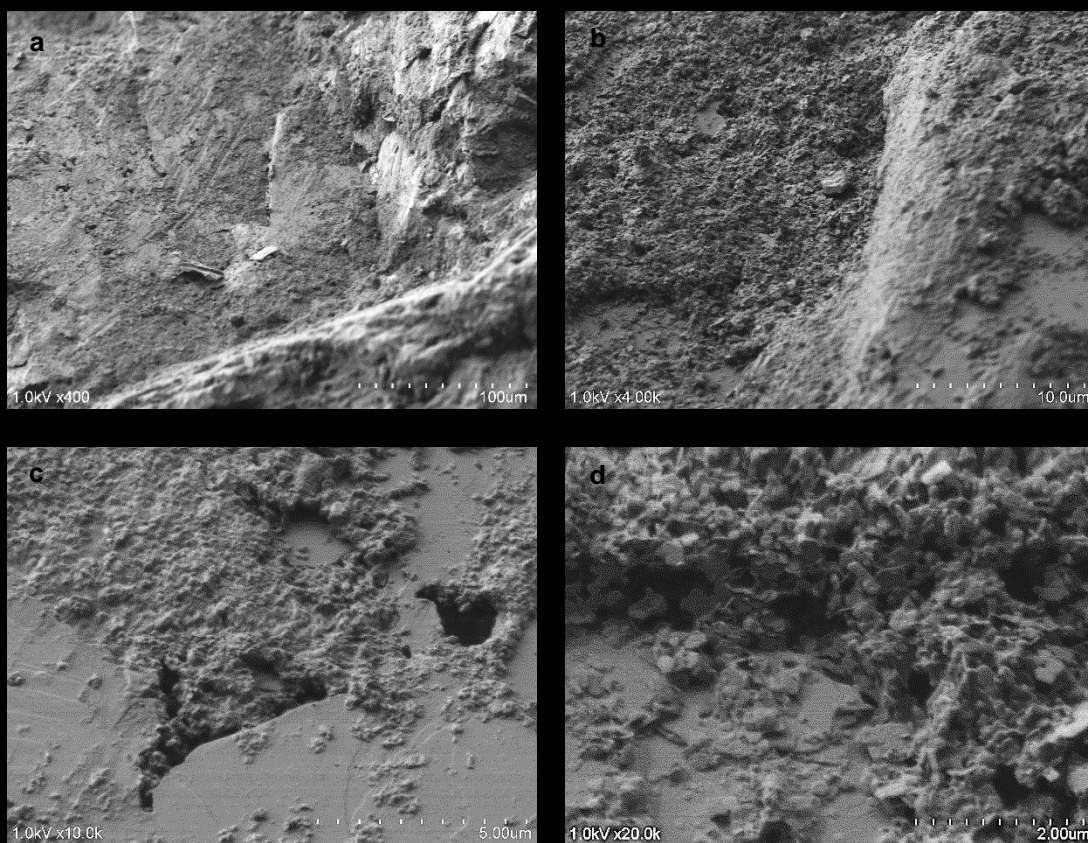


Figura 263 (a, b, c, d). Detalle Figura 262, Probeta 1 E5, con 3 capas de CaLoSiL E5®.

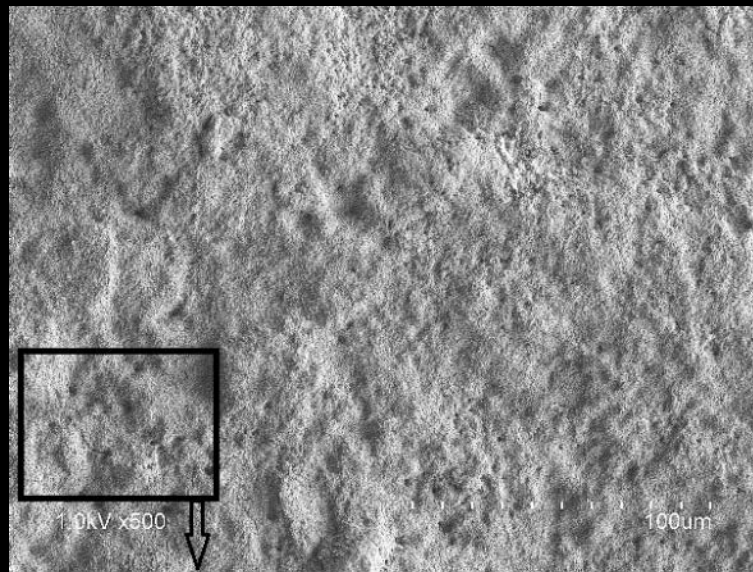


Figura 264. Probeta 1 E5, con 3 capas de CaLoSiL E5@.
Tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

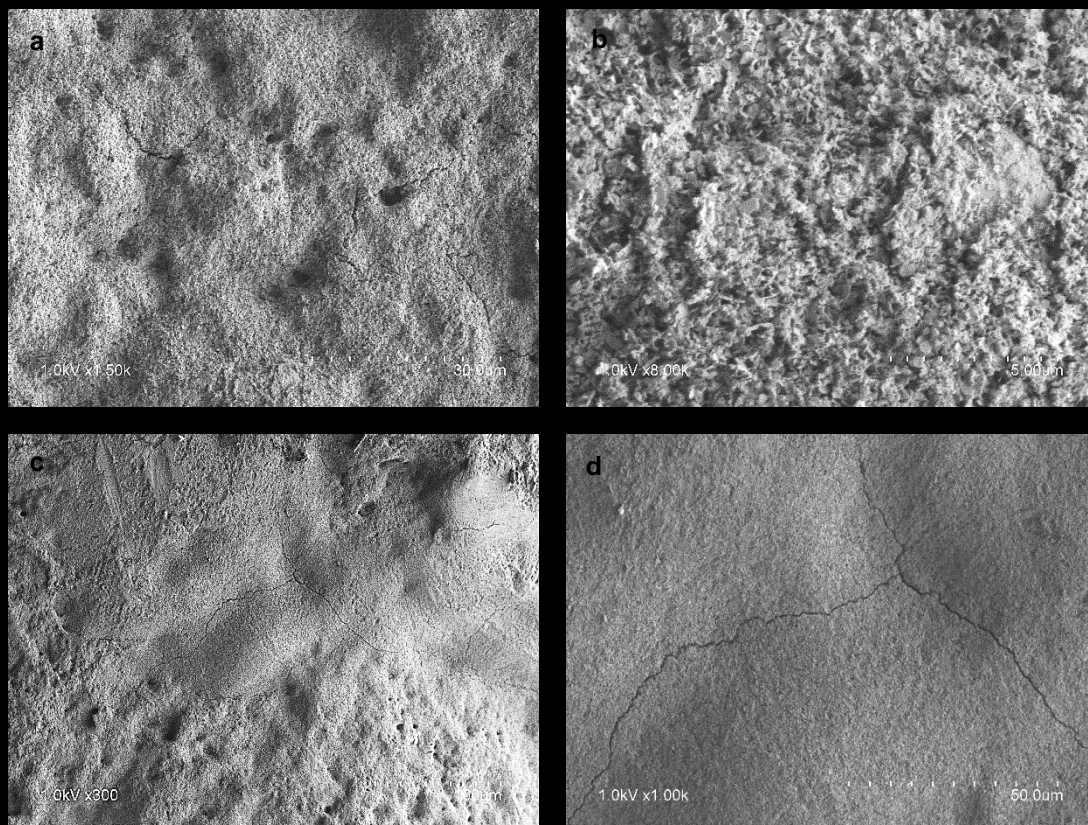


Figura 265 (a, b, c, d). Detalle Figura 264, Probeta 1 E5, con 3 capas de CaLoSiL E5@.
Tras los ciclos de envejecimiento acelerado.
Se observa la formación de microfisuras en la superficie.

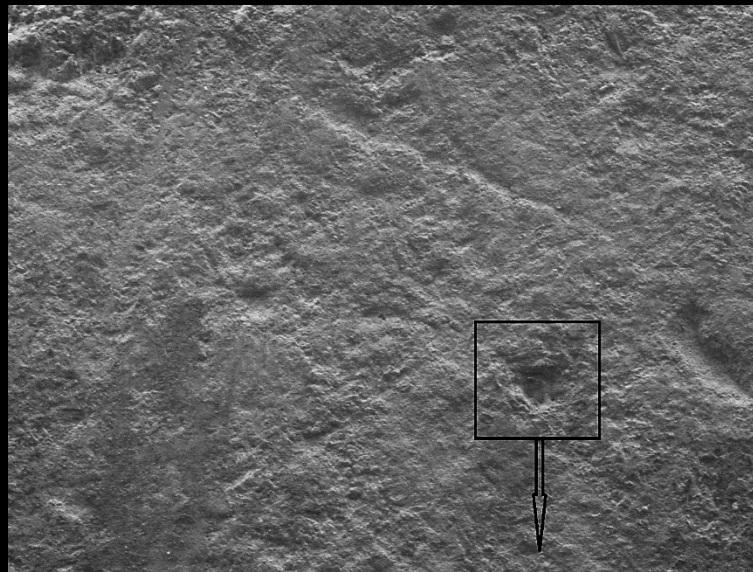


Figura 266. Probeta 1 E5, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .

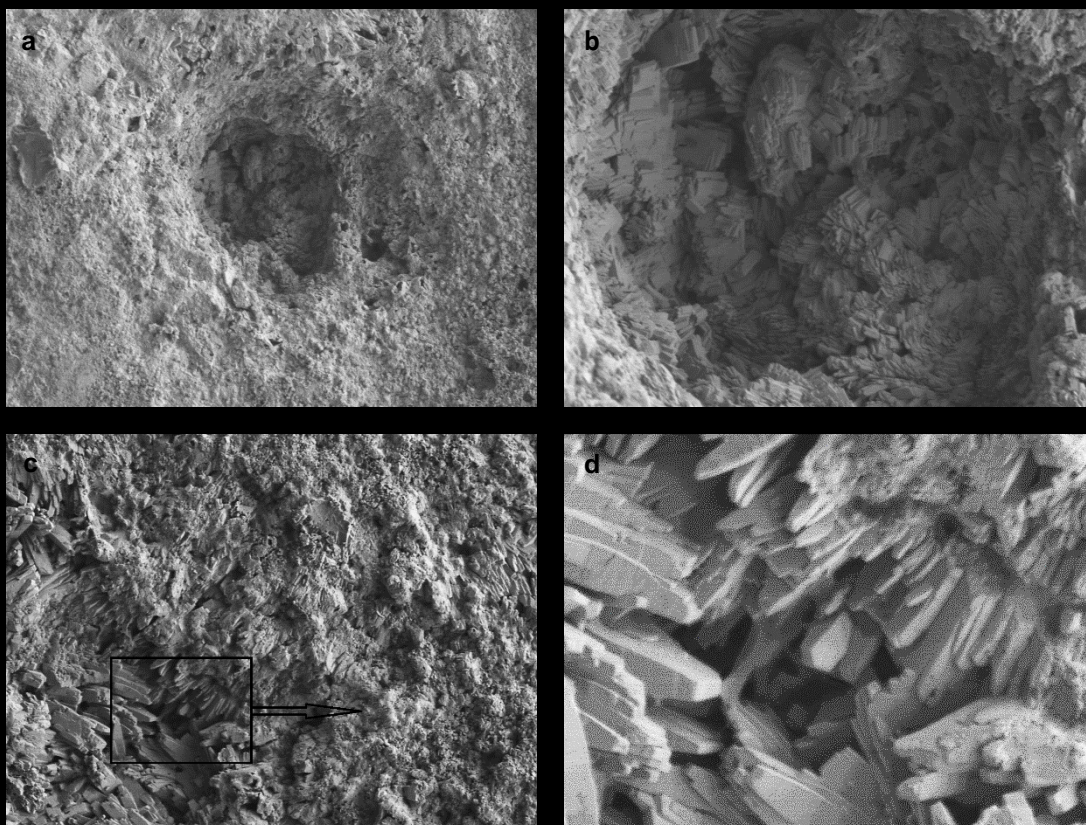


Figura 267 (a, b, c, d). Detalle Figura 266, Probeta 1 E5, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .

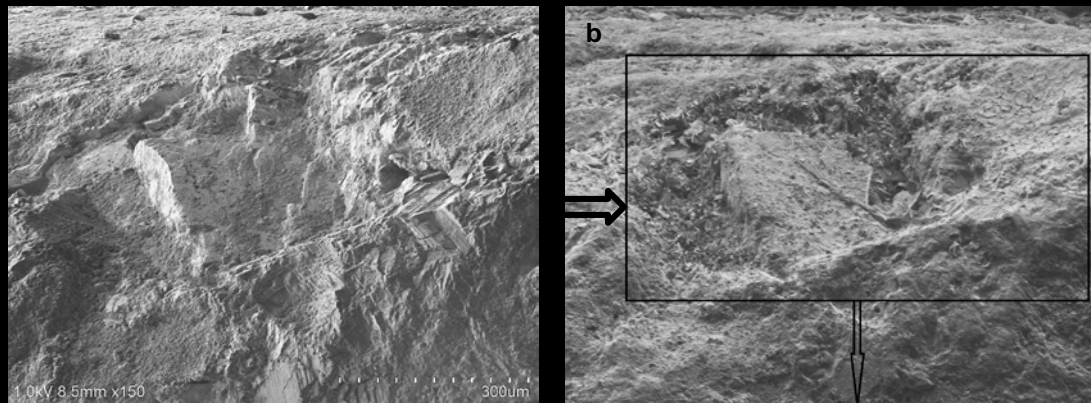


Figura 268. a) Probeta 1 E5, con dos capas de *CaLoSiLE5®*.
b) Probeta 1 E5 tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .

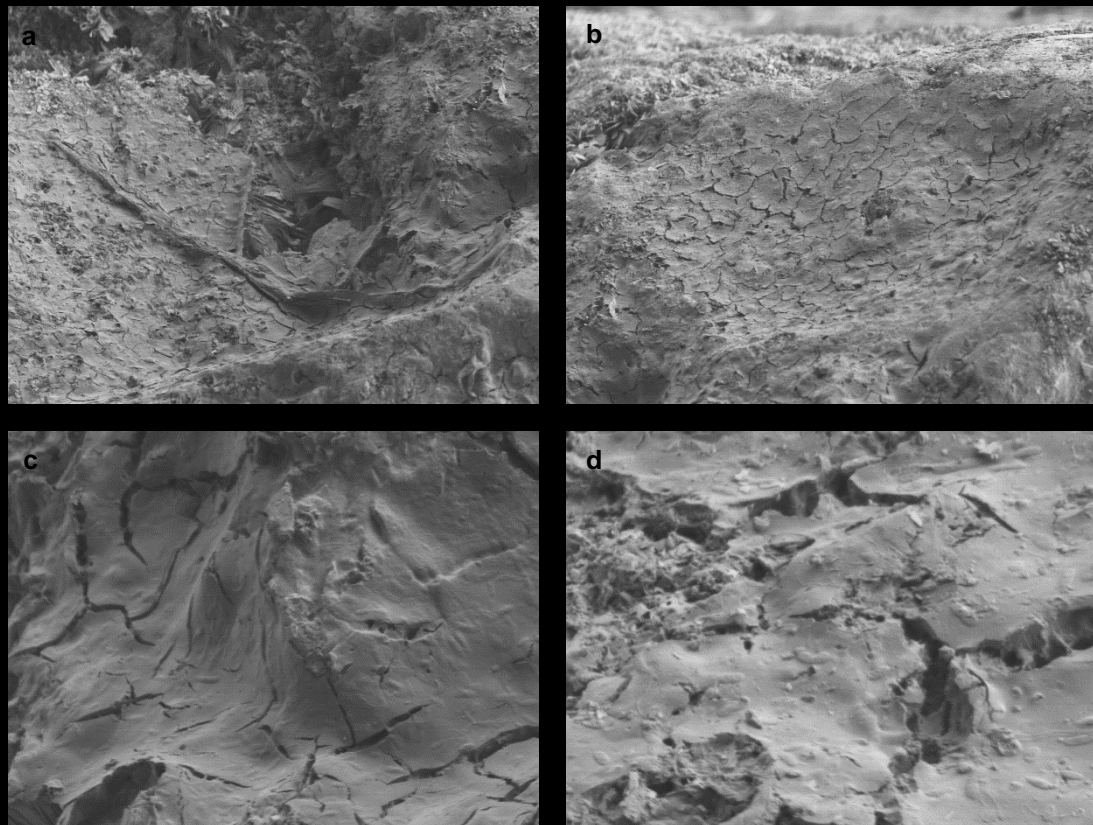


Figura 269 (a, b, c, d). Detalle Figura 268, b), Probeta 1 E5.
Tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .
Se observa formación de fisuras y cuarteado de la superficie. En la imagen d) se observa la presencia de bacterias.

Tabla 50. Imágenes obtenidas con microscopía electrónica SEM-EDX. S-4800 de la probeta 1

12.1.1.2. PROBETA 4 E25g.

**Pintura Rupestre Levantina
Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)**

Tipo de roca.	Calcarenita espática.
Técnica analítica.	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA SEM-EDX. S-4800.
Consolidante.	CaLoSiL E25 grey® (diluido hasta concentración de 5 g por 1 litro en etanol).
PROBETA Grupo A.	4 E25g (Probetas con la superficie pulida).



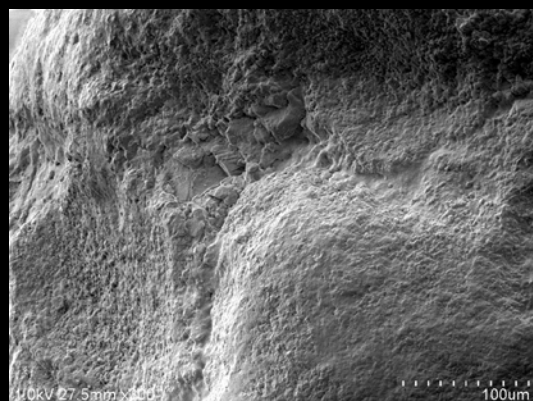
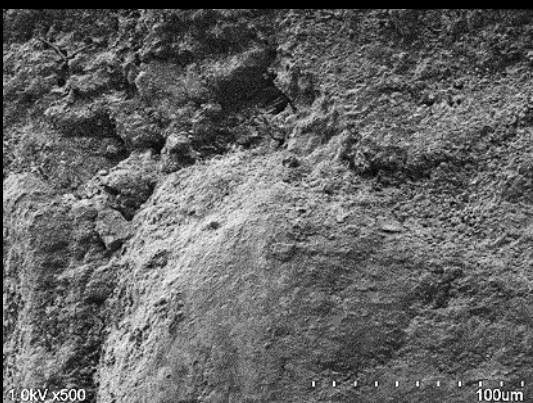
Figura 270. Probeta 4 E25g, sin producto



Figura 271. Probeta 4 E25g, con 2 capas de CaLoSiL E25 grey®.



Figura 272. Imagen Probeta 4 E25g, con 3 capas de CaLoSiL E25 grey®.

Figura 273. Probeta 4 E25g, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y la exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO₂.Figura 274. Detalle de la Figura 273. Probeta 4 E25g, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y la exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO₂.

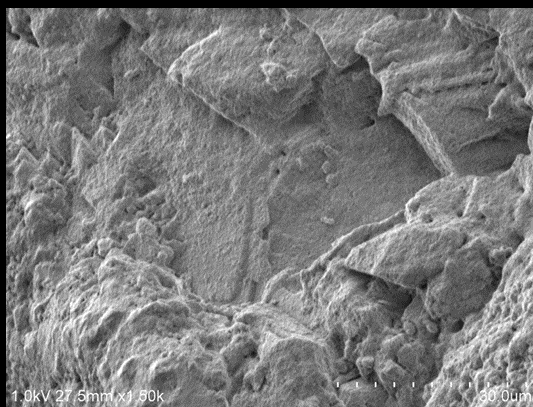
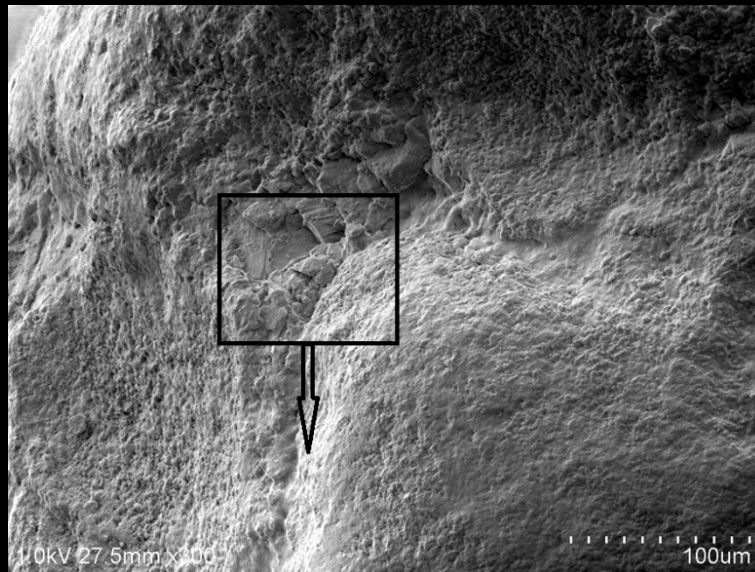


Figura 275. Detalle imagen anterior, Probeta 4 E25g, con 2 capas de *CaLoSiL E25 grey*®.



Figura 276. Probeta 4 E25g, con 3 capas de *CaLoSiL E25 grey*®.



Figura 277. Probeta 4 E25g, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .

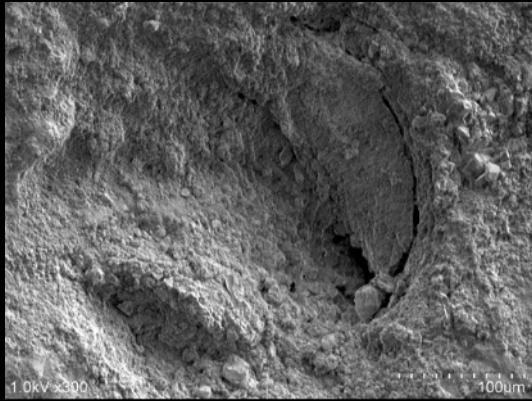


Figura 278. Probeta 4 E25g, sin producto.

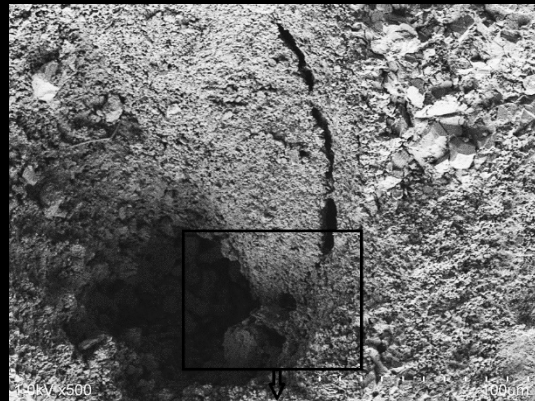
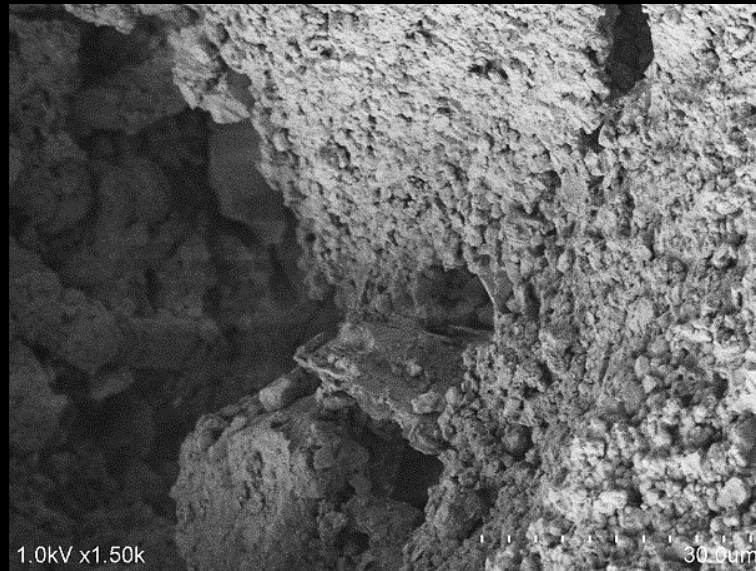
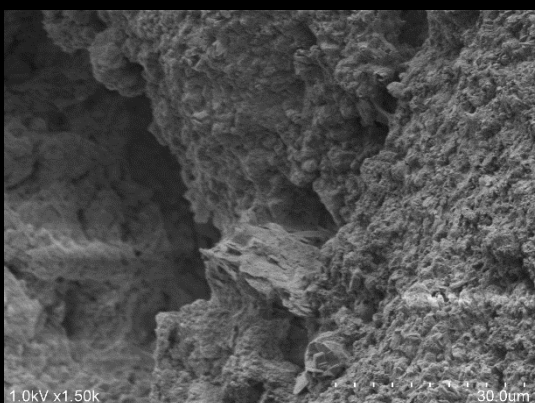


Figura 279. Probeta 4 E25g, 3 capas de producto.

Figura 280. Detalle Figura 279. Probeta 4 E25g,
3 capas de producto.Figura 281. Probeta 4 E25g, tras los ciclos de
envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera
contaminada por saturación de SO₂.Figura 282. Detalle Figura 281, Probeta 4 E25g, **tras los
ciclos de envejecimiento acelerado** y exposición a
atmósfera contaminada por saturación de SO₂.

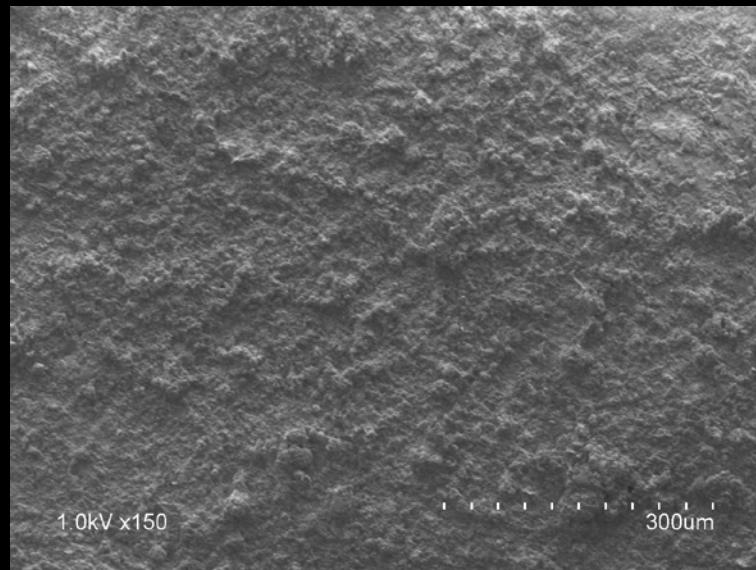


Figura 283. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL E25 grey®*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

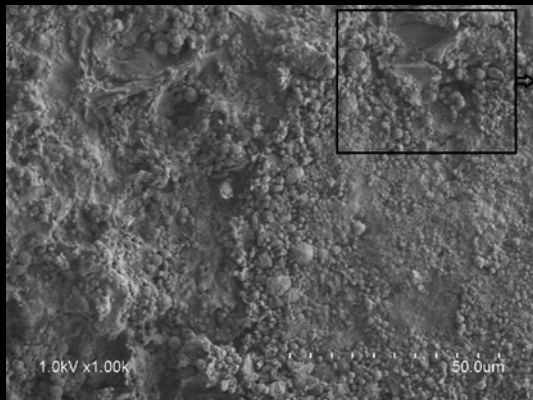


Figura 284. Detalle de la figura 283. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL E25 grey®*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

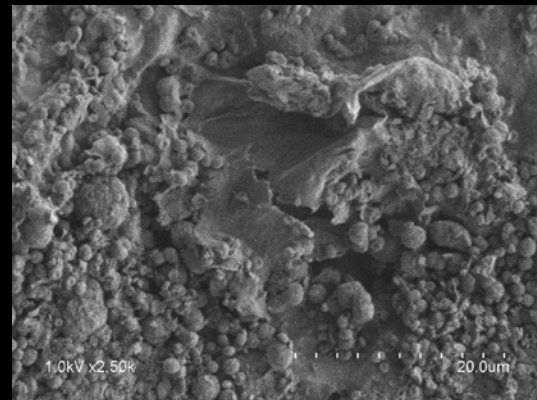


Figura 285. Detalle de la figura anterior.

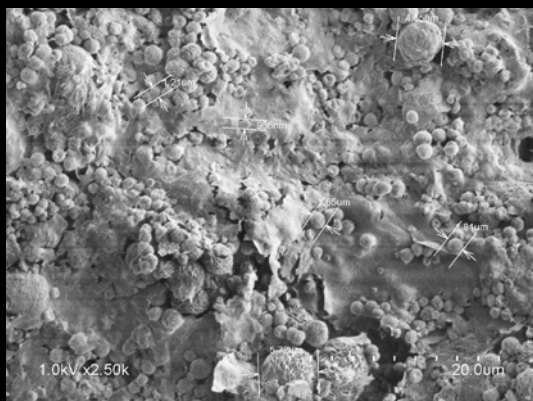


Figura 286. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL E25 grey®*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.



Figura 287. Detalle de la figura anterior.

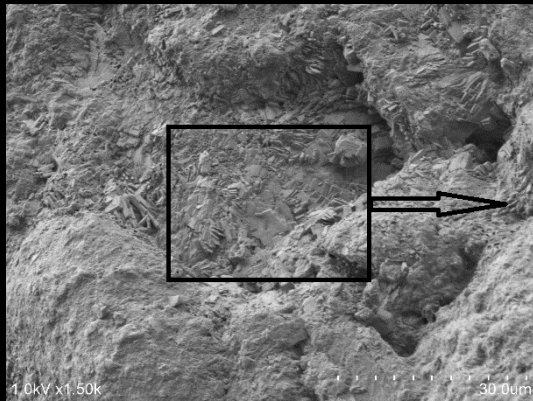


Figura 288. Probeta 4 E25g, con 3 capas de *CaLoSiL E25 grey®*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .

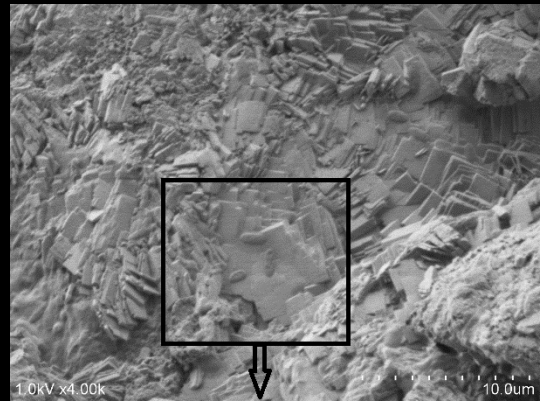


Figura 289. Detalle Figura 288. Se observa la formación de cristales de cuarcita y la presencia de bacterias.

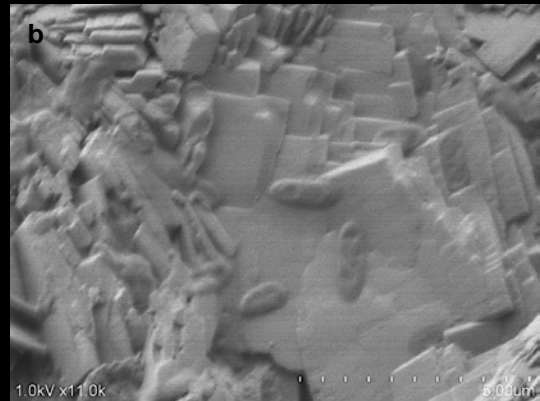
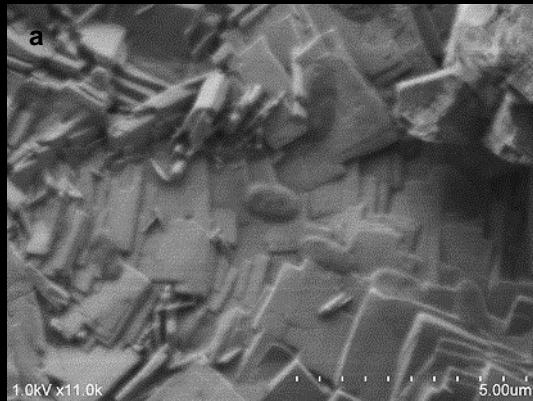


Figura 290 (a, b). Detalle de la figura anterior. Se observa la formación de cristales de cuarcita y la presencia de bacterias.

Tabla 51. Imágenes obtenidas con microscopía electrónica SEM-EDX. S-4800 de la probeta 4 E25g.

12.1.1.3. PROBETA 7 IP5.

**Pintura Rupestre Levantina
Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)**

Tipo de roca.	Calcarenita espática.
Técnica analítica.	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA SEM-EDX. S-4800.
Consolidante.	CaLoSiL IP5®
PROBETA Grupo A.	7 IP5 (Probetas con la superficie pulida).

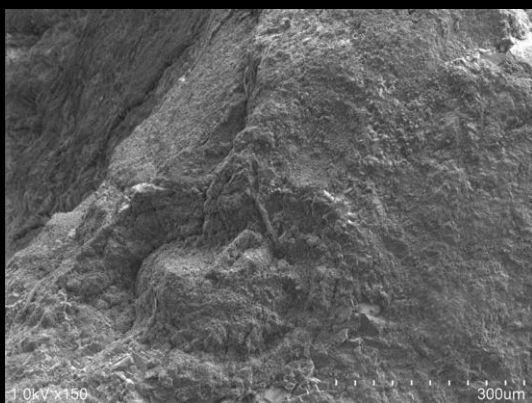


Figura 291. Probeta 7 IP5, sin producto.



Figura 292. Imagen Probeta 7 IP5, con 2 capas de CaLoSiL IP5®

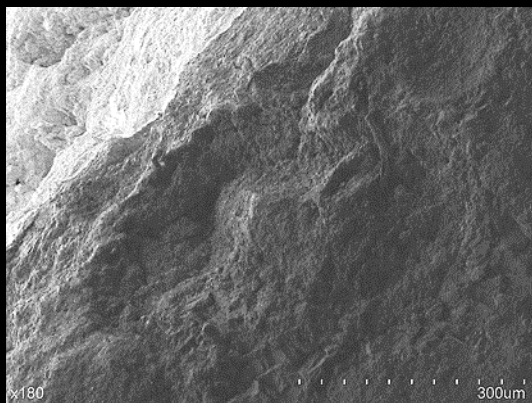
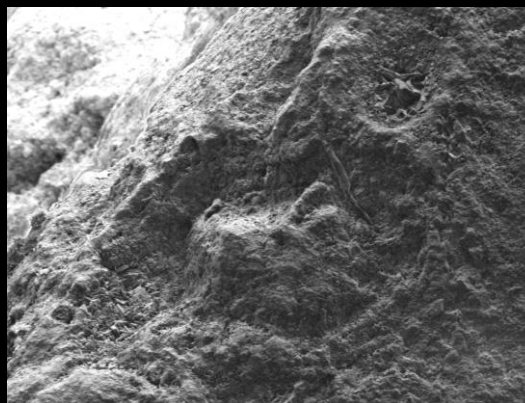


Figura 293. Imagen Probeta 7 IP5, con 3 capas de CaLoSiL IP5®.

Figura 294. Probeta 7 IP5, con 3 capas de CaLoSiL IP5®, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO₂.

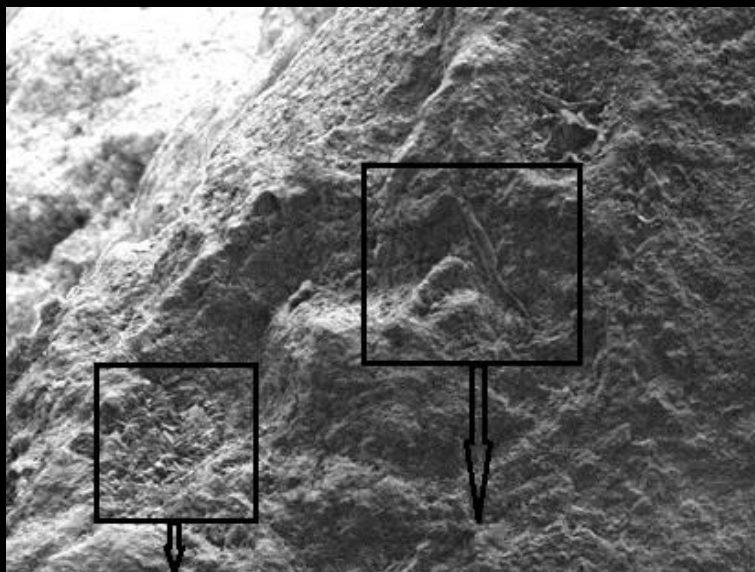


Figura 295. Probeta 7 IP5, detalle imagen anterior, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .



Figura 296. Probeta 7 IP5, detalle imagen anterior, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .

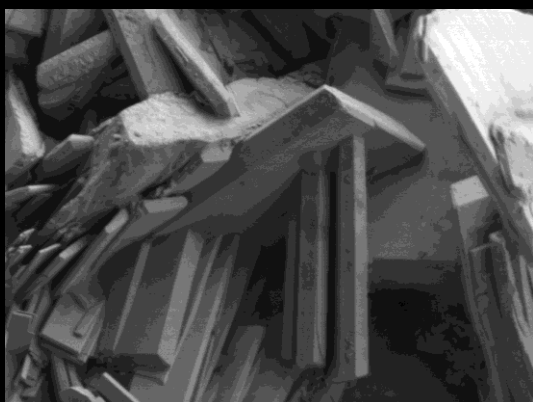


Figura 297. Probeta 7 IP5, detalle Figura 295, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .

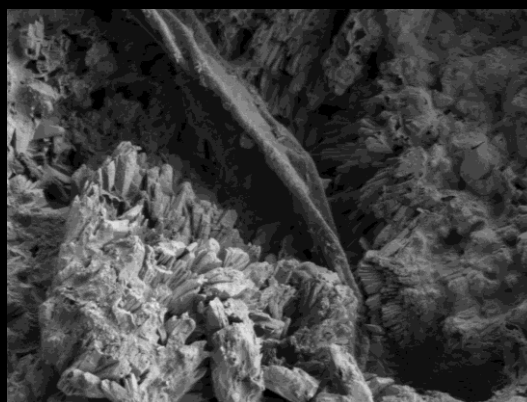


Figura 298. Probeta 7 IP5, detalle Figura 296, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .



Figura 299. Probeta 7 IP5, sin producto.

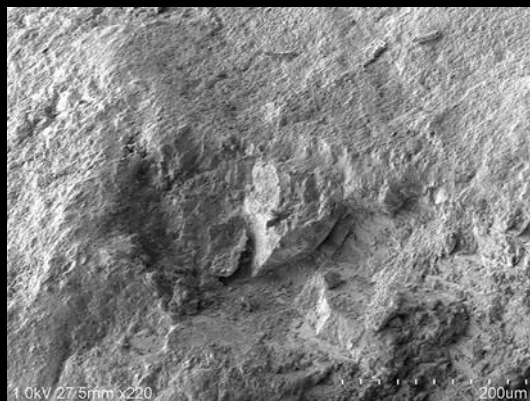


Figura 300. Imagen Probeta 7 IP5, con 2 capas de CaLoSiL IP5®.

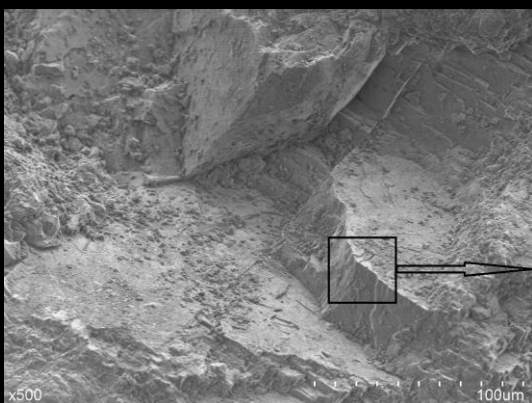


Figura 301. Imagen Probeta 7 IP5, con 3 capas de CaLoSiL IP5®.

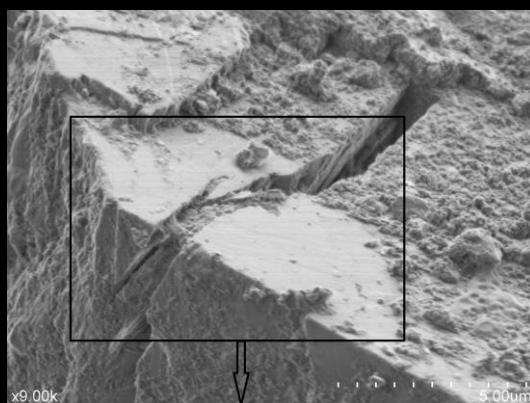


Figura 302. Detalle Figura 301, Probeta 7 IP5, con 3 capas de CaLoSiL IP5®.

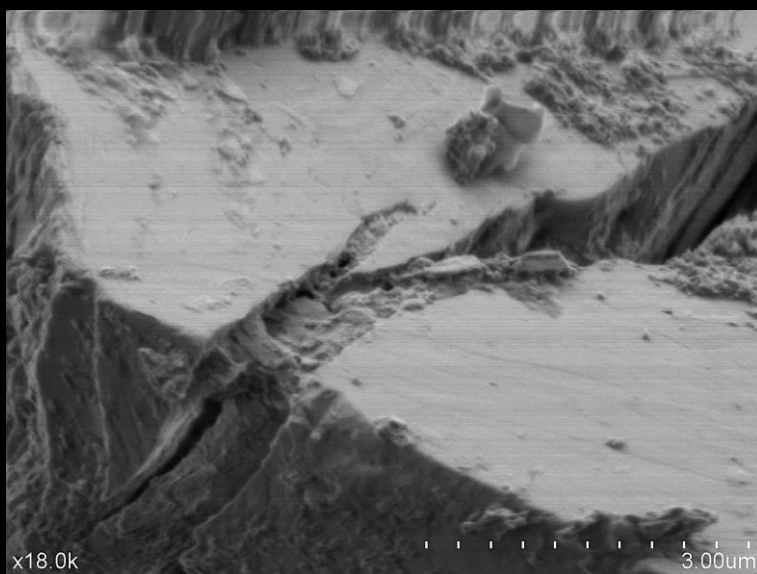


Figura 303. Detalle de la imagen anterior, Probeta 7 IP5, con 3 capas de CaLoSiL IP5®.

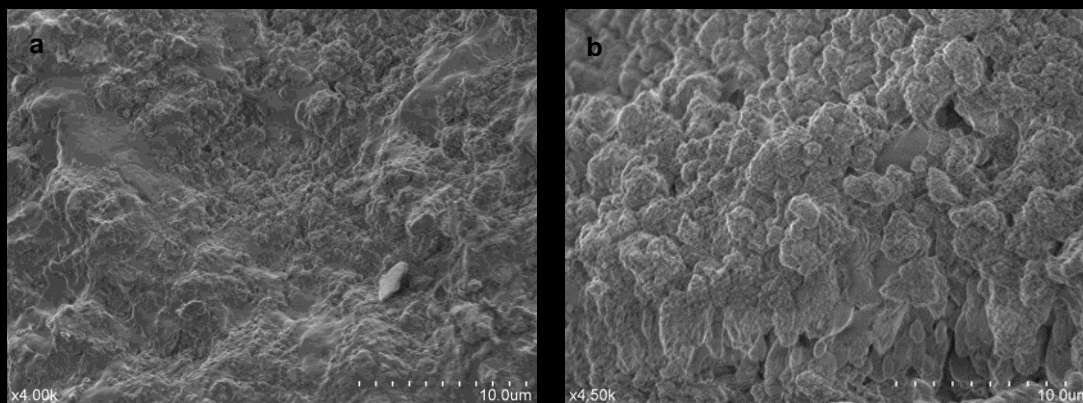


Figura 304 (a, b). Detalle del consolidante *CaLoSiL IP5®*. Probeta 7 IP5, con 3 capas de producto.

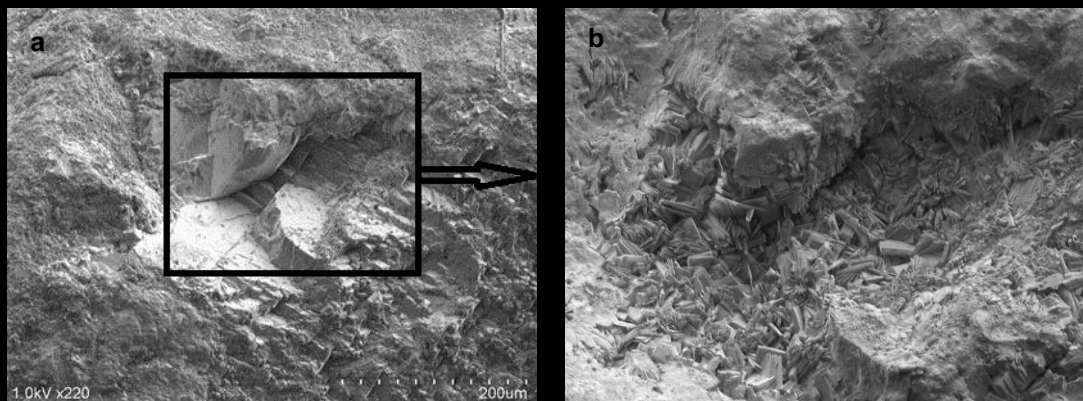


Figura 305 (a, b). a) Probeta 7 IP5 con 3 capas de consolidante. b) Probeta 7 IP5, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .



Figura 306. Detalle de la Figura 305 (b).

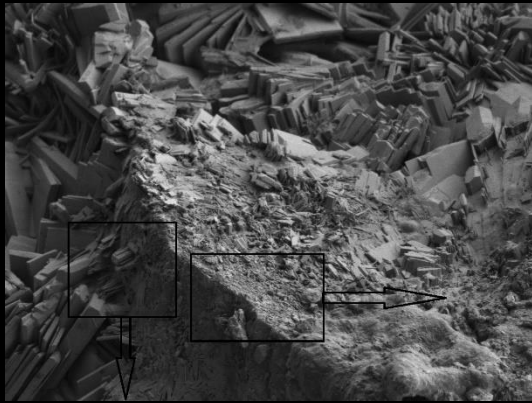


Figura 307. Detalle de la Figura 306, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .



Figura 308. Detalle de la figura anterior.

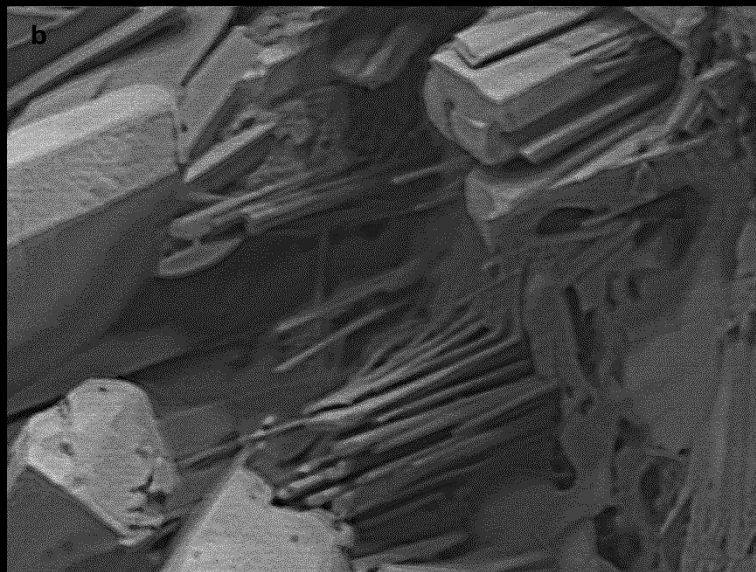


Figura 309 (a, b). Detalle de la Figura 307.

Tabla 52. Imágenes obtenidas con microscopía electrónica SEM-EDX. S-4800 de la probeta 7 IP5.

12.1.1.4. PROBETA 10 NP5.

**Pintura Rupestre Levantina
Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)**

Tipo de roca.	Calcarenita espática.
Técnica analítica.	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA SEM-EDX. S-4800.
Consolidante.	CaLoSiL NP5®
PROBETA Grupo A.	10 NP5 (Probetas con la superficie pulida).

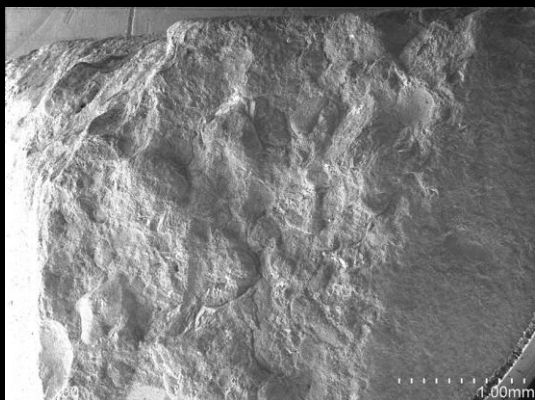


Figura 310. Probeta 10 NP5, sin producto.

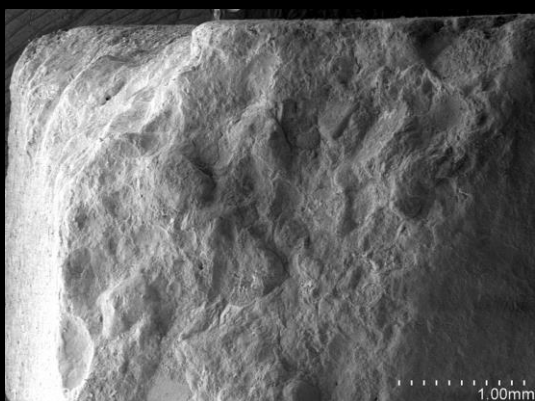
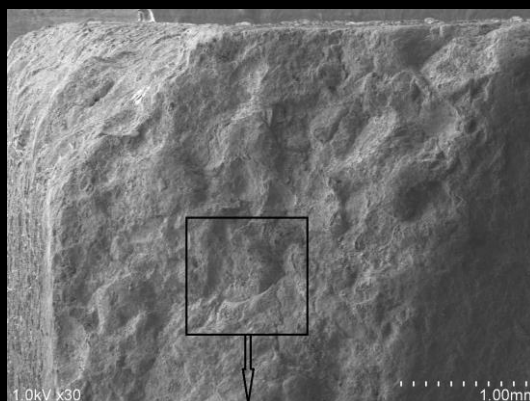
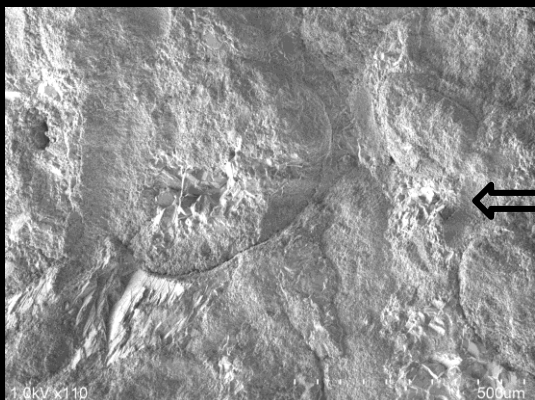
Figura 311. Probeta 10 NP5, con 2 capas de *CaLoSiL NP5®*.Figura 312. Probeta 10 NP5, con 3 capas de *CaLoSiL NP5®*.Figura 313. Probeta 10 NP5, tras el envejecimiento acelerado y ciclos de contaminación con SO₂.

Figura 314. Detalle Figura 274. Probeta 10 NP5, sin producto.

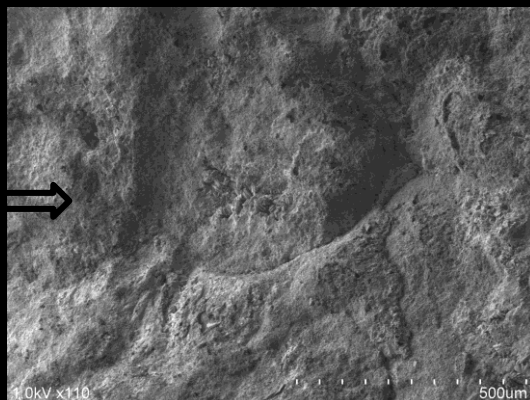


Figura 315. Probeta 10 NP5, tras el envejecimiento acelerado.

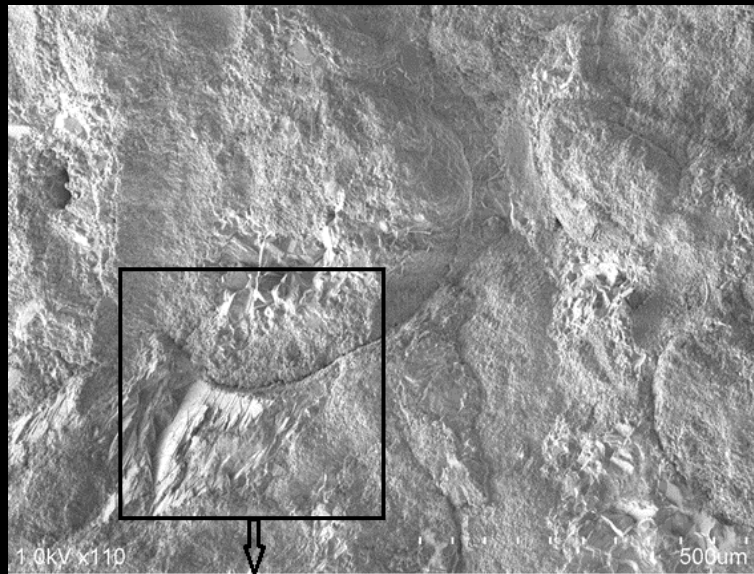


Figura 316. Probeta 10 NP5, sin producto.

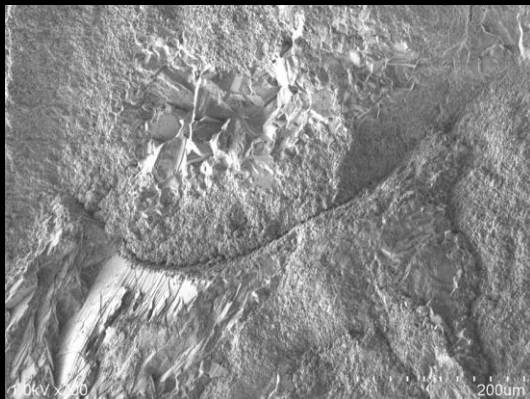
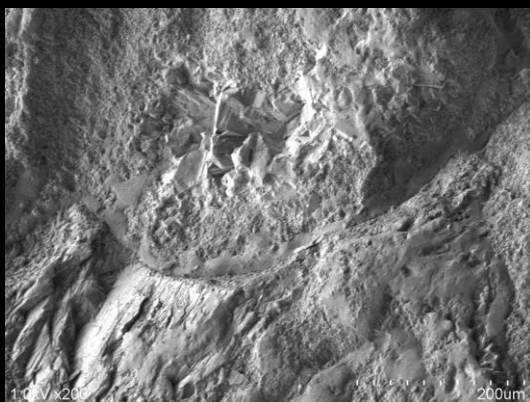


Figura 317. Probeta 10 NP5, sin producto.

Figura 318. Probeta 10 NP5, con 2 capas de *CaLoSiL NP5*.Figura 319. Probeta 10 NP5, con 3 capas de *CaLoSiL NP5®*.Figura 320. Probeta 10 NP5, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y la exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .

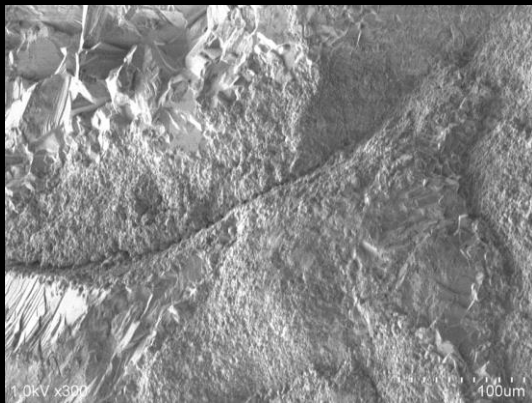
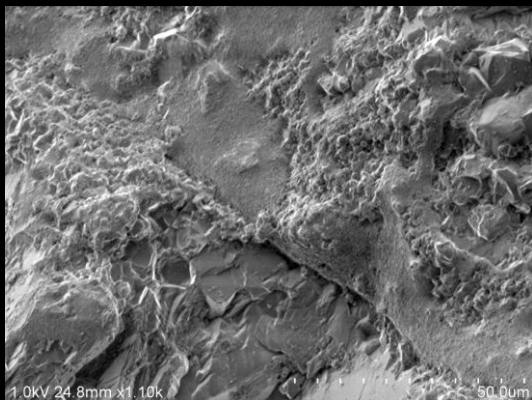


Figura 321. Probeta 10 NP5, sin producto.

Figura 322. Probeta 10 NP5, con 2 capas de *CaLoSiL NP5®*.

Figura 323. Probeta 10 NP5, 3 capas de producto.

Figura 324. Probeta 10 NP5, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y la exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .Figura 325. Detalle del *CaLoSiL NP5®*, sobre la Probeta 10 NP5, con 2 capas de producto.Figura 326. Detalle del *CaLoSiL NP5®*, sobre la Probeta 10 NP5, con 3 capas de producto.

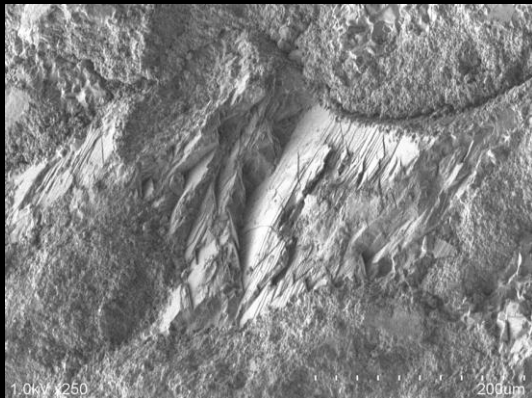
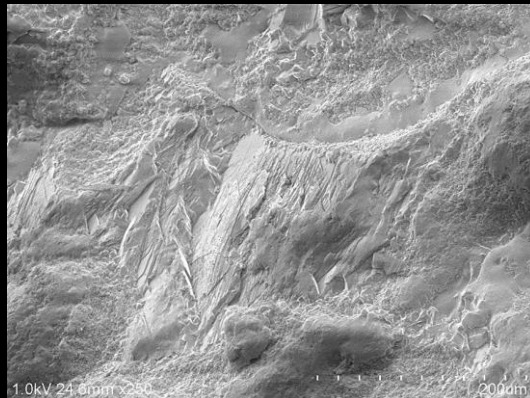
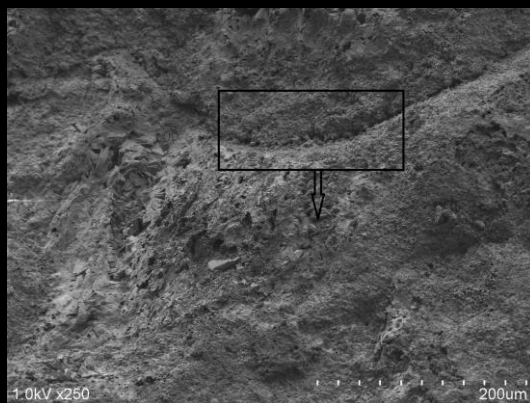


Figura 327. Probeta 10 NP5, sin producto.

Figura 328. Probeta 10 NP5, con 2 capas de *CaLoSiL NP5@*.Figura 329. Probeta 10 NP5, con 3 capas de *CaLoSiL NP5@*.Figura 330. Probeta 10 NP5, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y la exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .Figura 331. Probeta 10 NP5, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y la exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .

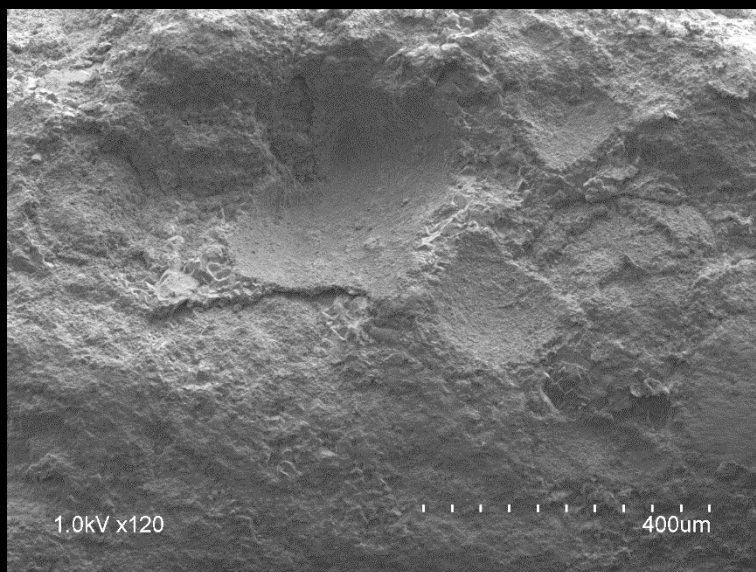


Figura 332. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL NP5®* tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

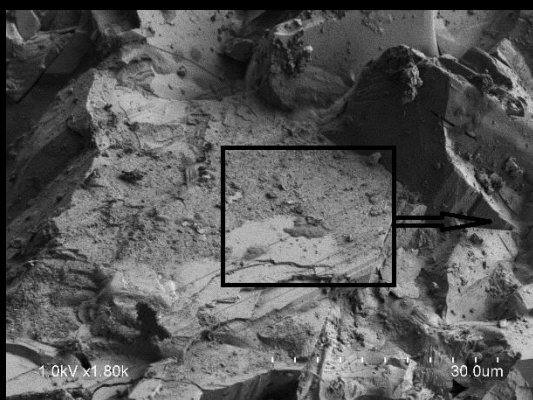


Figura 333. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL NP5®* tras los ciclos de envejecimiento acelerado.



Figura 334. Detalle imagen anterior.

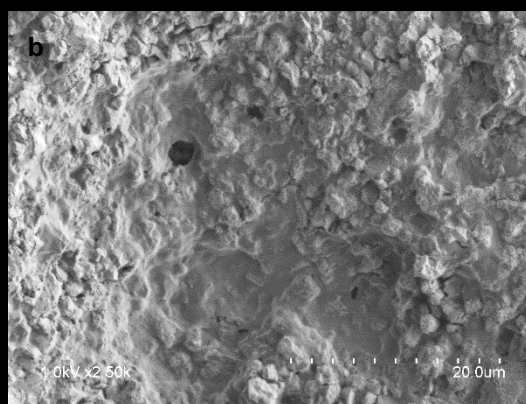
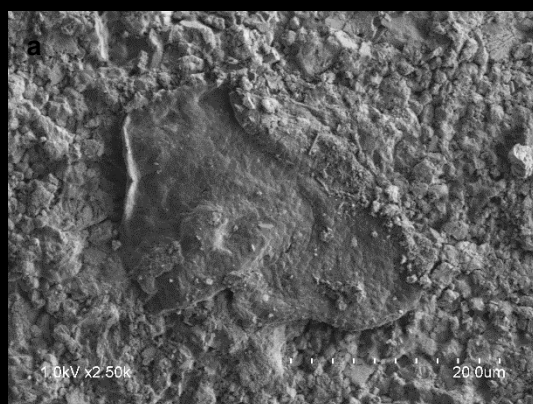


Figura 335 (a, b). Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL NP5®* tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

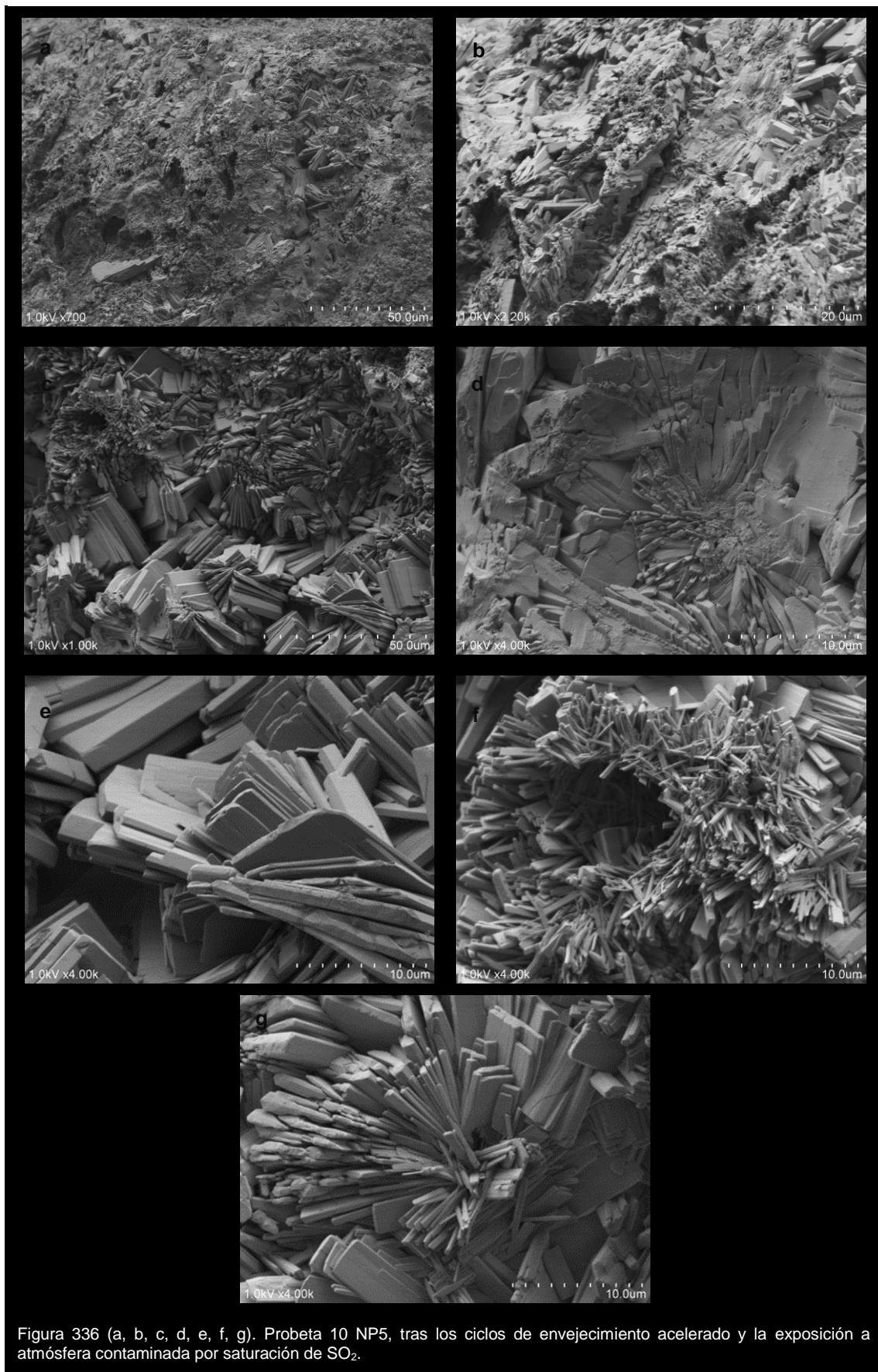


Figura 336 (a, b, c, d, e, f, g). Probeta 10 NP5, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y la exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .

Tabla 53. Imágenes obtenidas con microscopía electrónica SEM-EDX. S-4800 de la probeta 10 NP5.

12.1.1.5. PROBETA 13 N.

**Pintura Rupestre Levantina
Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)**

Tipo de roca.	Calcarenita espática.
Técnica analítica.	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA SEM-EDX. S-4800.
Consolidante.	Nanorestore®
PROBETA Grupo A.	13 N (Probetas con la superficie pulida).

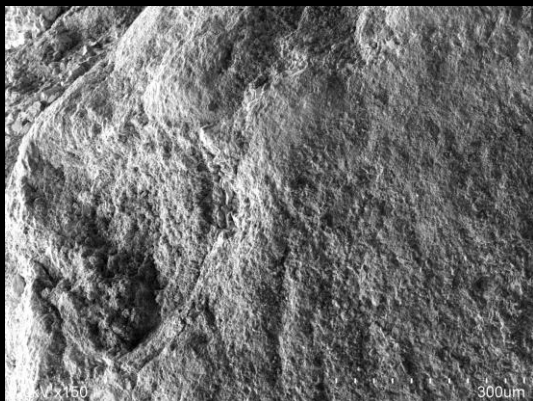
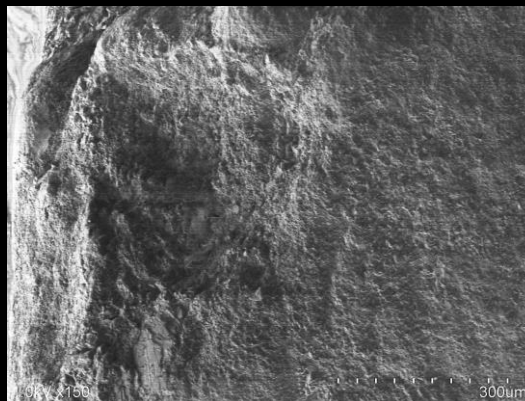
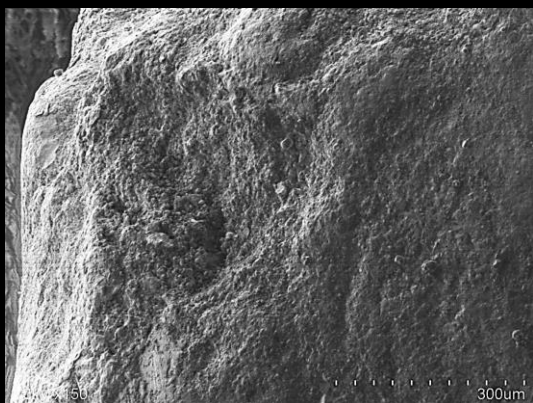
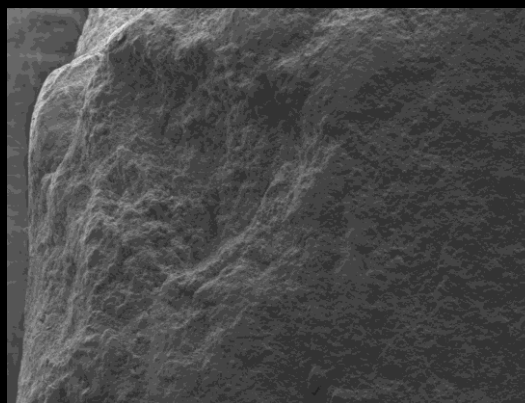
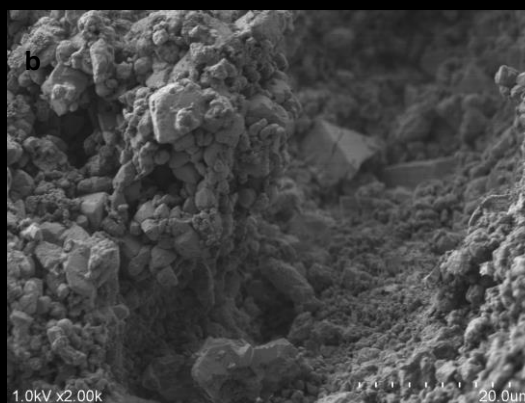
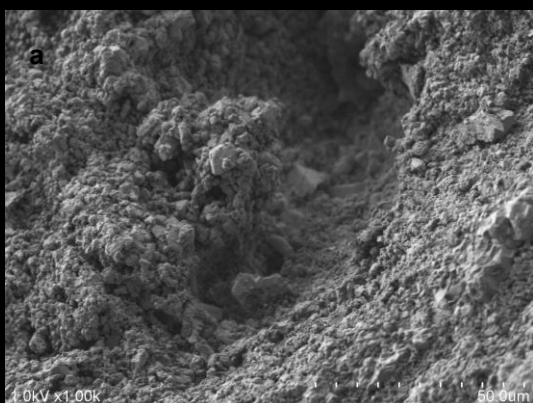
Figura 337. Probeta 13 N, **sin producto**Figura 338. Probeta 13 N, con **2 capas** de Nanorestore®.Figura 339. Probeta 13 N, con **3 capas** de Nanorestore®.Figura 340. Probeta 13 N, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y la exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO₂.

Figura 341 (a, b). Detalle de la Probeta 13 N, con 2 capas de Nanorestore®.

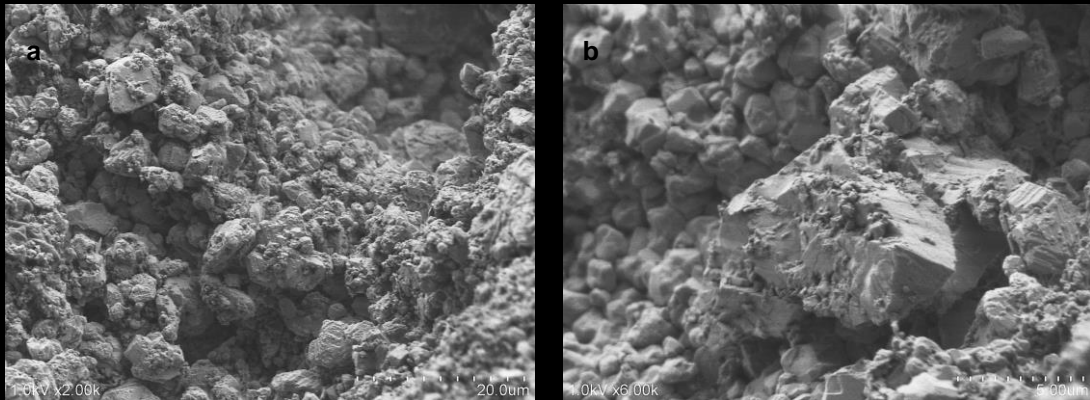


Figura 342 (a, b). Detalle de la Probeta 13 N, con 3 capas de *Nanorestore*®.



Figura 343. Detalle de la Probeta 13 N, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

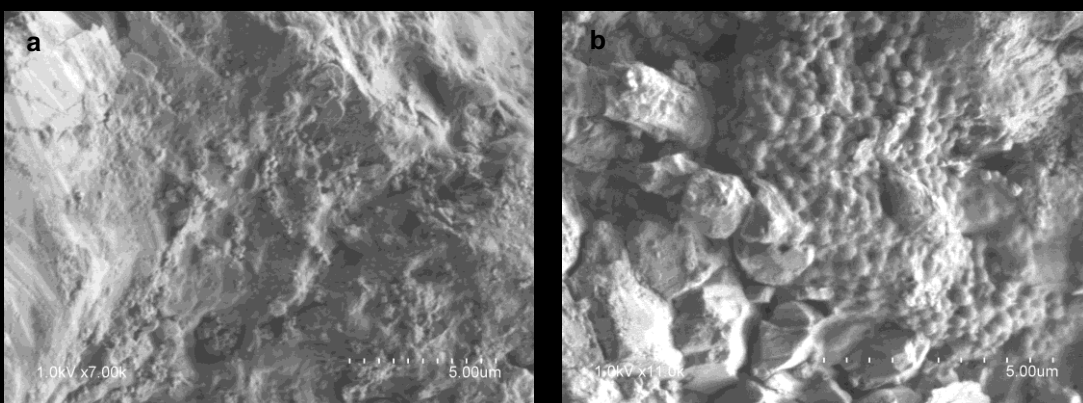


Figura 344 (a, b). Detalle de la Probeta 13 N, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

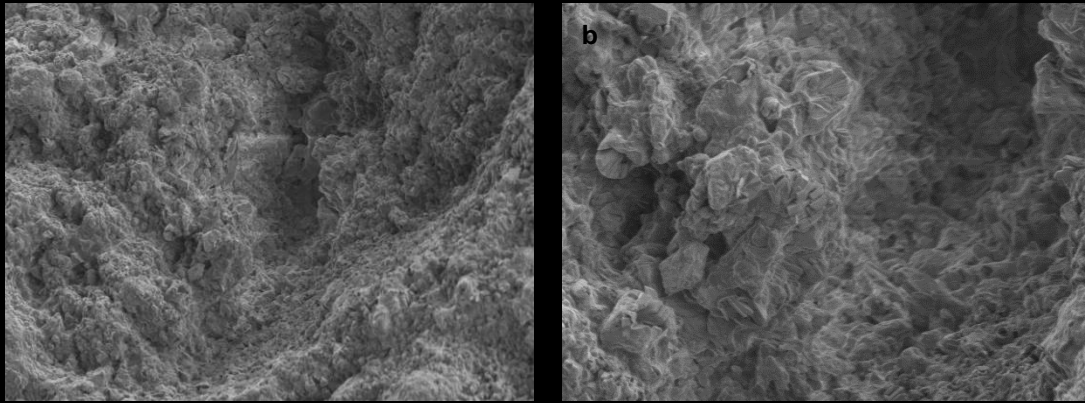


Figura 345 (a, b). Detalle de la Probeta 13 N, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y la exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .

Tabla 54. Imágenes obtenidas con microscopía electrónica SEM-EDX. S-4800 de la probeta 13 N.

12.1.2. Resultados obtenidos con el microscopio electrónico de barrido SEM-EDX. probetas pertenecientes al Grupo B (1) (con la superficie sin pulir: 16 E5, 19 E25g, 22 IP, 25 NP, 28 N).

12.1.2.1. PROBETA 16 E5.

**Pintura Rupestre Levantina
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)**

Tipo de roca.	Calcarenita espática.
Técnica analítica.	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA SEM-EDX. S-4800.
Consolidante.	CaLoSiL E5®
PROBETA Grupo B (1)	16 E5 (Probetas con la superficie sin pulir).

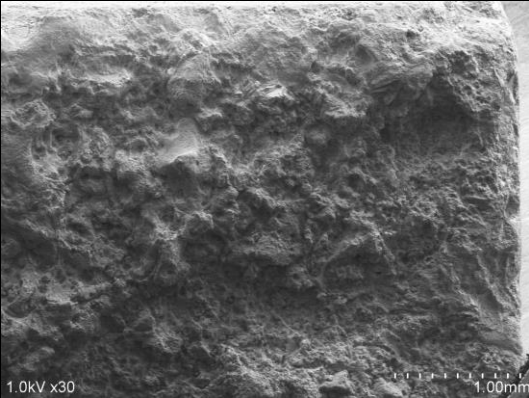


Figura 346. Probeta 16 E5, sin producto.

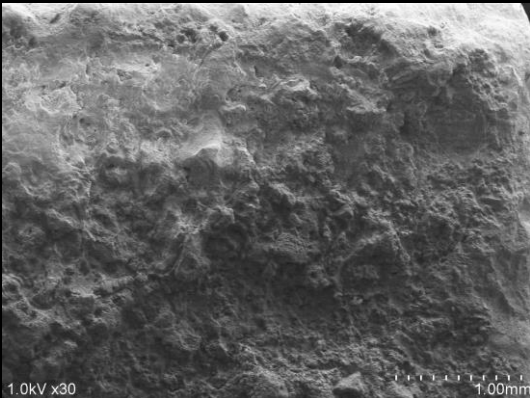


Figura 347. Probeta 16 E5, con 2 capas de CaLoSiL E®.

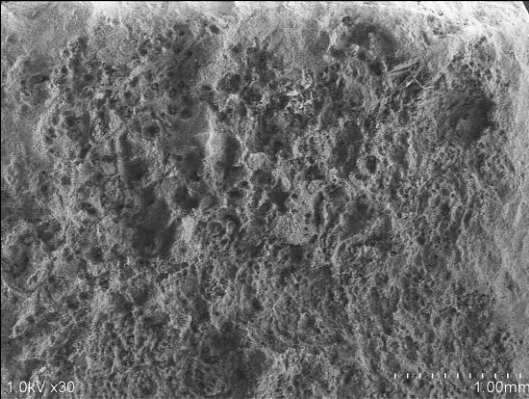


Figura 348. Probeta 16 E5, con 3 capas de CaLoSiL E®.




Figura 349. Probeta 16 E5, tras los ciclos de envejecimiento acelerado

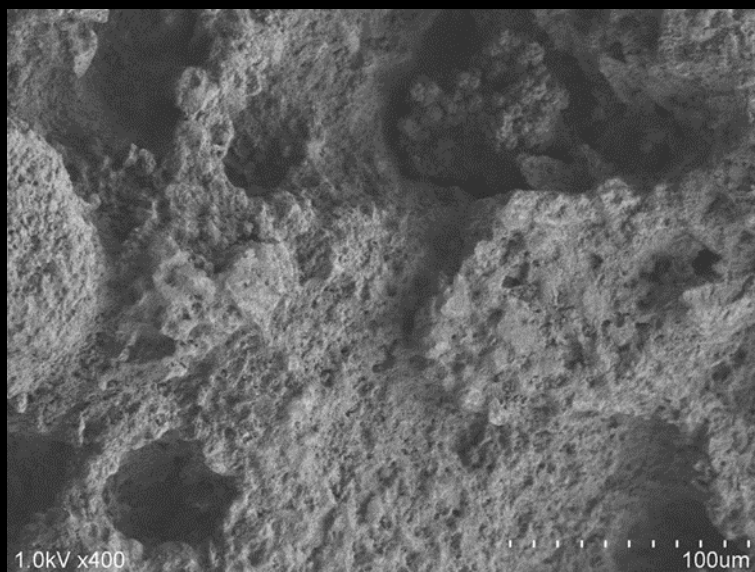


Figura 350. Probeta 16 E5, con 2 capas de *CaLoSiL E5*®.



Figura 351. Detalle de la Probeta 16 E5, con 2 capas de *CaLoSiL E5*®.



Figura 352. Detalle de la Probeta 16 E5, con 2 capas de *CaLoSiL E5*®.

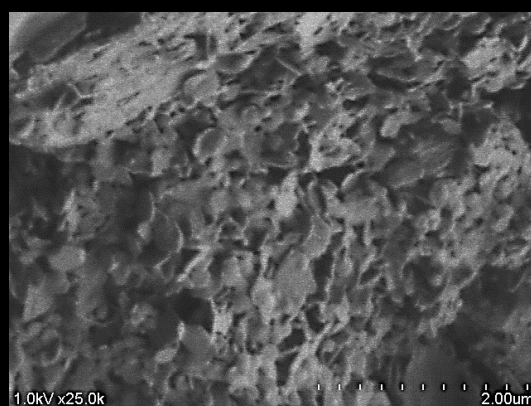
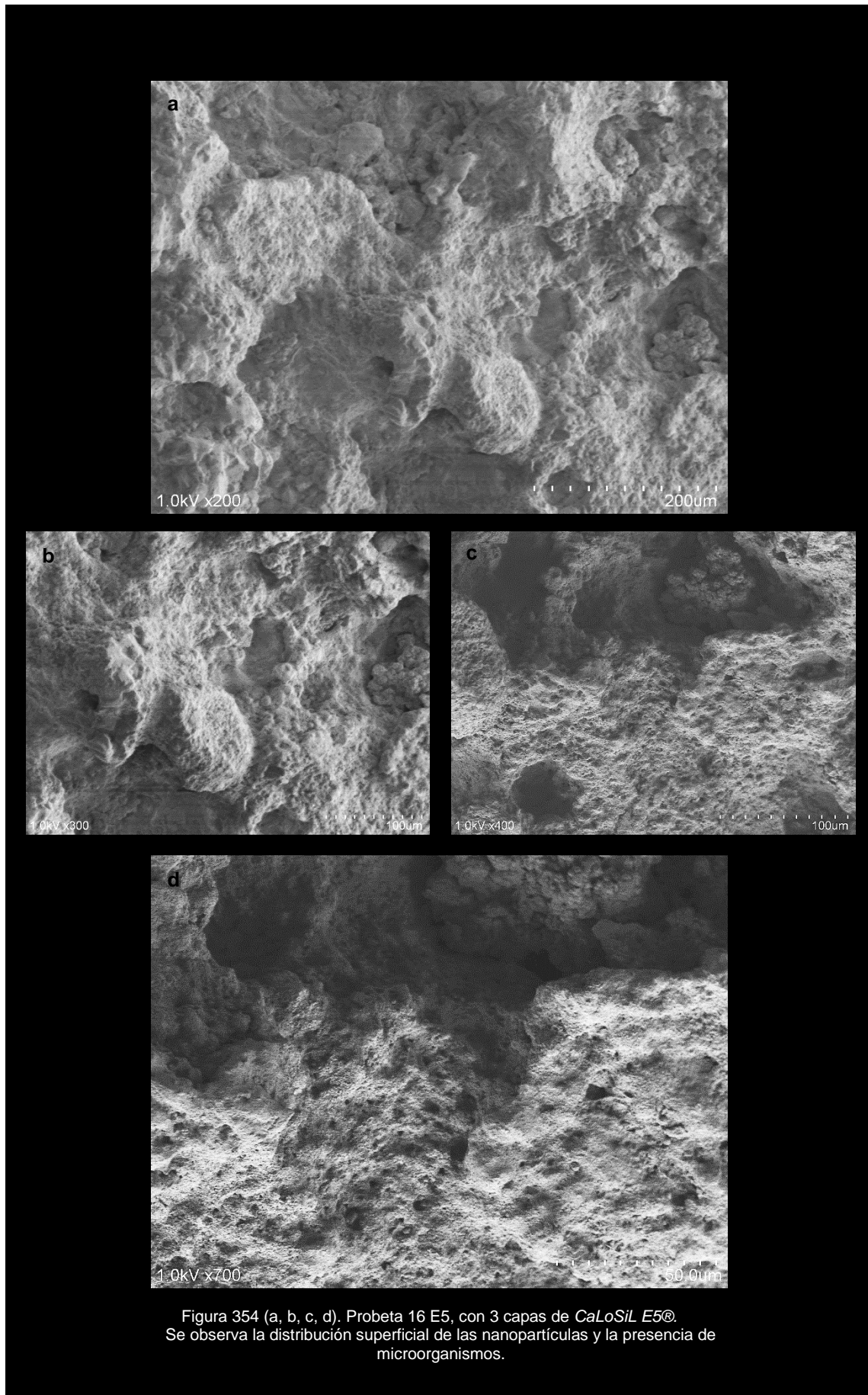


Figura 353. Detalle d la distribución de las nanopartículas en la Probeta 16 E5, tratada con 2 capas de *CaLoSiL E5*®.



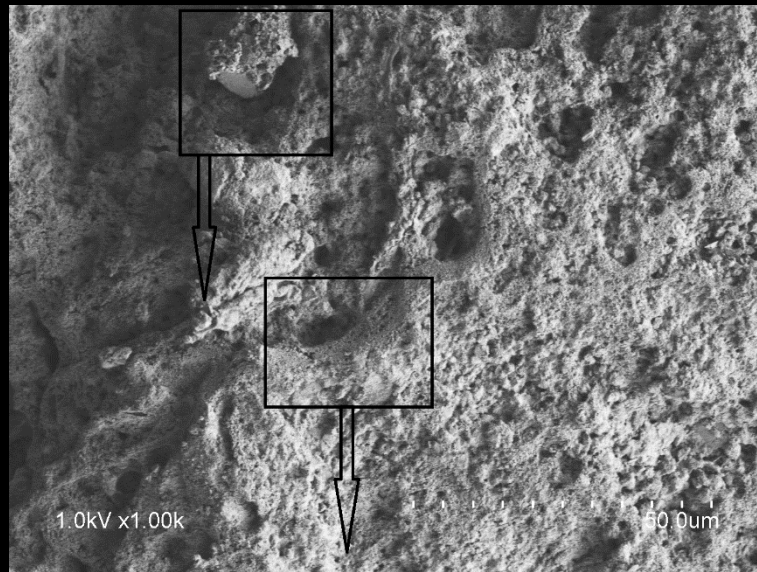


Figura 355. Detalle del consolidante *CaLoSiL E5*®.
Tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

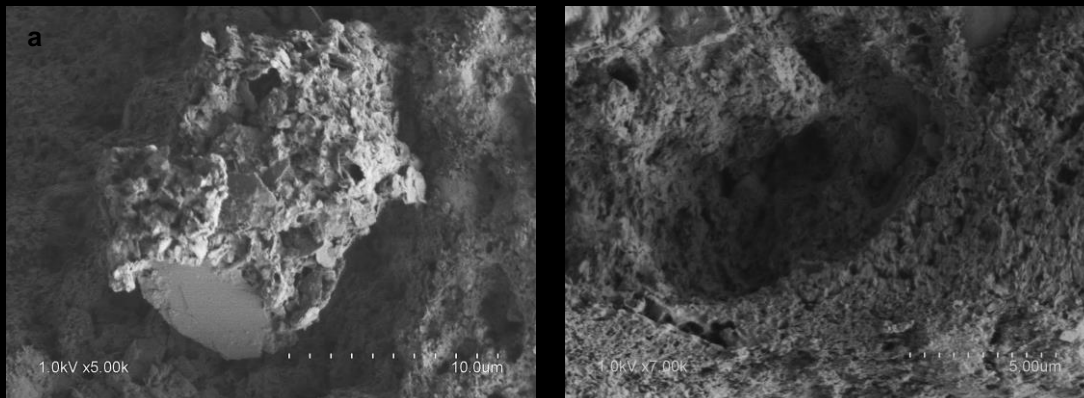


Figura 356 (a, b). Detalle del consolidante *CaLoSiL E5*®. Tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

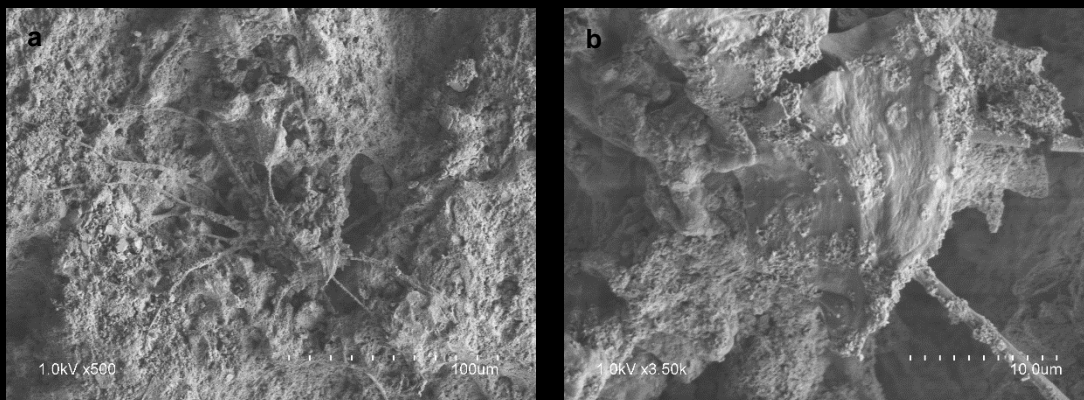


Figura 357 (a, b). Detalle de la superficie pétreo tratada con el consolidante *CaLoSiL E5*®.
Tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

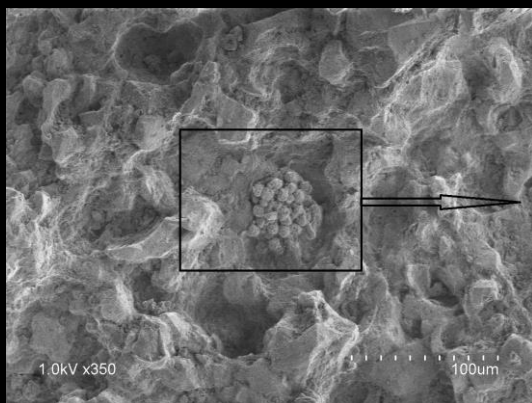


Figura 358. Detalle del consolidante *CaLoSiL E5@*. Tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

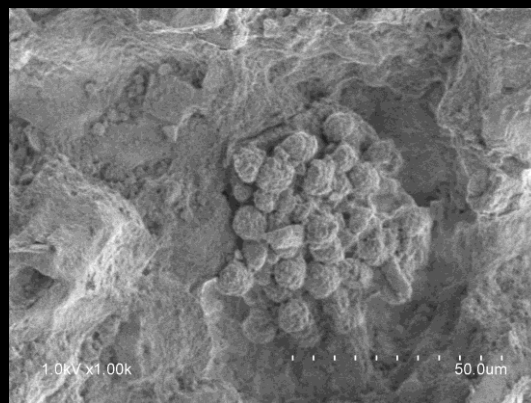


Figura 359. Detalle imagen anterior.



Figura 360. Detalle del consolidante *CaLoSiL E5@*. Tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

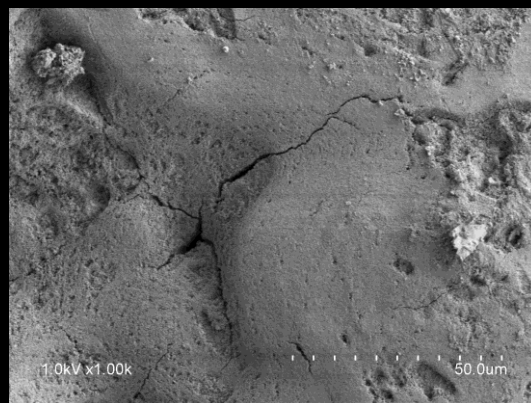


Figura 361. Detalle del consolidante *CaLoSiL E5*. Tras los ciclos de envejecimiento acelerado. Se observa la formación de microgrietas.

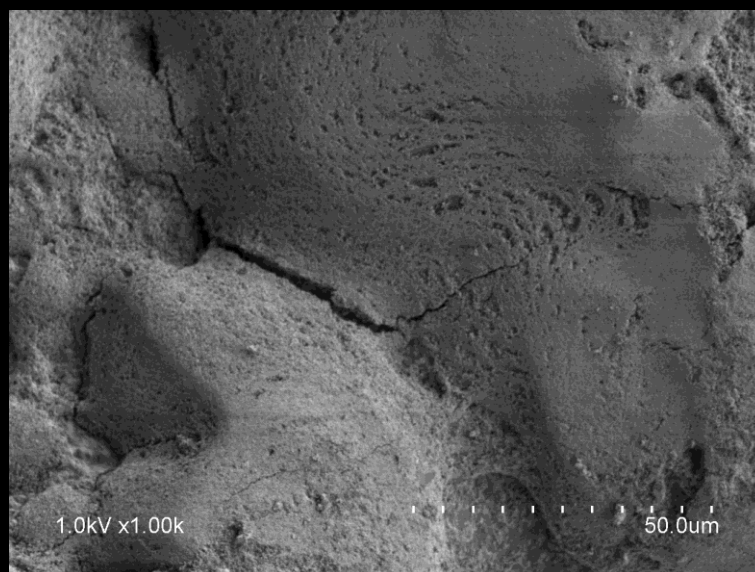


Figura 362. Detalle de la Figura anterior.

Tabla 55. Imágenes obtenidas con microscopía electrónica SEM-EDX. S-4800 de la probeta 16 E5.

12.1.2.2. PROBETA 19 E25g.

Pintura Rupestre Levantina
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)

Tipo de roca.	Calcarenita espática.
Técnica analítica.	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA SEM-EDX. S-4800.
Consolidante.	CaLoSiL E25 grey®.
PROBETA Grupo B (1)	19 E25g (Probetas con la superficie sin pulir).

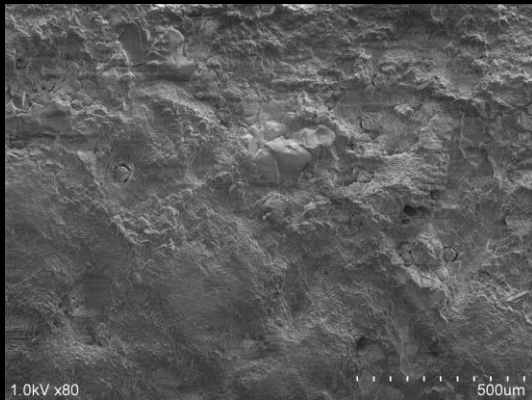
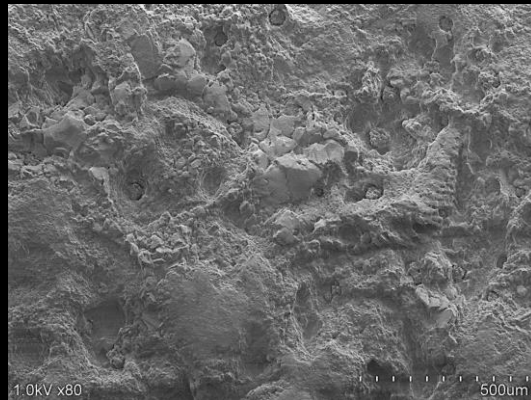
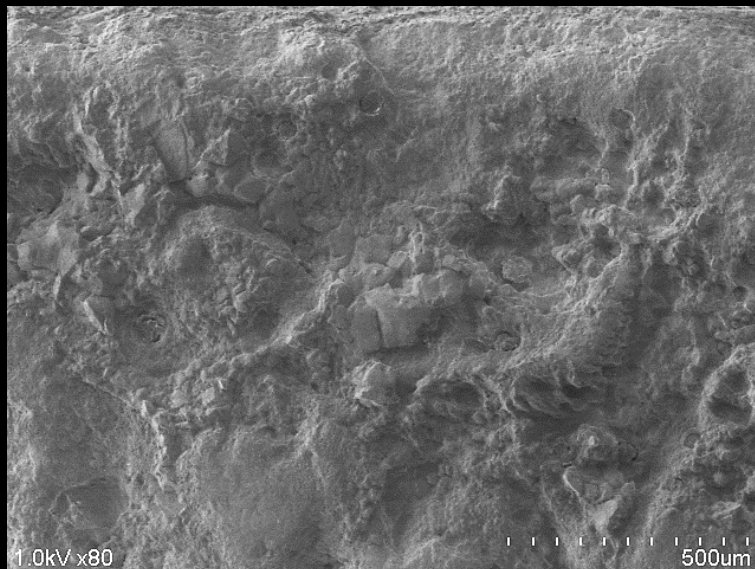


Figura 363. Probeta 19 E25g, sin producto

Figura 364. Probeta 19 E25g, con 2 capas de *CaLoSiL E25 grey®*.Figura 365. Probeta 19 E25g, con 3 capas de *CaLoSiL E25 grey®*.

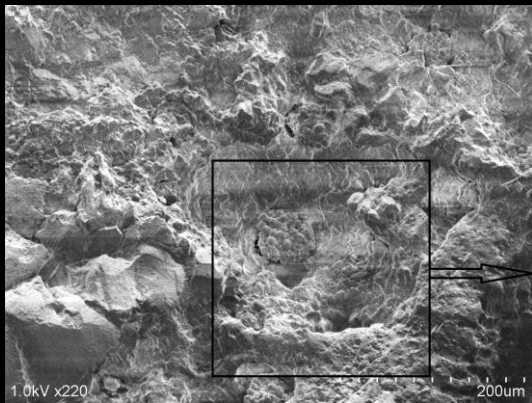


Figura 366. Probeta 19 E25g, sin producto. Se observa la presencia de microorganismos (posiblemente hongos).

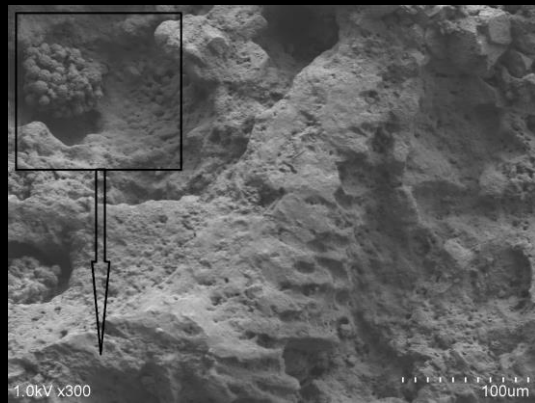


Figura 367. Probeta 19 E25g, con 3 capas de *CaLoSiL E25 grey®*. Se observa la presencia de microorganismos.



Figura 368. Detalle de la Probeta 19 E25g, con 3 capas de *CaLoSiL E25 grey®*. Se observa la formación de fisuras alrededor del microorganismo.

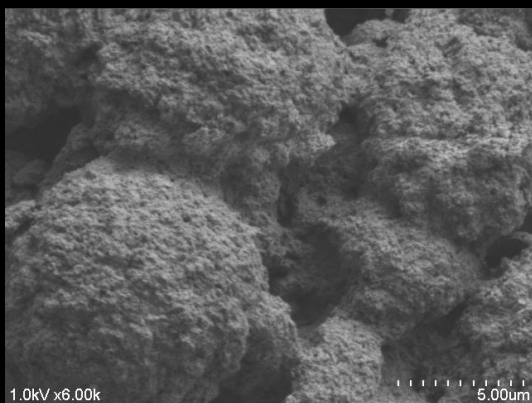


Figura 369. Detalle de la distribución superficial de las nanopartículas de *CaLoSiL E25 grey®*. Probeta 19 E25g con 3 capas de producto.

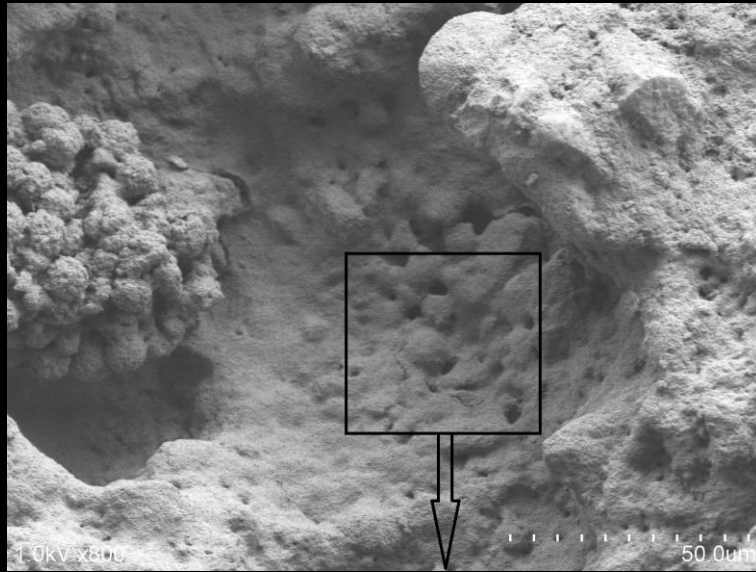


Figura 370. Detalle de la Probeta 19 E25g, con 3 capas de *CaLoSiL E25 grey®*. Se observa la formación de fisuras en las zonas cóncavas donde se acumula el consolidante.

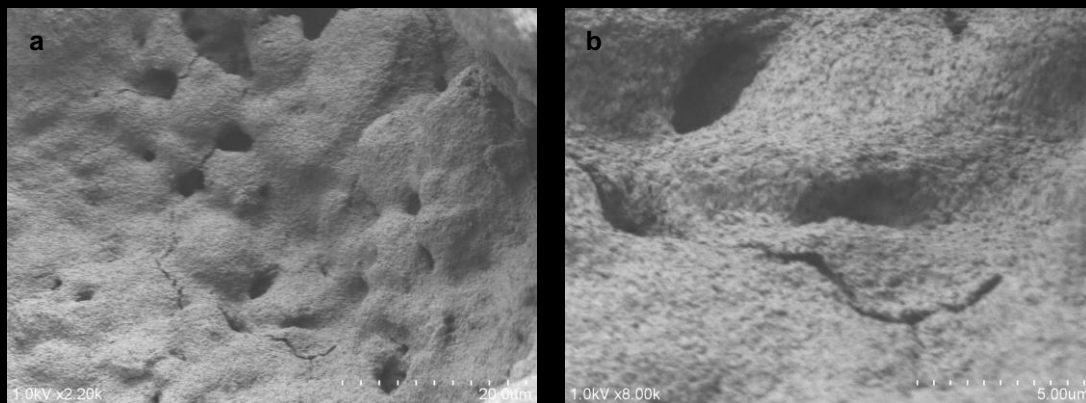


Figura 371 (a, b). Detalle de las fisuras con 3 capas de *CaLoSiL E25 grey®*. Probeta 19 E25g.



Figura 372. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL E25 grey®*. Tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

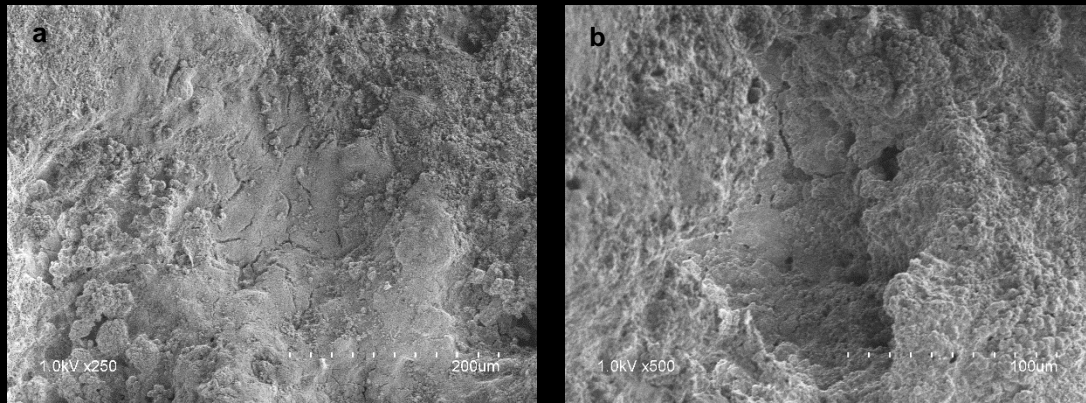


Figura 373 (a, b). Detalle de la superficie pétreo tratada con *CaLoSiL E25 grey®*. Tras los ciclos de envejecimiento acelerado. Se observa una superficie rugosa con formación de fisuras

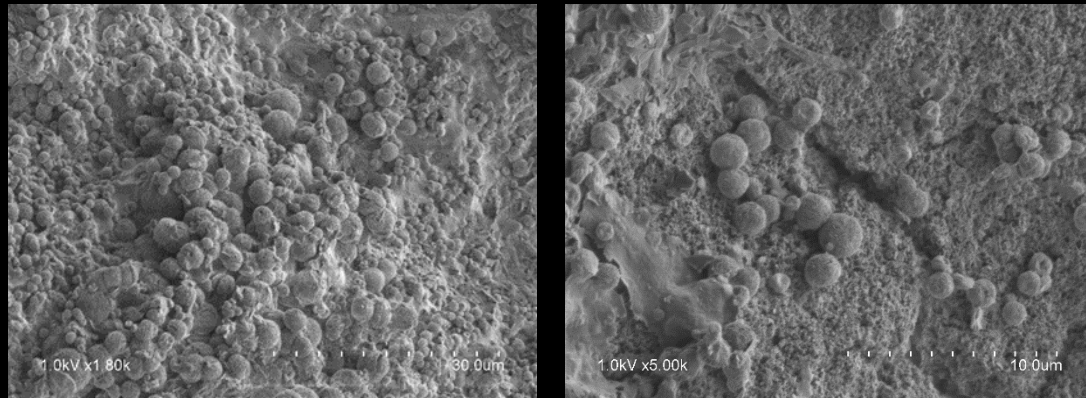


Figura 374. Detalle de la superficie pétreo tratada con *CaLoSiL E25 grey®*. Tras los ciclos de envejecimiento acelerado. Se observa la formación nanopartículas esféricas.

Figura 375. Detalle de la superficie pétreo tratada con *CaLoSiL E25 grey®*. Tras los ciclos de envejecimiento acelerado. Se observa la formación de films superficiales (semejantes al material filmógena que generan los polímeros sintéticos) y la presencia de formaciones esféricas.

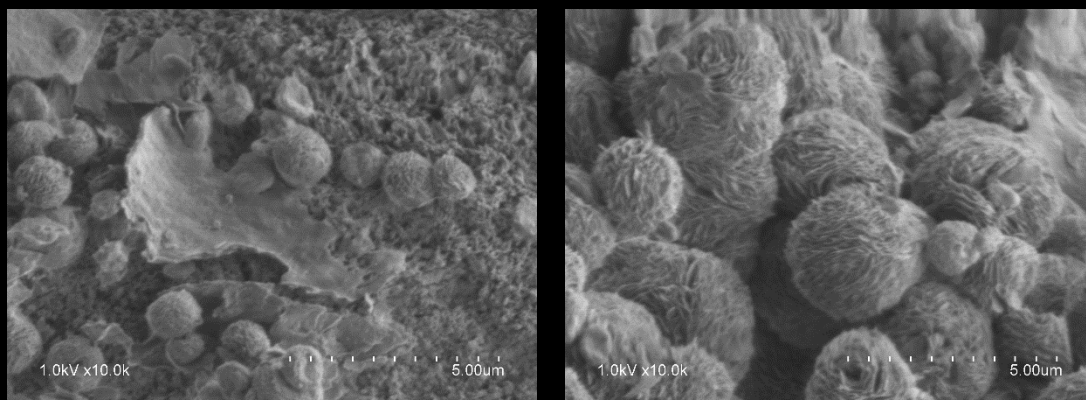


Figura 376. Detalle Figura 375.

Figura 377. Detalle imagen anterior.

Tabla 56. Imágenes obtenidas con microscopía electrónica SEM-EDX. S-4800 de la probeta 19 E25g.

12.1.2.3. PROBETA 22 IP5.

Pintura Rupestre Levantina
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)

Tipo de roca.	Calcarenita espática.
Técnica analítica.	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA SEM-EDX. S-4800.
Consolidante.	CaLoSiL IP5®.
PROBETA Grupo B (1)	22 IP5 (Probetas con la superficie sin pulir).

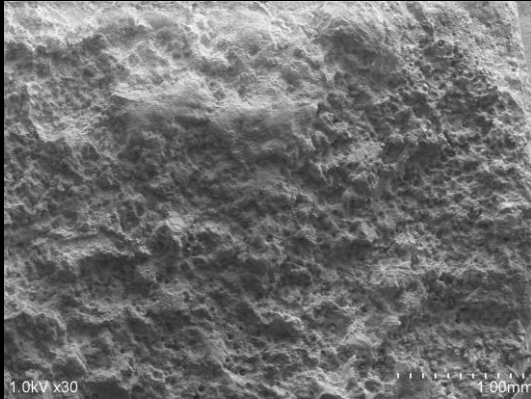


Figura 378. Probeta 22 IP5, sin producto.

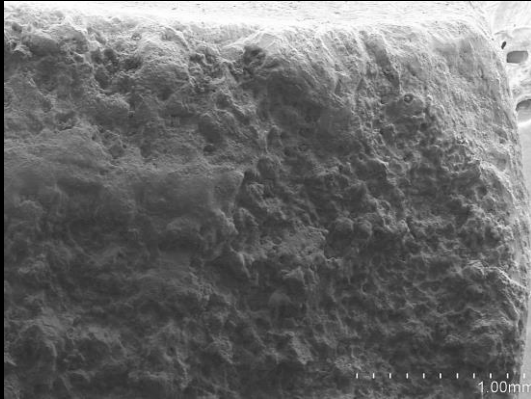


Figura 379. Probeta 22 IP5, con 2 capas de CaLoSiL IP5®.

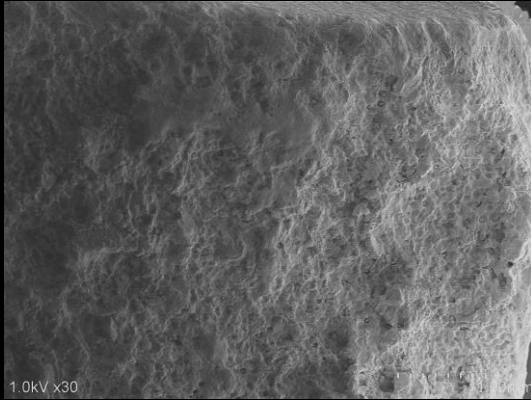


Figura 380. Probeta 22 IP5, con 3 capas de CaLoSiL IP5®.




Figura 381. Probeta 22 IP5, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO₂.

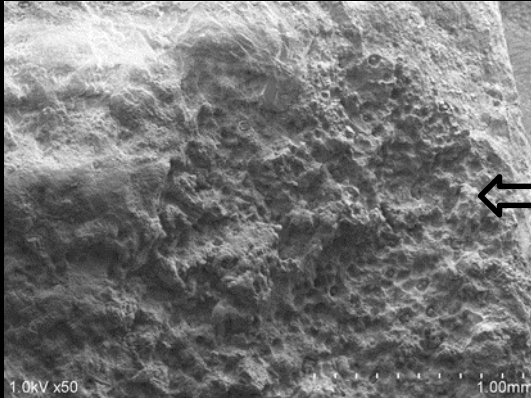


Figura 382. Probeta 22 IP5, sin producto.

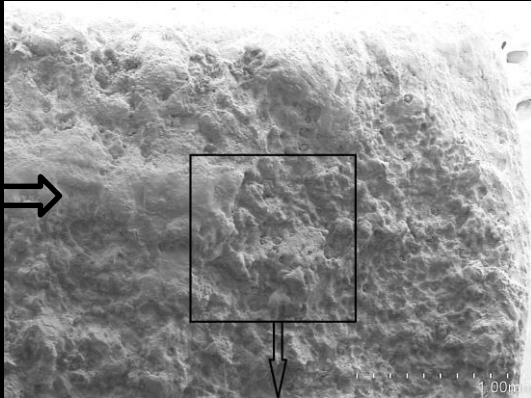


Figura 383. Probeta 22 IP5, con 2 capas de CaLoSiL IP5®.

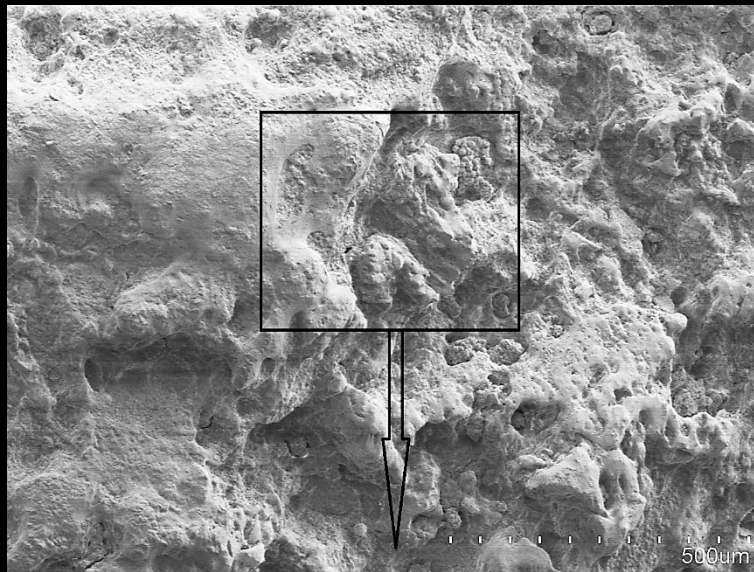


Figura 384. Detalle Figura 383. Probeta 22 IP5, con 2 capas de *CaLoSiL IP5®*.

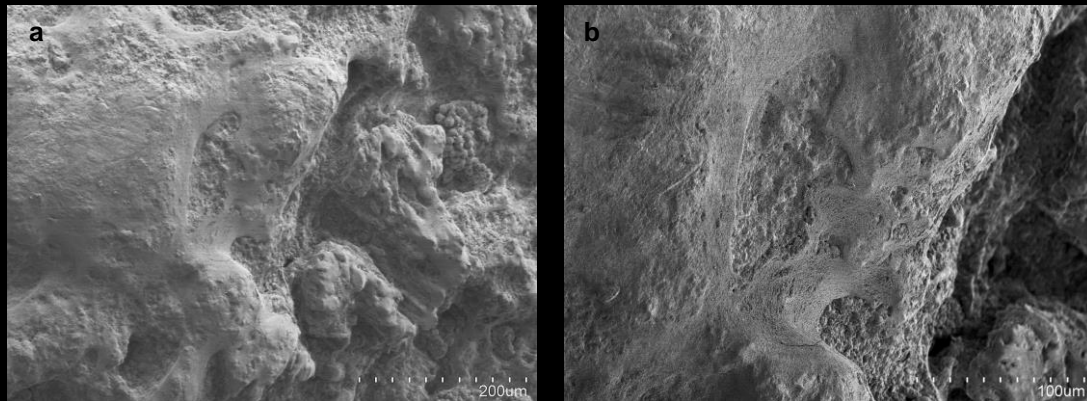


Figura 385 (a, b). Detalle imagen anterior de la Probeta 22 IP5, con 2 capas de *CaLoSiL IP5®*. Se observa la distribución del consolidante y presencia de microorganismos.

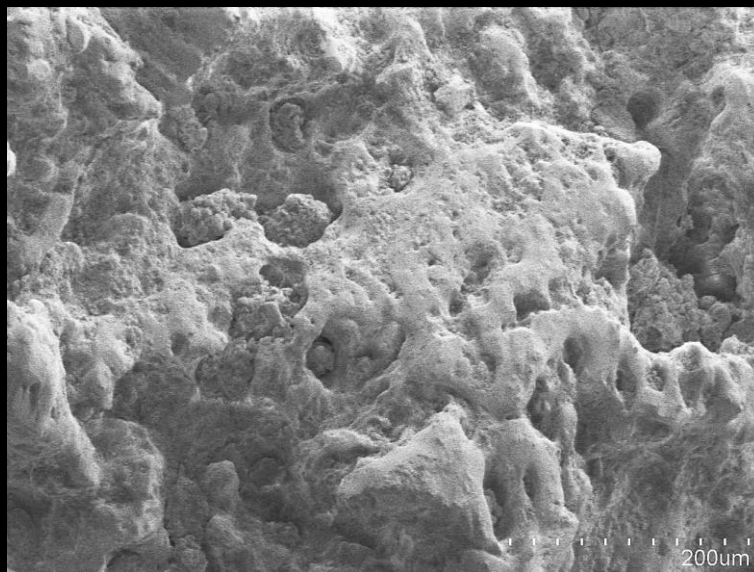
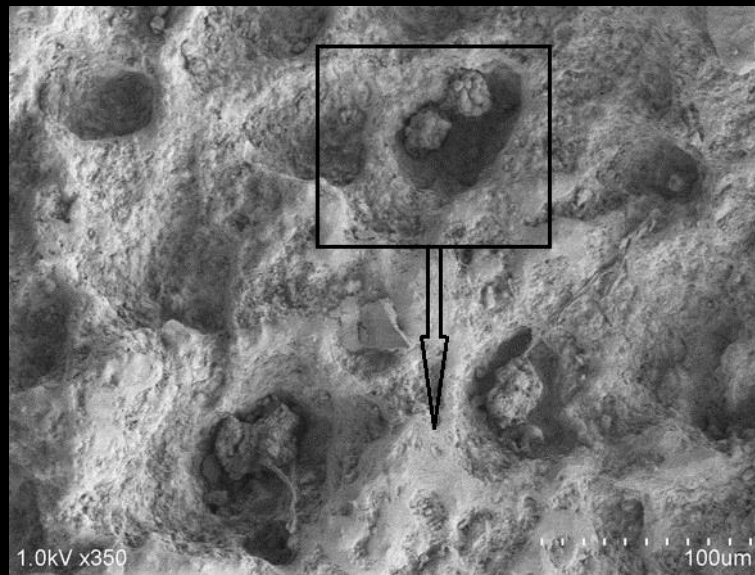
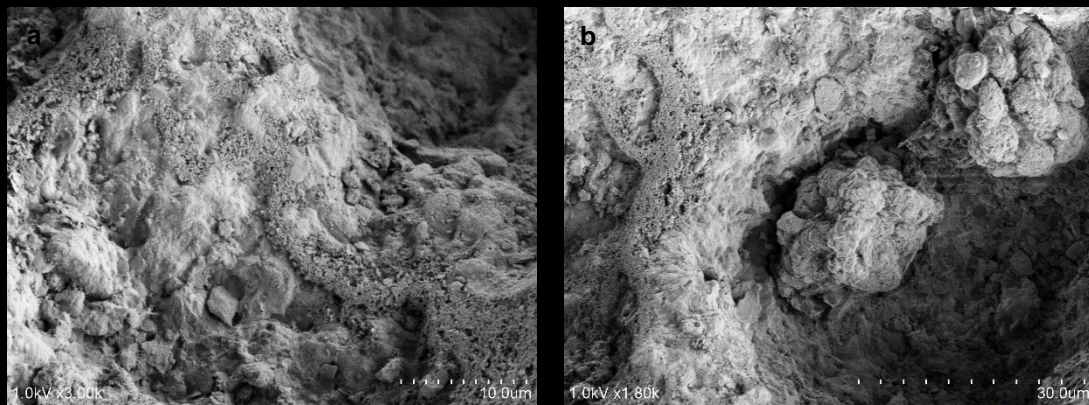
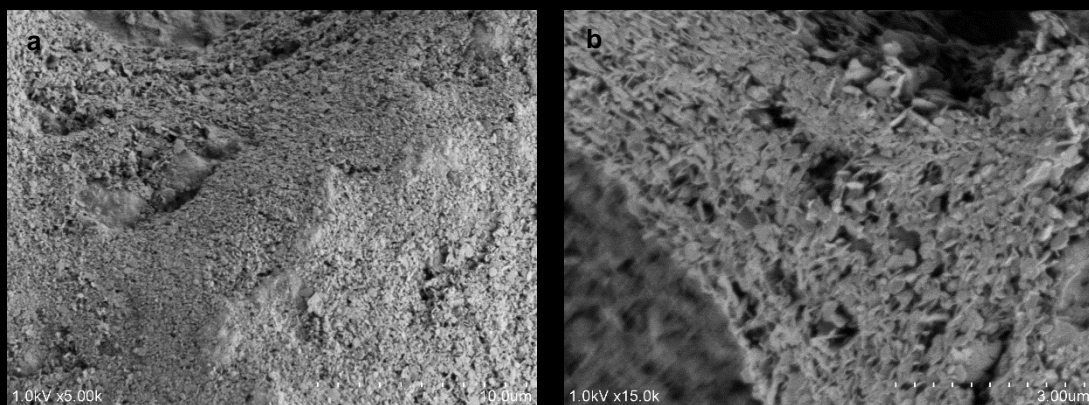


Figura 386. Probeta 22 IP5, con 2 capas de *CaLoSiL IP5®*.

Figura 387. Probeta 22 IP5, con 2 capas de *CaLoSiL IP5*®.Figura 388 (a, b). Probeta 22 IP5, con 2 capas de *CaLoSiL IP5*®.Figura 389 (a, b). Distribución superficial de las nanopartículas de *CaLoSiL IP5*®. Probeta 22 IP5, con 2 capas de producto.

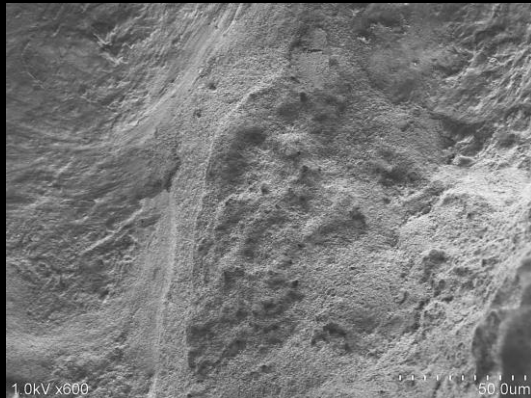


Figura 390. Probeta 22 IP, con 3 capas de *CaLoSiL IP5®*.



Figura 391. Probeta 22 IP, con 3 capas de *CaLoSiL IP5®*.

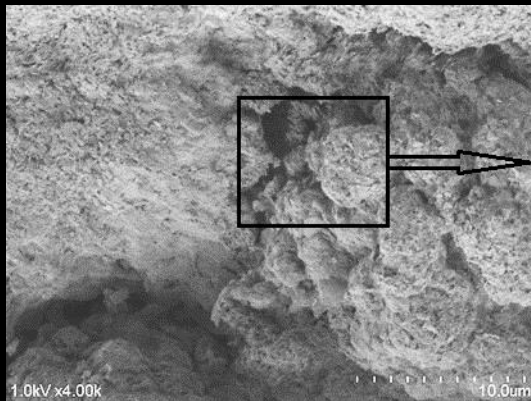


Figura 392. Probeta 22 IP, con 3 capas de *CaLoSiL IP5®*.

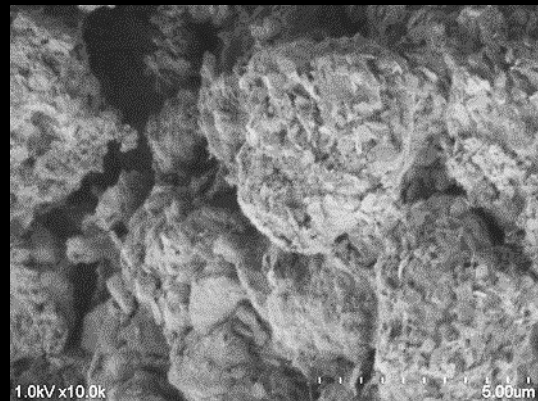


Figura 393. Probeta 22 IP, con 3 capas de *CaLoSiL IP5®*.

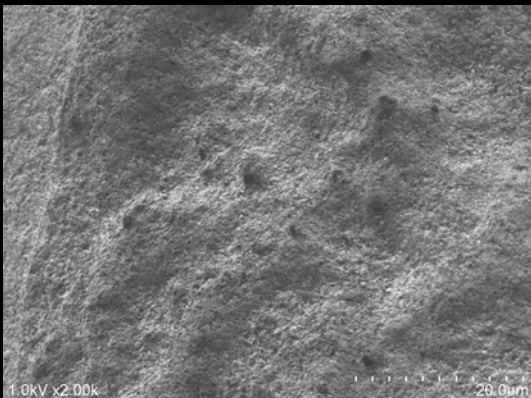


Figura 394. Probeta 22 IP, con 3 capas de *CaLoSiL IP5®*.

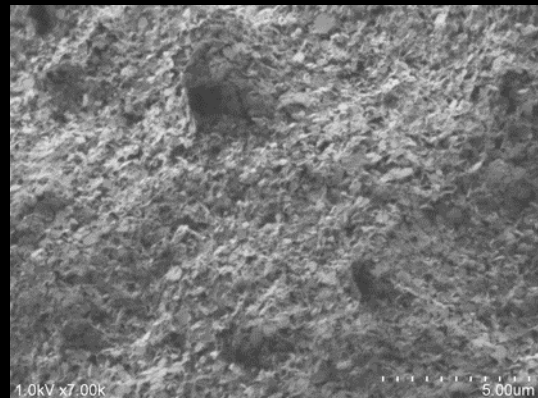


Figura 395. Probeta 22 IP, con 3 capas de *CaLoSiL IP5®*.

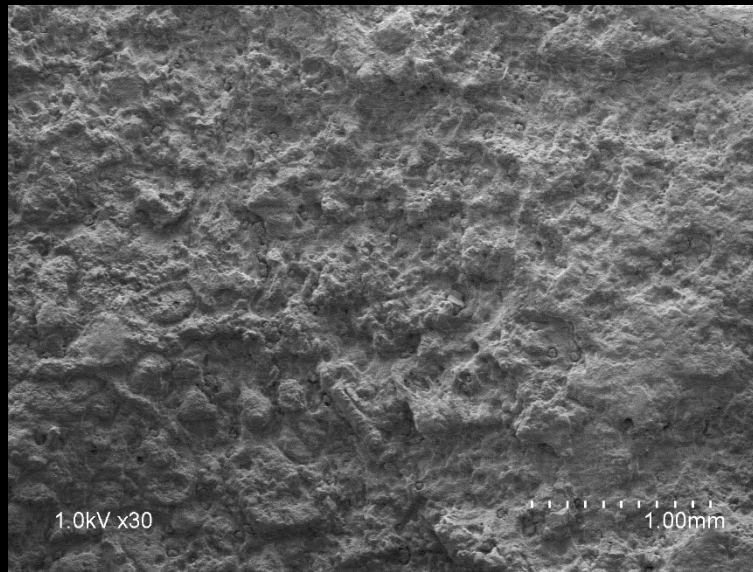


Figura 396. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL IP5®*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

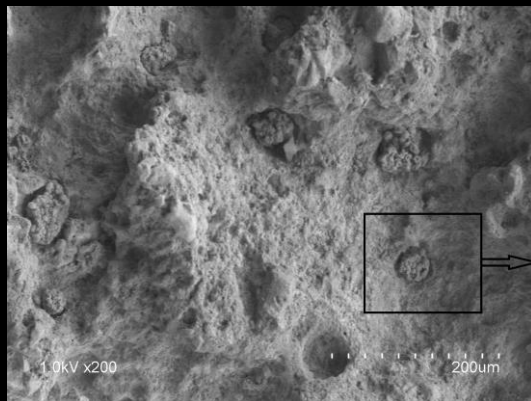


Figura 397. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL IP5®*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.



Figura 398. Detalle de la imagen anterior.



Figura 399. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL IP5®*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado. Se observa la formación de grietas en las zonas donde la acumulación del consolidante es significativa.

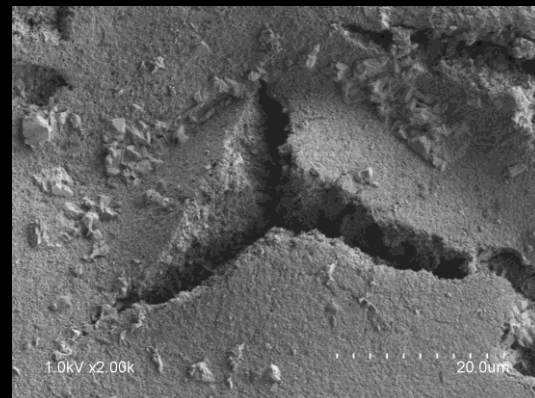


Figura 400. Detalle de la imagen anterior.

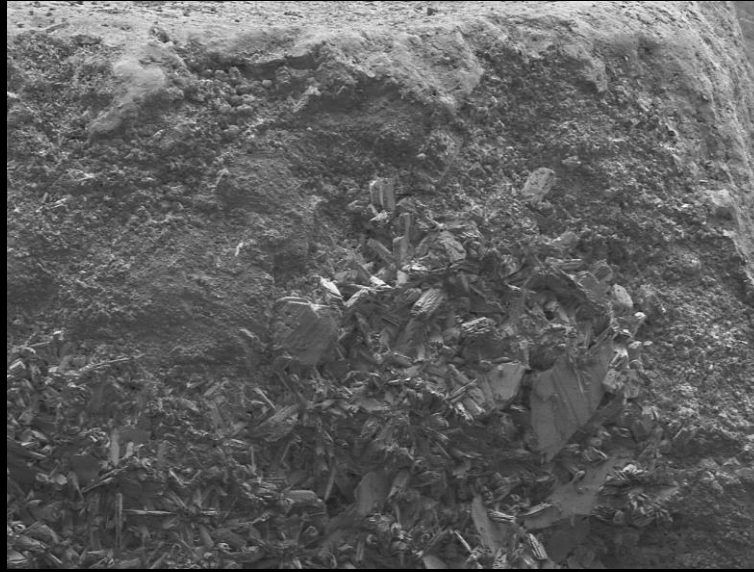


Figura 401. Probeta 22 IP, CaLoSiL IP5®, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO₂.

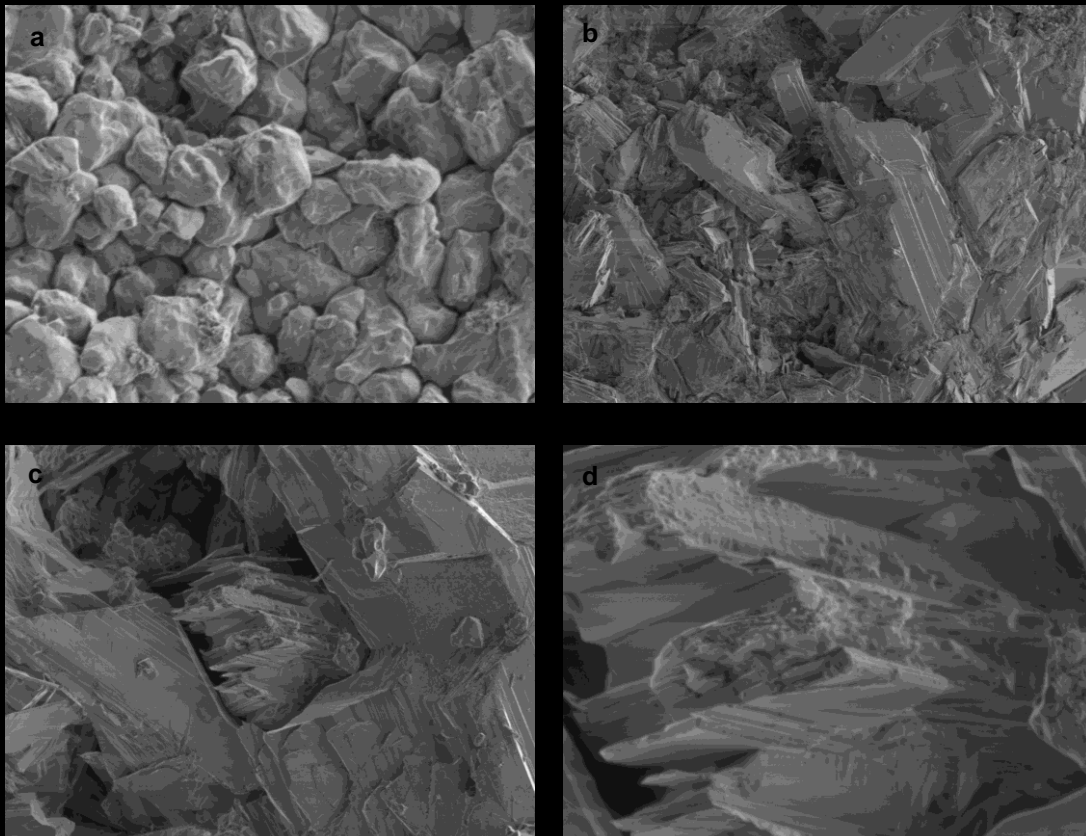


Figura 402 (a, b, c, d). Probeta 22 IP, CaLoSiL IP5®, tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO₂.

Tabla 57. Imágenes obtenidas con microscopía electrónica SEM-EDX. S-4800 de la probeta 22 IP5.

12.1.2.4. 25 NP5.

**Pintura rupestre levantina
Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)**

Tipo de roca	Calcarenia espática.
Técnica analítica.	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA SEM-EDX. S-4800.
Consolidante	CaLoSiL NP5®.
PROBETA Grupo B (1)	25 NP5 (Probetas con la superficie sin pulir).

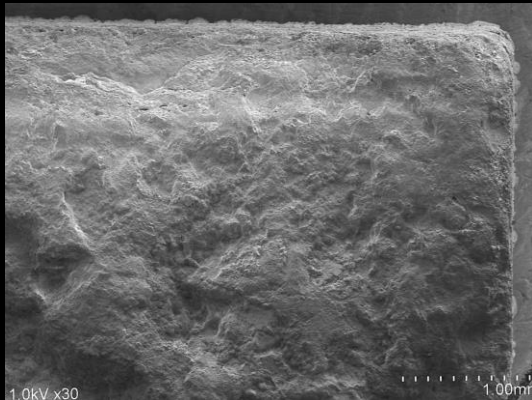


Figura 403. Probeta 25 NP5, sin producto

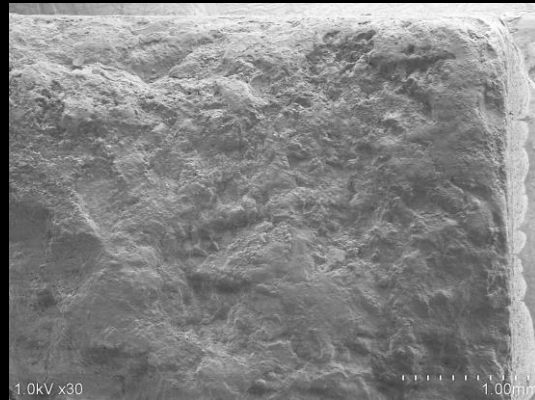


Figura 404. Probeta 25 NP5, con 2 capas de CaLoSiL NP5®

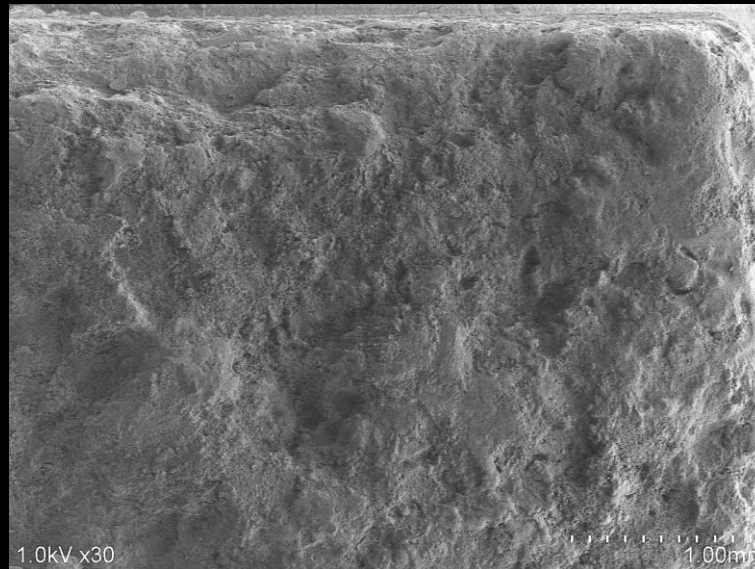


Figura 405. Probeta 25 NP5 con 3 capas de CaLoSiL NP5®.

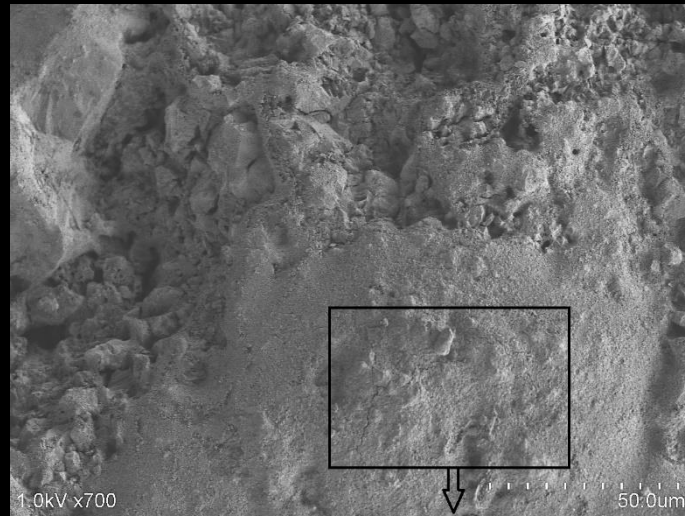


Figura 406. Probeta 25 NP5, con 2 capas de *CaLoSiL NP5®*. Se observa la formación de microfisuras.

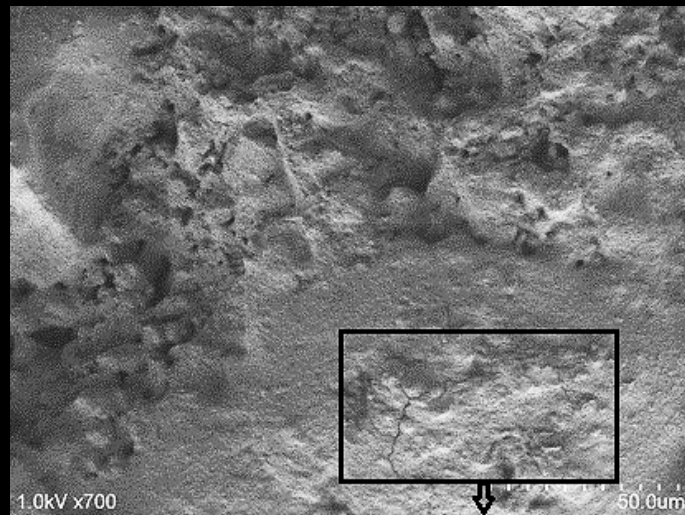


Figura 407. Probeta 25 NP5, con 3 capas de *CaLoSiL NP5®*. La formación de microfisuras es más acentuada.



Figura 408. Detalle de la imagen anterior.

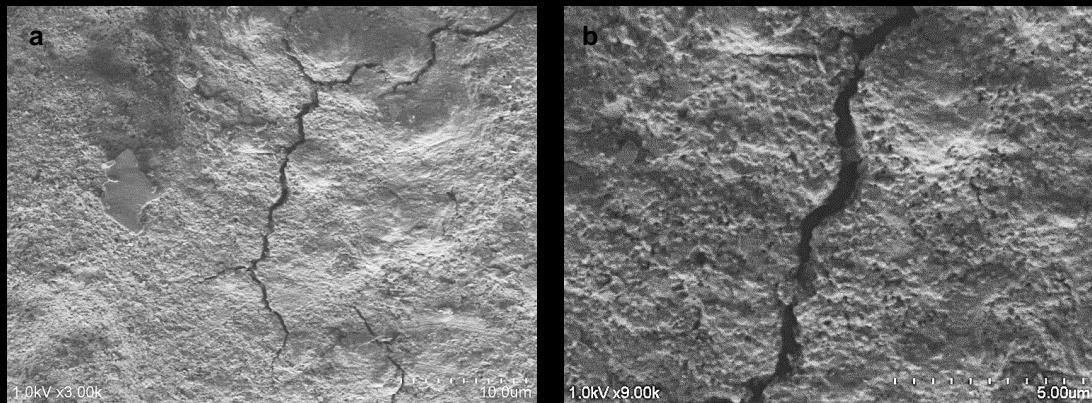


Figura 409 (a, b). Detalle de la imagen anterior, Probeta 25 NP5, con 3 capas de *CaLoSiL NP5®*.

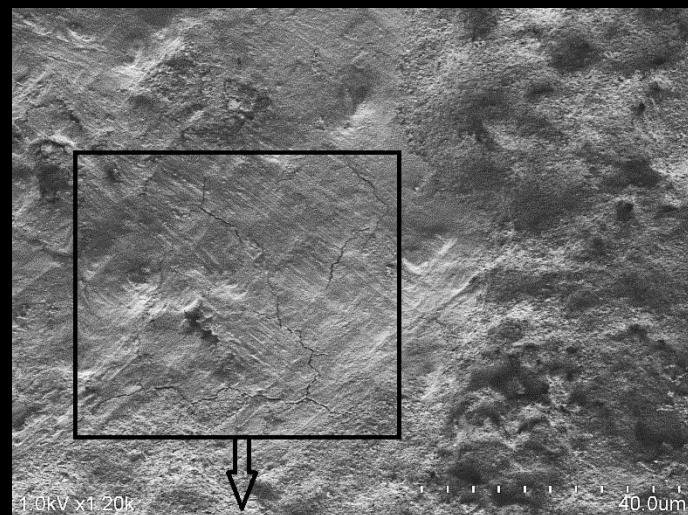


Figura 410. Probeta 25 NP5, con 3 capas de *CaLoSiL NP5®*. La formación de microfisuras se repite en otras zonas de la muestra.

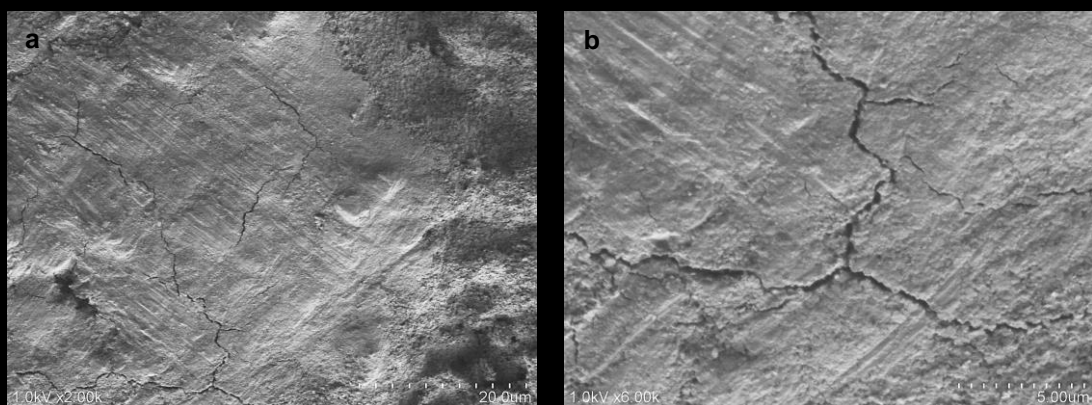


Figura 411 (a, b). Detalle imagen anterior de la Probeta 25 NP5, con 3 capas de *CaLoSiL NP5®*.

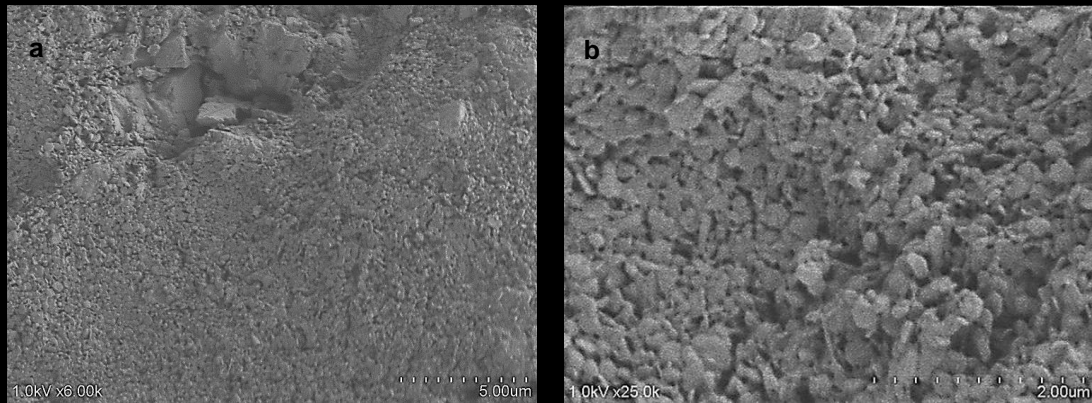


Figura 412 (a, b). Detalle distribución del *CaLoSiL NP5* sobre la probeta 25 NP5, con 2 capas de producto.

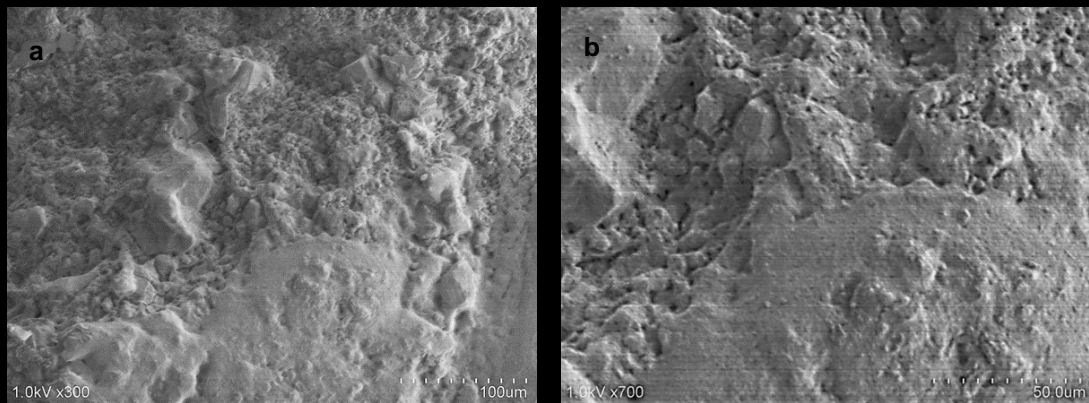


Figura 413 (a, b). Detalle distribución del *CaLoSiL NP5* sobre la probeta 25 NP5, con 3 capas de producto.

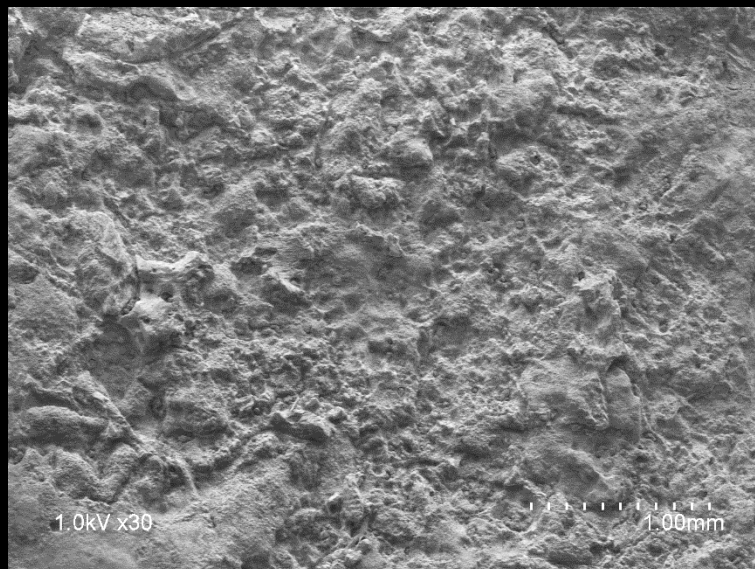


Figura 414. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL NP5*®, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.



Figura 415. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL NP50*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.



Figura 416. Detalle Figura 415.



Figura 417. Detalle imagen anterior.



Figura 418. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL NP50*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado. Se observa la formación de microfisuras.



Figura 419. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL NP50*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado. Se observa la formación de microfisuras y acumulación del consolidante en zonas cóncavas, creando un estrato filmógeno uniforme.

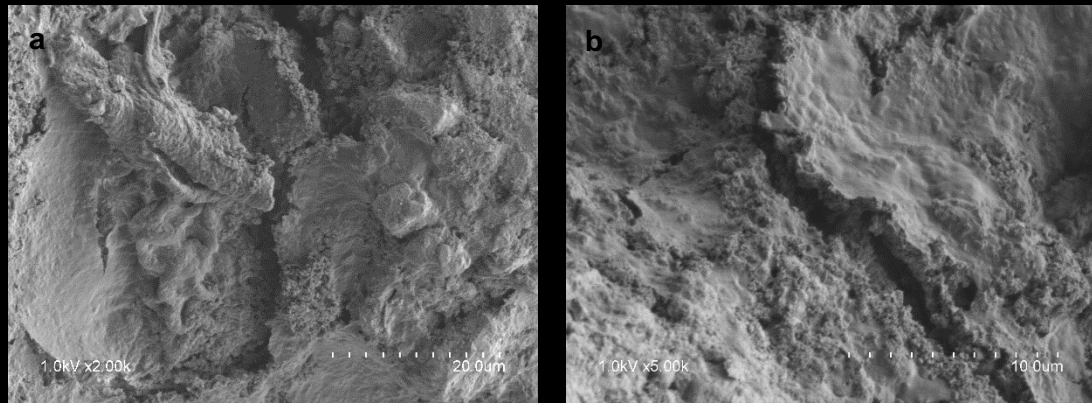


Figura 420 (a, b). Detalle de la formación de microgrietas en superficie con la consolidación mediante *CaLoSiL NP5®*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

Tabla 58. Imágenes obtenidas con microscopía electrónica SEM-EDX. *S-4800* de la probeta 25 NP5.

12.1.2.5. PROBETA 28 N.

**Pintura Rupestre Levantina
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)**

Tipo de roca.	Calcarenita espática.
Técnica analítica.	MICROSCOPIA ELECTRÓNICA SEM-EDX. S-4800.
Consolidante	Nanorestore®
PROBETA Grupo B (1)	28 N (Probetas con la superficie sin pulir).

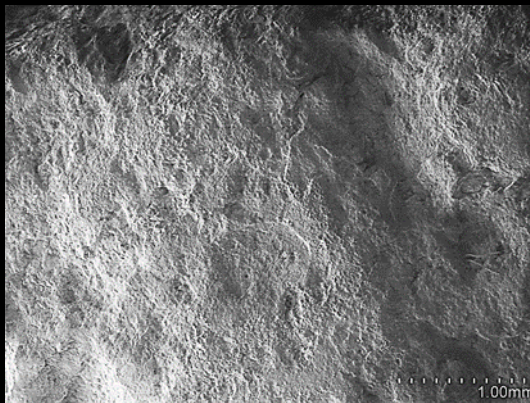


Figura 421. Probeta 28 N, sin producto

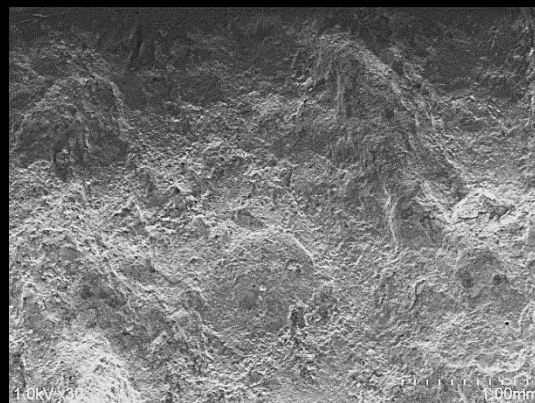


Figura 422. Probeta 28 N, con 2 capas de Nanorestore®.

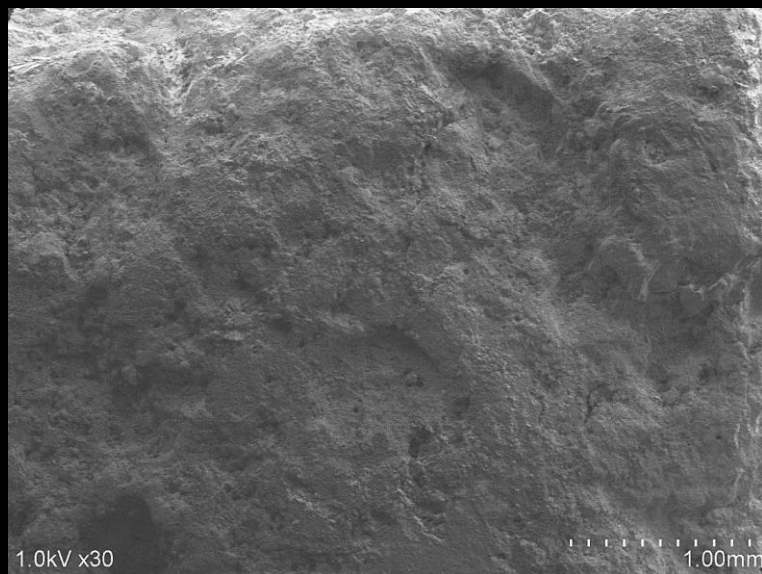


Figura 423. Probeta 28 N, con 3 capas de Nanorestore®.

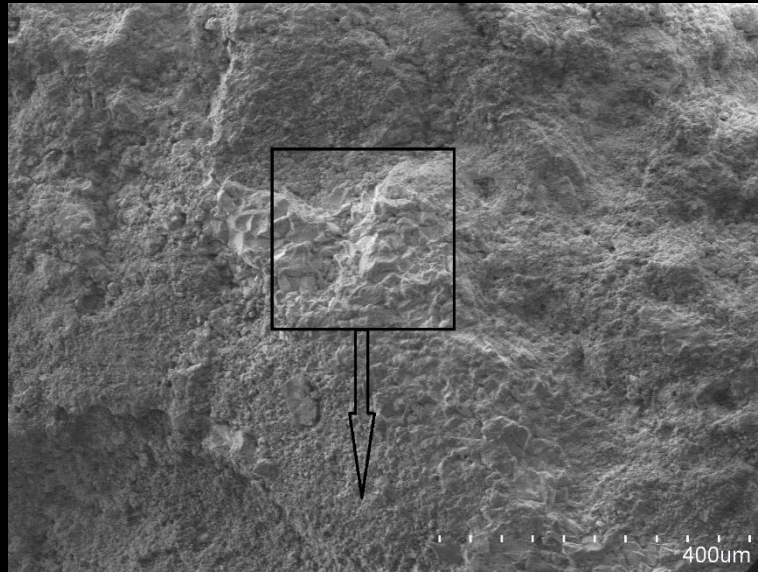


Figura 424. Probeta 28 N, sin producto.

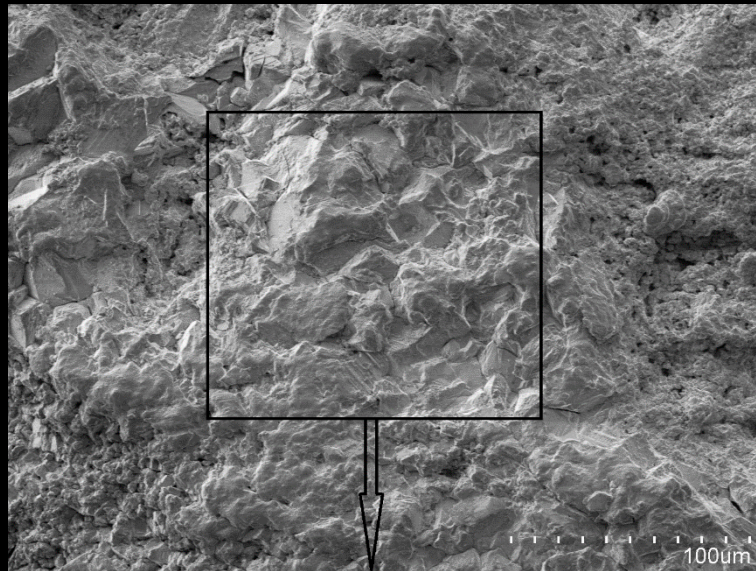


Figura 425. Probeta 28 N, sin producto.

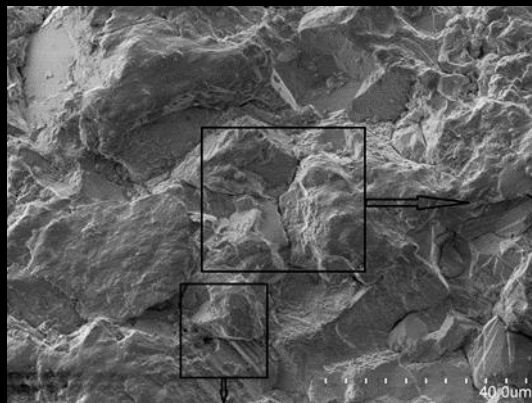


Figura 426. Probeta 28 N, sin producto.

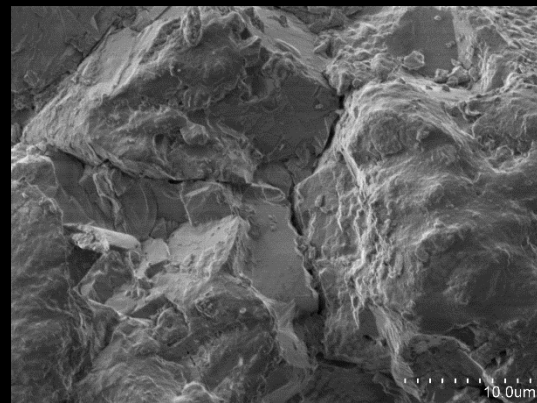


Figura 427. Probeta 28 N, sin producto.

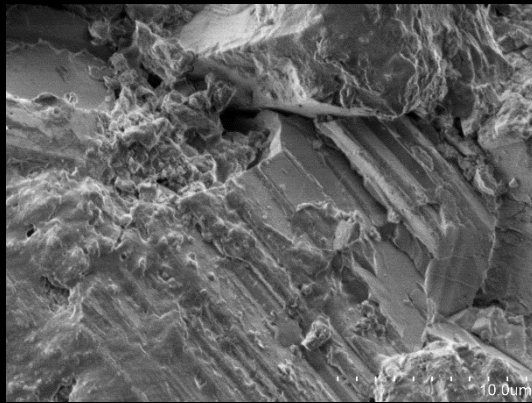


Figura 428. Probeta 28 N, sin producto.

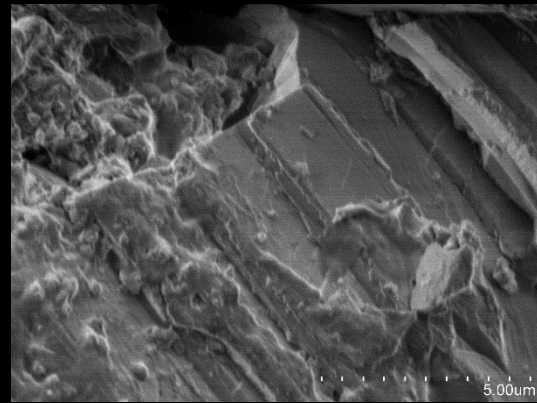


Figura 429. Probeta 28 N, sin producto.

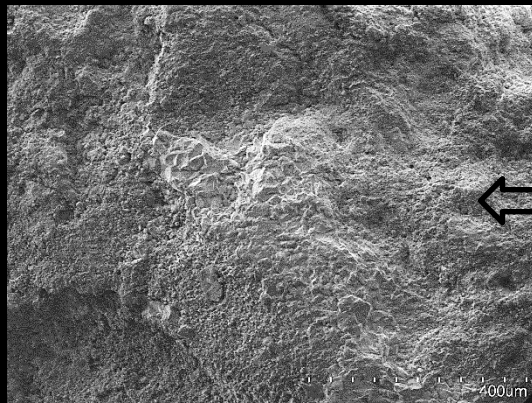
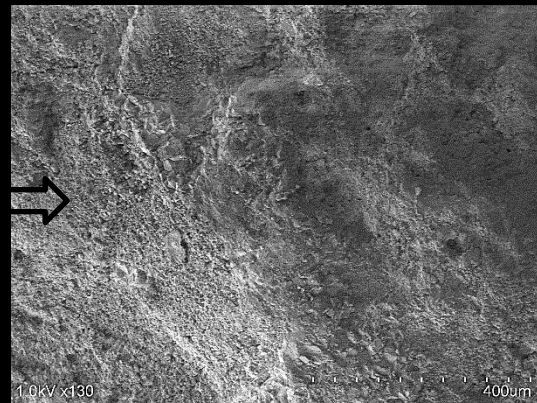


Figura 430. Probeta 28 N, sin producto.

Figura 431. Probeta 28 N, con 2 capas de *Nanorestore*®.Figura 432. Probeta 28 N, con 2 capas de *Nanorestore*®.

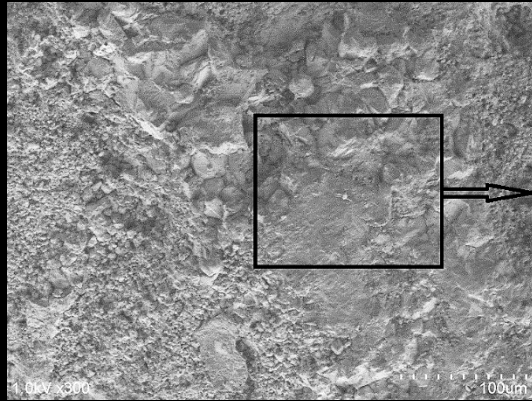


Figura 433. Distribución superficial del *Nanorestore®*, probeta 28 N, con 3 capas de producto.



Figura 434. Detalle de la figura anterior.

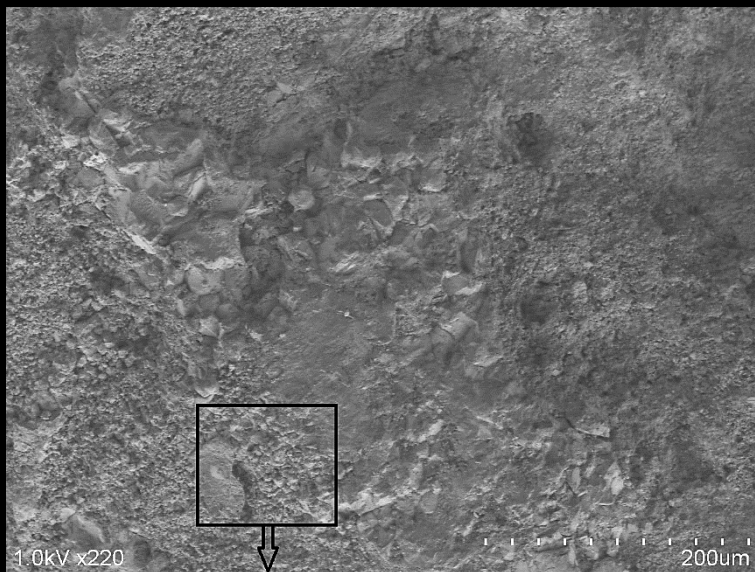


Figura 435. Distribución superficial del *Nanorestore®*, probeta 28 N, con 3 capas de producto.

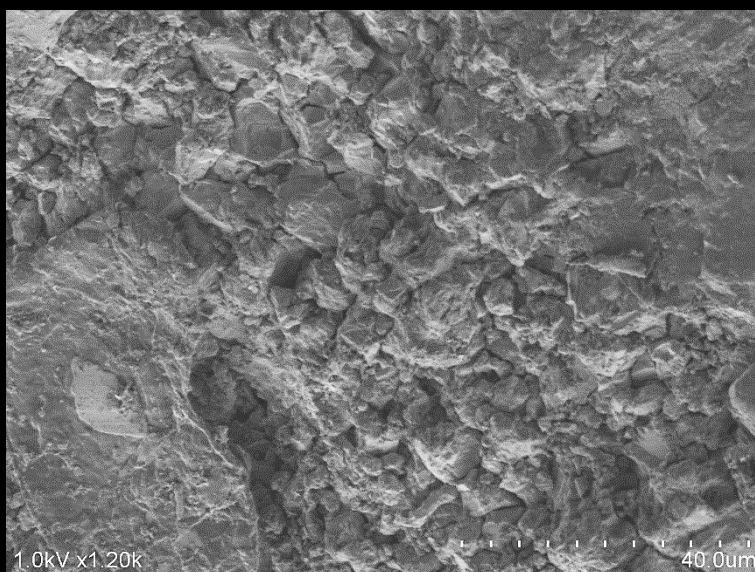


Figura 436. Distribución superficial del *Nanorestore®*, probeta 28 N, con 3 capas de producto.



Figura 437. Detalle distribución superficial del *Nanoestore®*, probeta 28 N, con 3 capas de producto.

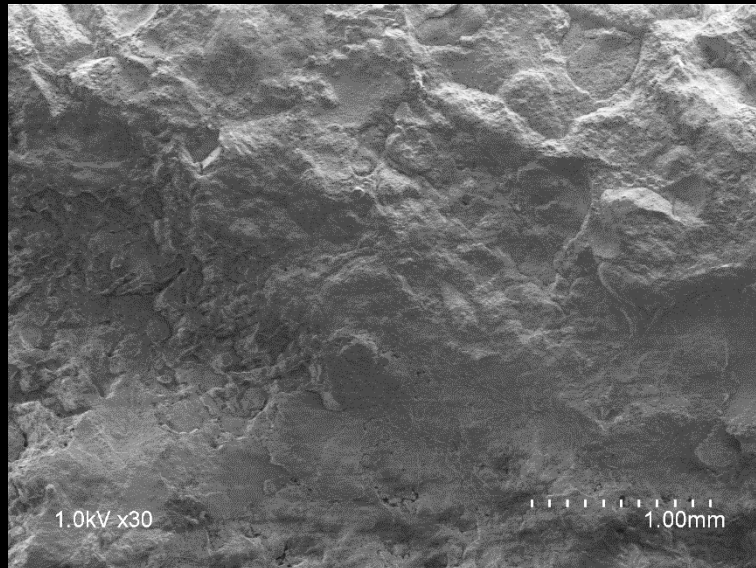


Figura 438. Detalle de la superficie pétreo tratada con *Nanoestore®*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

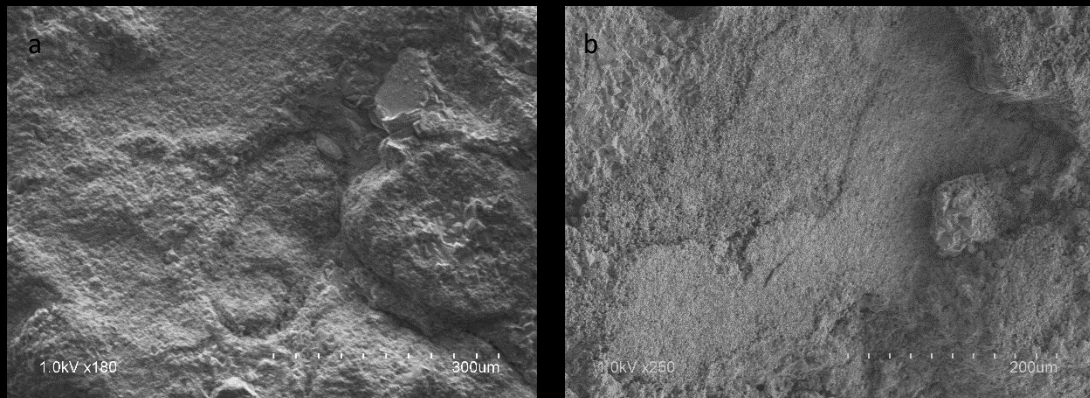


Figura 439. (a, b). Detalle de la superficie pétreo tratada con *Nanoestore®*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

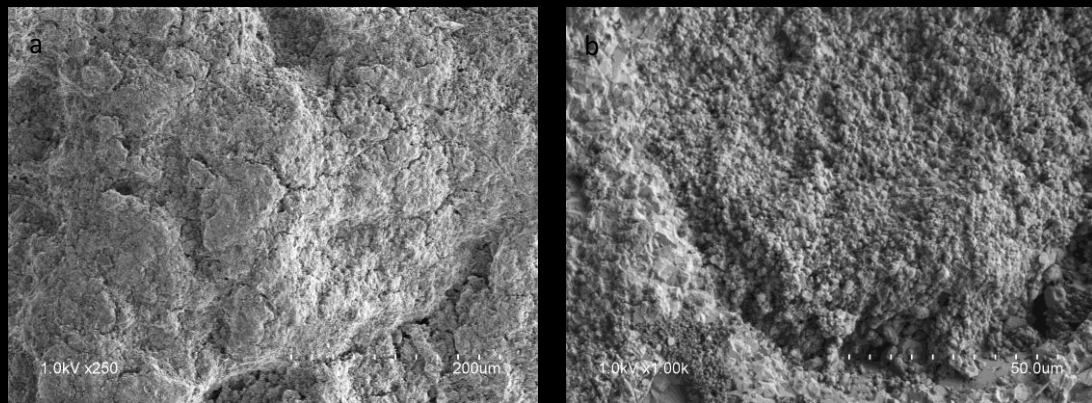


Figura 440. (a, b). Detalle de la superficie pétreo tratada con *Nanorestore*®, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

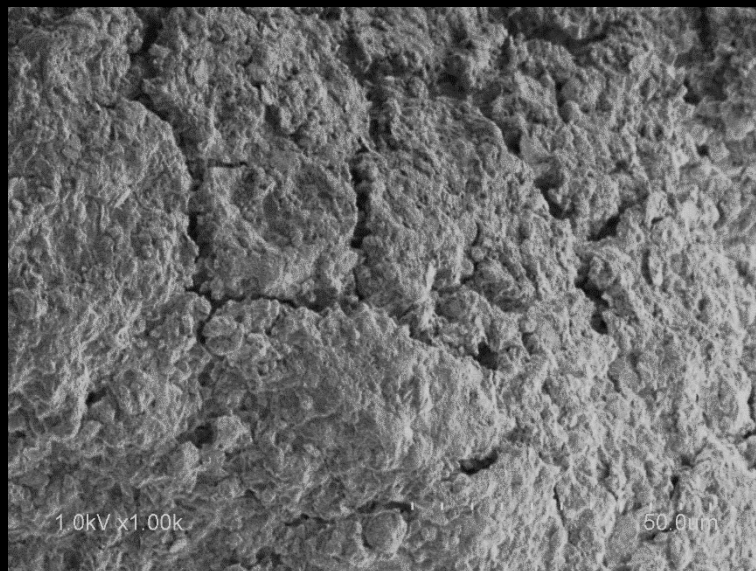


Figura 441. Detalle de la superficie pétreo tratada con *Nanorestore*®, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

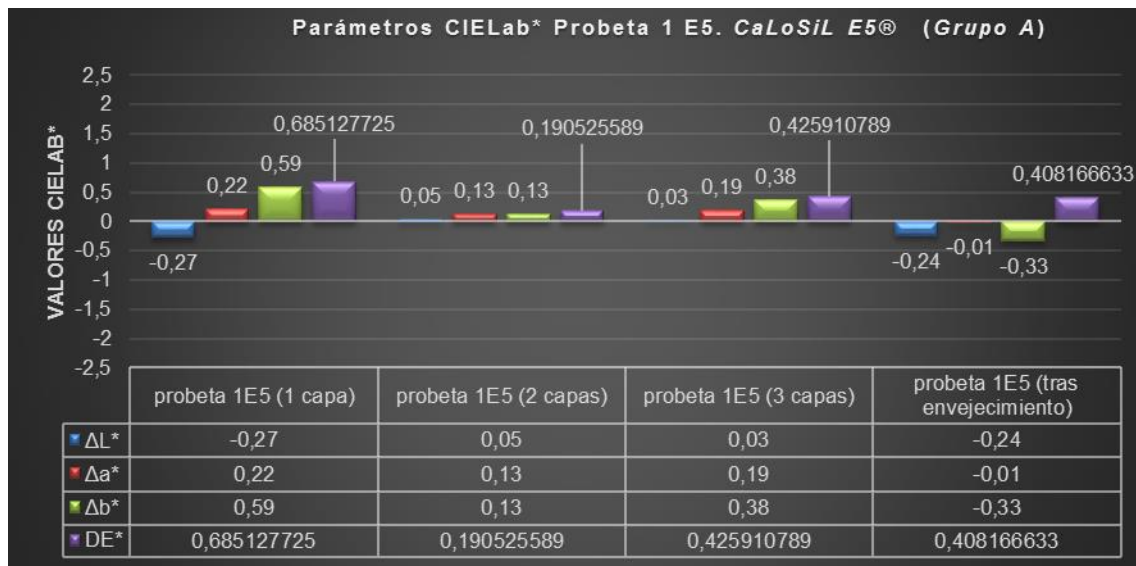
Tabla 59. Imágenes obtenidas con microscopía electrónica SEM-EDX. S-4800 de la probeta 28 N.

12.2. RESULTADOS COLORIMÉTRICOS.

12.2. RESULTADOS COLORIMÉTRICOS.

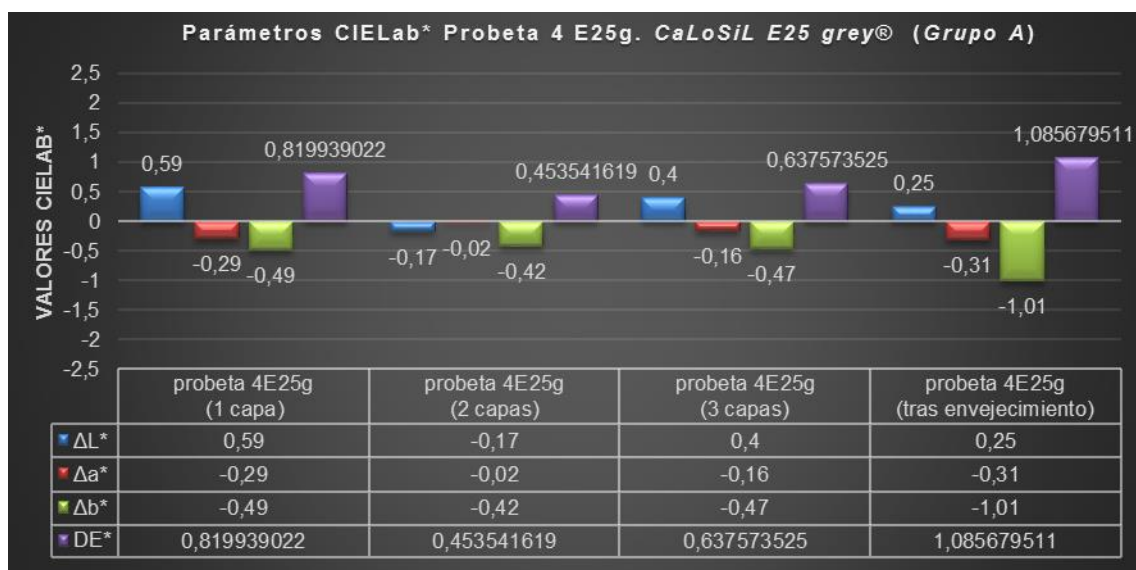
12.2.1. Resultados colorimétricos tras las aplicaciones de consolidante. gráficas comparativas. probetas pertenecientes al Grupo A (probetas con la superficie pulida: 1 E5, 4 E25g, 7 IP5, 10 NP5, 13 N).

12.2.1.1. PROBETA 1 E5 (CaLoSiL E5®).



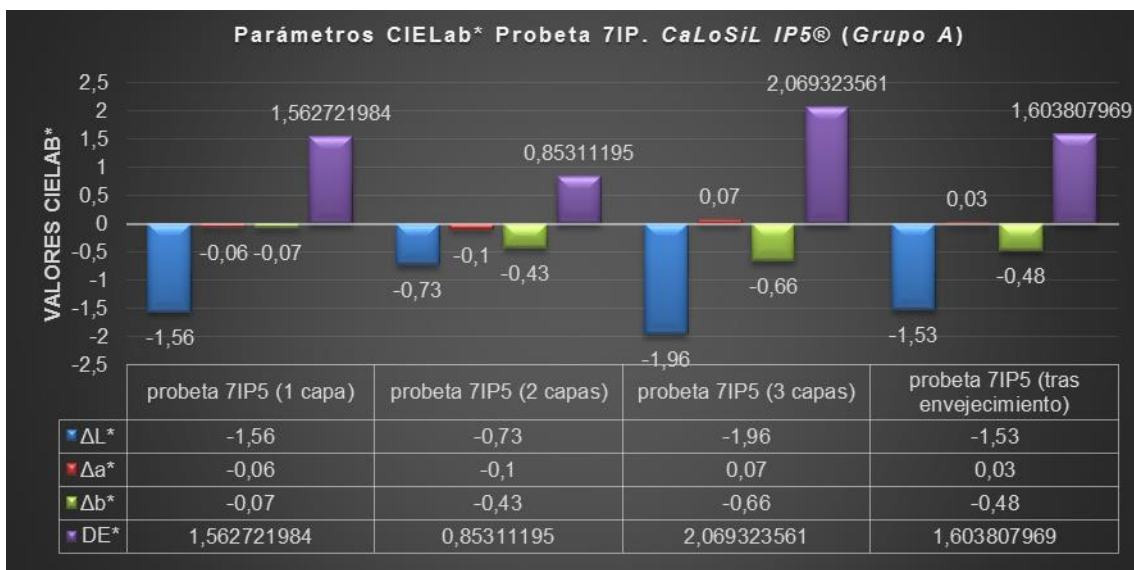
Gráfica 11. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 1 E5 (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie pulida), posteriormente a las aplicaciones del consolidante (CaLoSiL E5®) y tras el ensayo de envejecimiento acelerado.

12.2.1.2. PROBETA 4 E25g (CaLoSiL E25 grey®).



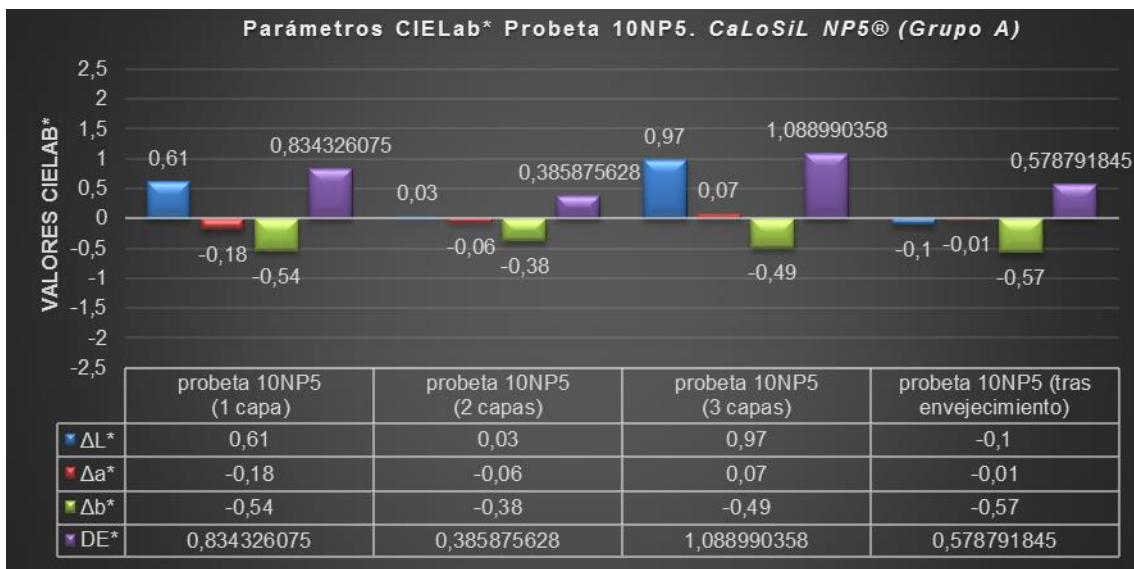
Gráfica 12. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 4 E25g (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie pulida), posteriormente a las aplicaciones del consolidante (CaLoSiL E25 grey®) y tras el ensayo de envejecimiento acelerado.

12.2.1.3. PROBETA 7 IP5 (CaLoSiL IP5®).

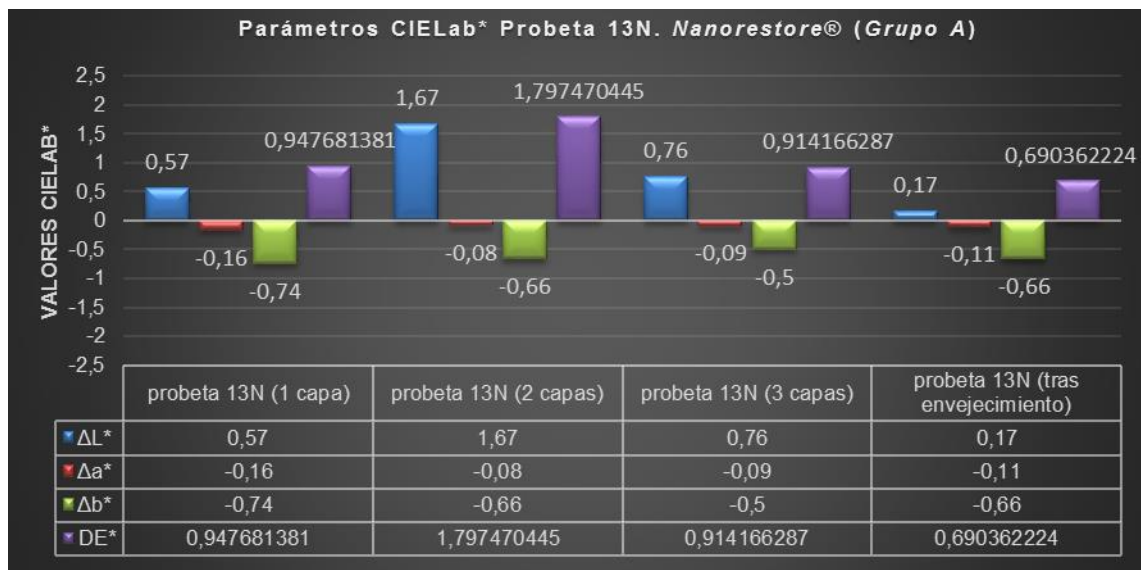


Gráfica 13. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 7 IP5 (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie pulida), posteriormente a las aplicaciones del consolidante (CaLoSiL IP5®) y tras el ensayo de envejecimiento acelerado.

12.2.1.4. PROBETA 10 NP5 (CaLoSiL NP5®).



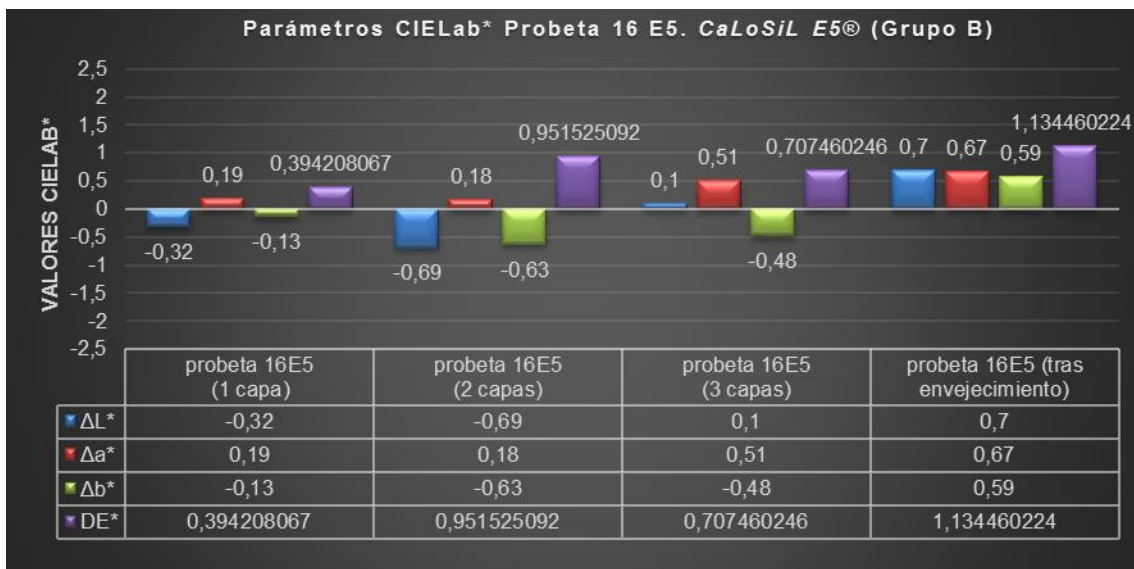
Gráfica 14. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 10 NP5 (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie pulida), posteriormente a las aplicaciones del consolidante (CaLoSiL NP5®) y tras el ensayo de envejecimiento acelerado.

12.2.1.5. PROBETA 13 N (*Nanorestore*®).

Gráfica 15. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 13 N (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie pulida), posteriormente a las aplicaciones del consolidante (*Nanorestore*®) y tras el ensayo de envejecimiento acelerado.

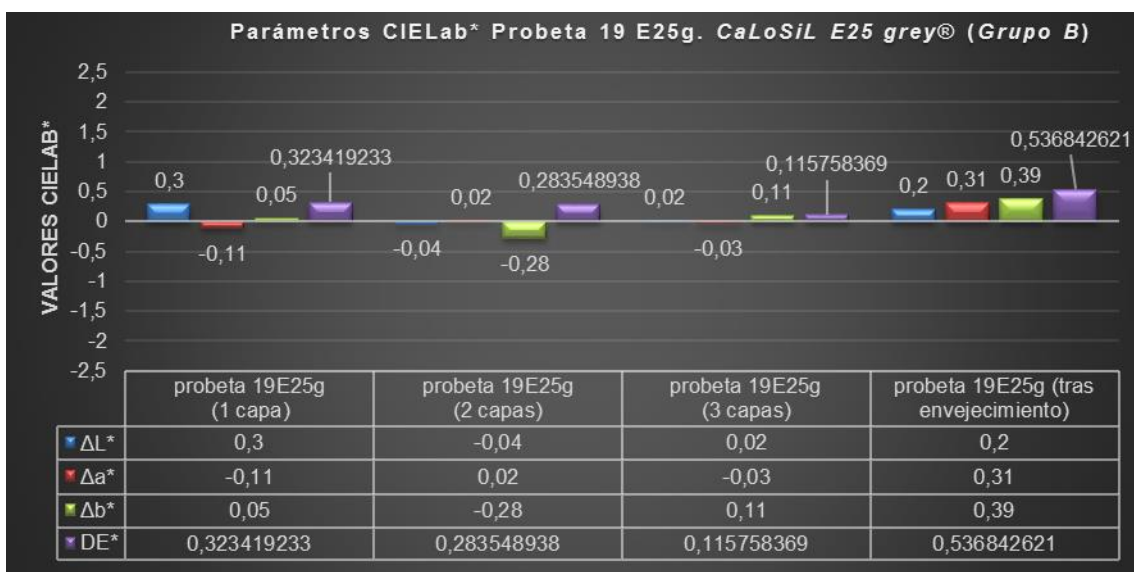
12.2.2. Resultados colorimétricos tras las aplicaciones de consolidante. gráficas comparativas. probetas pertenecientes al Grupo B (1) (probetas con la superficie sin pulir): 16 E5, 19 E25G, 22 IP5, 25 NP5, 28 N).

12.2.2.1. PROBETA 16 E5 (CaLoSiL E5®).



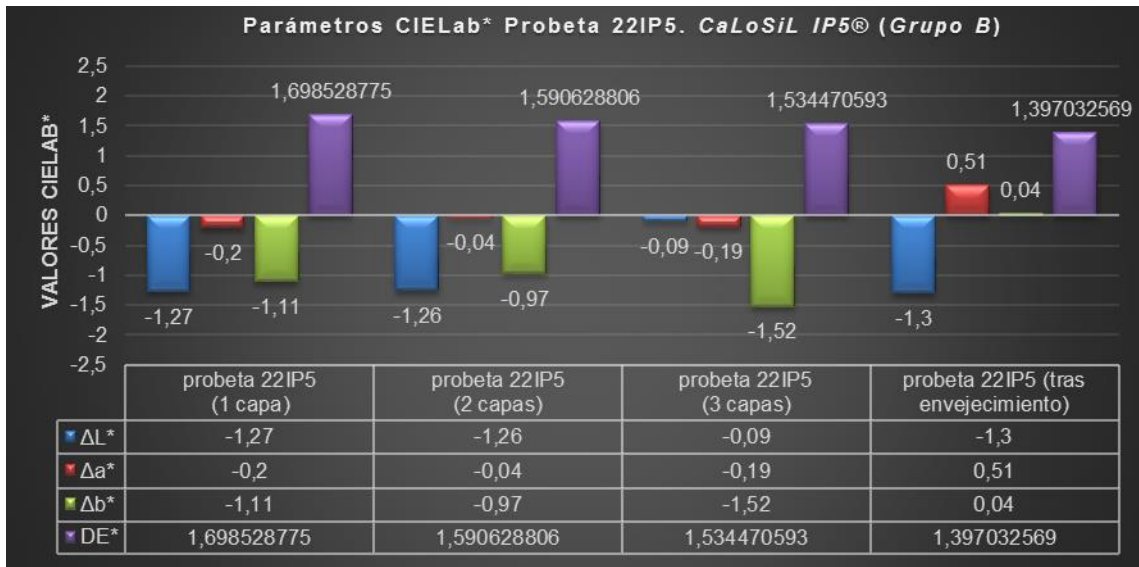
Gráfica 16. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 16 E5 (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), posteriormente a las aplicaciones del consolidante (CaLoSiL E5®) y tras el ensayo de envejecimiento acelerado.

12.2.2.2. PROBETA 19 E25g (CaLoSiL E25 grey®).



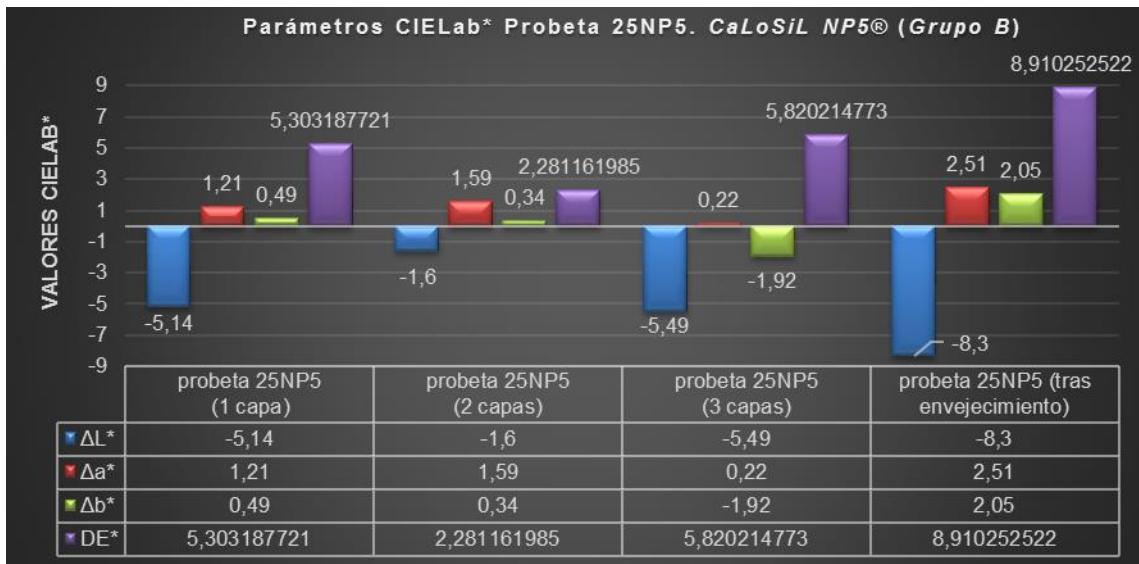
Gráfica 17. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 19 E25g (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), posteriormente a las aplicaciones del consolidante (CaLoSiL E25 grey®) y tras el ensayo de envejecimiento acelerado.

12.2.2.3. PROBETA 22 IP5 (CaLoSiL IP5®).



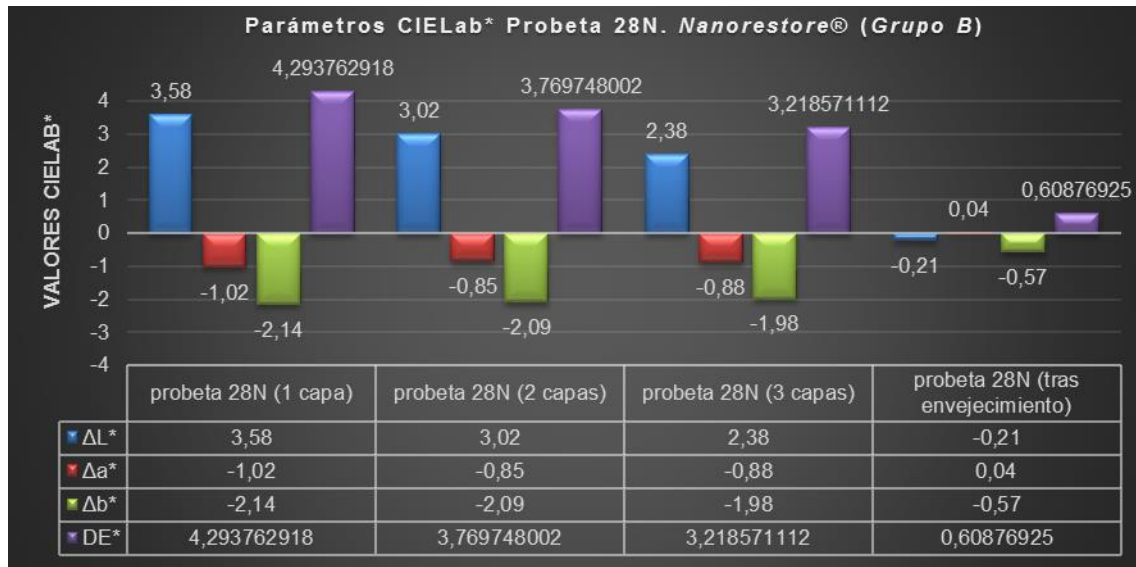
Gráfica 18. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 22 IP5 (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), posteriormente a las aplicaciones del consolidante (CaLoSiL IP5®) y tras el ensayo de envejecimiento acelerado.

12.2.2.4. PROBETA 25 NP5 (CaLoSiL NP5®).



Gráfica 19. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 25 NP5 (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), posteriormente a las aplicaciones del consolidante (CaLoSiL NP5®) y tras el ensayo de envejecimiento acelerado.

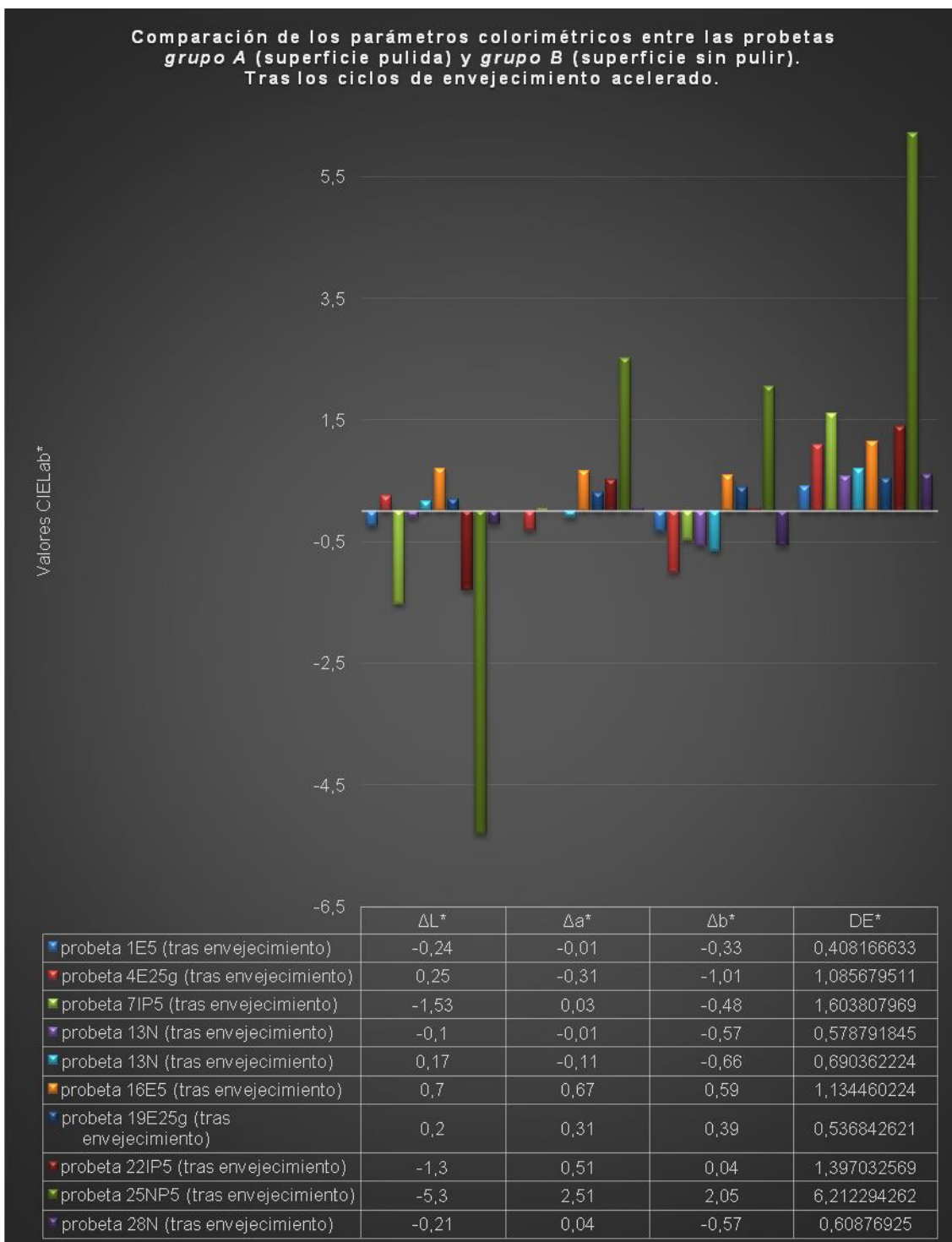
12.2.2.5. PROBETA 28 N (Nanorestore®).



Gráfica 20. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 28 N (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), posteriormente a las aplicaciones del consolidante (Nanorestore®) y tras el ensayo de envejecimiento acelerado.

12.2.3. Gráficas comparativas de los resultados colorimétricos tras el ensayo de envejecimiento acelerado.

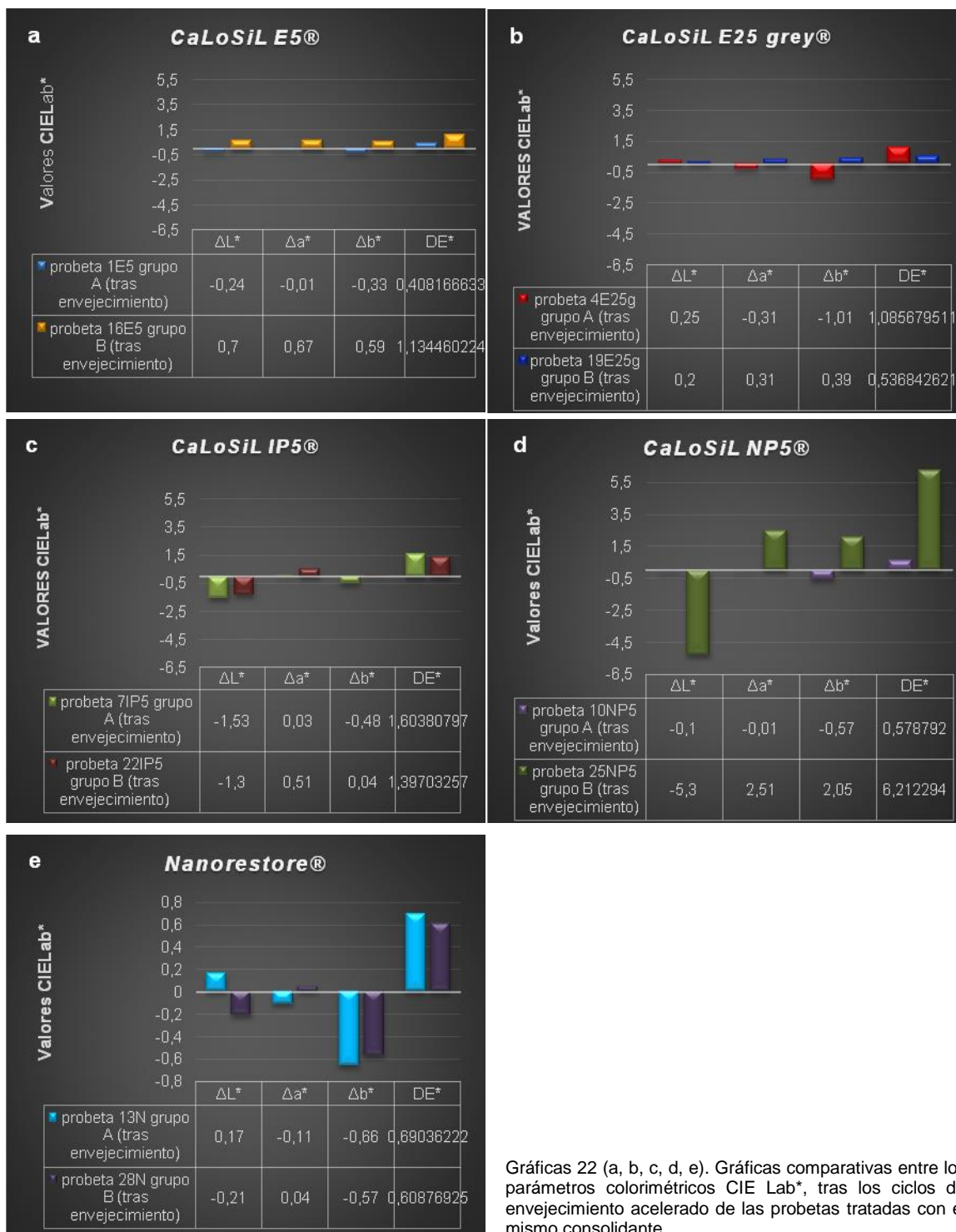
Entre probetas del *Grupo A* (probetas con la superficie pulida: 1 E5, 4 E25g, 7 IP5, 10 NP5, 13 N) y del *Grupo B (1)* (probetas con la superficie sin pulir: 16 E5, 19 E25g, 22 IP5, 25 NP5, 28 N).



Gráfica 21. Gráfica comparativa de los parámetros colorimétricos CIE Lab*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado, entre las muestras pertenecientes al grupo A y las pertenecientes al grupo B (1).

12.2.4. Gráficas comparativas de los resultados colorimétricos tras el ensayo de envejecimiento acelerado.

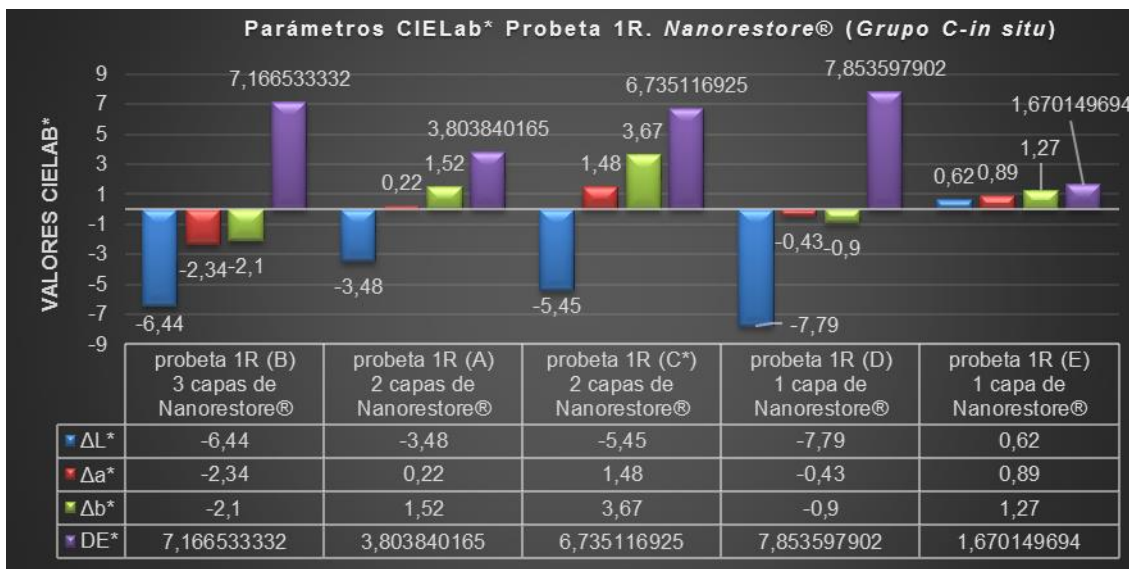
Entre probetas tratadas con el mismo consolidante sobre superficies distintas. [Probetas del *Grupo A* (con la superficie pulida) y *Grupo B* (con la superficie sin pulir)].



Gráficas 22 (a, b, c, d, e). Gráficas comparativas entre los parámetros colorimétricos CIE Lab*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado de las probetas tratadas con el mismo consolidante.

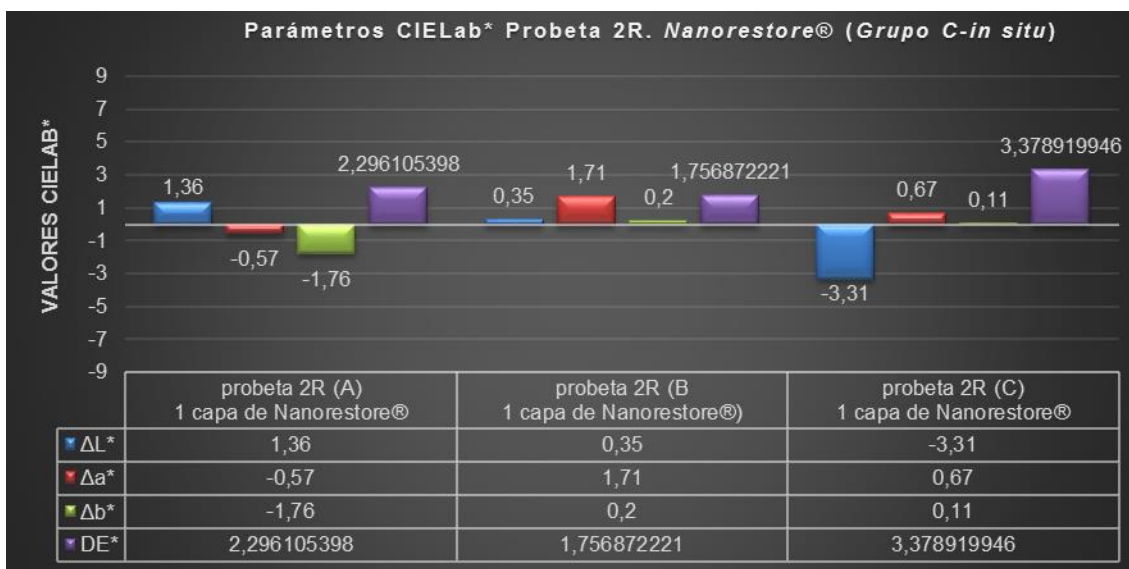
12.2.5. Resultados colorimétricos tras las aplicaciones de consolidante. gráficas comparativas. probetas pertenecientes al Grupo C (probetas depositadas *in situ*: 1 R, 2 R, 4 R, 7R).

12.2.5.1. PROBETA 1 R (Nanorestore®).



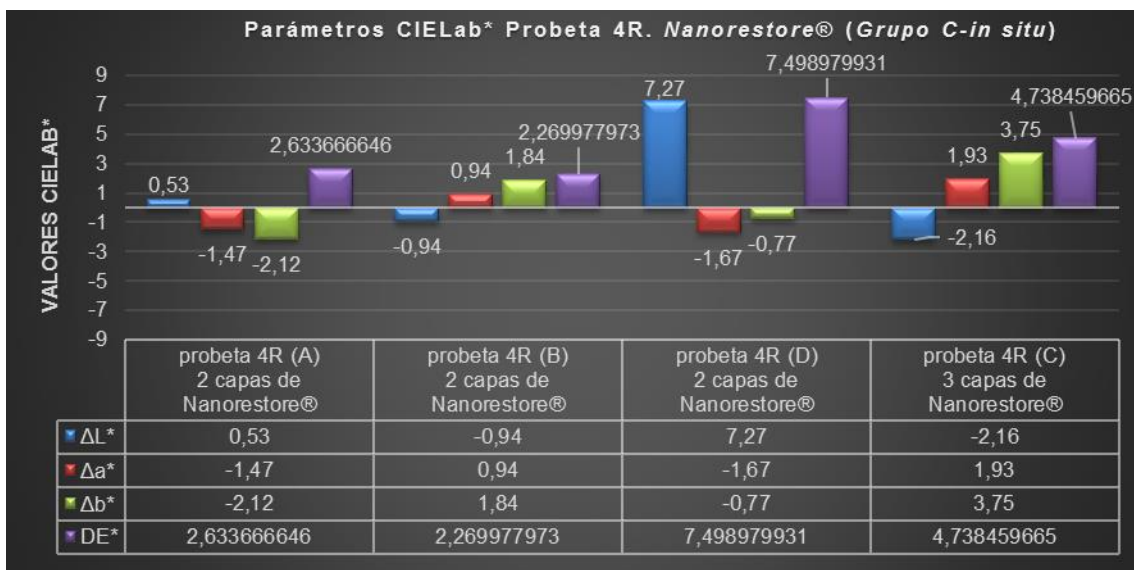
Gráfica 23. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 1 R (probeta perteneciente al grupo C, depositadas *in situ*) posteriormente a las aplicaciones del consolidante (Nanorestore®) y tras el envejecimiento natural durante seis meses.

12.2.5.2. PROBETA 2 R (Nanorestore®).



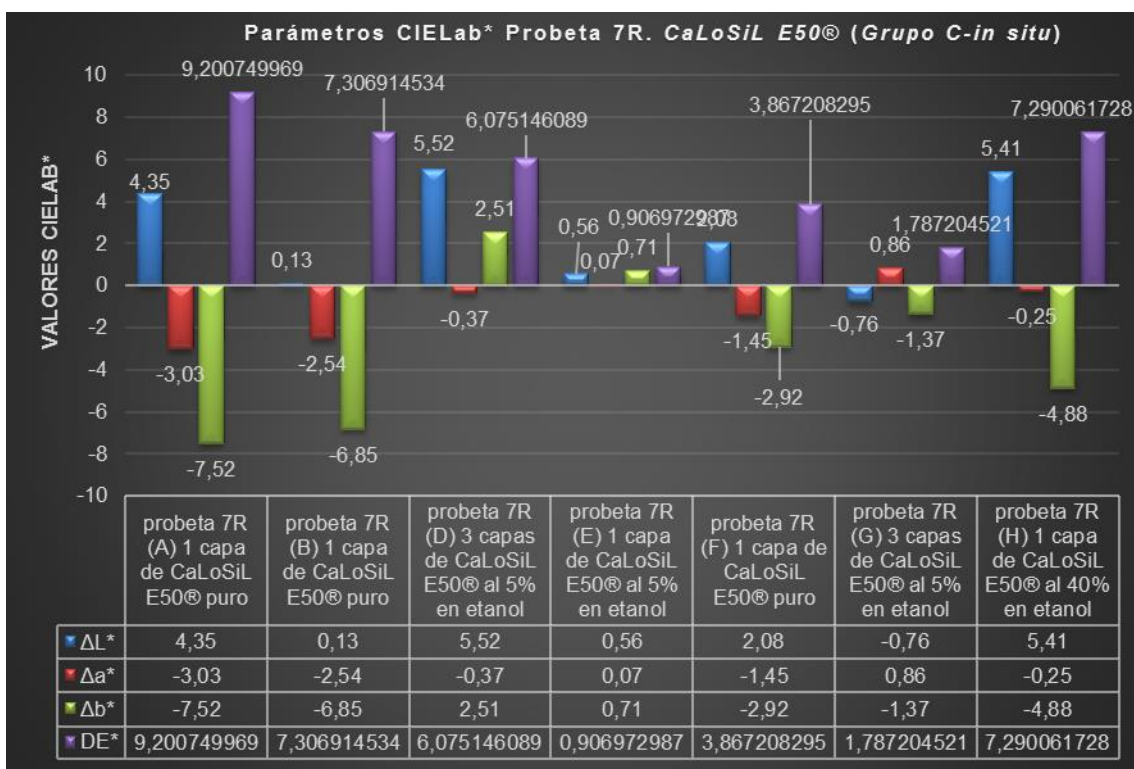
Gráfica 24. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 2 R (probeta perteneciente al grupo C, depositadas *in situ*) posteriormente a las aplicaciones del consolidante (Nanorestore®) y tras el envejecimiento natural durante seis meses.

12.2.5.3. PROBETA 4 R (Nanorestore®).



Gráfica 25. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 4 R (probeta perteneciente al grupo C, depositadas *in situ*) posteriormente a las aplicaciones del consolidante (Nanorestore®) y tras el envejecimiento natural durante seis meses.

12.2.5.4. PROBETA 7 R (CaLoSiL E50).



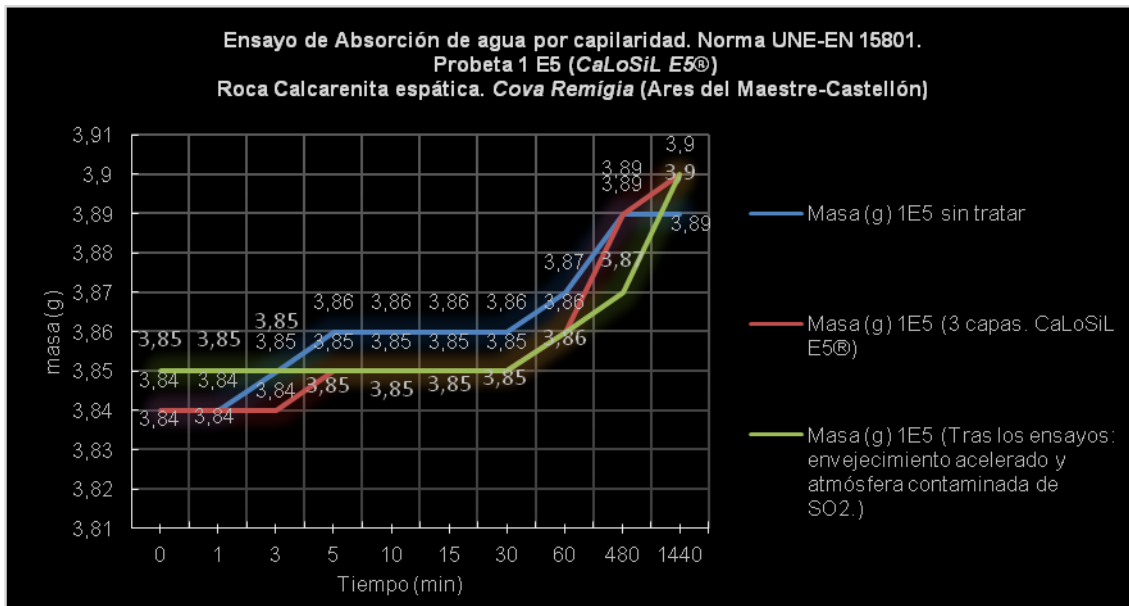
Gráfica 26. Parámetros colorimétricos CIE Lab* de la muestra 7 R (probeta perteneciente al grupo C, depositadas *in situ*) posteriormente a las aplicaciones del consolidante CaLoSiL E50® puro y disuelto en etanol a distintas concentraciones; y tras el envejecimiento natural durante seis meses.

12.2. RESULTADOS OBTENIDOS CON EL ENSAYO: ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD. NORMA UNE-EN 15801.

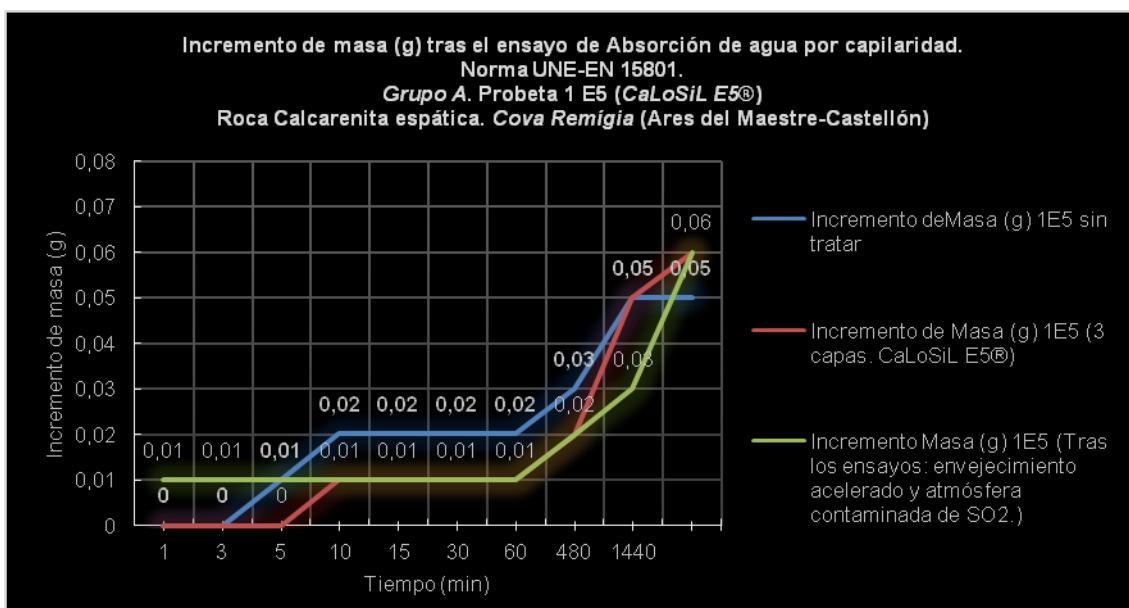
12.3. RESULTADOS OBTENIDOS CON EL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD. NORMA UNE-EN 15801.

12.3.1. resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad, tras las aplicaciones de consolidante. gráficos comparativos. probetas pertenecientes al *Grupo A* (probetas con la superficie pulida: 1 E5, 4 E25g, 7 IP, 10 NP, 13 N).

12.3.1.1. PROBETA 1 E5 (*CaLoSiL E5®*).

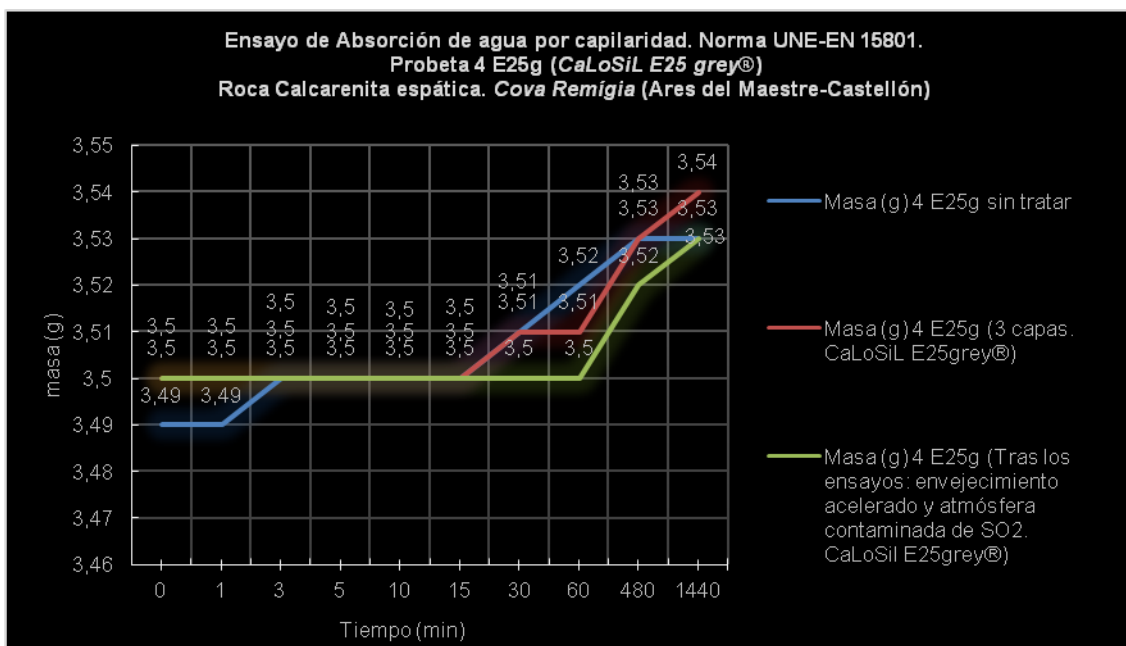


Gráfica 27. Datos obtenidos con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801). Muestra 1 E5 (probeta perteneciente al *grupo A*, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y los ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada de SO₂.

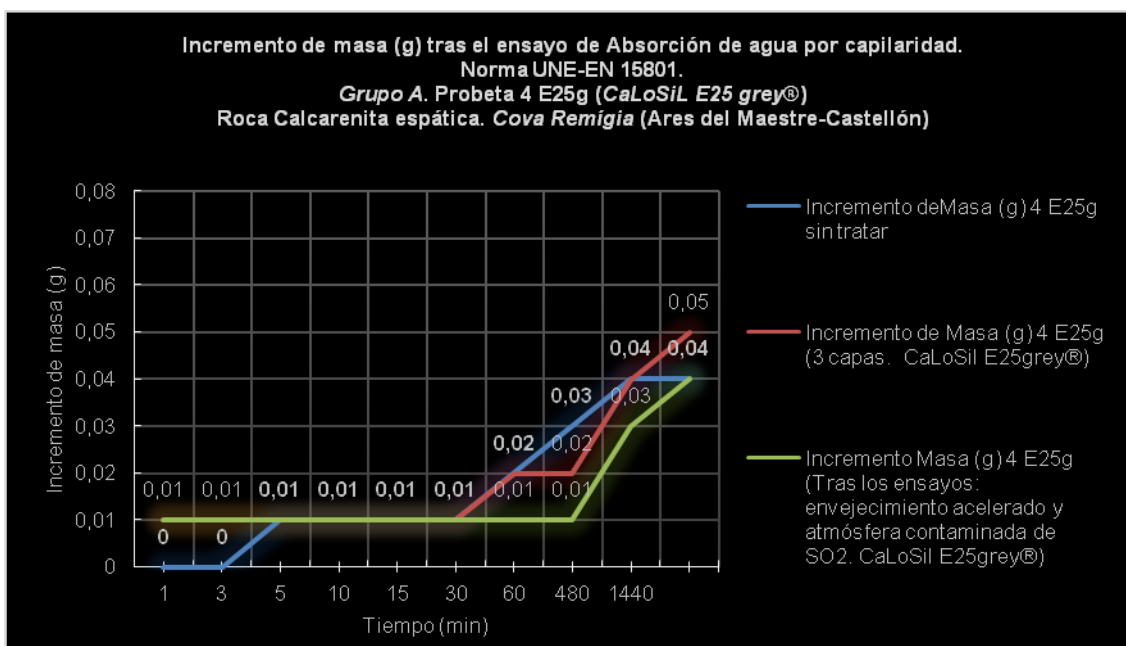


Gráfica 28. Datos comparativos del incremento de masa experimentado por la probeta 1 E5 (probeta perteneciente al *grupo A*, con la superficie sin pulir), con respecto a la masa inicial. Las valoraciones se han obtenido con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801), tras haber aplicado 3 capas de consolidante y haber sometido a la muestra a ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada por saturación de dióxido de azufre (SO₂).

12.3.1.2. PROBETA 4 E25g (CaLoSiL E25 grey®).

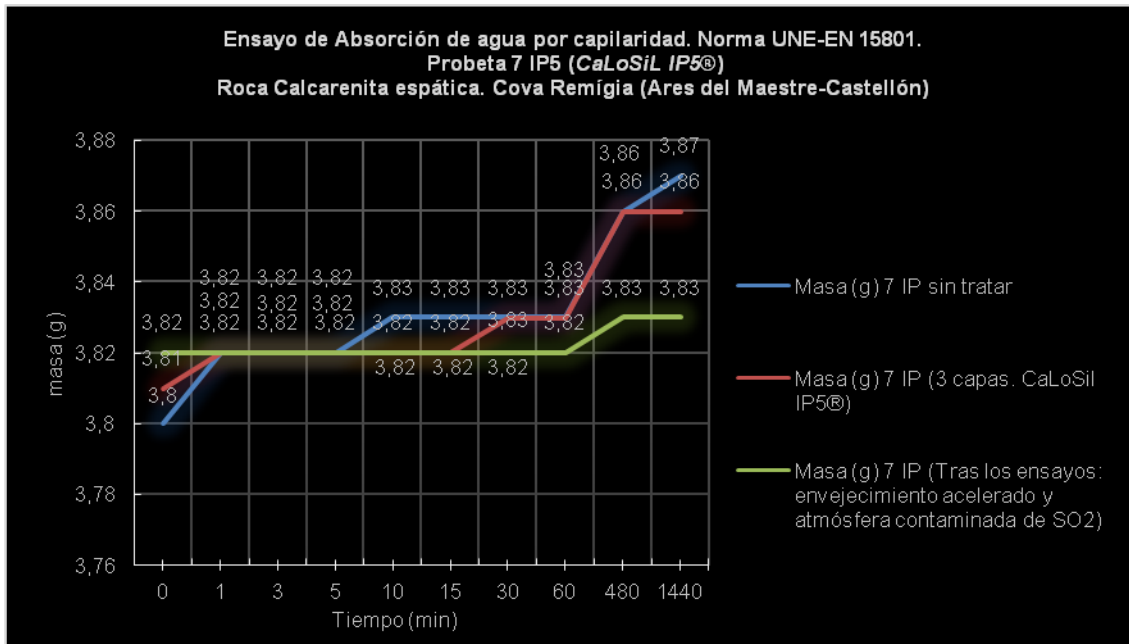


Gráfica 29. Datos obtenidos con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801). Muestra 4 E25g (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y los ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada de SO₂.

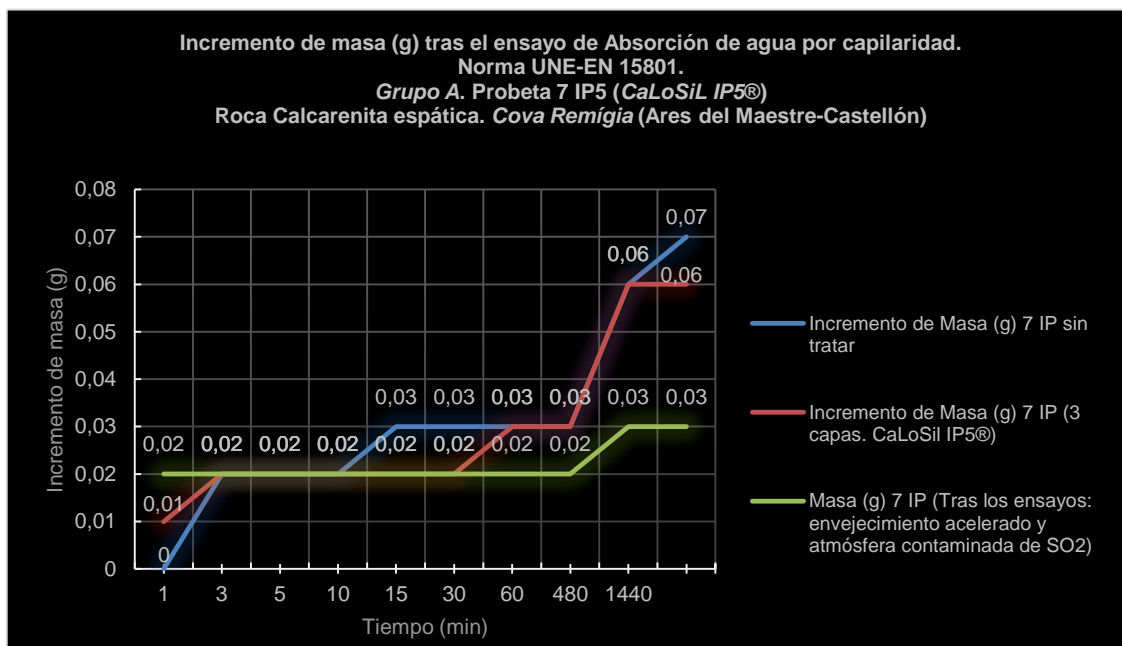


Gráfica 30. Datos comparativos del incremento de masa experimentado por la probeta 4 E25g (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie sin pulir), con respecto a la masa inicial. Las valoraciones se han obtenido con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801), tras haber aplicado 3 capas de consolidante y haber sometido a la muestra a ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada por saturación de dióxido de azufre (SO₂).

12.3.1.3. PROBETA 7 IP5 (CaLoSiL IP5®).

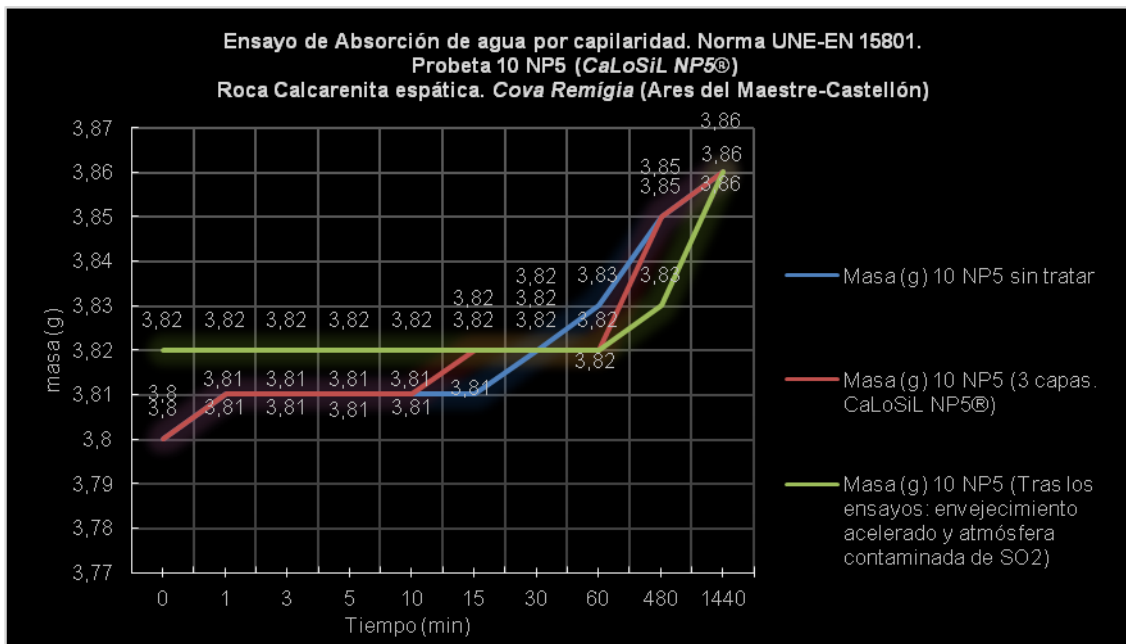


Gráfica 31. Datos obtenidos con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801). Muestra 7 IP5 (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y los ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada de SO₂.

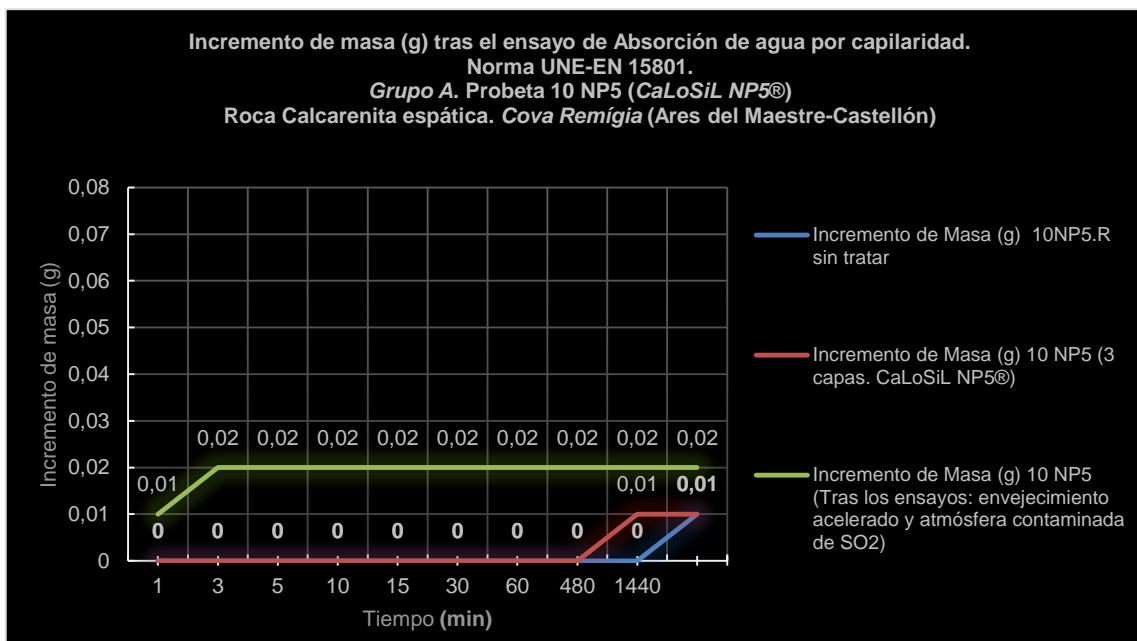


Gráfica 32. Datos comparativos del incremento de masa experimentado por la probeta 7 IP (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie sin pulir), con respecto a la masa inicial. Las valoraciones se han obtenido con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801), tras haber aplicado 3 capas de consolidante y haber sometido a la muestra a ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada por saturación de dióxido de azufre (SO₂).

12.3.1.4. PROBETA 10 NP5 (CaLoSiL NP5®).

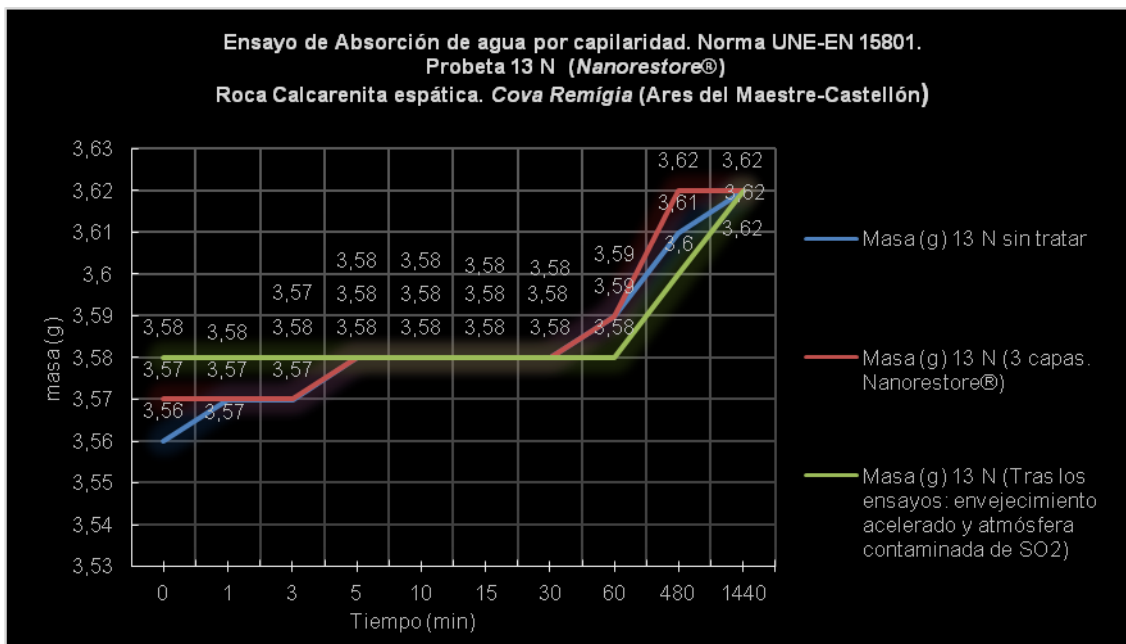


Gráfica 33. Datos obtenidos con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801). Muestra 10 NP5 (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y los ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada de SO₂.

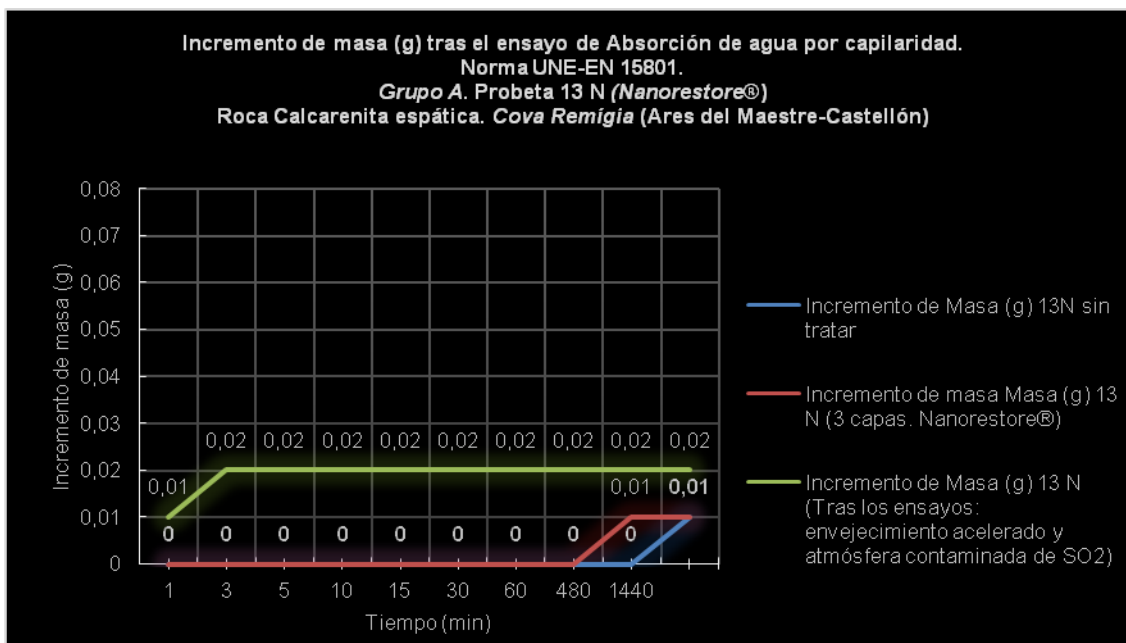


Gráfica 34. Datos comparativos del incremento de masa experimentado por la probeta 10 NP (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie sin pulir), con respecto a la masa inicial. Las valoraciones se han obtenido con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801), tras haber aplicado 3 capas de consolidante y haber sometido a la muestra a ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada por saturación de dióxido de azufre (SO₂).

12.3.1.5. PROBETA 13 N (Nanorestore®).



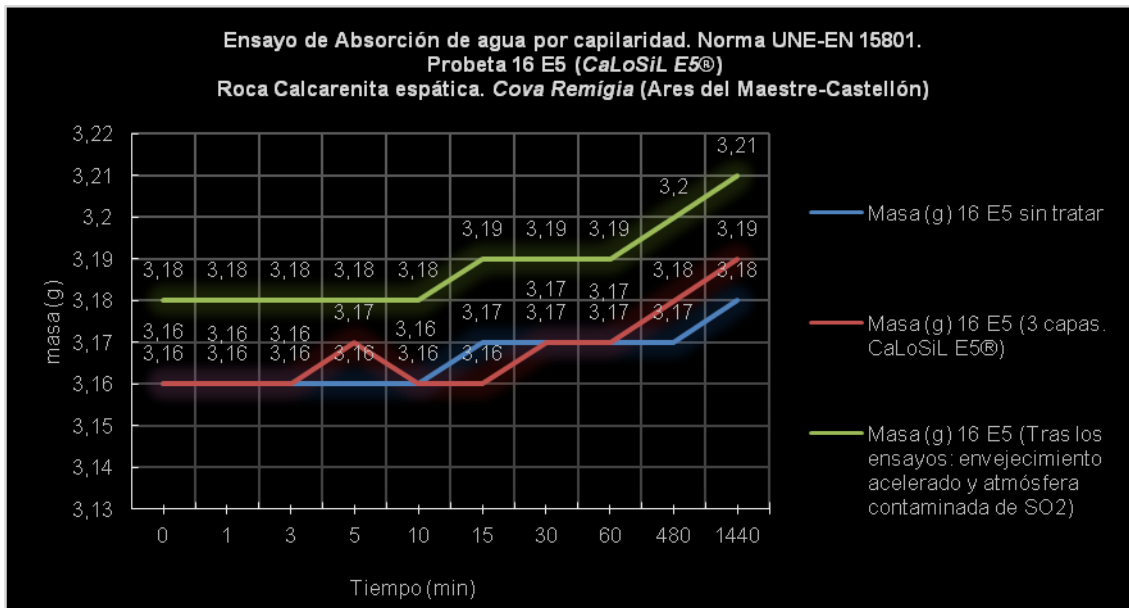
Gráfica 35. Datos obtenidos con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801). Muestra 13 N (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y los ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada de SO₂.



Gráfica 36. Datos comparativos del incremento de masa experimentado por la probeta 13 N (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie sin pulir), con respecto a la masa inicial. Las valoraciones se han obtenido con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801), tras haber aplicado 3 capas de consolidante y haber sometido a la muestra a ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada por saturación de dióxido de azufre (SO₂).

12.3.2. Resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad tras las aplicaciones de consolidante. gráficos comparativos. probetas pertenecientes al Grupo B (1) (probetas con la superficie pulida: 16 E5, 19 E25, 22 IP, 25 NP, 28 N).

12.3.2.1. PROBETA 16 E5 (CaLoSiL E5®).

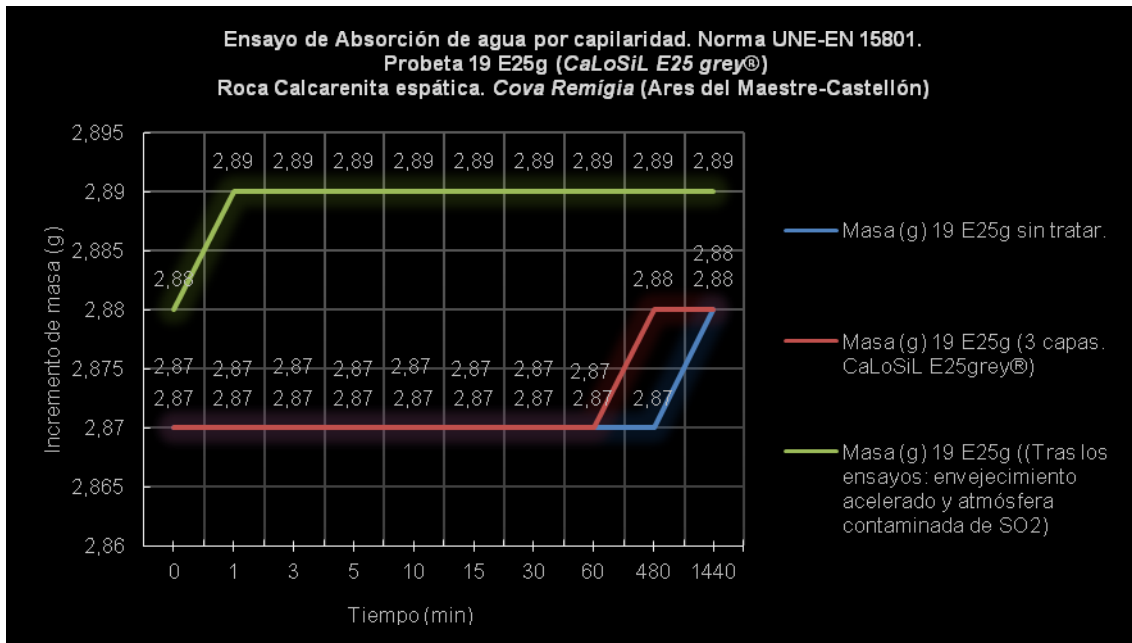


Gráfica 37. Datos obtenidos con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801). Muestra 16 E5 (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), tras las aplicaciones del consolidante y los ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada de SO₂.

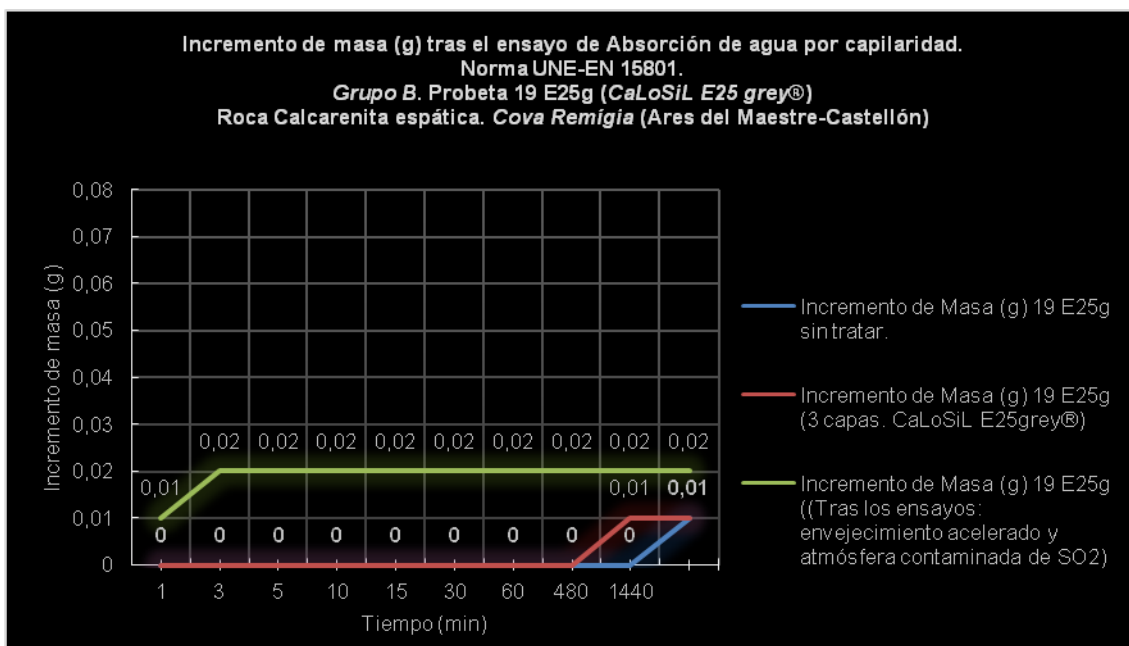


Gráfica 38. Datos comparativos del incremento de masa experimentado por la probeta 16 E5 (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), con respecto a la masa inicial. Las valoraciones se han obtenido con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801), tras haber aplicado 3 capas de consolidante y haber sometido a la muestra a ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada por saturación de dióxido de azufre (SO₂).

12.3.2.2. PROBETA 19 E25g (CaLoSiL E25 grey®).

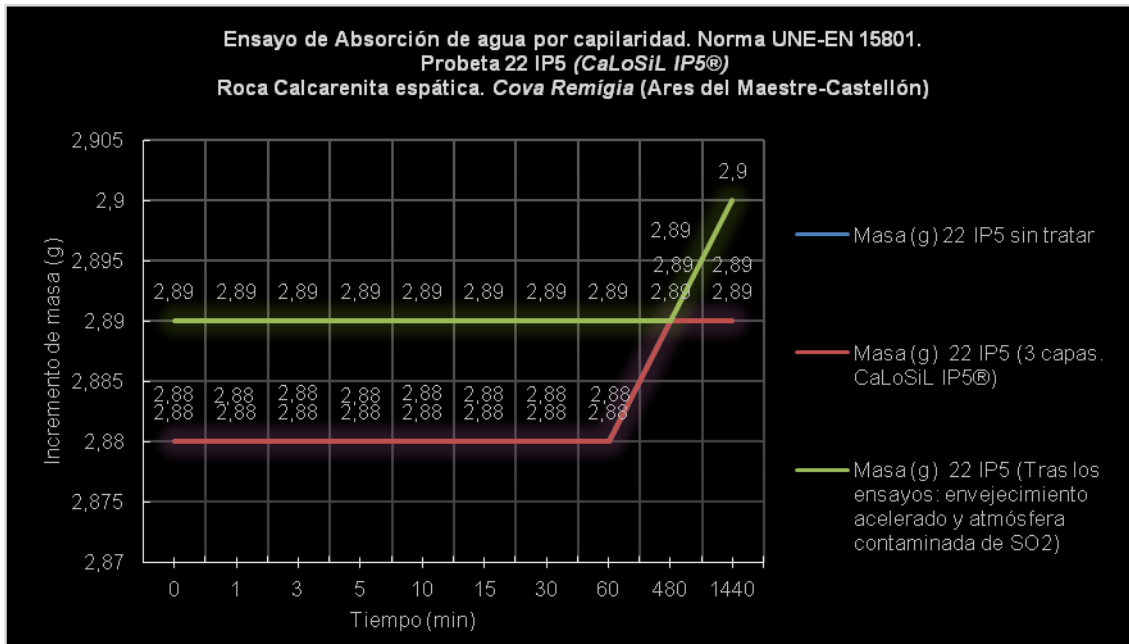


Gráfica 39. Datos obtenidos con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801). Muestra 19 E25g (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), tras las aplicaciones del consolidante y los ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada de SO₂.

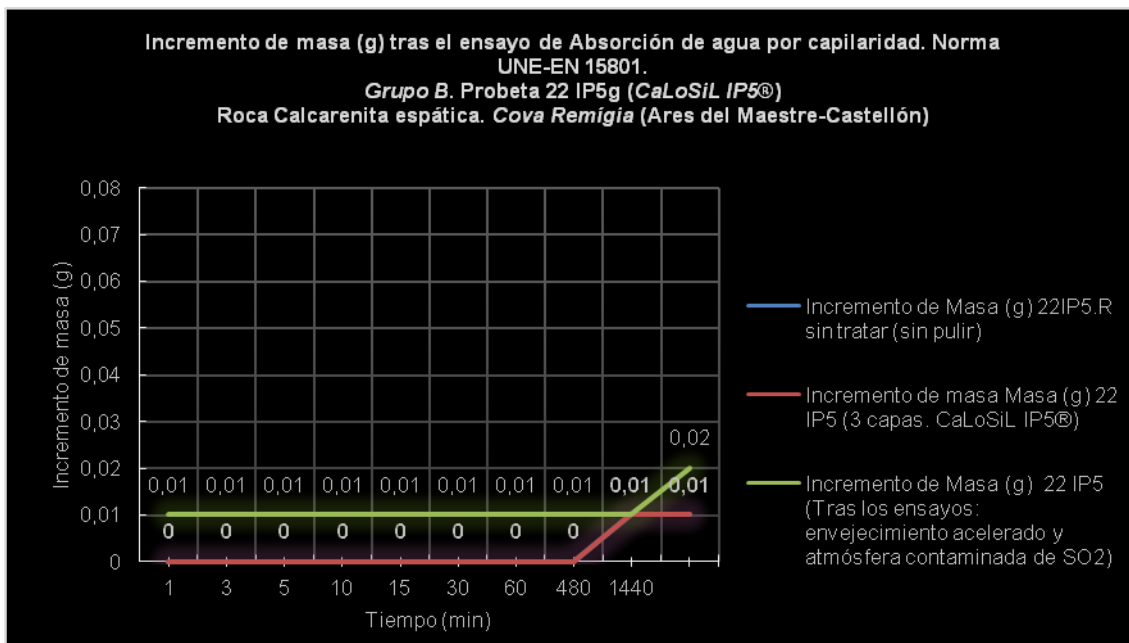


Gráfica 40. Datos comparativos del incremento de masa experimentado por la probeta 19 E25g (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), con respecto a la masa inicial. Las valoraciones se han obtenido con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801), tras haber aplicado 3 capas de consolidante y haber sometido a la muestra a ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada por saturación de dióxido de azufre (SO₂).

12.3.2.3. PROBETA 22 IP5 (CaLoSiL IP5®).

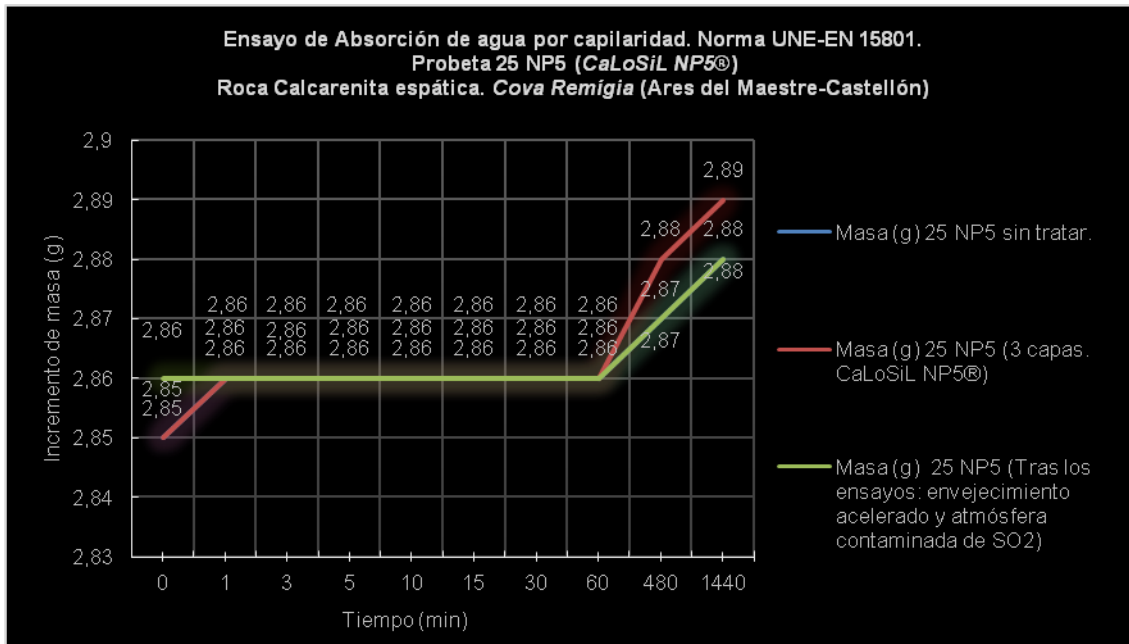


Gráfica 41. Datos obtenidos con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801). Muestra 22 IP5 (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), tras las aplicaciones del consolidante y los ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada de SO₂.

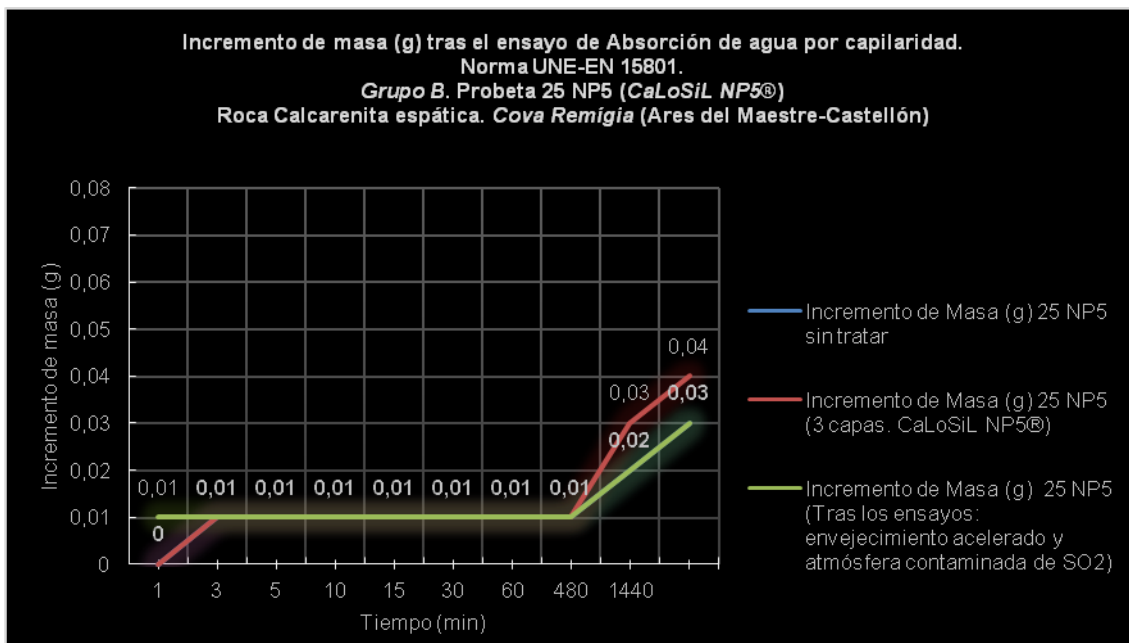


Gráfica 42. Datos comparativos del incremento de masa experimentado por la probeta 22 IP5 (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), con respecto a la masa inicial. Las valoraciones se han obtenido con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801), tras haber aplicado 3 capas de consolidante y haber sometido a la muestra a ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada por saturación de dióxido de azufre (SO₂).

12.3.2.4. PROBETA 25 NP (CaLoSiL NP5®).

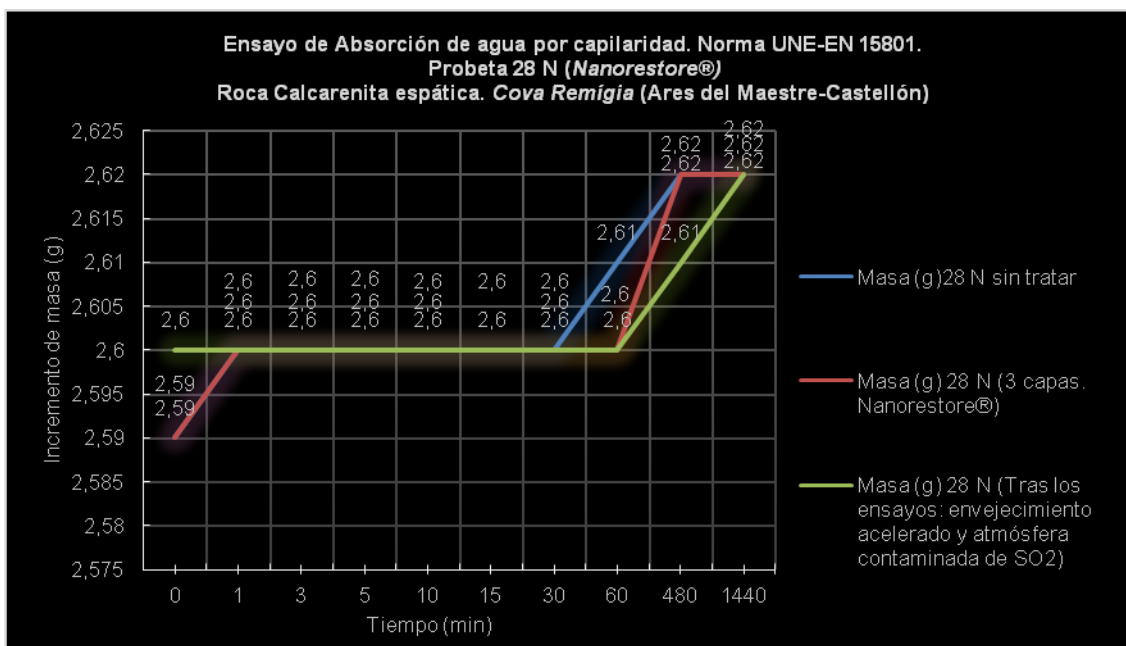


Gráfica 43. Datos obtenidos con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801). Muestra 25 NP5 (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), tras las aplicaciones del consolidante y los ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada de SO₂.

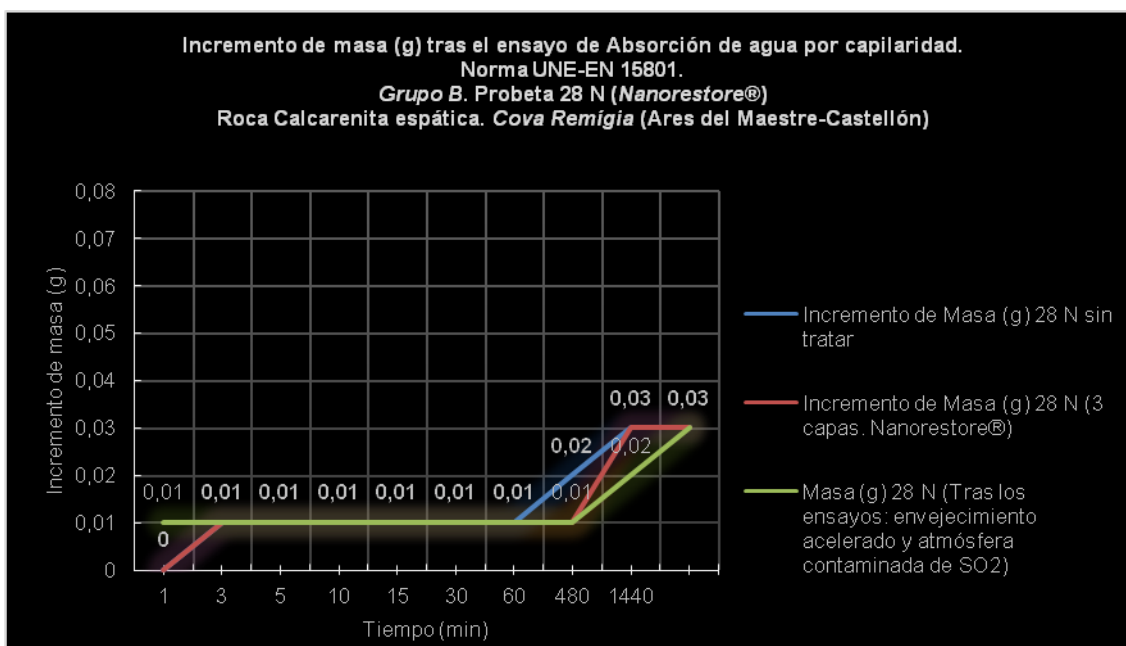


Gráfica 44. Datos comparativos del incremento de masa experimentado por la probeta 25 NP5 (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), con respecto a la masa inicial. Las valoraciones se han obtenido con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801), tras haber aplicado 3 capas de consolidante y haber sometido a la muestra a ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada por saturación de dióxido de azufre (SO₂).

12.3.2.5. PROBETA 28 N (Nanorestore®).



Gráfica 45. Datos obtenidos con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801). Muestra 28 N (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), tras las aplicaciones del consolidante y los ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada de SO₂.




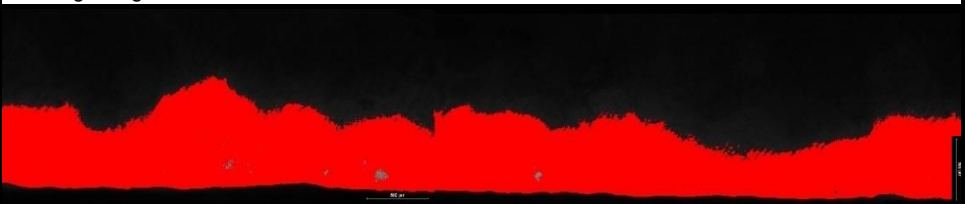

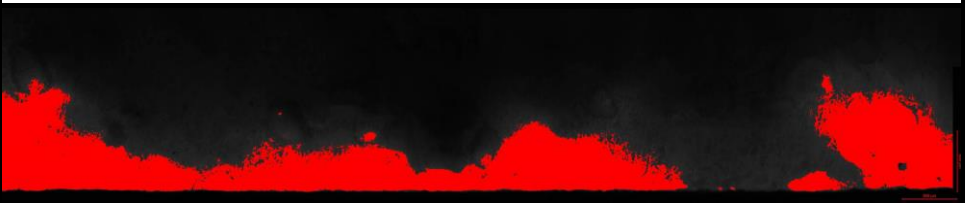

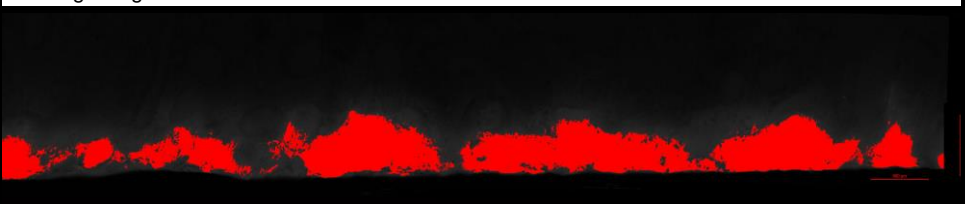
Gráfica 46. Datos comparativos del incremento de masa experimentado por la probeta 28 N (probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir), con respecto a la masa inicial. Las valoraciones se han obtenido con el ensayo de absorción de agua por capilaridad (NORMA UNE-EN 15801), tras haber aplicado 3 capas de consolidante y haber sometido a la muestra a ensayos de envejecimiento acelerado y atmósfera contaminada por saturación de dióxido de azufre (SO₂).

12.4. RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DEL CONSOLIDANTE MEDIANTE TINCIÓN.

12.4. RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DEL CONSOLIDANTE MEDIANTE TINCIÓN.

12.4.1. Resultados obtenidos con los ensayos de penetración del consolidante mediante tinción fluorescente con *Rodamina*.

Para la realización de este ensayo, se utilizó Microscopio *Confocal LEICA DMR*. A través del que se obtuvieron imágenes digitales DFC450C de alta resolución que posteriormente se procesaron con el programa *Image J*, que permite determinar con exactitud el nivel de profundidad en el que se efectúa el cambio de la emisión de fluorescencia de la roca y la emitida por el consolidante teñido, proporcionando un análisis estratigráfico según el cambio de color. A continuación se muestran las tablas correspondientes a los resultados obtenidos con la tinción fluorescente con *Rodamina*. Análisis realizado de manera individualizada según el tipo de consolidante.

Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)	
Tipo de roca.	Calcarenita espática.
ANÁLISIS.	PENETRACIÓN DEL CONSOLIDANTE MEDIANTE TINCIÓN FLUORESCENTE: RODAMINA
Técnica analítica.	Microscopía de fluorescencia Confocal LEICA DMR
PROBETAS Grupo A	<i>Probetas con la superficie pulida (3 capas de tratamiento aplicadas a pincel)</i>
Consolidante	CaLoSiL E5®
31 E5	
	1. Imagen digital DFC450C de alta resolución.
32 E25g	
	1.a. Imagen 1, procesada con el programa Image J.
Consolidante	CaLoSiL E25 grey®
33 IP5	
	1. Imagen digital DFC450C de alta resolución.
32 E25g	
	1.a. Imagen 1, procesada con el programa Image J.
Consolidante	CaLoSiL IP5®
33 IP5	
	1. Imagen digital DFC450C de alta resolución.
33 IP5	
	1. a. Imagen digital DFC450C de alta resolución.

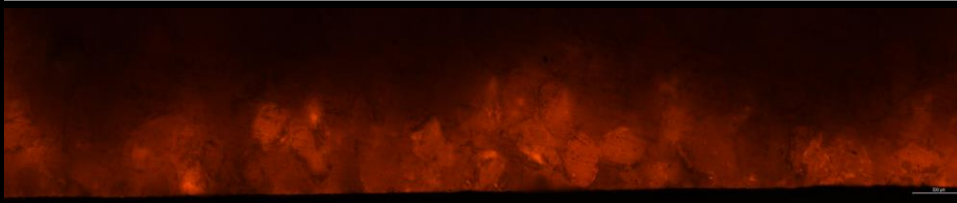
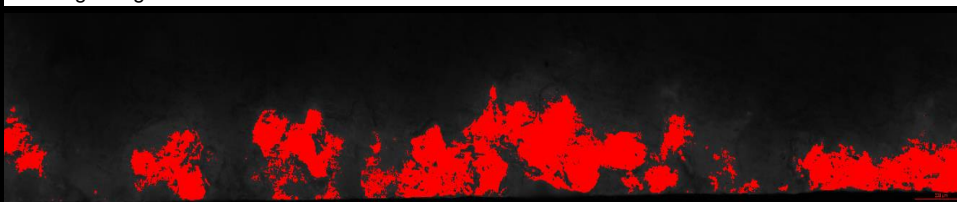



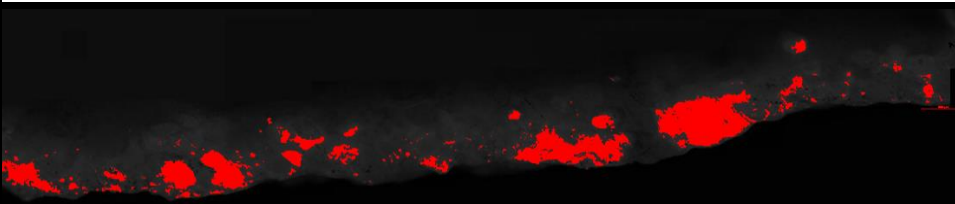




Consolidante	CaLoSiL NP5®
34 NP5	
	1. Imagen digital <i>DFC450C</i> de alta resolución.
	
	1.a. Imagen 1, procesada con el programa <i>Image J</i> .
Consolidante	Nanorestore®
35 N	
	1. Imagen digital <i>DFC450C</i> de alta resolución.
	
	1.a. Imagen 1, procesada con el programa <i>Image J</i> .

Tabla 60. Imágenes obtenidas con el Microscopio *Confocal LEICA DMR*, de las probetas pertenecientes al *Grupo A*, en el ensayo de penetración del consolidante mediante tinción fluorescente con *Rodamina*.

Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)	
Tipo de roca	Calcarenita espática.
ANÁLISIS	PENETRACIÓN DEL CONSOLIDANTE MEDIANTE TINCIÓN FLUORESCENTE: RODAMINA
Técnica analítica.	Microscopía de fluorescencia Confocal <i>LEICA DMR</i>
PROBETAS Grupo B (1)	<i>Probetas con la superficie pulida(3 capas de tratamiento aplicadas a pincel)</i>
Consolidante	CaLoSiL E5®
36 E5	
	1. Imagen digital <i>DFC450C</i> de alta resolución.
36 E5	
	1.a. Imagen 1, procesada con el programa <i>Image J</i> .
Consolidante	CaLoSiL E25 grey®
37 E25g	
	1. Imagen digital <i>DFC450C</i> de alta resolución.
37 E25g	
	1.a. Imagen 1, procesada con el programa <i>Image J</i>
Consolidante	CaLoSiL IP5®
38 IP5	
	1. Imagen digital <i>DFC450C</i> de alta resolución.
38 IP5	
	1. a. Imagen digital <i>DFC450C</i> de alta resolución.


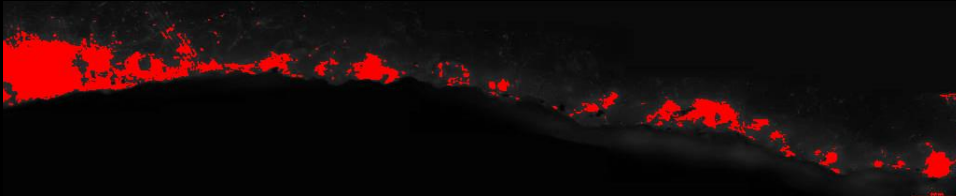

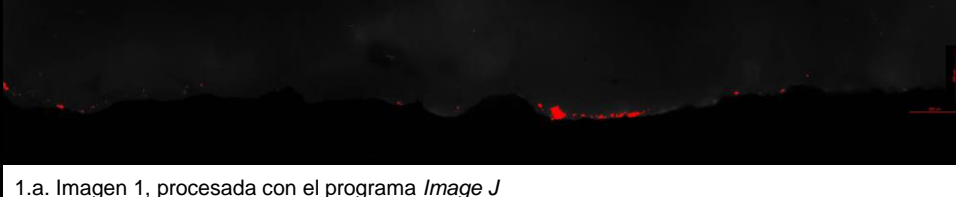
Consolidante	CaLoSiL NP5®
39 NP5	
	1. Imagen digital <i>DFC450C</i> de alta resolución.
	
	1.a. Imagen 1, procesada con el programa <i>Image J</i>
Consolidante	Nanorestore®
40 N	
	1. Imagen digital <i>DFC450C</i> de alta resolución.
	
	1.a. Imagen 1, procesada con el programa <i>Image J</i>

Tabla 61. Imágenes obtenidas con el Microscopio *Confocal LEICA DMR*, probetas pertenecientes al *Grupo B (1)*, en el ensayo de penetración del consolidante mediante tinción fluorescente con *Rodamina*.

12.4.2. Resultados obtenidos con los ensayos de penetración del consolidante mediante tinción con *LANASET BLUE 2R*.

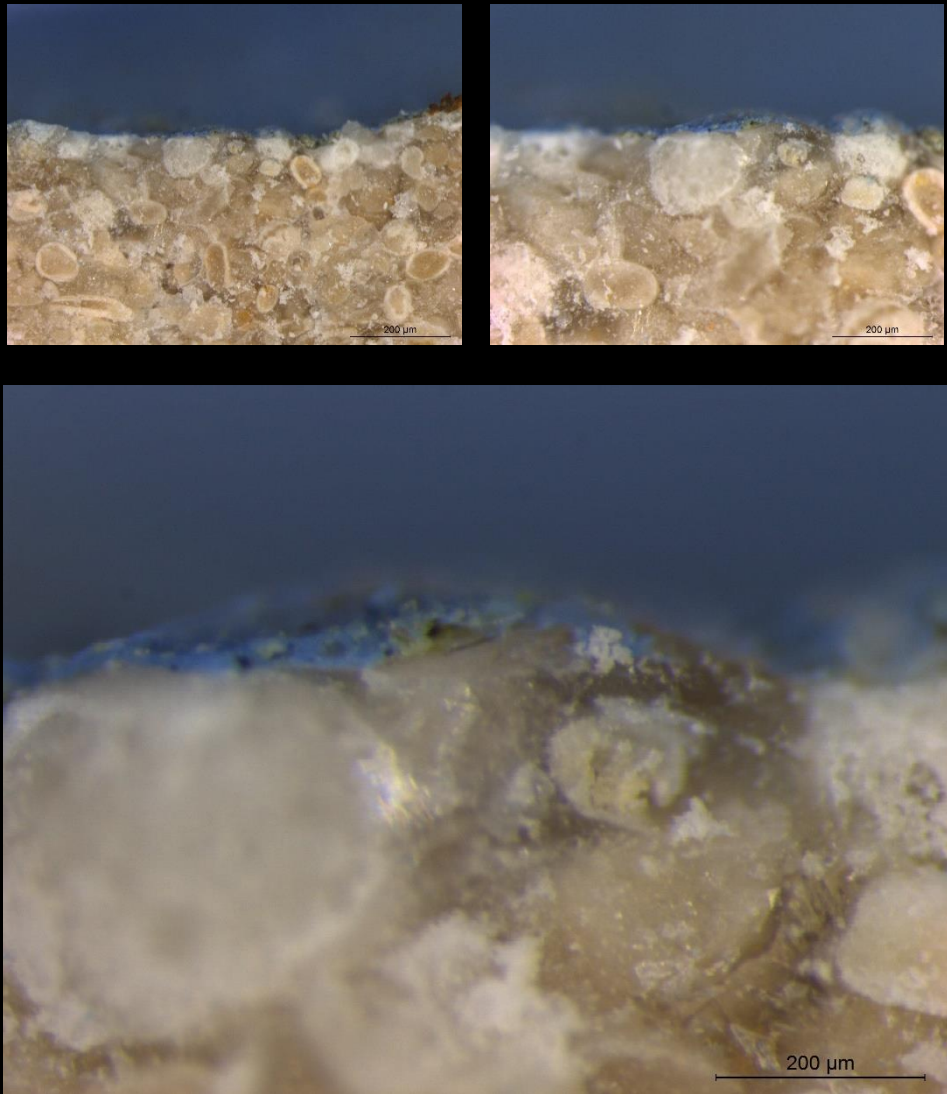
Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)	
Tipo de roca	Calcarenita espática.
ANÁLISIS	PENETRACIÓN DEL CONSOLIDANTE MEDIANTE TINCIÓN: <i>LANASET BLUE 2R</i>
Técnica analítica.	Microscopía de fluorescencia Confocal <i>LEICA DMR</i>
Consolidante	<i>CaLoSiL E5®</i>
PROBETA Grupo B (2)	<i>Probetas sin pulir que conservan la superficie original (3 capas de tratamiento aplicadas a pincel)</i>
41 E5	

Tabla 62. Imágenes obtenidas con el Microscopio *Confocal LEICA DMR* de la probeta 41 E5 [probeta *Grupo B (2)*], en el ensayo de penetración del consolidante mediante tinción con *LANASET BLUE 2R*.

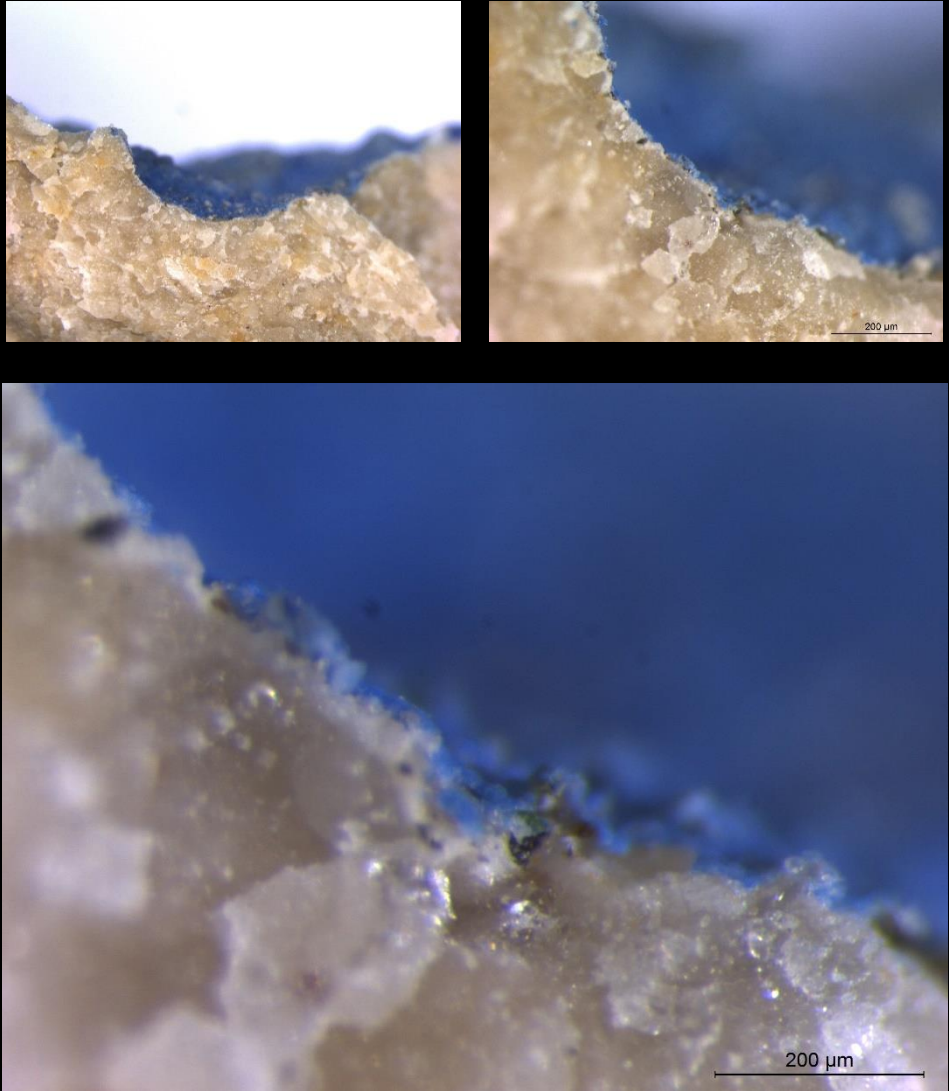
Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)	
Tipo de roca	Calcarenita espática.
ANÁLISIS	PENETRACIÓN DEL CONSOLIDANTE MEDIANTE TINCIÓN: LANASET BLUE 2R
Técnica analítica.	Microscopía de fluorescencia Confocal <i>LEICA DMR</i>
Consolidante	CaLoSiL E25 grey®
PROBETA Grupo B (2)	<i>Probetas sin pulir que conservan la superficie original (3 capas de tratamiento aplicadas a pincel)</i>
42 E25g	

Tabla 63. Imágenes obtenidas con el Microscopio Confocal *LEICA DMR* de la probeta 44 E25g [probeta *Grupo B (2)*], en el ensayo de penetración del consolidante mediante tinción con. *LANASET BLUE 2R*.

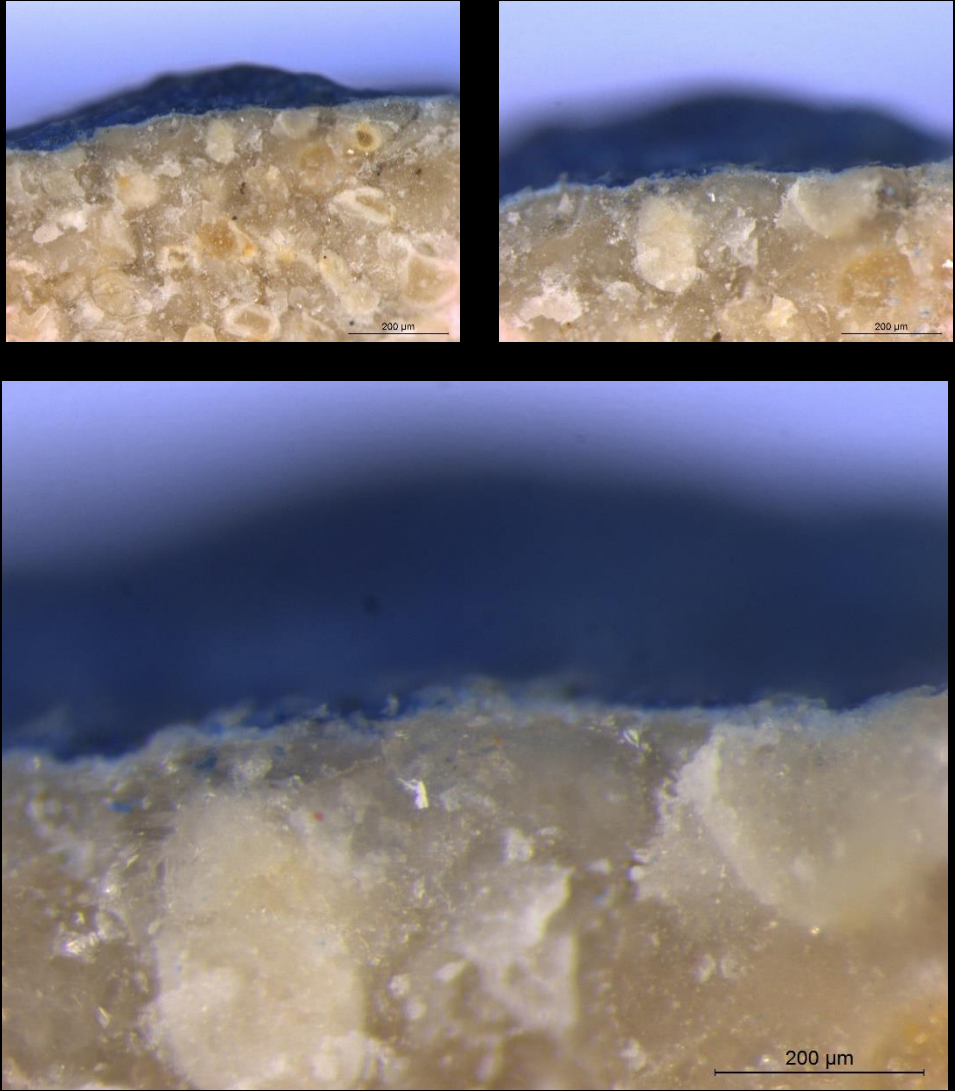
Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)	
Tipo de roca	Calcarenita espática.
ANÁLISIS	PENETRACIÓN DEL CONSOLIDANTE MEDIANTE TINCIÓN: LANASET BLUE 2R
Técnica analítica.	Microscopía de fluorescencia Confocal <i>LEICA DMR</i>
Consolidante	CaLoSiL IP5®
PROBETA Grupo B (2)	<i>Probetas sin pulir que conservan la superficie original (3 capas de tratamiento aplicadas a pincel)</i>
43 IP5	

Tabla 64. Imágenes obtenidas con el Microscopio *Confocal LEICA DMR* de la probeta 43 IP5 [probeta *Grupo B (2)*], en el ensayo de penetración del consolidante mediante tinción con *LANASET BLUE 2R*.

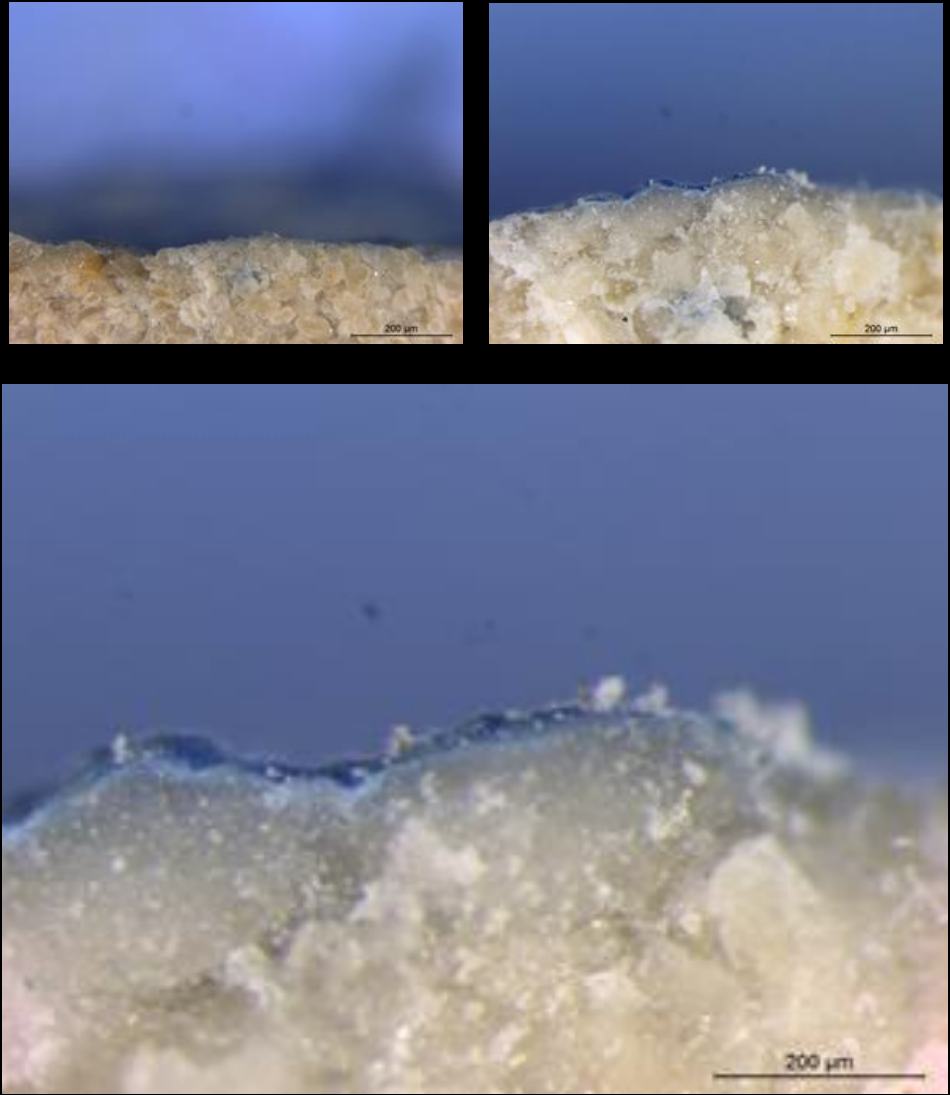
Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)	
Tipo de roca	Calcarenita espática.
ANÁLISIS	PENETRACIÓN DEL CONSOLIDANTE MEDIANTE TINCIÓN: LANASET BLUE 2R
Técnica analítica.	Microscopía de fluorescencia Confocal <i>LEICA DMR</i>
Consolidante	CaLoSiL NP5®
PROBETA Grupo B (2)	<i>Probetas sin pulir que conservan la superficie original (3 capas de tratamiento aplicadas a pincel)</i>
44 NP5	

Tabla 65. Imágenes obtenidas con el Microscopio *Confocal LEICA DMR* de la probeta 44 NP5 [probeta *Grupo B (2)*], en el ensayo de penetración del consolidante mediante tinción con *LANASET BLUE 2R*.

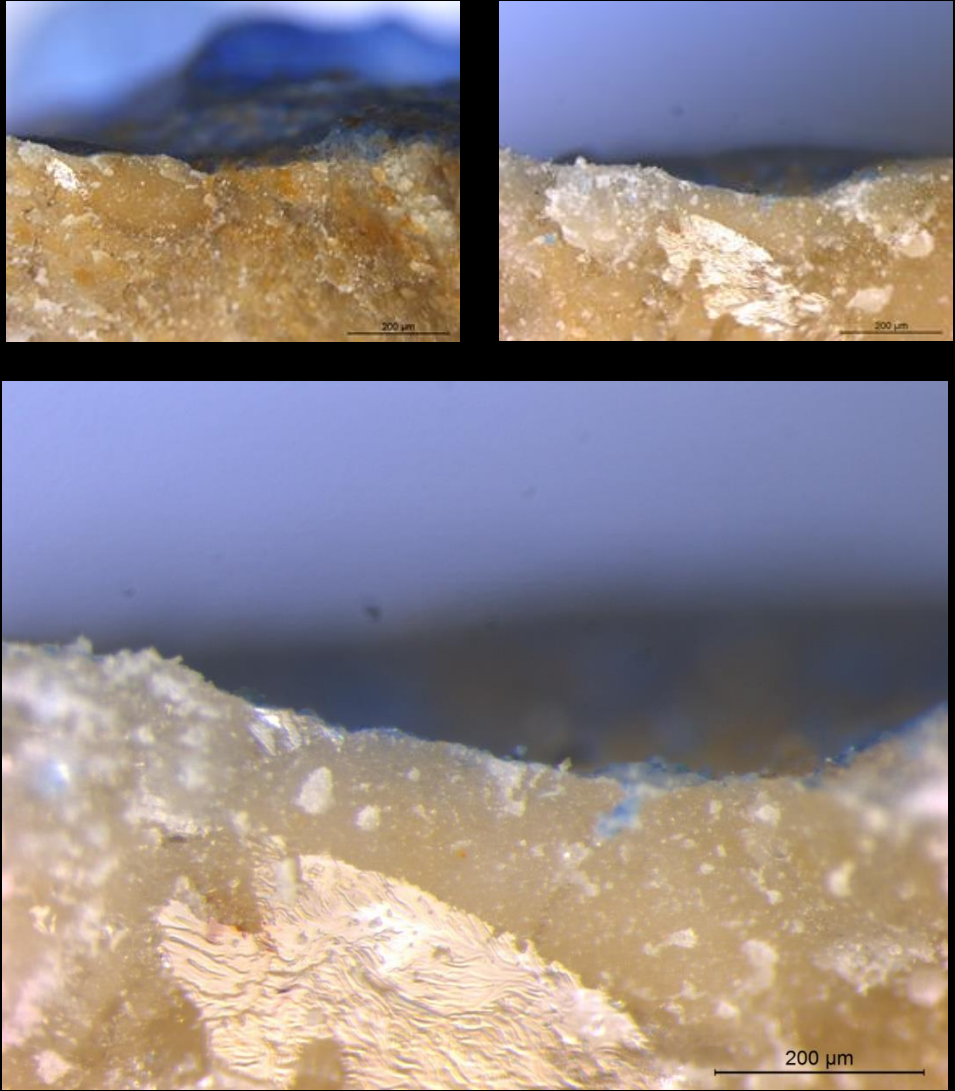
Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)	
Tipo de roca	Calcarenita espática.
ANÁLISIS	PENETRACIÓN DEL CONSOLIDANTE MEDIANTE TINCIÓN: LANASET BLUE 2R
Técnica analítica.	Microscopía de fluorescencia Confocal <i>LEICA DMR</i>
Consolidante	Nanorestore®
PROBETA Grupo B (2)	<i>Probetas sin pulir que conservan la superficie original (3 capas de tratamiento aplicadas a pincel)</i>
45 N	

Tabla 66. Imágenes obtenidas con el Microscopio *Confocal LEICA DMR* de la probeta 45 N [probeta *Grupo B(2)*], en el ensayo de penetración del consolidante mediante tinción con *LANASET BLUE 2R*.

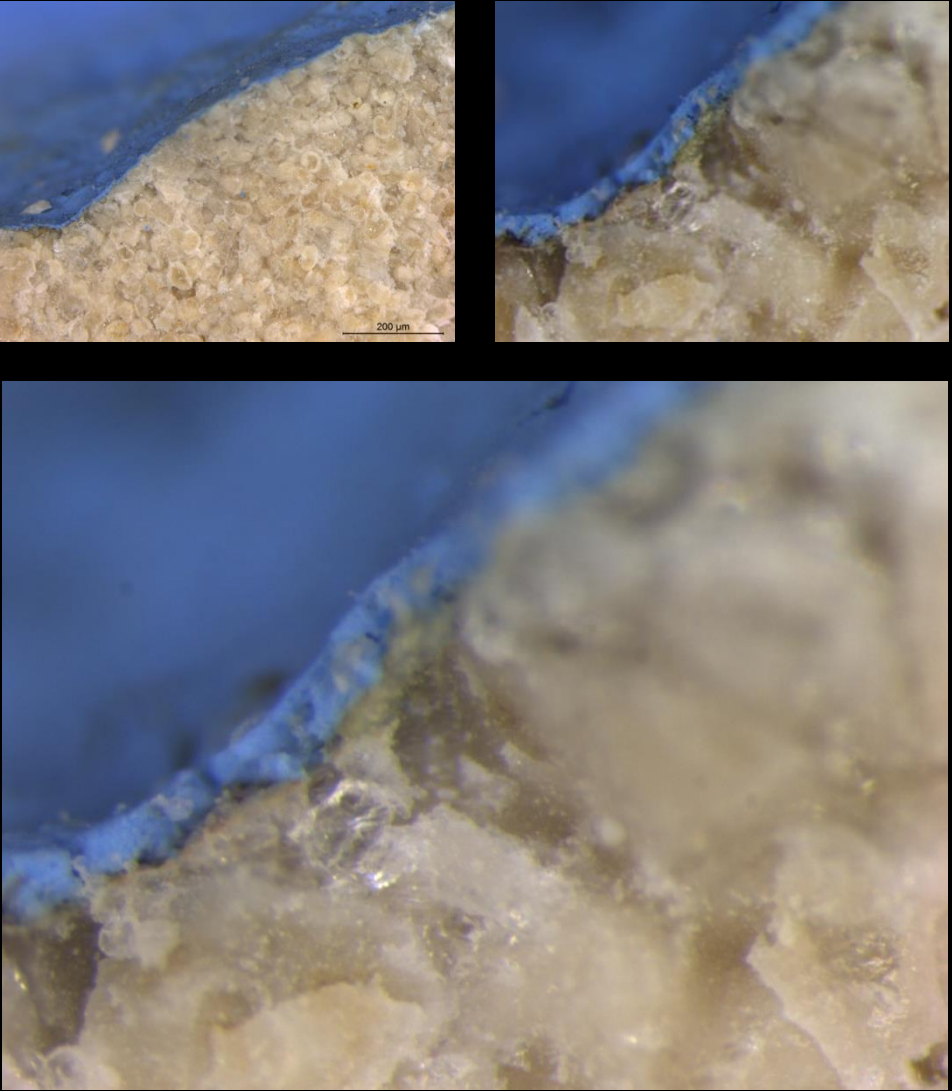
Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)	
Tipo de roca	Calcarenita espática.
ANÁLISIS	PENETRACIÓN DEL CONSOLIDANTE MEDIANTE TINCIÓN: LANASET BLUE 2R
Técnica analítica.	Microscopía de fluorescencia Confocal <i>LEICA DMR</i>
Consolidante	CaLoSiL micro®
PROBETA Grupo B (2)	<i>Probetas sin pulir que conservan la superficie original (3 capas de tratamiento aplicadas a pincel)</i>
46 M	

Tabla 67. Imágenes obtenidas con el Microscopio *Confocal LEICA DMR* de la probeta 46 M [probeta *Grupo B(2)*], en el ensayo de penetración del consolidante mediante tinción con *LANASET BLUE 2R*.

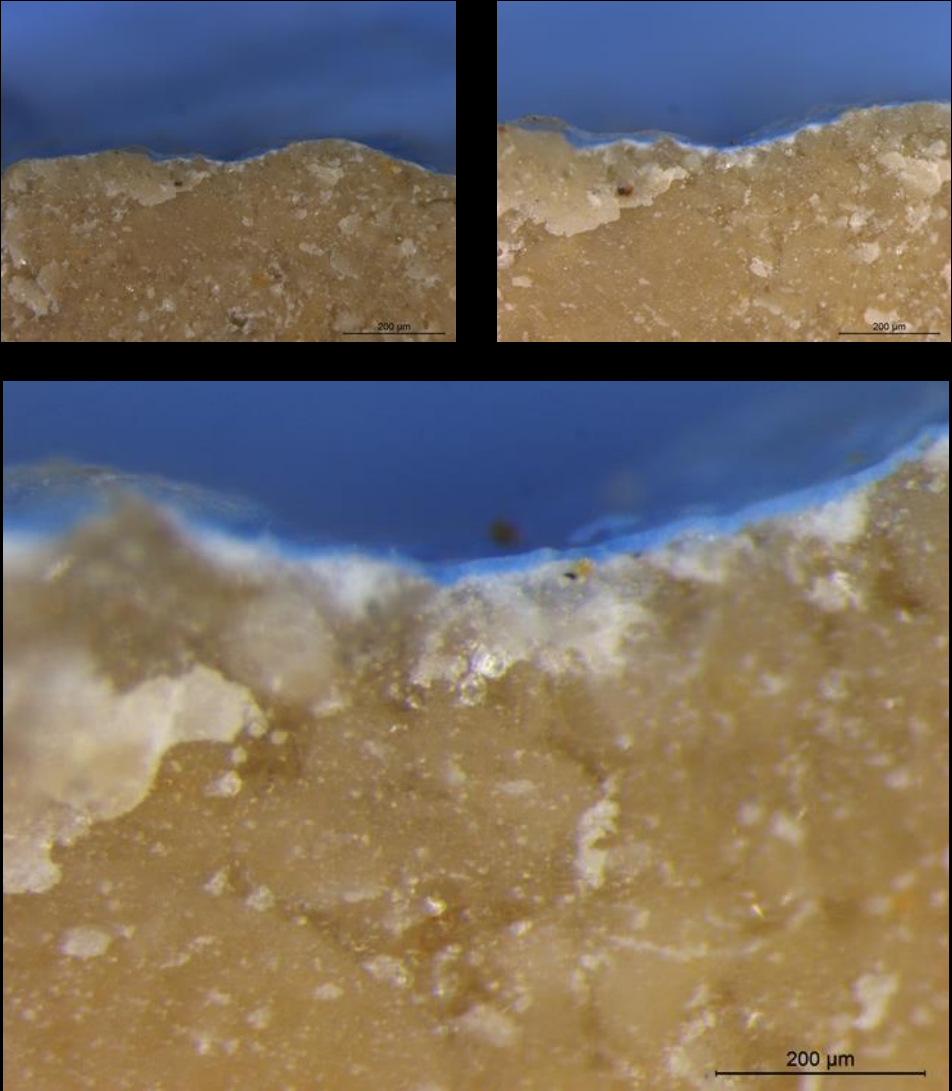
Pintura Rupestre Levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)	
Tipo de roca	Calcarenita espática.
ANÁLISIS	PENETRACIÓN DEL CONSOLIDANTE MEDIANTE TINCIÓN: LANASET BLUE 2R (aplicadas a pincel)
Técnica analítica.	Microscopía de fluorescencia Confocal <i>LEICA DMR</i>
Consolidante	CaLoSiL paste like®
PROBETA Grupo B (2)	<i>Probetas sin pulir que conservan la superficie original (3 capas de tratamiento)</i>
47 PL	

Tabla 68. Imágenes obtenidas con el Microscopio *Confocal LEICA DMR* de la probeta 47 PL [probeta *Grupo B (2)*], en el ensayo de penetración del consolidante mediante tinción con *LANASET BLUE 2R*.

12.5. DISCUSIÓN.

Tras los ensayos realizados y el seguimiento llevado a cabo antes, durante y después de éstos, se han generado datos a partir de los cuales, se ha podido determinar el comportamiento de los consolidantes nanoparticulados utilizados en esta investigación. Permitiendo obtener percepciones del comportamiento de estos productos sobre la roca calcarenita espática de *Cova Remígia*.

Obtenidos los resultados se establece una relación entre las probetas que han sido tratadas con el mismo consolidante, estableciendo una comparativa entre el comportamiento experimentado por las probetas que mantienen la superficie original [*Grupo B (1)*] y el experimentado por aquellas que han sido previamente pulidas (*Grupo A*). De modo que, a continuación se enumeran los resultados obtenidos con los distintos consolidantes:

1. **CaLoSiL E5® disuelto en etanol, probetas 1 E5 (grupo A)-16 E5 [grupo B (1)].**

Para elaborar este primer examen del consolidante, se utilizó microscopía electrónica de barrido SEM-EDX S-4800 (ver capítulo de Metodología), en este caso las muestras de los productos fueron recubiertas con partículas de polvo de carbono. El análisis se efectuó de forma individualizada³³¹ de cada material consolidante testado, antes de ser aplicado sobre la superficie pétreo, de este modo se consigue el estudio específico del consolidante evitando interferencias con el soporte pétreo.

Este primer contacto con el material aportó información morfológica, topográfica y de distribución espacial de las nanopartículas que lo componen. Posteriormente los resultados se contrastaron con los obtenidos cuando estos materiales son aplicados sobre soporte rocoso, tanto con la superficie de la roca previamente pulida, como sobre aquellas que conservaban el recubrimiento o pátina original.

En el análisis realizado para el estudio de la morfología del *CaLoSiL E5®* se observa que: las nanopartículas hexagonales de hidróxido cálcico (en forma laminar), no mantienen un tamaño regular, distribuyéndose superficialmente de manera irregular formando pequeñas aglomeraciones. No crea films compactos y uniformes, característica positiva ya que en caso contrario ocasionaría efectos de sellado de la estructura porosa de la roca, pudiendo generar alteraciones físico-mecánicas superficiales al obstruir la libre circulación del agua, de modo que se confirma que el *CaLoSiL E5®* mantiene estable la permeabilidad de la roca.

En cuanto a los parámetros colorimétricos, se realizaron cuatro tomas de datos tanto de la probeta 1 E5 como de la probeta 16 E5. La primera generación de datos se obtuvo de las probetas sin producto (estado inicial), para ello se seleccionó una zona que sirvió de referente para realizar las posteriores mediciones colorimétricas, estableciendo de este modo una comparativa correlativa. Posteriormente se realizaron mediciones colorimétricas en ambas probetas, estas mediciones se realizaron sistemáticamente tras la aplicación del producto con una, dos

³³¹ Para realizar este análisis individualizado de los consolidantes testados, con la finalidad de observar su morfología, no se precisó la metalización (con polvo de carbono) de las distintas muestras.

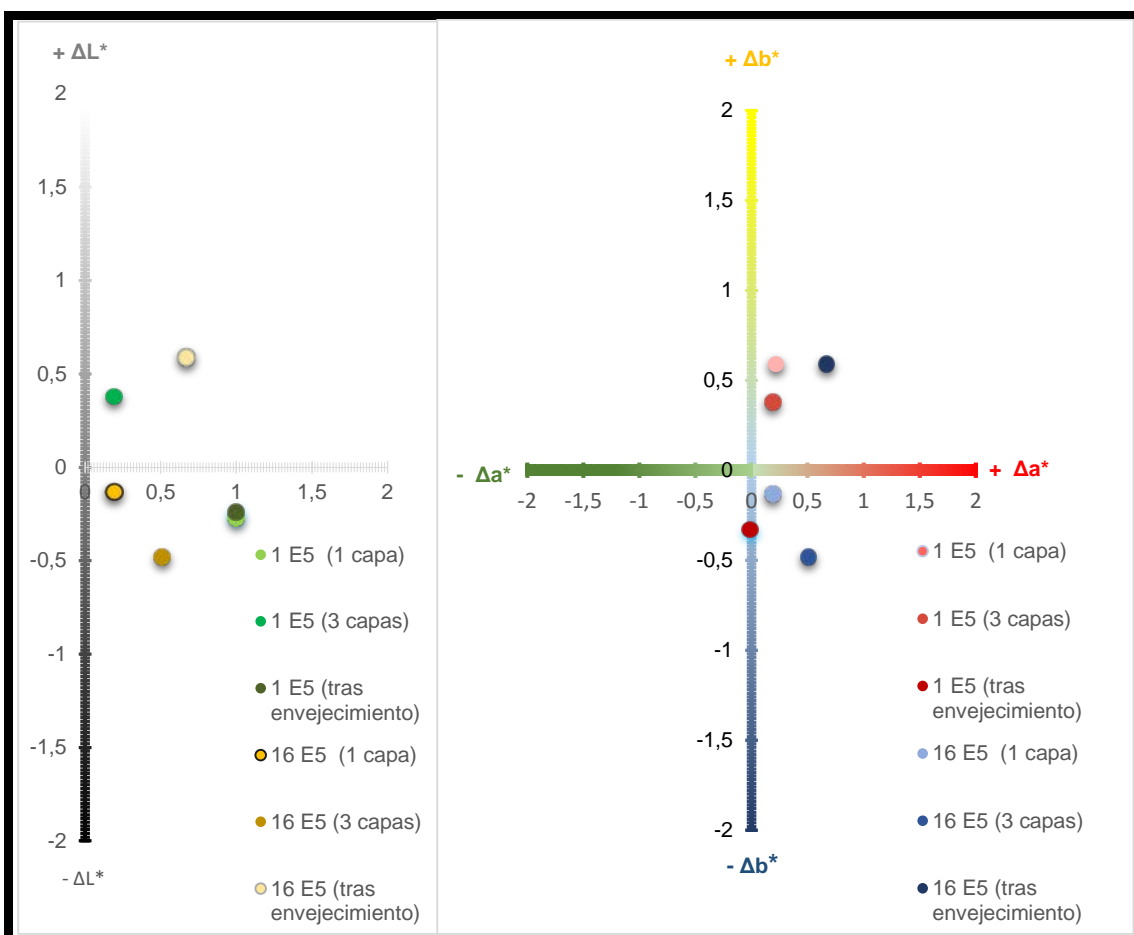
y tres aplicaciones; y tras los ciclos de envejecimiento acelerado. De este análisis se observa que: sobre una superficie rocosa, previamente pulida (probeta 1 E5), la muestra experimenta un leve incremento de la luminancia ΔL^* ; iniciándose en valores negativos (-0,27) en la primera capa de aplicación de producto y finalizando con valores positivos (+0,03) en la tercera aplicación. Es decir, la muestra se aclara, con respecto al estado inicial. Respecto a los valores de los parámetros del factor Lab a*, se ha producido un insignificante descenso pero se mantienen los valores positivos; es decir, de un valor de $\Delta Lab a^* = 0,22$ experimentado en la primera capa de aplicación del consolidante, ha descendido a un valor de 0,19 (en la tercera capa de aplicación). De modo que la muestra mantiene una tonalidad rojiza. Finalmente los valores del parámetro Δb^* han experimentado un descenso, pero manteniéndose en valores positivos, es decir, la muestra ha perdido tonalidad amarilla tornándose azulada.

Haciendo una valoración global de la muestra 1 E5, ésta apenas ha sufrido variación de color, situándose el DE^* en 0,43, mientras que en la primera capa tenía un valor de $DE^* = 0,68$. La probeta sufre un cambio evidente, tras el envejecimiento acelerado, en cuanto a los parámetros Lab*, de hecho en la muestra, se ha producido un oscurecimiento, ya que se torna más verde y azulada, según los valores Δb^* y Δa^* . A pesar de ello, la variación de color es inapreciable con un valor final de $DE^* = 0,40$.

Si se compara este comportamiento colorimétrico con el experimentado en la probeta 16 E5 (cuya superficie no ha sido pulida), se observa un comportamiento distinto con respecto a la probeta 1E5 (con la superficie pulida). El comportamiento de la muestra, tras la aplicación de las 3 capas de consolidante, experimenta un incremento de luminosidad, además de tornarse más rojiza y azulada. Tras el envejecimiento se ha incrementado el valor de ΔL^* , además de los valores Δa^* y Δb^* .

La diferencia de comportamiento entre la probeta 1 E5 y 16 E5, aún habiendo sido tratadas con el mismo consolidante y en las mismas condiciones, es apreciable tras analizar los resultados obtenidos en el registro de parámetros colorimétricos. Aunque visualmente, estas variaciones no llegan a ser perceptibles, es evidente que se ha producido una diferencia de valores, tanto de ΔL^* (Luminosidad), como de Δa^* y Δb^* , es decir, la muestra 1 E5, ha ganado en luminosidad tras aplicar las tres capas

de *CaLoSiL E5®*, no obstante después de los ciclos de envejecimiento acelerado se torna más oscura, este comportamiento es totalmente inverso al de la probeta 16 E5, que tras el envejecimiento acelerado se torna más clara. Respecto al parámetro a^* , la probeta 1 E5 experimenta una variación de color hacia tonos más verdes y azulados (tras el envejecimiento acelerado), mientras que la probeta 16 E5 reacciona de modo totalmente inverso, es decir, tras el envejecimiento se torna más rojiza y amarillenta. En general se observa una variación de color más notable en la muestra con la superficie sin pulir (16 E5), e inverso con respecto a la probeta 1 E5 (con la superficie pulida) (ver Gráfica 47).



Gráfica 47. Parámetros colorimétricos de las probetas 1 E5 (*grupo A*, con la superficie pulida) y 16 E5 (*grupo B (1)*, con la superficie sin pulir), tratadas con 3 capas de consolidante *CaLoSiL E5®*.

El comportamiento la roca con la superficie pulida es totalmente diferente, al de la roca en su estado natural, en cuanto a variaciones colorimétricas. Hecho que hace reflexionar sobre la importancia de los ensayos *in situ*. Ya que, los ensayos realizados en laboratorio en ocasiones difieren de los resultados que se puedan obtener en casos reales. Las investigaciones sobre el funcionamiento de los consolidantes en laboratorio, deben completarse con ensayos *in situ*, previos a la utilización de estos productos en casos reales.

Como se ha comentado, las probetas se sometieron a ensayos hídricos de absorción de agua por capilaridad siguiendo las pautas marcadas por la Norma UNE-En 15801. Este ensayo se realizó con las probetas sin tratamiento y posteriormente se repitió el proceso tras la tercera capa de aplicación de consolidante y tras los ciclos de envejecimiento acelerado. Los datos registrados durante las tres fases del estudio permiten determinar si el *CaLoSiL E5®* interfiere en el comportamiento de la roca con respecto a su estado original. Estos tres momentos (estado inicial de las probetas sin tratar, una vez aplicado el tratamiento, y tras sometimiento a ciclos de envejecimiento acelerado), son puntos críticos en cuanto a la generación de datos, a partir de los cuales se pueden establecer valores comparativos entre las muestras. Los resultados obtenidos con los ensayos de absorción de agua por capilaridad revelan que: la probeta 1 E5 sin tratar, inicia un aumento de masa (en el minuto uno), a partir de establecer contacto con el agua, aumentando de forma progresiva hasta el minuto 5, pasado este punto, se estabiliza durante media hora. Y a partir de los 30 min se inicia un incremento progresivo hasta las 8 h que llega a saturación total estabilizándose. Una pequeña variación se detecta al aplicar las tres capas de consolidante, el inicio de la absorción se pospone hasta el 3^{er} minuto y a partir de este instante, se incrementa muy poco la masa hasta el minuto 5 que se estabiliza hasta los 30 min. Es en este instante cuando se inicia el ascenso progresivo hasta finalizar el ensayo a las 24 h. Totalmente diferente es el comportamiento de esta probeta tras el ensayo de envejecimiento acelerado. La probeta ha experimentado un incremento del peso inicial, que se mantiene estable durante la primera media hora, sin variación. A partir de este punto (min 30), se inicia un ascenso progresivo hasta finalizar el ensayo.

De estos resultados se deduce que, se ha producido una disminución de la absorción capilar, durante la primera media hora, a partir de aquí se produce el punto de inflexión donde se inicia el ascenso progresivo.

Si se establece una comparativa con los resultados obtenidos de la probeta 16 E5, se observa de nuevo que el comportamiento es diferente con respecto a la muestra con la superficie pulida (1 E5). Se detectan más puntos de inflexión durante el desarrollo del ensayo. La probeta sin tratar se mantiene estable hasta los 10 min, donde experimenta un pequeño ascenso de masa, que se mantendrá hasta las 8 h donde se observa otro punto de inflexión. Cuando se aplican las 3 capas de producto se aprecia (a través del trazado de la gráfica) un comportamiento irregular, con varios puntos bruscos de variación de masa durante el transcurso del ensayo. Tras el ensayo de envejecimiento acelerado la probeta aumenta de masa y vuelve a adoptar el comportamiento inicial, es decir, cuando la probeta todavía estaba sin tratar con el consolidante.

Durante la investigación se ha llevado, simultáneamente, un seguimiento de las distintas fases de los ensayos, mediante microscopía electrónica SEM-EDX. Estas imágenes revelan que el comportamiento del consolidante sobre la superficie pétrea, es similar al comportamiento observado en los estudios previos, en cuanto a morfología y distribución matérica del producto. El *CaLoSiL E5®* se dispone, sobre la superficie de las probetas, de forma irregular, formando pequeñas aglomeraciones. En algunas zonas queda la roca natural al descubierto, mientras que en otras zonas quedan depositadas importantes acumulaciones de nanopartículas de hidróxido cálcico. Donde la acumulación de producto es copiosa, se detecta la formación de microfisuras como se aprecia en la Figura 442; además de formación de craquelados en forma de cazoletas como se puede obser en la Figura 443.

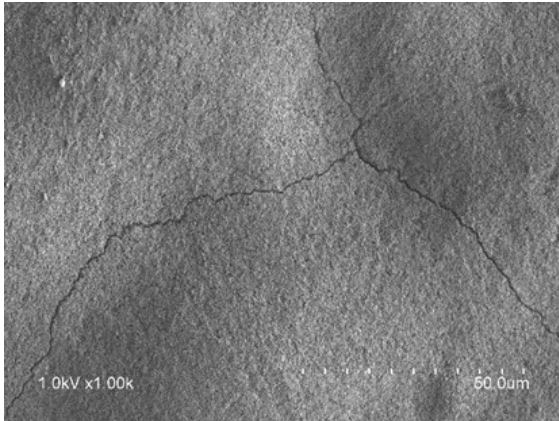


Figura 442. Probeta 1 E5, con 3 capas de *CaLoSiL E5®*. Tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

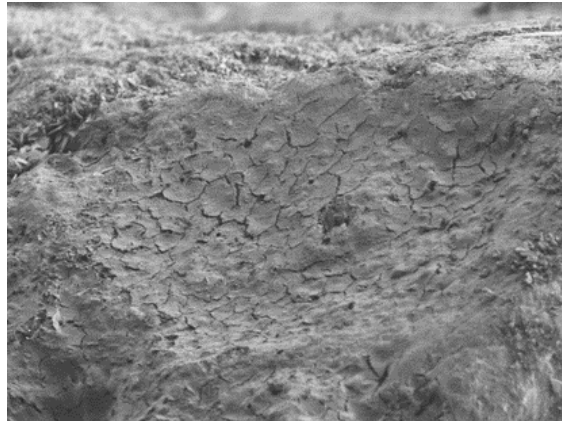


Figura 443. Probeta 1 E5, con 3 capas de *CaLoSiL E5®*. Tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .

Las nanopartículas generan películas superficiales irregulares, pero no generan films homogéneos y compactos. Tanto en las imágenes obtenidas de la probeta 1 E5, como las de la probeta 16 E5, se observa que la distribución del consolidante sobre la superficie es similar. En el caso de la probeta 16 E5, las partículas del *CaLoSiL®* se depositan en las zonas cóncavas de la muestra generando una superficie con relieves menos pronunciados. Al igual que en la probeta 1 E5, en la probeta 16 E5 también se ha detectado formación de microfisuras tras haberla sometido a ciclos de envejecimiento acelerado (ver Figura 444), además de presencia de microorganismos (ver Figura 445).

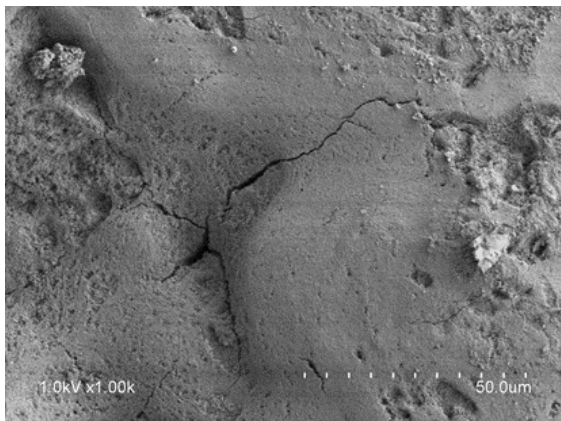


Figura 444. Detalle del consolidante *CaLoSiL E5*. Tras los ciclos de envejecimiento acelerado. Se observa la formación de microfisuras.

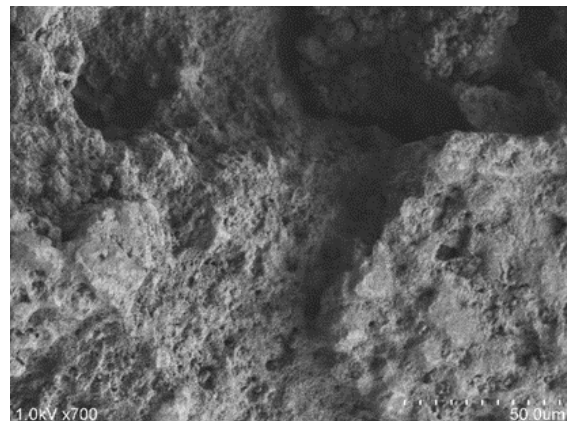


Figura 445. Detalle de la Probeta 16 E5, con 2 capas de *CaLoSiL E5®*. Se observa la presencia de microorganismos.

2. **CaLoSiL E25 grey® diluido en etanol, probetas 4 E25g (grupo A)-19 E25g [grupo B (1)].**

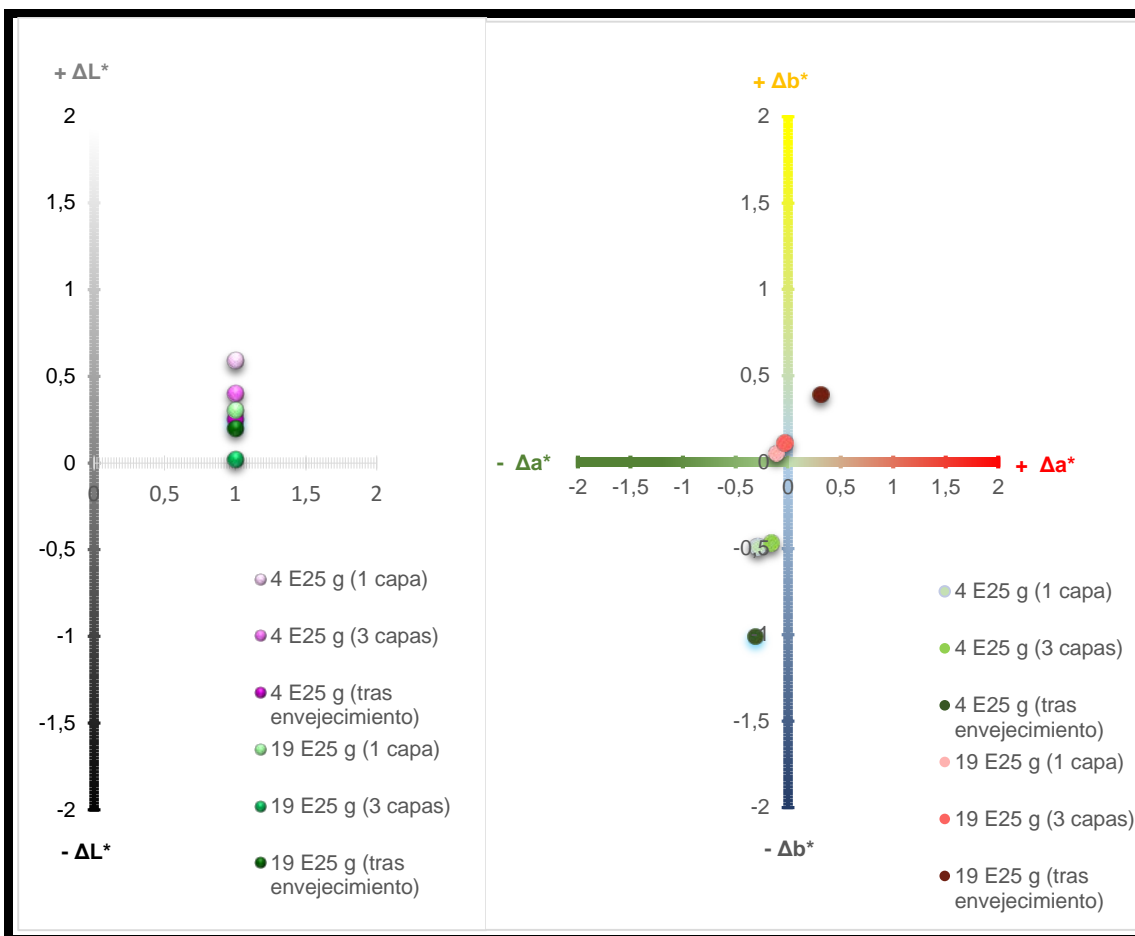
Según muestran las microfotografías obtenidas a través del SEM-EDX, realizadas para conocer la topografía y morfología de este consolidante, se observó que la morfología de las laminillas hexagonales de los cristales de hidróxido de cal no era tan regular como las observadas en el *CaLoSiL E5®*, y se encontraban combinadas con pequeños fragmentos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sin forma determinada. La fragmentación de las partículas hace que su disposición en superficie no genere tantas aglomeraciones, quedando éstas diseminadas sobre el soporte de forma irregular sin crear grandes acumulaciones de producto.

En cuanto a los resultados colorimétricos de la probeta 4 E25g ha revelado que la variación de Δa^* y Δb^* es prácticamente inexistente (entre la primera capa de consolidante y la tercera capa), no obstante experimenta valores más diferenciados tras los ciclos de envejecimiento acelerado. Los valores del parámetro Δa^* tras la aplicación del tratamiento es de -0.16 y tras el envejecimiento se sitúa en -0.31, es decir la muestra se torna más verdosa. Con respecto a los valores del parámetro Δb^* , de -0.47 (tras la aplicación de las tres capas de consolidante) pasa a -1.01 al envejecer, es decir la muestra se trona azulada. La variación en la luminancia es sutil comparando los valores obtenidos en la primera capa de aplicación del producto, con respecto a la tercera capa, observando el descenso del valor ΔL^* de 0,59 a 0,40. De modo que la muestra 4 E25g ha experimentado un leve oscurecimiento. Pero tras el envejecimiento acelerado el valor ΔL^* experimenta de nuevo un pequeño descenso, situándose en un valor de 0.25, es decir la muestra ha oscurecido (ver Gráfica 48).

Si se establece la comparativa de la probeta 4 E25g con respecto al comportamiento experimentado por la probeta 19 E25g, se observa que el valor la luminancia desciende al aplicar la tercera capa de consolidante, siendo el valor del parámetro ΔL^* : 0.30 (con una capa de consolidante), y de 0.02 (tras las tres aplicaciones de consolidante), es decir la probeta oscurece. Pero paradójicamente tras el ensayo de envejecimiento acelerado, aumenta el parámetro de ΔL^* situándose en

un valor de 0.20. De modo que comparando los valores obtenidos tras las tres capas de aplicación del producto con respecto los obtenidos tras los ciclos de envejecimiento acelerado, se origina un leve oscurecimiento. En cuanto al parámetro Δa^* tras la primera capa de tratamiento, se registran valores negativos (-0.11), que progresivamente aumentan hasta alcanzar valores positivos (0.31) después del envejecimiento acelerado; es decir, la muestra se torna más rojiza. En el caso de los valores Δb^* , tras la aplicación de las tres capas de consolidante se obtiene un valor de: 0.11, mientras que tras el envejecimiento acelerado experimenta un aumento situándose en: 0.39; es decir, la muestra tiende a amarillear tras las aplicaciones del tratamiento y los ciclos de envejecimiento acelerado (ver Gráfica 48).

Queda comprobado que el comportamiento en cuanto a los parámetros de Δa^* y Δb^* , de la probeta 4 E25g con respecto a la probeta 19 E25g, es inverso. Sin embargo con respecto a la luminancia siguen el mismo proceder, ambas probetas experimentan oscurecimiento al envejecer. Siendo la probeta con la superficie pulida (4 E25g) la que sufre una variación más brusca con respecto a la muestra sin pulir (19 E25g) que apenas oscurece.



Gráfica 48. Parámetros colorimétricos de las probetas 4 E25g (*grupo A*, con la superficie pulida) y 19 E25g [*grupo B (1)*, con la superficie sin pulir], tratadas con 3 capas de consolidante *CaLoSiL E25 grey®*.

En cuanto al comportamiento hídrico, el ensayo de absorción de agua por capilaridad del consolidante *CaLoSiL E25 grey®* sobre superficie pétreo de origen calcáreo, prácticamente es similar en todas las fases del tratamiento. La probeta 4 E25g sin tratar, experimenta una absorción capilar inicial hasta los 15 min. Este comportamiento es idéntico al de la probeta tratada con tres capas de *CaLoSiL E25 grey®*. A partir de los 15 min, la probeta “muestra”³³² 4 E25g, inicia un ascenso progresivo llegando a saturación a las 8 h, momento en el que se mantiene estable

³³² Es aquella que no lleva tratamiento, representa el estado inicial que presenta la roca. Los datos obtenidos a partir de esta muestra, servirán de referencia para determinar las posibles modificaciones que pueda experimentar la superficie pétreo una vez aplicado el consolidante y tras los distintos ensayos a los que ésta se someta.

hasta el final del ensayo a las 24 h. Mientras que la probeta 4 E25g con 3 capas de producto, tarda más en saturarse completamente de agua, siguiendo un ascenso progresivo hasta finalizar el ensayo. Tras el envejecimiento acelerado, se observa que la muestra ha incrementado la masa. Se inicia de nuevo el ensayo y la probeta 4 E25g, se mantiene en masa constante y no experimenta un aumento de masa hasta los 60 min. A partir de este instante inicia un ascenso progresivo sin experimentar puntos de inflexión bruscos.

Si se compara la probeta 4 E25g con la probeta 19 E25g, tratada con el mismo consolidante, se observa que el comportamiento es distinto. En este caso la probeta 19 E25g se mantiene estable hasta los 60 min. Se observa que tanto la probeta sin tratar como la probeta con las tres capas de tratamiento, siguen el mismo comportamiento. Tan sólo difieren en que la muestra sin tratar, experimenta el aumento de masa a las 8 h, mientras que la probeta con tratamiento, inicia este aumento mucho antes, a los 60 min. Tras el envejecimiento acelerado la probeta inicia el ensayo con un aumento de masa, experimentando un ascenso brusco de masa en 1^{er} min, a partir del cual se estabiliza hasta finalizar el ensayo.

Completando el estudio del comportamiento del *CaLoSiL E25 grey®*, con imágenes obtenidas con el microscopio electrónico, se observa cómo el consolidante se deposita uniformemente por la superficie pétreo sin crear aglomerados; generando una superficie con aspecto poco compacto, desdibujando las angulosidades del relieve. Se ha observado que en la superficie del consolidante, se forman microfisuras (ver Figuras: 446 y 447), y en algunas zonas adquiere un aspecto cuarteado. El origen de estas reacciones pueden ser causa de varios factores, entre ellos: la rápida evaporación del disolvente (etanol), la excesiva acumulación de consolidante, el método de aplicación, la disgregación del soporte original, etc.

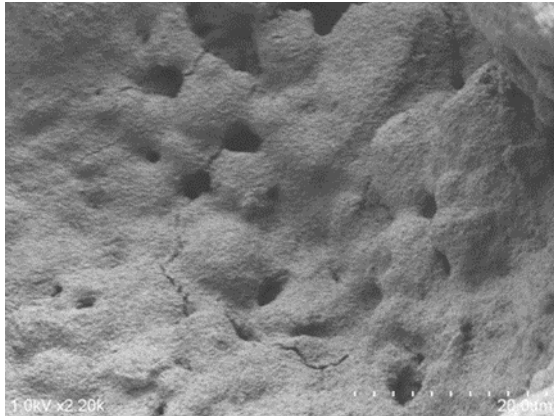


Figura 446. Detalle de la superficie pétreo tratada con CaLoSiIL E25 grey®. Tras los ciclos de envejecimiento acelerado. Se observa formación de fisuras.

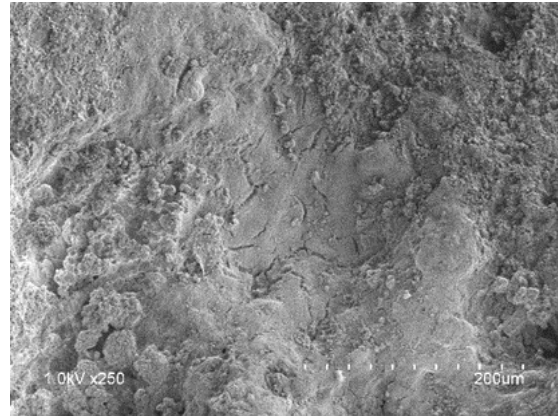


Figura 447. Probeta 19 E25g. Detalle de las fisuras formadas con la aplicación de 3 capas de CaLoSiIL E25 grey®.

Tras el envejecimiento acelerado y los ciclos de contaminación atmosférica con atmósfera saturada de SO_2 , se aprecia el gran deterioro superficial sufrido, se detecta la presencia de formaciones esféricas recubiertas por material filmógeno orgánico, que se asemejan y recuerdan a superficies pétreas tratadas con polímeros sintéticos. Esta película superficial, de aspecto plastificado y poco homogéneo, se presenta fragmentada por la presencia de estructuras esféricas de diversos tamaños que se extienden por toda la superficie. Este fenómeno sólo se ha detectado en las probetas tratadas con CaLoSiIL E25 grey®, tanto en la probeta perteneciente al grupo A (4 E25g) como en la probeta del grupo B (1) (19 E25g). Posiblemente estas estructuras esféricas tengan origen orgánico, pero este dato se debería de certificar mediante la realización de un estudio por medio de cromatografía de gases. Ante la imposibilidad de efectuar tal ensayo (debido a la destrucción de la muestra) se procedió a realizar microanálisis sobre las formaciones esféricas para ser comparados con otros realizados en zonas carentes de estas formaciones, el resultado de éstos determinó que en las esferas los niveles de carbono (C) aumentaban considerablemente mientras que los niveles de calcio (Ca) disminuían, estos resultados se compararon con los obtenidos de zonas carentes de estas estructuras [ver Anexo VIII. Microanálisis de rayos X (SEM-EDX)]. La prueba revela que posiblemente se trate de formaciones orgánicas cuyo origen actualmente se desconoce.

Además se ha observado la formación de estructuras cristalinas (cuarcita, aragonito), tras haberlas sometido a ciclos de envejecimiento acelerado y ciclos de contaminación atmosférica por saturación de partículas de SO_2 (ver Figuras: 448 y 449).

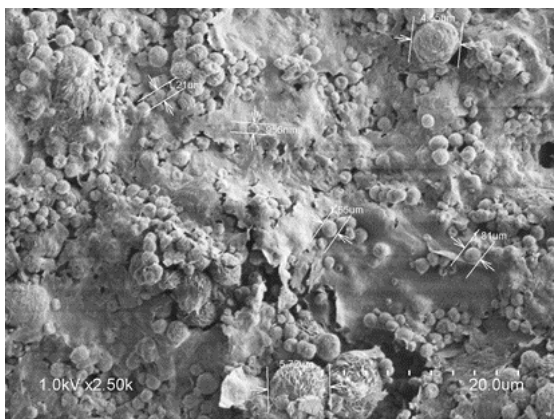


Figura 448. Superficie pétreo tratada con *CaLoSiL E25 grey®*, tras los ciclos de envejecimiento acelerado.

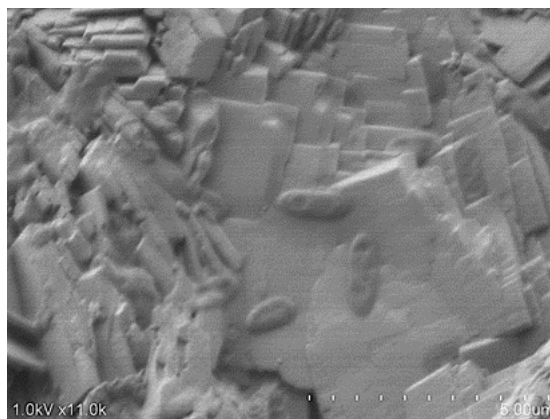


Figura 449. Probeta 4 E25g, se observa la formación de cristales de cuarcita y la presencia de bacterias. Tras los ciclos de envejecimiento acelerado y exposición a atmósfera contaminada por saturación de SO_2 .

El hecho de haber estado sometidas al efecto contaminante del dióxido de azufre SO_2 y a humedad, ha generado la disolución de carbonato cálcico que forma parte de la composición de la roca. Este carbonato cálcico asociado al consolidante aplicado, puede generar una nueva carbonatación al entrar en contacto con la CO_2 atmosférico, que con la pérdida de humedad se desencadena el proceso de carbonatación produciendo un aumento de masa y de volumen. Esta nueva capa de carbonato se caracteriza por ser menos insoluble. Además la recristalización de sales ocasiona el sellado parcial de la red porosa, que podría explicar la reacción de la muestra a mantenerse estable durante todo el ensayo de absorción de agua por capilaridad, sin experimentar aumento de masa.

Otra teoría que explica el fenómeno experimentado en las muestras tras el envejecimiento acelerado y los ciclos de contaminación atmosférica por saturación de

SO₂, es la transformación de la calcita en aragonito³³³, fenómeno altamente probable en este caso, ya que según la información petrográfica, el sustrato analizado es una ooesparita, formada por oolitos u ooides que son pequeñas esferas carbonatadas de origen sedimentario, que pueden formarse tanto por precipitaciones de calcita o aragonito. Para comprobar el origen de la formación de aragonito presente en las probetas tras someterlas a ciclos de contaminación atmosférica por saturación de SO₂, se procedió a analizar al SEM una probeta de roca original (P0) tras someterla a ciclos de contaminación de SO₂. Este procedimiento permitió demostrar que la presencia de aragonito era debida a los propios componentes naturales de la roca, como se puede observar en las (Figuras 450 y 451).

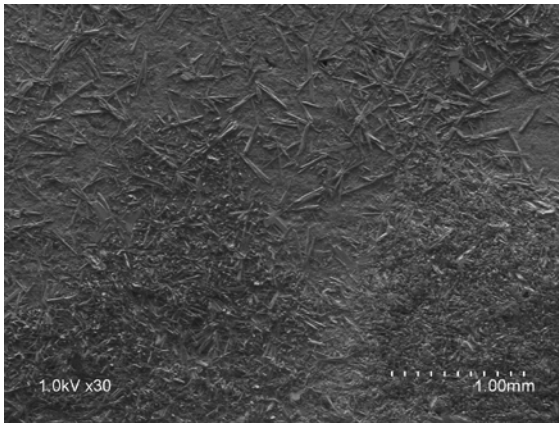


Figura 450. Probeta muestra P0, sin tratar sometida a ciclos de contaminación atmosférica por partículas de SO₂.

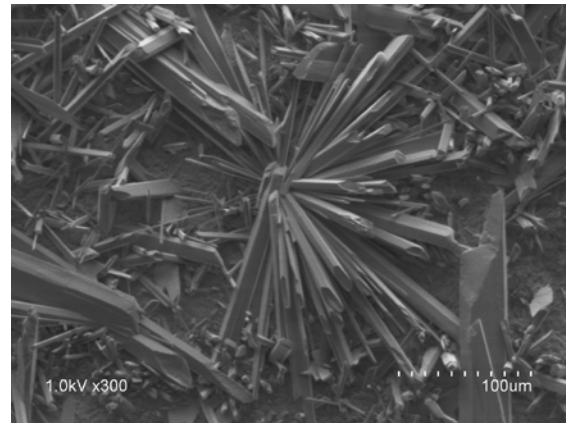


Figura 451. Detalle imagen anterior. Se observa la formación de cristales de aragonito.

³³³ Para mayor información consultar: GOMEZ-VILLALBA, L. S.; LÓPEZ-ARCE, P.; ALVAREZ DE BUERGO, M. & FORT, R. Atomic defects and their relationship to aragonite–calcite transformation in portlandite nanocrystal carbonation. *Crystal Growth & Design*, Vol. 12, nº 10, 2012. pp. 4844-4852.

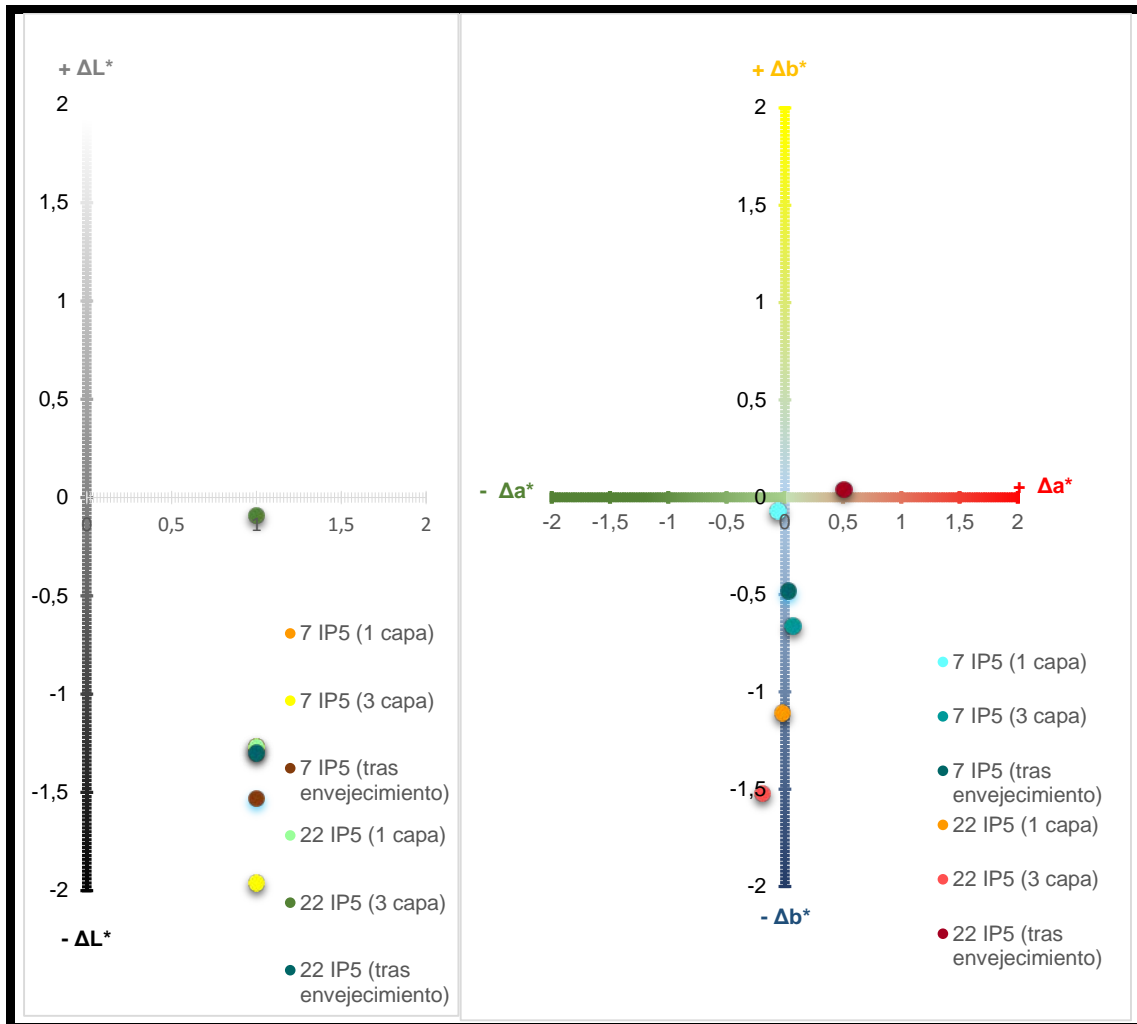
3. **CaLoSiL IP5® en isopropanol, probetas 7 IP5 (grupo A)-22 IP5 [grupo B (1)].**

En el estudio previo realizado para analizar la morfología del nanoparticulado y disposición espacial del material se observa, a través de las imágenes con microscopía electrónica de barrido SEM-EDX, que las nanopartículas poseen una estructura laminar de tamaño muy irregular, algunas hexagonales y otras en forma de tetraédrica, entremezcladas con pequeños fragmentos irregulares. El aspecto que muestra el consolidante al ser aplicado sobre una superficie es regular y homogénea, sin formación de grandes aglomeraciones.

En cuanto las mediciones colorimétricas, reflejan que la probeta 7 IP5 tratada con *CaLoSiL IP5®*, apenas sufre variaciones colorimétricas tras las aplicaciones del tratamiento, tan sólo se aprecia un incremento de ΔL^* de -1.56 a -1.96, es decir, se produce un oscurecimiento de la muestra tras la aplicación de las tres capas de tratamiento. Sin embargo tras el envejecimiento acelerado se produce una variación de ΔL^* situándose en un valor de -1.53, es decir la muestra se aclara con respecto a los parámetros que mostraba tras la aplicación del tratamiento. Si se compara el comportamiento de la probeta 7 IP5 (*Grupo A*, muestra con la superficie pulida), con el experimentado por la muestra 22 IP5 (*Grupo B (1)*, muestra con la superficie sin pulir), tratada con el mismo consolidante y las mismas condiciones, se observa que los valores ΔL^* de la probeta 22 IP5 experimentan un incremento, pasando de un valor de -0.09 (tras la aplicación del tratamiento) a -1.30 (tras el envejecimiento acelerado). Esta variación indica que se produce un oscurecimiento de la probeta. Comparando las dos muestras se aprecia que experimentan un comportamiento inverso, pero en ambos casos tras los ciclos de envejecimiento los valores de ΔL^* se aproximan a los iniciales (probetas con una capa de producto). En cuanto a la variación del valor Δa^* , la muestra 7 IP5 experimenta una ligera variación de 0.04 puntos, es decir, tras la aplicación de tres capas de producto el valor Δa^* es 0.07 y tras el envejecimiento experimenta un valor de 0.03, la muestra se torna más verdosa. Mientras que la probeta 22 IP5, tras los ciclos de envejecimiento acelerado se torna más rojiza, ya que los valores de Δa^* pasan de -0.19 (tras la aplicación del tratamiento) a 0.51 (tras el

envejecimiento acelerado). En esta comparación apreciamos que el comportamiento entre las dos muestras es inverso, mientras que la muestra con la superficie pulida (7 IP5) sufre una variación hacia tonos verdosos, la muestra sin pulir (22 IP5) experimenta una reacción inversa hacia tonalidades rojizas. En cuanto a los valores Δb^* de la probeta 7 IP5 tras la aplicación del tratamiento es de -0.66, mientras que al finalizar el envejecimiento acelerado es de -0.48, se observa que la muestra amarillea con el paso del tiempo. Comparando estos resultados con los experimentados por la probeta 22 IP5, observamos que ésta también sufre amarilleamiento tras los ciclos de envejecimiento acelerado, pero en este caso mucho más acentuado, presentando un valor de Δb^* de -1.52 (tras el tratamiento) y de 0.04 (después de los ciclos de envejecimiento acelerado), como se comprueba ambas muestras amarillean al envejecer.

En general se han producido leves modificaciones y cambios cromáticos, pero estos no se consideran significativos, se puede afirmar que el comportamiento de este material se ha mantenido estable, después de realizar el tratamiento y tras los ciclos de envejecimiento acelerado. Tanto de la probeta con la superficie pulida (7 IP5) como de la probeta sin pulir (22 IP5).



Gráfica 49. Parámetros colorimétricos de las probetas 7 IP5 (grupo A, con la superficie pulida) y 22 IP5 [grupo B (1)], con la superficie sin pulir, tratadas con 3 capas de consolidante CaLoSiL IP5®.

Respecto a los resultados obtenidos tras el ensayo de absorción de agua por capilaridad, se observa que la muestra 7 IP5 sin tratar, inicia el incremento de masa durante el primer minuto, en el que entra en contacto con el agua, a partir de este instante permanece estable hasta los 5 min, momento en el que experimenta otro incremento de masa permaneciendo estable hasta los 60 min, punto en el que inicia el ascenso progresivo incrementando la masa hasta final del ensayo. Cuando se aplica el tratamiento, el comportamiento capilar de la muestra varía, se observa que en la muestra se ha producido un incremento de masa de partida, al igual que la probeta sin tratamiento, en el minuto 1 se percibe una inflexión en la que la muestra entra en un

estado estable, éste se prolonga hasta los 15 min. Las capas aplicadas de consolidante han provocado que la absorción de agua se ralentice, experimentando el siguiente incremento de masa a los 60 min. A partir de este momento, experimenta un incremento progresivo que se prolonga hasta las 8 h, momento en el que se estabiliza hasta finalizar el ensayo. Analizando la muestra tras el ensayo de envejecimiento acelerado se observa que se inicia el ensayo con un incremento mayor de masa respecto a las fases anteriores, y se mantiene estable desde el inicio del ensayo hasta los 60 min punto en el que experimenta un leve incremento de masa, adquirido de forma lenta y progresiva durante 7 h, trascurrido este tiempo la probeta vuelve a estabilizarse sin aumentar de peso hasta finalizar el ensayo.

Si se establece la comparativa con la probeta 22 IP5, observamos que varía el comportamiento capilar con respecto a la probeta anterior 7 IP5. En este caso tanto la probeta sin tratar como la probeta con tratamiento, siguen el mismo comportamiento. Se mantienen estables desde el inicio del ensayo sin producirse modificación alguna hasta los 60 min, pasado este tiempo se inicia un ascenso progresivo hasta las 8 h, punto en el cual encuentra la estabilidad hasta final del ensayo. El comportamiento de la muestra tras los ensayos de envejecimiento acelerado sin iguales pero la estabilidad inicial se prolonga hasta las 8 h, a partir de este momento se inicia el ascenso progresivo hasta las 24 h, momento en el que finaliza el ensayo.

Si se observa la forma en la que este consolidante se comporta sobre la superficie pétreo de tipo calcerenita espática (oesparita), se observa como éste se reparte homogéneamente por la superficie colmando los intersticios, fisuras, oquedades, suavizando la orografía de la muestra. Los nanocristales cálcicos se depositan en la superficie formando pequeñas acumulaciones generando una superficie con aspecto grumoso, en el que se aprecia, que algunas zonas lisas de la muestra quedan libres de material consolidante.

4. **CaLoSiL NP5® en 1-propanol, probetas 10 NP5 (grupo A)-25 NP5 [grupo B (1)].**

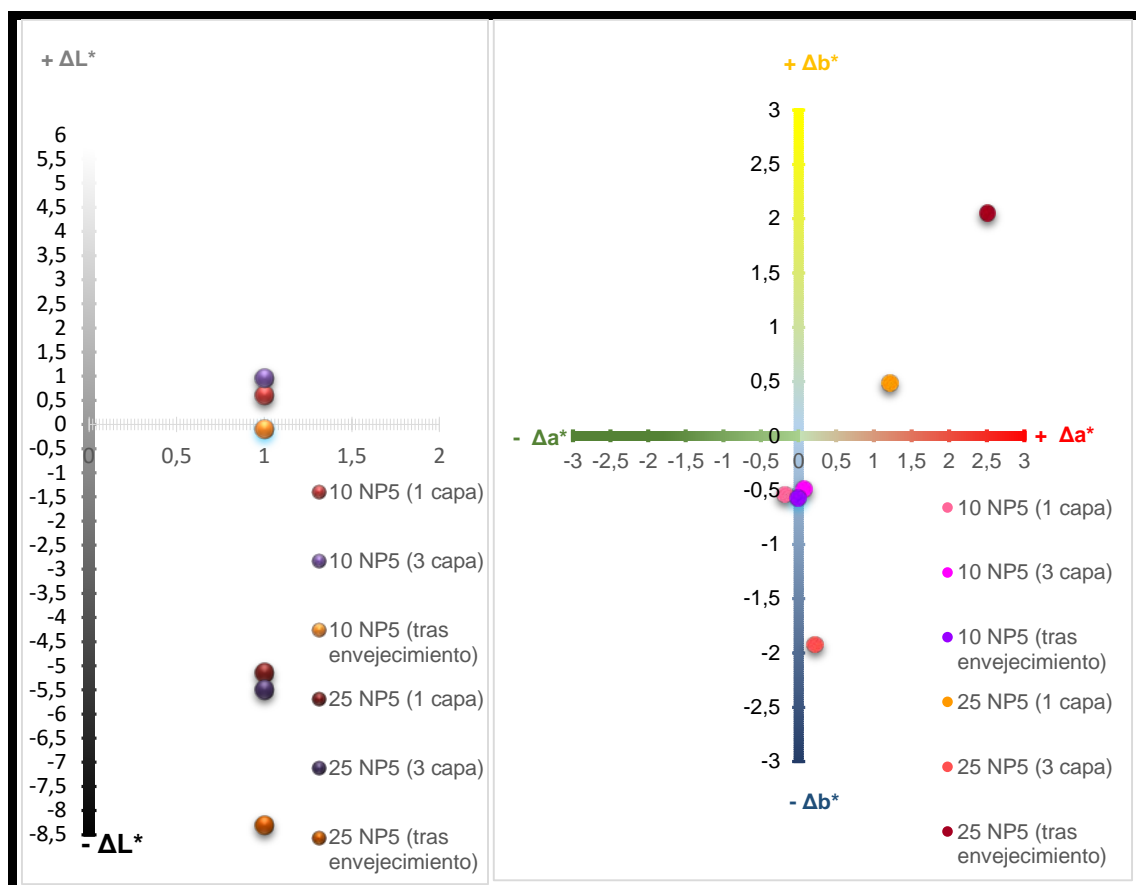
En el estudio previo para el análisis de la morfología del nanoparticulado y disposición espacial del material, se observa a través de las imágenes con microscopía electrónica de barrido SEM-EDX, que las nanopartículas que conforman el consolidante *CaLoSiL NP5®*, tienen forma laminar de tamaño muy irregular y de mayor grosor que los productos *CaLoSiL®*, anteriormente citados. Algunas partículas tienen forma hexagonal y otras en forma de tetraédrica, entremezcladas. El aspecto que muestra al ser aplicado sobre una superficie es irregular, pero no forma grandes aglomeraciones.

En cuanto a los resultados de los parámetros CIELab* obtenidos de las probetas 10 NP5 y 25 NP5, se observa que la muestra con la superficie pulida (10 NP5) experimenta una leve variación en cuanto a los valores ΔL^* , siendo de 0.97 tras la aplicación de tres capas de consolidante y de -0.01 tras los ciclos de envejecimiento acelerado, es decir la muestra sufre un oscurecimiento durante el proceso. Si se compara estos resultados con la probeta 25 NP5 ésta sufre unas variaciones muy apreciables. Se observa que los parámetros ΔL^* tras la aplicación de tres capas de consolidante es de -5,49, mientras que tras los ciclos de envejecimiento es de -8,30, este comportamiento revela que la muestra oscurece al terminar los ensayos a los que ha sido sometida, su evolución es igual a la muestra 10 NP5, ambas oscurecen en el tiempo.

Comparando los resultados obtenidos con el parámetro Δa^* de la muestra 10 NP5 con respecto a la probeta 25 NP5, se observa que ambas actúan inversamente. De modo que la probeta con la superficie pulida (10 NP5) posee unos valores de 0.07 tras el tratamiento de consolidación y de -0.01 tras los ciclos de envejecimiento acelerado (ver Gráfica 50), es decir la muestra experimenta una variación de color hacia tonalidades verdosas. Mientras que la probeta con el recubrimiento natural (sin pulir, muestra 25 NP5) sufre una variación totalmente contraria a la anterior, es decir

hacia tonalidades rojas, siendo los valores de Δa^* = 0.22 (tras la aplicación de las tres capas de consolidante) y de 2.51 (tras el envejecimiento acelerado).

En cuanto a los resultados de los parámetros Δb^* , mientras que los valores de la muestra 10 NP5 son de: -0.49 (tras la aplicación de las tres capas de consolidante) y de -0.57 (tras los ciclos de envejecimiento acelerado); la probeta 25 NP5 posee unos valores de: -1.92 (tras la aplicación de las tres capas de consolidante) y de 2.05 (tras los ciclos de envejecimiento acelerado). Esta comparativa demuestra que al igual que en el parámetro Δa^* , las probetas se comportan de forma inversa, de modo que la muestra 10 NP5 (con la superficie pulida) sufre una variación del color hacia tonalidades azules, mientras que la probeta 25 NP5 (sin pulir) sufre amarilleamiento al envejecer.



Gráfica 50. Parámetros colorimétricos de las probetas 10 NP5 (grupo A, con la superficie pulida) y 25 NP5 [grupo B (1), con la superficie sin pulir], tratadas con 3 capas de consolidante CaLoSiL NP5®.

Durante el seguimiento de los ensayos por medio de microscopía electrónica SEM-EDX, se ha observado que el *CaLoSiL NP5®*, presenta microfisuras desde la segunda capa de aplicación como se podía observar en las Figuras 452 y 453 (ver capítulo: *Resultados y discusión. Apartado 13.1. Resultados obtenidos con microscopio electrónico de barrido SEM-EDX. S-4800*).

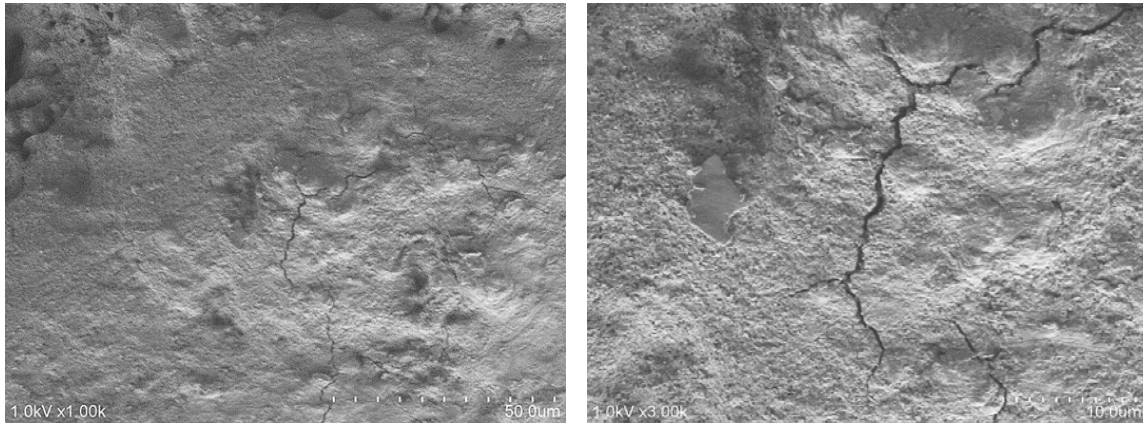


Figura 452. Probeta 25 NP5, con 3 capas de *CaLoSiL NP5®*. La formación de microfisuras en más acentuada. Figura 453. Detalle de la imagen 452.

5. **Nanorestore® en alcohol isopropílico, probetas 13 N (grupo A)-28 N [grupo B (1)].**

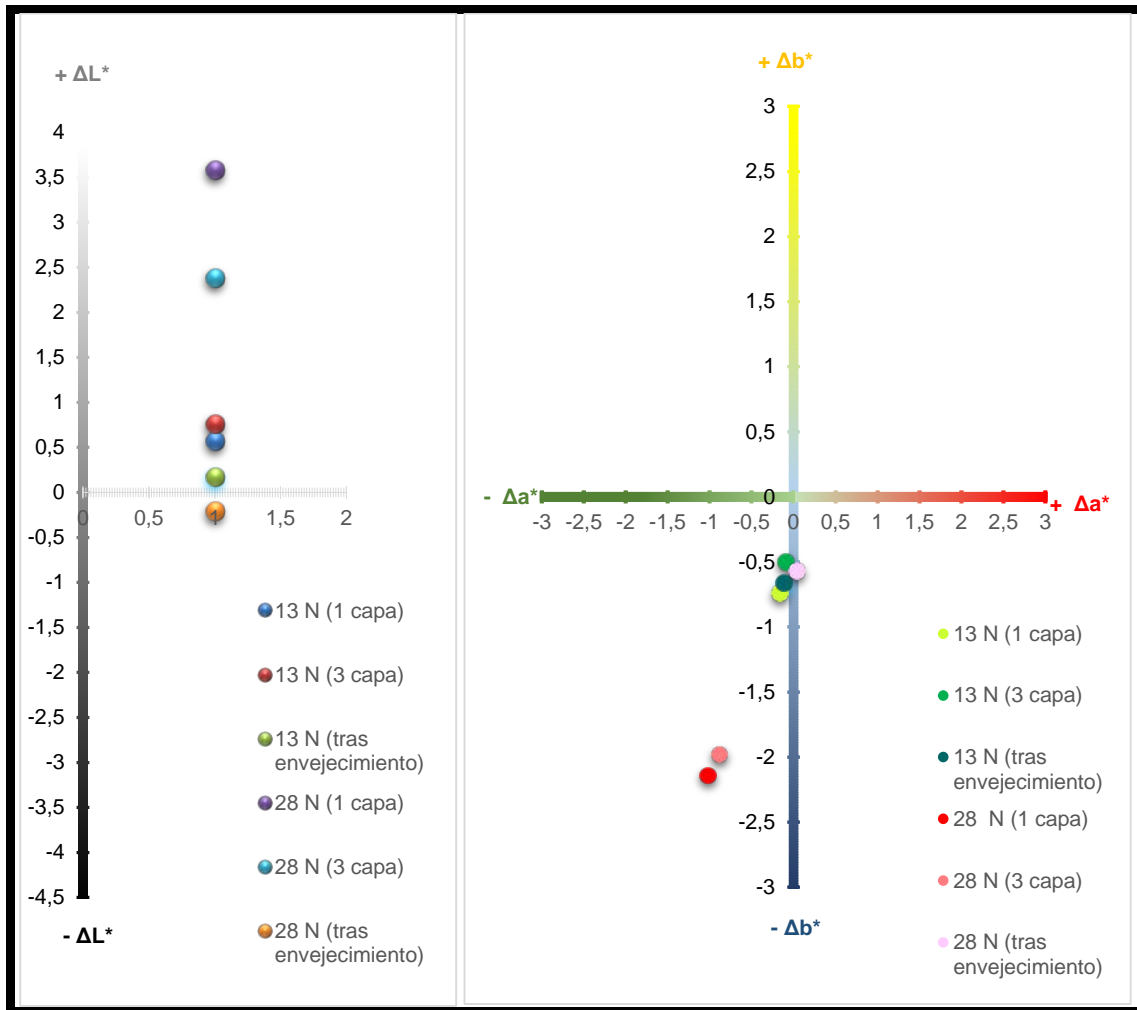
El estudio morfológico realizado al consolidante *Nanorestore®*, mediante microscopía electrónica SEM-EDX, se ha podido observar una clara diferencia de nanoparticulado con respecto a los productos *CaLoSiL®*. La diferencia radica en la estructura del nanoparticulado, siendo éstas de forma laminar pero mucho más finas que las partículas de los consolidantes *CaLoSiL®*. El tamaño de las mismas es diverso, algunas superan el tamaño que se especifica en su ficha técnica. Además se observa que tiene tendencia a generar aglomerados, quedando el producto disperso en la superficie en pequeñas acumulaciones de hidróxido cálcico. No se genera una superficie homogénea y cubierta de consolidante, sino al contrario, el producto queda diseminado acumulándose en pequeñas agrupaciones. De hecho, ésta es una de las características de este producto, antes de ser utilizado debe ser agitado enérgicamente, ya que en el mismo recipiente las nanopartículas sintetizadas de hidróxido cálcico tienden a agruparse. También se observa que es el producto que menor grosor de capa genera, por lo tanto, es posible que al estar tan diluido se precisen más aplicaciones para obtener el efecto deseado, es decir para obtener la cohesión superficial.

En cuando al estudio de los resultados obtenidos mediante las mediciones colorimétricas se observa que la probeta 13 N, apenas sufre variaciones colorimétricas con respecto al color inicial. Sólo se detecta un ligero oscurecimiento de la muestra tras los ciclos de envejecimiento acelerado, los valores del parámetro ΔL^* se sitúan en 0,76 (tras la aplicación de las tres capas de consolidante) y tras el envejecimiento descienden a un valor de 0,17, pero siempre manteniéndose en valores positivos. El comportamiento de la probeta 28 N es distinto con respecto al comportamiento de la probeta 13 N. Se observan variaciones más bruscas del parámetro ΔL^* , siendo de -2.38 (tras la aplicación de las tres capas de consolidante) y tras el envejecimiento descienden a un valor de -0.21. De modo que, se percibe que la muestra tiende a oscurecer, siendo esta variación notable, incluso perceptible debido que el ΔL^* al

inicio posee un valor positivo de 3,58 (muestra con una capa de consolidante) y finaliza el ensayo con un valor negativo de -0,21 (ver Gráfica 51).

Los valores de los parámetros Δa^* en la probeta 13 N son de -0.09 (tras la aplicación de tres capas de consolidante) y aumenta hasta -0.11 cuando finaliza el ensayo de envejecimiento acelerado. Estos valores indican que la probeta 13 N sufre una variación de color hacia tonalidades más verdosas. Si se compara este resultado con el obtenido de la muestra 28 N, se observa que reacciona inversamente con respecto a la anterior. Es decir experimenta una variación de color orientada hacia tonalidades rojizas, ya que tras las tres capas de consolidante ofrece un valor de $\Delta a^* = -0.88$ y al finalizar el envejecimiento acelerado es de 0.04.

Mientras que los valores del parámetro Δb^* de la probeta 13 N tras la aplicación del tratamiento de consolidación es de -0.50, aumentando dicho valor tras los ciclos de envejecimiento acelerado, situándose en -0.66. Estos valores señalan que la probeta ha sufrido una ligera variación hacia tonalidades azuladas. El comportamiento es inverso en el caso de la probeta con recubrimiento original (28 N), en este caso amarillea tras los ciclos de envejecimiento acelerado. El valor obtenido tras la aplicación del consolidante (tres capas) es de -1.98 y desciende hasta -0.57 tras el envejecimiento.



Gráfica 51. Parámetros colorimétricos de las probetas 13 N (*grupo A*, con la superficie pulida) y 28 NP [*grupo B (1)*, con la superficie sin pulir], tratadas con 3 capas de Nanorestore®.

Resumen de los resultados colorimétricos tras el envejecimiento acelerado.			
CONSOLIDANTE	Lab*	PROBETAS	
		Grupo A Superficie pulida	Grupo B (1) Superficie sin pulir
CaLoSiL E5®		1 E5	16 E5
	ΔL^*	OSCURECE	ACLARA
	Δa^*	+ VERDE	+ ROJA
	Δb^*	+ AZUL	+ AMARILLA
CaLoSiL E25 grey®		4 E25g	19 E25g
	ΔL^*	OSCURECE	ACLARA
	Δa^*	+ VERDE	+ ROJA
	Δb^*	+ AZUL	+ AMARILLA
CaLoSiL IP5®		7 IP5	22 IP5
	ΔL^*	OSCURECE	ACLARA
	Δa^*	+ VERDE	+ ROJA
	Δb^*	+ AMARILLA	+ AMARILLA
CaLoSiL NP5®		10 NP5	25 NP5
	ΔL^*	OSCURECE	OSCURECE
	Δa^*	+ VERDE	+ ROJA
	Δb^*	+ AZUL	+ AMARILLA
Nanorestore®		13 N	28 N
	ΔL^*	OSCURECE	OSCURECE
	Δa^*	+ VERDE	+ ROJA
	Δb^*	+ AZUL	+ AMARILLA

Tabla 69. Resumen de los resultados colorimétricos tras el envejecimiento acelerado. Entre las probetas pertenecientes al grupo A y las pertenecientes al grupo B (1).

6. Nanorestore® en alcohol isopropílico, probetas 1 R, 2 R, 4 R y CaLoSiL E50® en etanol, probeta 7 R (Grupo C, probetas depositadas *in situ*).

Para poder determinar el porcentaje adecuado de aplicación de *CaLoSiL E50®*, se realizaron diferentes aplicaciones del producto sobre probetas de roca natural en el abrigo. La primera aplicación se realizó sin diluir el consolidante, en la segunda aplicación el consolidante fue diluido al 40%, y en la tercera se diluyó al 5%. En estas aplicaciones, se desestimó rápidamente el uso del producto sin diluir, ya que éste generó al instante una capa blanquecina y opaca. La solución al 40% también fue desestimada, ya que en menor medida y con mayor lentitud, generó una capa blanquecina menos compacta y opaca. En cambio la solución al 5% analizada visualmente, apenas generó variación, hecho que determinó que fuese seleccionada como porcentaje referente, para realizar los posteriores ensayos en laboratorio con los distintos tipos de consolidantes. Se recuerda que el *Nanorestore®* se aplicó sin diluir debido a que se comercializa a una concentración de 5 g/l, equivalente al 5% de la disolución de *CaLoSiL E50®*.

Del trabajo realizado con el colorímetro sobre estas probetas, se percibe que los valores Lab* pueden variar sustancialmente dependiendo de la zona donde se realice la medición debido a la morfología de la superficie. Por ello las valoraciones se han realizado de manera global, ya que se han detectado mediciones no representativas a causa de las irregularidades de la roca.

En cuanto a los resultados colorimétricos obtenidos de las probetas pertenecientes al *Grupo C* (probetas tratadas con *Nanorestore®* y *CaLoSiL E50® en etanol*), se deduce que tras estar expuestas *in situ* a envejecimiento natural durante seis meses, los mejores registros de los valores Δ Lab* se obtuvieron en zonas donde se aplicó una y dos capas de consolidante. En aquellas probetas donde se aplicó una tercera capa de producto, se ha detectado una variación en el parámetro de luminosidad, siendo esta diferencia imperceptible para el ojo humano.

13. CONCLUSIONES.

El hecho de conocer a través de los estudios micro-climáticos realizados en esta investigación las condiciones en la que se encuentra expuesto el soporte pétreo de *Cova Remígia*, ha permitido aseverar que la idoneidad de un tratamiento de consolidación no depende única y exclusivamente de la naturaleza y comportamiento del producto en sí mismo, sino de la interacción de éste con el sustrato sobre el que se aplica. Los estudios micro-climáticos al ser realizados *in situ* en *Cova Remígia*, permiten y permitirán en un futuro seleccionar el período adecuado para trabajar en procesos de consolidación, ya que como queda demostrado tan importante es el producto aplicado, como las condiciones en cuales éste se aplica. Ya que el binomio roca/producto debe ser evaluado de manera conjunta y los tratamientos de consolidación deben reunir una serie de requisitos que garanticen tanto su idoneidad como su pertinencia en una problemática concreta. Todo ello, no depende única y exclusivamente de las características del producto seleccionado, sino de la capacidad de la roca que está siendo tratada para recibir dicho producto, así como del método y de las condiciones de aplicación. El correcto funcionamiento de estos productos, expuestos a estas condiciones atmosféricas extremas, significaría su idoneidad para llevar a cabo tratamientos de consolidación de zonas muy erosionadas y con peligro inminente de desprendimiento.

Según han revelado los exámenes y pruebas realizadas (una exhaustiva observación del abrigo y mapas de daños del mismo) con la finalidad de determinar y valorar el estado de conservación que en la actualidad presenta *Cova Remígia*. Se llega a la conclusión que principalmente este abrigo presenta un estado de conservación muy irregular dependiendo de la cavidad o el panel estudiado. Siendo las cavidades más deterioradas las que se encuentran alejadas de la visera superior que actúa de protección natural. Se observa que las cavidades más afectadas cuyo soporte pétreo presenta mayor alteración, tanto física como químicamente, son las cavidades: I, II, III y VI; mientras que las cavidades IV y V, ubicadas en la parte profunda del abrigo presentan mejor estado de conservación.

En general *Cova Remígia* presenta pérdidas de soporte pétreo provocadas por continuos roces y por la propia evolución geológica de la roca. Todo el abrigo presenta

pequeñas pérdidas en forma de descamaciones que a la larga entorpecen la visión global de las representaciones. La forma de detener estas alteraciones es mediante la consolidación de las zonas que presentan riesgo de desprendimiento.

Con ayuda de mapas de daños se pueden vigilar con regularidad estas zonas de peligro, permitiendo llevar a cabo una eficaz conservación preventiva del abrigo.

Para realizar una propuesta de consolidación que intente frenar la descohesión en el soporte, se ha precisado la elaboración de probetas con material pétreo aplicando diversos productos consolidantes y se han sometido a diversos ensayos. Estudios que deberían realizarse previamente a cualquier proceso de intervención, y con los que se obtienen resultados que permiten elaborar un análisis comparativo entre los distintos materiales y su interrelación con el soporte.

Como se ha señalado en este trabajo, no todos los tratamientos de consolidación aplicados sobre soportes pétreos con pinturas rupestres han sido adecuados. Se han utilizado materiales objetivamente perjudiciales y potencialmente dañinos, como el cemento. Encontramos un uso generalizado y aceptado de las resinas sintéticas, aún cuando se conoce su irreversibilidad con el paso del tiempo y la poca compatibilidad de estos productos con el soporte rocoso. Su poca complejidad en cuanto a su preparación, sencillez de uso en comparación con los materiales inorgánicos, su gran variedad y versatilidad, han sido las razones de su empleo mayoritario para la consolidación de escamas, placas y zonas pulverulentas en murales en general y en las pinturas rupestres en particular.

Desde la aparición de las resinas orgánicas de síntesis, es evidente el desplazamiento de los consolidantes inorgánicos tradicionales, como el hidróxido cálcico, empleado desde tiempos históricos para restablecer la cohesión perdida de los materiales pétreos y de los morteros. Su mayor problema ha sido su escasa penetración y el casi inevitable emblanquecimiento que experimenta la superficie tras la aplicación, más o menos perceptible en función del método de aplicación utilizado.

El desarrollo vertiginoso de la nanotecnología y la consecuente fabricación de todo tipo de materiales de tamaño nanométrico, ha permitido la obtención del hidróxido de calcio en dimensiones nanométricas. Además, mediante el proceso de síntesis de la llamada nanocal, no solamente se consigue una reducción del tamaño de partícula (que permite tener potencialmente garantías de éxito en la intervención, debido a que aumenta la penetración), sino que también se obtienen partículas con notables mejoras en sus propiedades morfológicas.

Los productos comerciales a base de partículas nanométricas de hidróxido cálcico tienen como elemento dispersante un alcohol, que permite reducir la tensión superficial del agua, favoreciendo la penetración horizontal (o difusión) del material y aumentando la evaporación (volatilidad) de la misma.

De la observación y el estudio de los materiales testados en esta investigación, se puede señalar que:

Con las dispersiones de nanocal, se consigue reconstruir la estructura de cristales de carbonato cálcico encargadas de restituir las propiedades de adhesión y cohesión perdidas.

Además la similitud entre los materiales utilizados, y la baja disolución (5 g por litro), no permite establecer visualmente diferencias notables entre ellos, sólo estas diferencias se puede apreciar mediante instrumental de análisis específico como el SEM.

Los resultados obtenidos con este análisis (SEM) permite determinar ciertas variaciones entre los productos: *CaLoSiL®* y *Nanorestore®*. Variaciones que pueden deberse al método de síntesis utilizado para la obtención del nanoparticulado de hidróxido cálcico. Especialmente la diferencia radica en la forma de las nanopartículas siendo las del *Nanorestore®* mucho más finas y laminares, con respecto a las que presentan los productos de la gama *CaLoSiL®*. Generando pequeñas agrupaciones una vez aplicado sobre la superficie a tratar.

De modo que se observa que en las aplicaciones realizadas con el *CaLoSiL IP®*, el producto crea una superficie homogénea, sin generar acumulaciones o depósitos indeseados. Mientras que el *Nanorestore®* genera un reticulado regular de micro-concentrados de material disperso sobre la superficie. Probablemente este material requiera de un mayor número de aplicaciones con respecto al *CaLoSiL®*, debido a que sus partículas presentan una morfología diferente (láminas más finas y de menor tamaño).

Además, se aprecia que las aplicaciones realizadas con los diferentes tipos de *CaLoSiL*, presentan una estructura morfológica más gruesa, generando capas más compactas. Este efecto, se evidencia con claridad en el *CaLoSiL E25 grey®* y en el *CaLoSiL E5®*, llegando a generar microfisuras y grietas en zonas en las que se ha acumulado material consolidante. Probablemente, el hecho de que los dos productos (*CaLoSiL E25 grey®* y *CaLoSiL E5®*) sean dos dispersiones en etanol, ha provocado que la rápida evaporación del disolvente genere una mayor concreción del nanoparticulado en la superficie y de esta forma una incorrecta carbonatación del mismo. Además en las probetas realizadas con el *CaLoSiL E5®*, se detectó que el producto generó una red de microporos que se extendía a lo largo de toda la superficie de la muestra.

Se observa que la aplicación tanto de *Nanorestore®*, como de *CaLoSiL®* en atmósferas con alto contenido de humedad, dan lugar a una mayor y rápida carbonatación, generando cristales de carbonato cálcico de mayor tamaño. Por lo contrario, la aplicación de estos productos en ambientes secos y en zonas con corrientes de aire, induce a la rápida evaporación del alcohol, de tal manera que la penetración del material se ve reducida notablemente. Pero esta rápida evaporación, no solo afecta a la profundidad de la acción consolidante, sino que también a la morfología de los cristales de carbonato cálcico que se forman en las superficies tratadas; ya que al formar cristales de mayor tamaño la acción consolidante se concentra en estratos superficiales, y no se consigue cohesionar satisfactoriamente el soporte disgregado.

Se detectan ligeras variaciones colorimétricas no perceptibles visualmente, pero si detectadas por el colorímetro. Las variaciones se detectan en las probetas del *Grupo B (1)* (probetas con la superficie sin pulir), que han sido tratadas con el *CaLoSiL NP®*. Se aprecia un sensible incremento inicial de luminosidad sensiblemente (0,35), pero paradójicamente aumenta su oscuridad después de ser sometida a las pruebas de envejecimiento acelerado en un 2,81. Se recuerda, que el ojo humano percibe los cambios colorimétricos a partir de valores superiores al 2,5.

Los consolidantes que mejor resultado colorimétrico han procurado son: el *Nanorestore®* y el *CaLoSiL IP®*, ya que tanto en las probetas pertenecientes tanto al *grupo A*, como aquellas pertenecientes al *grupo B (1)*, los cambios detectados en ambos productos son insignificantes.

Cabe señalar que las conclusiones obtenidas tras la realización de la parte experimental y el ensayo del comportamiento de los productos consolidantes testados, han resultado determinantes para establecer los criterios de selección del tratamiento adecuado para la consolidación de este tipo de soporte.

Ha quedado comprobado el correcto comportamiento tanto del *Nanorestore®* como del *CaLoSiL IP®*, y su afinidad con el soporte, al no crear halos blanquecinos, obstrucción de la red porosa, ni costras que obstruyan la libre circulación del agua. Por ello, se propone continuar el estudio de estos materiales en soporte rocoso que contenga estrato pictórico. Debido a que los pigmentos se comportan, con la aplicación de consolidantes, de forma diversa atendiendo a su diferente composición química. Es decir, no funcionan del mismo modo los pigmentos a base de óxido de Fe, que los pigmentos negros carbón o negro humo, ya que los óxidos de hierro tienen la propiedad de ser absorbentes.

Además del buen comportamiento de los productos nanoparticulados, se debería prestar atención a la disolución de los materiales constituyentes del soporte en presencia de agua. Hasta hoy en día este factor no se ha tenido en cuenta en los procesos de restauración de pintura rupestre; tras esta investigación se concluye que

el tipo de agua que se elija resultará ser un componente importante, responsable y determinante en los resultados obtenidos.

Como se han observado los fenómenos de recristalización de sales pueden modificar cuantiosamente la superficie y provocar cambios que afecten químicamente a los pigmentos, al soporte y por ello estéticamente al conjunto. A ello se une la importancia de estudiar la naturaleza y el origen de las alteraciones microbiológicas que colonizan las superficies pétreas, causantes de gran parte del deterioro de la roca y el pigmento. Por ello, previamente al uso y aplicación de cualquier consolidante sería conveniente realizar estudios sobre productos biocidas. Con la finalidad de ser aplicados junto con los productos nanoparticulados, que a pesar de ser considerados productos biocidas (por el hecho de contener alcohol en su composición), no ejercen tal función, ya que el alcohol aplicado en estos tratamientos, es insuficiente para la erradicación de ciertos microorganismos. De hecho se ha podido comprobar que la acción biocida del alcohol ha sido insuficiente, ya que los microorganismos detectados inicialmente en las probetas, han perdurado en la roca tras los procesos de consolidación realizados.

Además el trabajo con nanocal, permite alejarse de tratamientos intervencionistas que invaden la superficie mediante la aplicación de adhesivo que deja totalmente impregnado el soporte, afectando la porosidad y la permeabilidad; se consigue así, atender al criterio de mínima intervención y tratamiento puntual.

Otra reflexión derivada de este estudio surge de la exigencia y la necesidad del trabajo con normativa tecnológica (UNE, RILEM y ASTM) a través de la cual, se han analizado los tratamientos y los productos de consolidación de forma rigurosa. Es imprescindible el uso de una normativa que regule el proceso de elaboración y preparación de probetas, aunque es cierto que las probetas no reproducen las condiciones reales de la obra, y que el estudio y testado de productos en dichas probetas soslaya ciertos parámetros y condiciones que se dan en los abrigos abiertos y expuestos a la intemperie. De hecho estas condiciones particulares y concretas pueden marcar de forma decisiva el comportamiento final del material testado, su

aplicación y por lo tanto sus resultados. Por ello, en este estudio se consideró imprescindible estudiar el comportamiento de las probetas *in situ*, en el propio abrigo objeto de esta investigación, para poder comparar posteriormente los resultados de éstas con las probetas tratadas en laboratorio con normativa tecnológica.

Se ha comprobado que no existen grandes diferencias en el comportamiento de los materiales aplicados en las probetas que atienden a normativa respecto al comportamiento de las probetas realizadas con material de soporte natural. Sin embargo, sí que se ha detectado una gran diferencia en los ensayos de absorción por capilaridad y de penetración del nanoparticulado. La diferencia importante es detectada entre aquellas probetas que han sido realizadas conforme a normativa y aquellas que no han sido modificadas puliendo la superficie, es decir, las realizadas con roca natural sin pulir; en estas últimas se puede observar que la absorción de agua es progresiva y homogénea. Por el contrario, la absorción de agua, aumenta considerablemente en las probetas tratadas que atienden a normativa, llegando a ser estable antes de la finalización del ensayo. Es significativo observar que todas las probetas tratadas con el nanoparticulado, una vez sometidas al ensayo con cámara de envejecimiento, presentan una absorción lineal, continua y estable, además de que experimentan un aumento de masa. Al contrario que el resultado obtenido en las probetas realizadas con roca natural sin pulir, en las que se detecta poca homogeneidad y previsibilidad en los resultados.

En cuanto a la penetración, se detectan notables diferencias entre las probetas que atienden a normativa, realizadas con material pulido, con respecto a las probetas realizadas con soporte que conserva el recubrimiento natural. En los ensayos de penetración realizados con fluorescencia, se detecta que la difusión a través del material es vertical, homogénea y regular. Por el contrario la penetración del material sobre el soporte rocoso es muy irregular y aleatoria. Esta irregularidad tiene una relación directa con la cantidad de estratos cálcicos que se encuentran sobre la superficie, que han sido eliminados en las probetas que atienden a normativa. Como se ha verificado, el consolidante ha penetrado en aquellas zonas en las que la roca natural tiene oquedades, colmándolas y generando así cohesión. Cuando el material

no penetra, queda depositado sobre la superficie generando residuos que pueden resultar dañinos para la obra.

En esta tesis doctoral se deja patente la necesidad de continuar investigando en el ámbito de la restauración de pintura rupestre, quedando abiertas varias líneas de investigación en las cuales sería interesante continuar trabajando en un futuro:

- Estudiar estos consolidantes utilizándolos *in situ* durante periodos de tiempo más amplios, que permitan concretar su óptimo comportamiento sobre soporte original con pigmento. Además de ampliar la investigación con productos destinados a tratar la adhesión estructural entre estratos, completando así los tratamientos de consolidación de pintura rupestre.
- Realizar estudios microbiológicos que determinen qué biotipos afectan al soporte pétreo de *Cova Remígia*. E iniciar la investigación sobre productos biocidas capaces de erradicar su crecimiento sin que altere la superficie de la roca y los pigmentos. Al igual que valorar la posibilidad de añadir biocidas a los consolidantes nanoparticulados y que estos puedan ser aplicados conjuntamente.
- Investigar los posibles yacimientos que sirvieron de abastecimiento de los pigmentos utilizados en la realización de las pinturas de *Cova Remígia* y establecer una comparativa con los conjuntos rupestres cercanos.

Por último, referir que se detecta la ausencia de un protocolo de actuación gestionado en última instancia por las administraciones, controlando a los agentes interventores, administrativos y profesionales para conseguir la correcta salvaguarda de los enclaves que contienen pintura rupestre. Es latente la necesidad de generar y concretar proyectos de intervención pensados a largo plazo, evitando generar actuaciones puntuales sin perspectivas al futuro.

14. BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA

- ABELLÓ ULLOA, S. Las bacterias restauradoras. *Restauración & rehabilitación*, nº 25, 1999. pp. 72-78.
- ABELLÓ ULLOA, S. *Materiales de vaciado aglutinados con carbonato cálcico de origen biológico*. Tesis inédita Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones, 2004.
- ACOSTA, P. *La pintura rupestre esquemática española*. Tesis inédita Universidad de Salamanca, Facultad de Filosofía y Letras, 1968.
- Actas del IV Congreso El Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica*. Valencia: Editado por la Generalitat Valenciana. Valencia, 3, 4 y 5 diciembre 2008. Vol.1. pp. 1-374.
- ALMAGRO, M. Figuras inéditas del Barranco de La Valltorta. 1980.
- ALMAGRO BASCH, M. & GARCÍA GUINEA, M. A. Eds.: *Santander Symposium*, Santander, UISPP-Patronato de las Cuevas Prehistóricas de la Provincia de Santander. 1972.
- ALMAGRO BASCH, M. Los problemas del Epipaleolítico y Mesolítico en España. *Ampurias*, 4. 1944. pp. 1-38.
- ALMAGRO BASCH, M. La cronología del arte levantino en España. *Crónica del VI Congreso Arqueológico del Sudeste. Alcoy 1950*. Cartagena, 1951.
- ALMAGRO BASCH, M. *El covacho con pinturas rupestres de Cogul (Lérida)*, Lérida, Instituto Español de Prehistoria del CSIC y Servicio de Investigaciones Arqueológicas de la Diputación Provincial, 1952.
- ALMAGRO BASCH, M., RIPOLL, E. & BELTRÁN, A. *Prehistoria del Bajo Aragón*, Zaragoza, Instituto de Estudios Turolenses, 1956.
- ALMAGRO, M. & GARCÍA & BELLIDO, A. *Ars Hispaniae. Historia Universal del Arte Hispánico. Volumen primero Arte prehistórico por Martín Almagro. Colonizaciones púnica y griega. Arte ibérico. El arte de las tribus célticas por Antonio García y Bellido*, Madrid, Editorial Plus Ultra, 1946.
- ALONSO TEJADA, A. & GRIMAL, A. Arte levantino en Castellón. *Millars: espai i història*, Vol. 24, 2001. pp. 111-152.

- AMOROSO, G. G. *Trattato di scienza della conservazione dei monumenti. Etica della conservazione, degrado dei monumenti, interventi conservativi, consolidanti e protettivi*. Firenze: Alinea editrice s.r.l., 2002. p. 415.
- ANDREU, J.M.; CAÑAVERAS, J.C. & ESTÉVEZ, A. “La Cueva de Canelobre (Busot)”. En: *Geología de Alicante*. Alicante: Editorial de la Universidad de Alicante, 2004. pp. 261-267.
- ANDREU, J.M.; CERON, J.C.; ESTÉVEZ, A. & PULIDO BOSCH, A. “Algunos procesos hidrogeoquímicos en la Cueva de Canalobre y en el acuífero del Cabeçó d’Or (Alicante)”. En: *Contribución del estudio científico de las cavidades kársticas al conocimiento geológico*. Málaga: Editorial Patronato Cueva de Nerja, 1999. Vol.1. pp. 413-423.
- APARICIO PÉREZ, J.; MESEGUER FOLCH, V. & RUBIO GOMIS, F. “El Primer Arte Levantino Valenciano II”. En: *El Arte Rupestre Levantino. Valencia: Instituto Valenciano para el Estudio y Protección del Patrimonio Histórico-Artístico y Arqueológico*. Valencia: IVEPPHA, Serie Popular, Conozca su Patrimonio Artístico, nº 2, 1982. pp. 47.
- ARIZZI, A.; GOMEZ-VILLALBA, L. S.; LOPEZ-ARCE, P.; CULTRONE, G. & FORT, R. Lime mortar consolidation with nanostructured calcium hydroxide dispersions: the efficacy of different consolidating products for heritage conservation. *European Journal of Mineralogy*, 2015, pp. 24-37.
- AYARZAGÜENA SANZ, M. Surgimiento y creación del concepto del Mesolítico. *Espacio, tiempo y forma. Serie I, Prehistoria y arqueología*, nº 13, 2000. pp. 11-32.
- AZÉMA, M.; GÉLY, B.; BOURRILLON, R. & LHOMME, D. La grotte ornée paléolithique de Baume-Latrone (France, Gard): la 3D remonte le temp. En *Préhistoire, art et sociétés: bulletin de la Société Préhistorique de l’Ariège*, nº 65, 2010. pp. 214-215.
- BALLESTER CASAÑ, L. “Conservación de las pinturas rupestres del Levante Español”. Tesis doctoral inédita. Universidad Politécnica de Valencia UPV. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Valencia, 2003.

- BEDNARIK, R. G. reflexiones sobre la práctica de humedecer las pinturas rupestres. En: Boletín de la Sociedad de Investigación del Arte Rupestre de Bolivia (SIARB), nº 8. La Paz (Bolivia), 1994. pp. 28-29.
- BELTRÁN, A. "Arte rupestre Levantino". Zaragoza, Seminario de Prehistoria y Protohistoria, Facultad de Filosofía y Letras, 1968. p. 258.
- BELTRÁN MARTÍNEZ, A. "Arte Rupestre Levantino". En: *CAESARAUGUSTA núm.47-48. PSANA*. Zaragoza: Editado por la Institución "Fernando el Católico". Excma. Diputación de Zaragoza, 1979. pp. 5-38.
- BELTRÁN MARTÍNEZ, A. El Arte Rupestre del Levante Español. Ediciones Encuentro, Madrid, 1982. pp. 1-86.
- BELTRÁN MARTÍNEZ, A. "El marco geográfico, la naturaleza, el paisaje", "El descubrimiento y los problemas de conservación". En: El arte rupestre del levante español. Madrid: Ediciones Encuentro, 1982. pp. 7-14.
- BELTRÁN MARTÍNEZ, A. Problemas del arte rupestre levantino en la provincia de Castellón. En *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses*, Vol. 11, 1985. pp. 111-140.
- BELTRÁN MARTÍNEZ, A. La fase pre-levantina en el arte prehistórico español. *Archivo de Prehistoria Levantina*, nº 17, 1987. pp. 81-96.
- BELTRÁN MARTÍNEZ, A. La Conservación del Arte Rupestre. En *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense*, Vol. 13. Diputació Provincial de Castelló. Servicio de Arqueología. 1987-1988. pp. 61-81.
- BELTRÁN MARTÍNEZ, A. Cronología del Arte Levantino: cuestiones críticas. En BELTRÁN MARTÍNEZ, A., ALONSO, A., GRIMAL, A., APARICIO, J. & MOROTE, G. (Eds.) *Cronología del arte rupestre levantino*. Valencia, Real Academia de Cultura Valenciana. Sección de Prehistoria y Arqueología, 1999.
- BENAVENTE, D.; GARCÍA DEL CURA, M.A. & ORDÓÑEZ S. "Influencia de la humedad relativa y la temperatura en la durabilidad frente a la cristalización de las sales en rocas ornamentales porosas". *Actas del III Congreso Ibérico de Geoquímica. Zaragoza, 23 a 26 octubre 2001*. Zaragoza: Editorial del Instituto Tecnológico de Aragón, 2001. pp. 611-615.

- BENAVENTE, D.; BERNABEU, A. M. & CAÑEVERAS, J. C. "Estudio de propiedades físicas de las rocas". En: *AEPECT. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Girona: Editorial de la Universidad de Girona, Vol. 12, nº 1, 2004. pp. 62-68.
- BENSI, P. Le Resine Acriliche sulle Pitture Murali. *Cesmar* 7. Thiene (Vi) 2005. pp. 81-84.
- BERNABEU, J.; GUITART, I. & PASCUAL, J. LI. El País Valenciano entre el final del Neolítico y la Edad del Bronce. En *Archivo de Prehistoria Levantina*, Vol. 18, 1988. pp. 159-180.
- BERNABEU AUBÁN, J.; MARTÍNEZ VALLE, R. & PÉREZ RIPOLL, M. Huesos, neolitización y contextos arqueológicos aparentes. En *SAGVNTVM Extra*, Vol. 2, 1999. pp. 589-596.
- BERROCAL, M^a C. *Paisaje y arte rupestre: ensayo de contextualización arqueológica y geográfica de la pintura levantina*. Tesis doctoral inédita Universidad Complutense de Madrid, 2004.
- BORGIOLO, L. & CREMONESI, P. Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome. Ed. Il prato, 2005. pp. 189.
- BRANDI, C. Teoría de la restauración. Alianza editorial, Madrid (versión española de TOAJAS ROGER, M^a. Á.). 1988.
- BREUIL, H. & CABRÉ AGUILÓ, J. Les peintures rupestres du Bassin Inferieur de l'Ebre: I. les roches peints de Calapatá à Cretas (Bas Aragon); II, Les fresques à l'air libre de Cogul, province de Lérida (Catalogne). *L'Anthropologie*, 20, 1909. pp. 1-21.
- BREUIL, H. Les peintures quaternaries de la Roca del Cogul. *Butlletí del Centre Excursionista de Lleida*, 1, 1908. pp. 10-13.
- BREUIL, H. Les peintures rupestres de la Peninsule Ibérique XI. Les roches peints de Minateda (Albacete). *L'Anthropologie*, 30. 1920. pp. 1-50.
- BRUNET J & VIDAL, P. Les oeuvres rupestres préhistoriques: étude des problèmes de conservation. En: *Studies in conservation*. París: Edita ICRROM, Vol. 25, nº 3, 1980. pp. 97-107.
- BRUNET, J.; VIDAL, P.; VOUVÉ, J.; & MARSAL, J. Les oeuvres rupestres de Lascaux (Montignac-France): maintien des conditions de conservation. En *Studies in*

- Conservation*. Londres: Edita Instituto Internacional para la conservación de obras histórico y artísticas, agosto 1983. Vol. 28, nº 3. pp. 107-116.
- BRUNET J; VIDAL, P. & VOUVÉ, J. *Conservation de l'art rupestre: deux études, glossaire illustré*. París: Edita la UNESCO, 1985. p. 107.
- BRUNET, J.; VIDAL, P. & VOUVÉ, J. *Conservation de l'art rupestre*. En *Études et documents sur le patrimoine culturel*, 7. París: Edita Unesco, 1985.
- BRUNET, Jacques, et al. *La conservation de l'art des cavernes et des abris*. Section française de l'Institut International de Conservation, 1990.
- BRUNET, J.; BRUNET, A.; DANGAS, I.; GUILLAMET, E. & VIDAL, P. *Altérations, dégradations, traitements*. En *La conservation des grottes ornées*. París: CNRS Editions, 1996. pp. 171-217.
- BONSANTI, G. *Le Resine Acriliche sulle Pitture Murali*. Cesmar 7. Thiene (Vi) 2005. pp. 47-52.
- BOQUET JIMÉNEZ, E. *La capacidad de las bacterias para producir cristales, su posible repercusión en clínica*. En *Anales de Medicina y Cirugía*, nº 248, 1977. pp. 145-150.
- CABRÉ, J. *Arte rupestre en España: Regiones septentrional y oriental*. Madrid: *Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas*, 1915.
- CABRÉ, J. *Las pinturas rupestres de Aldequemada*. CIPP, nº 14, Madrid,
- CABRÉ, J. *Las pinturas rupestres de la Valltorta. Desaparición de una de las estaciones prehistóricas de este valle*. En *Actas y Memoria de la Sociedad Española de Antropología, Etnografía y Prehistoria*, nº 23, Madrid, 1923. pp. 107-118.
- CABRÉ, J. *Las pinturas rupestres de la Valltorta [II]. Escena bélica de la Cova de Cevil [Cova del Civil]*. *Actas y memorias de la Sociedad Española de Antropología, Etnografía y Prehistoria* 4, 1925. pp. 201-233.
- CABRÉ, J. *Las pinturas rupestres de la Valltorta I. Desaparición de las pinturas de una de las estaciones de este valle*. *Actas y memorias de la Sociedad Española de Antropología, Etnografía y Prehistoria*, 2, 1923. pp. 107-118.
- CABRÉ, J. & HERNÁNDEZ PACHECO, E. *Avance al estudio de las pinturas prehistóricas del extremo Sur de España (Laguna de la Janda)*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, 1914.

- CAMINOS. *Caminos de arte rupestre prehistórico. Guía para conocer y visitar el arte rupestre del sudoeste de Europa*, Madrid, Ministerio de Cultura. 2008.
- CATÁLOGO GENERAL C.T.S. *España S. L.* Productos, equipos e instalaciones al servicio de la restauración, 2014. pp. 1-279.
- CAÑAVERAS, J. C. & SÁNCHEZ MORAL, S. "Impacto ambiental del hombre en las cuevas". En: *Karst and environment*. Málaga: Editorial del Patronato Cueva de Nerja, 2002. pp. 499-594.
- CAÑAVERAS, J. C.; CUEZVA, S.; GONZÁLEZ GRAU, J. M.; MARÍN, F.; MARTÍN ROSALES, W.; MARTÍNEZ MANZANARES, E.; DEL ROSAL, Y.; SAÍZ JIMÉNEZ, C.; SÁNCHEZ MORAL, S. & SIMÓN, M. D. "Microbiología y depósitos endokársticos". En: *Investigaciones en sistemas kársticos españoles*. Madrid: Editorial IGME, 2004. pp. 431-458.
- CARRERA RAMÍREZ, F.; COSTAS GOBERNA, F. J. & DE LA PEÑA SANTOS, A. Grabados Rupestres en Galicia. Características generales y problemática de su gestión y conservación. Diputación de Pontevedra, 2002.
- CARRERA RAMÍREZ, F. & FÁBREGAS VALCARCE, R. Datación radiocarbónica de pinturas megalíticas del Noroeste peninsular. *Trabajos de Prehistoria*, Vol. 59, nº 1, 2002. pp. 157-166.
- CARTAILHAC, É. & BREUIL, H. Nouvelles cavernes a peintures decouvertes dans l'Aragón, la Catalogne et les Cantabres. *L'Anthropologie*, 19, 1908. pp. 371-3.
- CARTAILHAC, É. La grotte ornée d'Altamira (Espagne): Mea culpa d'un sceptique. *L'Anthropologie*, 13, 1902. pp. 348-354.
- CASABÓ, J.; GUILLEM, P. M.; MARÍNEZ, R.; SIMÓN, J. L. & VENTO, E. "El Neolítico de las tierras valencianas". En: *Early Farmers in Europe*. Valencia, 2001. pp. 49-84.
- CATÁLOGO ILUSTRADO. Exposición de Arte Prehistórico Español. Sociedad Española de Amigos del Arte. Madrid, 1921. p. 107.
- CENNINO CENNINI. El libro del Arte. Traducido por F. Olmeda Latorre y comentado por F. Brunello. Ed. AKAL, Madrid, 1988.
- CLOTTESS, J. "Lascaux et la conservation des grottes ornées". En: *Symposium Lascaux 26-27 febrero 2009*.

- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE. Technical report. Colorimetry. 2nd Edition. CIE 15.2. Viena. 1986.
- CORPUS DE PINTURA RUPESTRE LEVANTINA. Archivo Martín Almagro Basch. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Centro de Ciencias Humanas y Sociales. Instituto de Historia.
- CREMONESI, P. L'uso dei solventi organici nella pulitura di opere policrome. Il prato, 2000.
- CRUZ BERROCAL, M. & VICENT GARCÍA, J. M. Rock art as an archaeological y social indicator: The neolithisation of the Iberian Peninsula. *Journal of Anthropological Archaeology*, 26, 2007. pp. 676–697.
- CRUZ BERROCAL, M., GIL-CARLES ESTEBAN, J.M., GIL ESTEBAN, M. & MARTÍNEZ NAVARRETE, M. I. Martín Almagro Basch, Fernando Gil Carles y el Corpus de Arte Rupestre Levantino. *Trabajos de Prehistoria*, 62, 2005. pp. 27-45.
- CRUZ BERROCAL, M., GOITRE SAMANIEGO, J., LEAL VADALLARES, J. G. & LÓPEZ DOMÍNGUEZ, M. Crítica al estudio del Arte Levantino desde una perspectiva bibliométrica. En *Trabajos de Prehistoria*, 56, 1999. pp. 53-75.
- CRUZ BERROCAL, M.; GIL-CARLES, J. M.; GIL ESTEBAN, M. & MARTÍNEZ NAVARRETE, M. I.: “Martín Almagro Basch, Fernando Gil-Carles y el Corpus de Arte Rupestre Levantino “. *Trabajos de Prehistoria*, 62, nº 1. 2005. pp. 27-45.
- CUEZVA, S.; SAIZ, C.; CAÑEVERAS, J. C.; SOLER, V.; LARIO, J. & SÁNCHEZ MORAL, S. “Origen bacteriano de los depósitos de espeleotemas tipo moonmilk en ambiente kárstico (Cueva de Altamira, Cantabria, España) “. En: *Estudios Geológicos*. Cantabria, Vol. 59, 2003. pp. 145-157.
- DANGAS, I.; BRUNET, A. & VIDAL, P. “Interventions: nettonaye des parois de consolidation au Salon Noir de la grotte préhistorique de Niaux (France)”. París: Ed. ICOM. 1993. pp. 842-847.
- DANIELE, V.; TAGLIERI, G. & QUARESIMA, R. The nanolimes in cultural heritage conservation: characterisation and analysis of the carbonatation process. En *Journal of cultural heritage*, Vol. 9, nº 3, 2008. pp. 294-301.

- DANIELE, V., TAGLIERI, G.; GREGORI, A.; & VOLPE, R. New Nano-Cementing Materials. En *2nd Workshop ACI Italy Chapter "The New Boundaries of Structural Concrete*. 2011. pp. 227-234.
- DAVID, H. "Contribución a la Conservación del Arte Rupestre Prehistórico". Tesis doctoral inédita. Universidad Politécnica de Valencia, 2008. pp. 1-370.
- DOMÉNECH GALVIS, M. Los grabados rupestres prehistóricos de Morella y Alpuente: procesos de deterioro y conservación preventiva. Tesis Doctoral, Universitat de València. 2004.
- DOMÉNECH GALVIS, M. Intervención de conservación en los grabados prehistóricos del yacimiento de Freiximeno, (Cinctorres-Castellón de la Plana). En *Actas del Congreso de Arte rupestre esquemático en la Península Ibérica: Comarca de los Vélez*, 5-6 de Mayo de 2004. pp. 503-510.
- DE LOS SANTOS GALLEGO, S. La conservación de las pinturas rupestres en los abrigos del levante español. En *Actas del primer Congreso de Conservación de Bienes Culturales: Sevilla, 19, 20 y 21 de marzo de 1976*. Asociación de Congresos de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 1996. p. 1.
- DE MORGAN, J. *Les premières civilisations: études sur la préhistoire et l'histoire jusqu'à la fin de l'empire macédonien*. Leroux, 1909.
- DEI, L.; SALVATORI, B.; ARLANGO, E.; PIETROPOLI, F. & SCARDELLATO, C. "Gli affreschi del XIII e XIV secolo nella cripta di San Zeno a Verona: La sperimentazione della nanocalce dispersa in alcol iso-propilico durante l'intervento conservativo". *Atti del Convegno di Studi Bressanone, 12-15 luglio 2005*. Venezia: Edizioni Arcadia Ricerche S.r.l., 2005. pp. 293-302.
- DEI, L.; BANDINI, F.; FELICI, A.; LANFRANCHI, M. R.; LANTERNA, G.; MACHERELLI, A. & SALVATORI, B. Pre-consolidation of pictorial layers in frescoes: The high performance of CSGI's method based on nanolime evaluated by opd team in agnolo gaddi's *Leggenda della Vera Croce Paintings*, Santa Croce, Florence. En *Scienza e Beni Culturali*, XXIII, 2007. pp. 217-223.
- DÍAZ-ANDREU GARCÍA, M. Cien años en los estudios de pintura rupestre post-paleolítica en la investigación española. En *The Levantine question: post-palaeolithic rock art in the Iberian Peninsula*. 2012. pp. 23-54.

- DÍAZ-ANDREU, M. Memoria y olvido en la Historia de la Arqueología: recuperando la figura de Francisco Benítez Mellado (1883-1962), el gran ilustrador arqueológico. En *PYRENAE*, nº 43, Vol. 2. 2012. pp. 109-131.
- DOERNER, M. *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Reverté, 1998.
- DOMINGO SANZ, I. *et al.* Actas de las Jornadas Abrigo de Tortosilla 100 aniversario de su descubrimiento. *Actas de las Jornadas. Ayora*, Vol. 14, nº 16. 2011.
- DOMINGO SANZ, I. *Técnica y ejecución de la figura en el arte rupestre levantino: hacia una definición actualizada del concepto de estilo: validez y limitaciones*, Valencia. Tesis Doctoral, Universitat de València. 2005. (http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UV/AVAILABLE/TDX0327106181008//domingo.pdf).
- DOMINGO, I.; RIVES, B.; ROMAN, D. & RUBIO, R. (2013). Imágenes en la piedra. Arte rupestre en el Abrigo de Las Montes y su entorno (Jalance). Ministerio de Cultura. 2013.
- DURÁN I SANPERE, A. Pintures rupestres. Exploració arqueològica del Barranc de la Valltorta (província de Castelló). *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, nº 6, 1915-20. pp. 444-453.
- ESTAUGH, N. *et al.* Pigment Compendium: Optical Microscopy of Historical Pigments. *Elservier*, Butterworth Heinemen, 2004.
- ESBERT ALEMANY, R. M. & MARCOS, R. "La deterioración de las piedras de la Catedral de Oviedo. 2ª Parte: formas y fenómenos de alteración". En: *Materiales de Construcción*, nº 186. 1982. pp. 79-88.
- ESBERT, R. Mª; ORDAZ, J.; ALONSO, J. & MONTORO, M. Manual de Diagnósis y Tratamiento de Materiales pétreos y Cerámicos. Col.legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona. 1997. pp. 1-136.
- FERNÁNDEZ LÓPEZ DE PABLO, J. Arte rupestre, sistemas de información geográfica e infraestructuras de datos espaciales. En LÓPEZ MIRA, J. A., MARTÍNEZ VALLE, R. & MATAMOROS DE VILLA, C. (Eds.) *El arte rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica: 10 años en la lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO. Actas IV Congreso (Valencia, 3, 4 y 5 de diciembre de 2008)*. Valencia, Generalitat Valenciana, 2009.

- FERNÁNDEZ-DELGADO, I. El Museo de la Valltorta. Las Huellas de los Dueños de la Historia. *ABANTE*. Revista de Patrimonio Cultural Valenciano, nº 2, 2010. pp. 20-25.
- FORT GONZÁLEZ, R. Polímeros sintéticos para la conservación de materiales pétreos. 2007. pp. 71-81.
- FORT, R.; LA IGLESIA, A.; DEL CURA, M. G.; DE BUERGO, M. Á.; VARAS, M. J.; GÓMEZ-HERAS, M. & MARTÍNEZ-GARRIDO, M. I. Deterioro y Conservación de Materiales Geológicos del Patrimonio. *Geología, Geodesia y Geofísica*, 2011. p. 83.
- FORT GONZÁLEZ, R.; PÉREZ-MONSERRAT, E. M.; LAYUNO ROSAS, M. D. L. Á.; VARAS, M. J.; ÁLVAREZ DE BUERGO, M.; MARTÍNEZ RAMÍREZ, S. & UNDURRAGA LETELIER, R. La conservación de los geomateriales utilizados en el patrimonio. 2012.
- FORT GONZÁLEZ, R., PÉREZ-MONSERRAT, E. M., VILLEGAS BRONCANO, M. Á., GARCÍA HERAS, M., AGUA MARTÍNEZ, F., CONDE MORENO, J. F. & VÁZQUEZ CALVO, M. Reunión científica del Programa Geomateriales: durabilidad y conservación de geomateriales del patrimonio construido, 9 de octubre 2013. 2014.
- FORTEA PÉREZ, J. Algunas aportaciones a los problemas del arte levantino. *Zephyrus XXV*, Salamanca, 1974. pp. 225-257.
- FORTEA PÉREZ, J. En torno a la cronología relativa del inicio del Arte Levantino (avance sobre las plaquetas de La Cocina). En *Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, 11. 1975. pp. 185-197.
- FORTEA, F. J. El arte parietal Epipaleolítico del 6º y 5º milenio y su sustitución por el Arte Levantino. *IX Congres Union International des Sciences Prehistoriques et Protohistoriques, Colloque XIX-Pretirage*. París, Centre national de la recherche scientifique. 1976.
- FORTEA PÉREZ, J. “La situación actual: protección y conservación”. En *La conservación del arte rupestre paleolítico. Mesa redonda Hispano-Francesa*. Colombres, Asturias 2 al 6 de junio de 1991. Colombres: Edita Gobierno del Principado de Asturias, Servicio de Publicaciones, 1993. pp. 17-24.

- FULLOLA, J. M. *et al.* Small sedes for big debates. Past and present contributions to paleoart studies from Northeastern Iberia. 2015.
- GARATE LLOMBART, I. "Consolidantes inorgánicos de pintura mural al fresco: De la metodología del bario a los métodos basados en el hidróxido de calcio". Tesis doctoral inédita. Universidad Politécnica de Valencia UPV. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Valencia, 2011.
- GARCÍA BORJA, P.; DOMINGO SANZ, I. & ROLDÁN GARCÍA, C. Nuevos datos sobre el uso de materia colorante durante el Neolítico antiguo en las comarcas valencianas. En *SAGUNTUM*, 2006. pp. 49-60.
- GARCÍA PUCHOL, O.; MOLINA, L. & GARCÍA ROBLES, M. R. El arte levantino y el proceso de neolitización en el arco mediterráneo peninsular: el contexto arqueológico y su significado. *Archivo de Prehistoria Levantina*, 25, 2004. pp. 61-90.
- GARCÍA, C. El "Arquer" vuelve a casa tras 80 años. En *EL Periódico Mediterráneo de Castellón*, domingo 20 de febrero de 2011. p.17.
- GARCÍA, G.; HERNÁNDEZ PÉREZ, M. S. & BARCIELA GONZÁLEZ, V. Entornos de protección del arte rupestre de la Comunidad Valenciana: propuesta y aplicación. En *Pyrenae*, Vol. 42, nº 2, 2011. pp. 7-27.
- GÁZQUEZ, F.; RULL, F.; CALAFORRA, J. M^a; GUIRADO, E.; SANZ, A.; MEDINA, J.; DE LAS HERAS, C.; PRADA, A. & LASHERAS, J. A. Análisis no destructivo e in situ de minerales y pigmentos en cuevas mediante espectroscopia Raman. En *Cuevatur 2014. Iberoamérica subterránea. I Congreso Iberoamericano y V Congreso Español sobre cuevas turísticas*. 2014. pp. 296-306.
- GÓMEZ BARRERA, J. A. "El grabado como manifestación artística en la Prehistoria peninsular". En: *Cuadernos de Arte Rupestre*, nº1. Murcia: Editorial Ligia Comunicación y Tecnología, S.L., 2004. pp. 25-55.
- GÓMEZ-VILLALBA, L. S.; LÓPEZ-ARCE, P.; FORT GONZÁLEZ, R. & ÁLVAREZ DE BUERGO, M. La aportación de la nanociencia a la conservación de bienes del patrimonio cultural. *Patrimonio cultural de España*, nº 4, 2010. pp. 43-56.
- GÓMEZ VILLALBA, L. S.; LÓPEZ-ARCE, P.; ZORNOZA-INDART, A., ÁLVAREZ de BUERGO, M. & FORT GONZÁLEZ, R. Evaluación del tratamiento de consolidación de dolomías mediante nanopartículas de hidróxido de calcio en

- condiciones de alta humedad relativa. *Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio*, Vol. 50, nº 2, 2011. pp. 85-92.
- GÓMEZ VILLALBA, L. S.; LÓPEZ-ARCE, P.; ZORNOZA-INDART, A., ÁLVAREZ de BUERGO, M. & FORT GONZÁLEZ, R. Aplicación de nanopartículas a la consolidación de patrimonio pétreo. En *La ciencia y el arte III: Ciencias experimentales y conservación del patrimonio*. 2011. pp. 39-57.
- GÓMEZ VILLALBA, L. S.; LÓPEZ-ARCE, P.; ALVAREZ DE BUERGO, M. & FORT, R. Atomic defects and their relationship to aragonite–calcite transformation in portlandite nanocrystal carbonation. *Crystal Growth & Design*, Vol. 12, nº 10, 2012. pp. 4844-4852.
- GÓMEZ VILLALBA, L. S.; LÓPEZ-ARCE, P.; ZORNOZA-INDART, A.; ÁLVAREZ-DE-BUERGO, M. & FORT, R. Carbonatación de Nanocristales de Portlandita obtenidos por síntesis Coloidal: Experiencias sobre su Estabilidad en Rocas Carbonáticas. 2012. pp. 62-63.
- GÓMEZ VILLALBA, L. S. Nanopartículas para la conservación del patrimonio. *La conservación de los geomateriales utilizados en el patrimonio*. Madrid: Programa Geomateriales, 2012. pp. 171-180.
- GONZÁLEZ ECHEGARAY, J.; CABRERA VALDÉS, V. & BERNALDO DE QUIRÓS, F. Apuntes sobre el desarrollo de la arqueología paleolítica en la cornisa cantábrica: las últimas décadas. En *Espacio Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología*, nº 10, 1997. pp. 15-25.
- GRACIA ALONSO, F. Las investigaciones de Leo Frobenius y el Forschungs Institut für Kulturmorphologie (FK) sobre el arte rupestre en España (1934-1936). *Pyrenae*, 41, 2009. pp. 175-221.
- GARCÍA BORJA, P; DOMINGO SANZ, I. & ROLDÁN GARCÍA, C. Nuevos datos sobre el uso de materia colorante durante el Neolítico antiguo en las comarcas valencianas. En *SAGUNTUM*. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia, Vol. 38, 2011. pp. 49-60.
- GROSSI, C. M. & ESBERT, R. M. Las sales solubles en el deterioro de rocas monumentales. Revisión bibliográfica. En *MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN*, Vol. 44, nº 235, 1994. pp. 15-30.

- GUILLAMET, E. & CHILLIDA, J. "Informe sobre la intervención de conservación preventiva en la Cova dels Cavalls". Museo de La Valltorta. Tírig (Castellón), 1998.
- GUILLAMET, E. "Problemática sobre la conservació i restauració de la pintura rupestre a l'aire lliure". Barcelona: Ed. Diputació Provincial de Barcelona, 1990. pp. 69-72.
- GUILLAMET, E. Informe del estado de conservación y propuesta de intervención de las pinturas rupestres de Cueva Remigia (Castellón), 2005.
- GUILLEM CALATAYUD, P. M. Paisaje y arte rupestre. Los abrigos pintados del Barranc de la Valltorta y de la Rambla Carbonera. En *Arte Rupestre de la Comunidad Valenciana*. Valencia, 2002. pp. 227-239.
- GUINEAU, B.; LORBLANCHET, M.; GRATUZE, B.; DULIN, L.; ROGER, P., AKRICH, R., & MULLER, F. Manganese black pigments in prehistoric paintings: the case of the Black Frieze of Pech Merle (France). En *Archaeometry*, Vol. 43, nº 2, 2001. pp. 211-225.
- GUSI JENER, F. "Arqueología y sociedad". *Butlletí de l'Associació Arqueològica de Castelló III*. Castellón, 1983. pp. 5-7.
- GUSI JENER, F. "Ecosistemas y grupos culturales humanos en las comarcas de Castellón durante el Pleistoceno y mitad del Holoceno". *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense 5*. Castellón, 1978. pp. 191-206.
- GUSI JENER, F. "Las dataciones de C14 de la Cueva del Mas d'Abad (Coves de Vinromà). Campaña 1975. Ensayo cronológico para la periodización del Bronce Valenciano". *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense 2*. Castellón, 1975. pp. 75-80.
- GUSI JENER, F. "Medio ambiente y culturas humanas durante el pleistoceno y mitad del holoceno en tierras castellonenses". *Bajo Aragón, prehistoria II*. Zaragoza, 1980. pp. 7-20.
- GUSI JENER, F. "Un taller de sílex bajo abrigo en la 2ª cavidad de Cingle de la Ermita (Albocácer)". *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense 2*. Castellón, 1975. pp. 39-64.
- GUSI JENER, F. El contexto arqueológico de la provincia de Castellón de la Plana. Barcelona, 1970. p. 214.

- HERNÁNDEZ PACHECO, E. Estudios de arte prehistórico. I. Prospección de las pinturas rupestres de Morella la Vella. II. Evolución de las ideas madres de las pinturas rupestres. En *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*, XVI, 1917. pp. 62-84.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. Problemas y métodos de estudio del arte rupestre (apropósito de una crítica del doctor Obermaier). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 19, 1919. pp. 407-418.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. Exposición de arte rupestre prehistórico español. En *Arte español. Revista de la Sociedad de Amigos del Arte*, 5, 1921. pp. 315-339.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. *Síntesis Fisiográfica y Geológica de España*, Madrid, Museo nacional de Ciencias Naturales, 1934-35.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. *Las pinturas prehistóricas de las Cuevas de la Araña (Valencia). Evolución del Arte rupestre en España*. Madrid: Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, 1924.
- HERNÁNDEZ PÉREZ, M. S.; FERRER, P. & CATALÀ, E. "Arte Rupestre en Alicante". Alicante, 1998. p. 311.
- HERNÁNDEZ PÉREZ, M. S.; FERRER, P. & CATALÀ, E. "Arte Rupestre Esquemático en Alicante". Alicante, 2000. p. 96.
- HERNÁNDEZ PÉREZ, M. S. & MARTÍ, B. El arte rupestre de la fachada mediterránea: entre la tradición epipaleolítica y la expansión neolítica. *Zephyrus*, 53-4, 2000-01. pp. 241-65.
- HERNÁNDEZ PÉREZ, M. S. Arte Esquemático en la fachada oriental de la Península Ibérica. 25 años después. En *Zephyrus*, 59, 2006. pp. 199-214.
- HERNÁNDEZ PÉREZ, M. S. Acerca del origen del arte Esquemático. *Tabona: Revista de prehistoria y de arqueología*, nº 17, 2009. pp. 63-92.
- HERNÁNDEZ PÉREZ, M. S.; SEGURA MARTÍ, J. M^a. & BARCIELA GONZÁLEZ, V. Pinturas rupestres en el Barranc de Carbonera (Beniatjar, Valencia). Nuevas lecturas de un yacimiento excepcional. En *Recerques del Museu d'Alcoi*, nº 22/23, 2014. pp. 7-20.
- HERNANZ GISMERO, A.; RUIZ LÓPEZ, J. F. & GAVIRA VALLEJO, J. M. Pigmentos, aglutinantes y pátinas: caracterización fisicoquímica de las pinturas rupestres

- levantinas. En *The Levantine question: post-palaeolithic rock art in the Iberian Peninsula*. 2012. pp. 345-366.
- ICOMOS. Terminología para definir la conservación del patrimonio cultural tangible. XVª Conferencia Triannual, Nueva Delhi (India); 2008.
- IZQUIERDO PERAILE, M^a. I. & ARASA I GIL, F. La estela ibérica de La Serrada (Ares del Maestre, Castellón). En *SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, Vol. 31, 1998. pp. 181-194.
- JORDÁ CERDÁ, F. Notas para una revisión de la cronología del Arte Rupestre Levantino. En *ZEPHYRUS*, 28, 1966. pp. 47-67.
- JORDÁ CERDÁ, F. Notas sobre Arte rupestre del Levante español. En *Caesaraugusta*, 1964. pp. 21-22.
- LANFRANCHI, M. Le Resine Acriliche sulle Pitture Murali. *Cesmar* 7. Thiene (VI) 2005. pp. 69-79.
- LÓPEZ-ARCE, P.; GÓMEZ-VILLALBA, L. S.; PINHO, L.; FERNÁNDEZ-VALLE, M. E.; DE BUERGO, M. Á. & FORT, R. Influence of porosity and relative humidity on consolidation of dolostone with calcium hydroxide nanoparticles: Effectiveness assessment with non-destructive techniques. *Materials Characterization*, Vol. 61, nº 2, 2010. pp. 168-184.
- LÓPEZ-MONTALVO, E.; VILLAVERDE, V.; ROLDÁN, C.; MURCIA, S. & BADAL, E. An approximation to the study of black pigments in Cova Remígia (Castellón, Spain). Technical and cultural assessments of the use of carbon-based black pigments in Spanish Levantine Rock Art. En *Journal of Archaeological Science*, nº 52, 2014. pp. 535-545.
- KRÖNER, S.; MAS i BARBERÀ, X.; OSETE CORTINA, L. & GUASCH FERRÉ, N. Identificación y caracterización de materiales pétreos en patrimonio histórico-artístico. Universitat Politècnica de València, 2010. pp 1-139.
- MAIOLI, M.G. Il restauro di mosaici su cemento: una tecnica sperimentale. En *Atti del V Colloquio dell'Associazione Italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico*, AISCOM (Roma1997). Edizioni del Girasole, 1998. pp. 575-578.
- MARTÍ OLIVER, B. & HERNÁNDEZ, M. S. *El Neolític Valencià. Art rupestre i cultura material*, Valencia, Diputació de València. 1988.

- MARTÍ OLIVER, B. Los estudios sobre el Neolítico en el País Valenciano y áreas próximas: historia de la investigación, estado actual de los problemas y perspectivas. *Arqueología del País Valenciano: Panorama y perspectivas*. Alicante, Conselleria de Cultura, Diputación Provincial de Alicante. 1985.
- MARTÍ OLIVER, B. La Cova de l'Or (Beniarrés-Alicante). En *SAGVNTUM*. Papeles del laboratorio de arqueología de Valencia, extra-12. Las primeras producciones cerámicas: El VI milenio cal AC en la Península Ibérica. Ed. Universitat de València. Facultat de Geografia i Història. Departament de Prehistòria i d'Arqueologia, 2001. pp. 183-186.
- MARTÍ OLIVER, B. Cuevas, poblados y santuarios neolíticos: una perspectiva mediterránea. En IV Congreso del Neolítico Peninsular: 27-30 de noviembre de 2006. Museo Arqueológico de Alicante-MARQ, 2008. pp. 17-27.
- MARTÍ OLIVER, B. La Cova de l'Or (Beniarrés, Alicante). En *SAGVNTVM* Extra, Vol. 12, 2012. pp. 183-186.
- MARTÍN PÉREZ, A.; ALONSO ZARZA, A. M^a.; MARTÍN GARCÍA, R. & GIL PEÑA, I. La Riqueza Mineralógica de la Cueva de Castañar de Ibor, Cáceres. En *Macla*, revista de la sociedad española de mineralogía, nº 13, 2010. pp. 147-148.
- MARTÍNEZ GARCÍA, J. & HERNÁNDEZ PÉREZ, M. S. Actas del Congreso de Arte Rupestre esquemático en la Península Ibérica: Comarca de los Vélez, 5-7 de mayo 2004. Almería, 2006.
- MARTÍNEZ VALLE, R. & VILLAVERDE, V. La Cova dels Cavalls en el Barranc de la Valltorta. *Monografías del Instituto de Arte Rupestre*, 2002, Vol. 1. p.209.
- MARTÍNEZ VALLE, R.; GUILLEM CALATAYUD, P. M. y BALLESTER CASTAÑ, L. *Los Abrigos de Tortosilla. Una nueva visión tras los trabajos de conservación preventiva*. En Actas de las Jornadas: Abrigo de Tortosilla 100 aniversario de su descubrimiento. Primer hallazgo de Arte Rupestre de la Comunidad Valenciana. Ayora 14-16 de Octubre de 2011. pp. 79-85.
- MARTÍNEZ VALLE, R. El Parque Cultural de Valltorta-Gasulla (Castellón). En *Trabajos de Prehistoria* 57, nº2, 2000. pp. 65-76.
- MAS BARBERÀ, X. "Estudio y caracterización de morteros compuestos, para su aplicación en intervenciones de sellados, reposiciones y réplicas, de elementos pétreos escultórico-ornamentales". Tesis doctoral inédita. Universidad

- Politécnica de Valencia UPV. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Valencia, 2006.
- MAS CORNELLÀ, M. Técnicas de realización de pinturas rupestres. Métodos de estudio e implicaciones teóricas [en línea] disponible en Web: <http://rupestreweb.info.com/pinturas.html>. 2007 [consulta: 2 marzo 2011].
- MAS CORNELLÀ, M.; MIJARES, R. M.; DELGADO, M. S. & GONZÁLEZ, J. P. Reproducción digital, microfotografía estereoscópica y fotografía esférica aplicadas a la interpretación del arte rupestre prehistórico. En *Cuadernos de arte rupestre*, Vol. 6, 2013. pp. 77-83.
- MASSCHELEIN-KLEINER, L. Los solventes. Santiago, Chile: Centro Nacional de Conservación y Restauración, 2004.
- MATAMOROS de VILLA, C. & LÓPEZ MIRA, J. A. "Gestión del arte rupestre de la Comunidad Valenciana, 1998-2008". *Actas del IV Congreso El Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica. Valencia, 3, 4 y 5 diciembre 2008*. Valencia: Editado por la Generalitat Valenciana, 2008. pp. 187-374.
- MATEO SAURA, M. Á. Aproximación teórica al problema del significado del arte rupestre. *Verdolay*, 12, 2009. pp. 13-33.
- MATEO SAURA, M. Á. Estudio bibliométrico de la producción científica sobre la pintura rupestre postpaleolítica en España. Arte levantino y pintura esquemática (1907-2010) Tesis doctoral inédita Universidad de Murcia. Departamento de Prehistoria, Arqueológica, Historia Antigua e Historia Medieval. 2013. pp. 1-315.
- MATEO SAURA, M. Á. "¿El Arte Rupestre en Peligro?". En: *La pintura rupestre de Moratalla (Murcia)*. Murcia: Editorial Ligia Comunicación y Tecnología, S.L., 2005. pp. 169-172.
- MATTEINI, M. & MOLES, A. La química en la restauración: los materiales del arte pictórico. Ed. NEREA, Vol. 7. 2001. pp. 1-508.
- MENÉNDEZ FERNÁNDEZ, M. *Prehistoria reciente de la Península Ibérica*. Editorial UNED, 2013. p. 636.
- MESADO OLIVER, N. La cova del Mas d'en Llorenç y el arte prehistórico del barranco de La Gasulla. *Archivo de Prehistoria Levantina, Vol. XVI*. Valencia, 1981. pp. 281-307.

- MONTAGNI, C.; PASETTI, A.; PRINCI, E.; VICINI, S. & PEDEMONTE, E. Studio Sulla. En *Arkos: Scienza e restauro dell'architettura*, Vol. 5, nº 5, 2004. pp. 37-39.
- MONTES, R. & CABRERA, J. M. Estudio estratigráfico y componentes pictóricos del arte prehistórico de Murcia (Sureste de España). En *Anales de Prehistoria y Arqueología*, nº 7, 1991. pp. 69-74.
- MORA, P.; MORA, L. & PHILIPPOT, L. La conservation des peintures murales. 1977. p. 734.
- MAYER, R. *Materiales y técnicas del arte*. Ediciones AKAL, 1993.
- NATALI, I.; TEMPESTI, P.; CARRETTI, E.; POTENZA, M.; SANSONI, S.; BAGLIONI, P. & DEI, L. Aragonite crystals grown on bones by reaction of CO₂ with nanostructured Ca (OH) ₂ in the presence of collagen. Implications in archaeology and paleontology. En *Langmuir*, Vol. 30, nº 2, 2014. pp. 660-668.
- OBERMAIER, H. & WERNERT, P. *Las pinturas rupestres del Barranco de la Valltorta (Castellón)*, Madrid, Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas. 1919.
- OBERMAIER, H. & WERNERT, P. La edad cuaternaria de las pinturas rupestres del levante español. *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*, 15, 1929. p. 527.
- OBERMAIER, H. & WERNERT, P. *Las pinturas rupestres del Barranco de Valltorta (Castellón)*. Museo nacional de ciencias naturales, 1919. p. 77.
- OLÀRIA PUYOLES, C. El Parque de la Gassulla (Ares del Mestre, Castellón): un ensayo de interpretación para un territorio con testimonios rupestres. *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló*, nº 30, 2012. pp. 11-32.
- OLÀRIA PUYOLES, C. R. *Un Passeig per la Prehistoria. Guia de l'art rupestre llevantí de Castelló*. Castelló: Editorial de la Universitat Jaume I., 2007.
- OLÀRIA, C. Arte, hábitat y territorio en el Mediterráneo peninsular durante el postglaciar: un modelo de interpretación en el norte del País Valenciano. *Bolskan*, nº 16, 1999. pp. 109-149.
- ORTS RUIZ, L. *La figura de parque cultural como modelo de gestión del Sitio Patrimonio Mundial de la Valltorta*. Tesis doctoral inédita. Universidad Politécnica de Valencia UPV. Escuela Superior de Arquitectura de Valencia, 2014.

- ÓSCA PONS, J. El empleo de consolidantes inorgánicos y organosilíceos como alternativa a los consolidantes orgánicos. En *Actas del Seminario sobre restauración de pinturas murales. Tratamientos y metodologías de conservación de pinturas murales, Aguilar de Campoo (Palencia), 20-22 de julio 2005*. Aguilar de Campoo (Palencia): Editado por Fundación Santa María la Real-C.E.R., Diciembre 2005. pp. 10-47.
- PALLARÉS, M. Cultura neolítica y Eneolítica. Exploració dels jaciments prehistòrics de la Valltorta. *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, 6. 1915-20. pp. 454-457.
- PANEL 1. Revista de arte rupestre. Sevilla: Ed. Servicio de Estudios y Publicaciones Consejería de Cultura. Junta de Andalucía, 2001. pp. 12-19.
- PÉREZ BERIAIN, E. Pinturas rupestres arrancadas en Cretas hace un siglo regresan de forma virtual. *Heraldo de Aragón*. 23 de mayo de 2015. p. 59.
- PLA BALLESTER, E. Estado actual del conocimiento de la Prehistoria en el País Valenciano. En *Zephyrus*, XXXVII-XXXVIII, 1984-85. pp. 10-11.
- POMIES, M. P. & VIGNAUD, C. RED PALAEOLITHIC PIGMENTS: NATURAL HEMATITE OR HEATED GOETHITE?*. En *Archaeometry*, Vol. 41, nº 2, 1999. pp. 275-285.
- POMIES, M. P.; MENU, M. & VIGNAUD, C. Lascaux, pigments préhistoriques à base d'oxydes de fer: hématite naturelle collectée ou goethite chauffée?. En *Art et chimie, la couleur: actes du congrès*. CNRS Editions, 2000. pp. 22-27.
- PORCAR RIPOLLÉS, J. B.; BREUIL, H. & OBERMAIER, H. *Excavaciones en Cueva Remigia (Castellón)*, Junta Superior del Tesoro Artístico. Madrid, 1935.
- PORCAR, J. B. Pinturas Rupestres del Barranco de Gassulla. En el Boletín de la Sociedad Castellonense, volumen XV. Castellón, 1934. pp. 344-347.
- PORCAR, J. B.; OBERMAIER, H. & BREUIL, H. *Excavaciones en la Cueva Remigia (Castellón)*. Madrid, 1935.
- PORCAR, J.B.; OBERMAIER, H. & BREUIL, H. *Las Pinturas Rupestres de la Cueva Remigia (Castellón)*. Madrid, 1936.
- RESANO, M.; GARCÍA-RUIZ, E.; ALLOZA, R.; MARZO, M. P.; VANDENABEELE, P. & VANHAECKE, F. Laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry for the characterization of pigments in prehistoric rock art. *Analytical chemistry*, Vol. 79, nº 23, 2007. pp. 8947-8955.

- RIETH, A. Maltechnik von Lascaux. En *Maltechnik*, Vol. 76, nº 2, 1970. pp. 33-34.
- RIOS, S. El parque cultural Valltorta logra el BIC tras 17 años de reivindicaciones. En *EL Periódico Mediterráneo de Castellón*, el martes 24 de febrero de 2015. pp. 2-3.
- RIPOLL PERELLO, Eduardo: Para una cronología relativa de las pinturas rupestres del Levante español. Festschrift für Lothar Zotz. *Steinzeitfrage der Alten und Neuen Welt*. Bonn. Ed: G. FREUND, 1960. pp. 457-465.
- RIPOLL PERELLÓ, E. "Los abrigos pintados de los alrededores de Santolea (Teruel)". En *Monografías de Arte Rupestre. Arte levantino*, 1. Instituto de Prehistoria y Arqueología (Diputación Provincial de Barcelona), 1961.
- RIPOLL PERELLÓ, E. Pinturas rupestres de la Gasulla (Castellón). En *Monografías de Arte Rupestre. Arte Levantino*, 2, 1963.
- RIPOLL PERELLÓ, E. Cuestiones en torno a la cronología del arte rupestre postpaleolítico en la Península Ibérica. En *Simposio Internacional de Arte Rupestre*, Barcelona, 1966-1968. pp. 165-192.
- RIPOLL PERELLÓ, E. The Painted Shelters of La Gassulla (Castellón), *Monographs on Cave Art*, 2, Barcelona, 1968.
- RIPOLL PERELLÓ, E. Cronología y periodización del esquematismo prehistórico en la Península Ibérica. En *Zephyrus: Revista de prehistoria y arqueología*, nº 36, 1983. pp. 27-35.
- RIPOLL PERELLÓ, E. Acerca de algunos problemas del arte rupestre postpaleolítico en la Península Ibérica. En *Espacio Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología*, nº 3, 1990.
- RIPOLL PERELLÓ, E. *El abate Henri Breuil (1877-1961)*, Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia, 1994.
- RIPOLL PERELLÓ, E. Historiografía del arte prehistórico en la Península Ibérica: I, hasta 1914. En *Espacio, tiempo y forma. Serie I, Prehistoria y arqueología*, nº 10, 1997. pp. 89-128.
- RIPOLL PERELLÓ, E. El debate sobre la cronología del arte levantino. En *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló*, nº 22, 2001. pp. 267-280.

- RODRÍGUEZ SERRANO, M. *Limpieza Superficial de Pintura de Caballete Mediante Soluciones Acuosas de EDTA*. Tesis de Master en conservación y restauración de Bienes Culturales, 2008. pp. 1-130.
- ROLDÁN GARCÍA, C. & JUANES BARBER, D. Fluorescencia de rayos X mediante equipo portátil aplicada al estudio y conservación del Patrimonio Cultural. En *La Ciencia y el Arte. Ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico*. Madrid: Edita el Ministerio de Cultura, 2008. pp. 140-150.
- ROLDÁN GARCÍA, C. & FERRERO CALABUIG, J. El uso de la Fluorescencia de rayos X en arte y arqueología. En *MÈTODE*. Anuario, 2008. pp. 221-227.
- ROLDÁN GARCÍA, C. Análisis de pigmentos en conjuntos de arte rupestre. En las *Actas del IV el Congreso de Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica: 10 años en la lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO*. Valencia, 2008. pp. 269-278.
- ROLDÁN, C.; MURCIA-MASCARÓS, S.; FERRERO, J.; VILLAVERDE, V.; LÓPEZ, E.; DOMINGO, I.; MARTÍNEZ, R. & GUILLEM, P. M. Application of field portable EDXRF spectrometry to analysis of pigments of Levantine rock art. *X-Ray Spectrometry*. 39 (3), 2010. pp. 243-250.
- ROLDÁN, C.; VILLAVERDE, V.; RÓDENAS, I.; LÓPEZ, E.; DOMINGO, I.; MURCIA, S.; MARTÍNEZ, R. & GUILLEM, P. Análisis de pigmentos parietales de Arte Levantino de los abrigos del “Cingle de la Mola Remígia” (Barranco de la Gasulla). En *X Congreso Ibérico de Arqueometría*, Castellón, 2013. pp. 228-139.
- RONDA FEMENÍA, A. *Arqueología de Benissa*. Alicante: Editado por el Instituto de Cultura “Juan Gil-Albert”, 1990. pp. 13-23.
- RUIZ LÓPEZ, J. F. Cazadores y presas: simbolismo e interpretación social de las actividades cinegéticas en el arte levantino. En *ARQUEOBIOS*, Centro de Investigaciones Arqueobiológicas y Paleoecológicas Andinas, nº 3, Vol. 1, 2009. pp. 104-126.
- RUIZ, J. F.; MAS, M.; HERNANZ, A.; ROWE, M. W.; STEELMAN, K. L. & GAVIRA, J. M. First radiocarbon dating of oxalate crusts over Spanish prehistoric rock art. *International Newsletter on Rock Art (INORA)*, 46, 2006. pp. 1-5.

- RUIZ LÓPEZ, J. F.; ROWE, M. W.; HERNANZ GISMERO, A.; GAVIRA VALLEJO, J. M. G.; VIÑAS i VALLVERDÚ, R. & RUBIO i MORA, A. Cronología del arte rupestre Postpaleolítico y datación absoluta de pátinas de oxalato cálcico: primeras experiencias en Castilla-La Mancha (2004-2007). En *El arte rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica: 10 años en la lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO: Actas IV Congreso: (Valencia, 3, 4 y 5 de diciembre de 2008)*. Generalitat Valenciana, 2009. pp. 303-316.
- SÁIZ JIMÉNEZ, C. Los murales de Sta. M^a de la Rábida: causas de deterioro. En *Mundo Científico*, nº 18, Vol. 2, 1982. pp. 1008-1011.
- SAN NICOLÁS DEL TORO, M. Siete años después de la declaración del patrimonio de la humanidad del arte rupestre del arco mediterráneo de la península Ibérica, En *Cuadernos de Arte Rupestre*, nº 2, 2005. pp. 221-236.
- SAN NICOLÁS DEL TORO, M, *et al.* Formación, educación y difusión en el Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica. En *Cuadernos de Arte Rupestre*, Vol. 5, 2013. pp. 1-8.
- SAN VALERO APARISI, J. *Arte rupestre del Levante español*. Bilbao, 1962.
- SÁNCHEZ CHILLÓN, B. Los inicios de la documentación gráfica del Arte Rupestre en España: La Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas. En *Cuadernos de arte rupestre*, Vol. 6, 2013. pp. 33-51.
- SÁNCHEZ MORAL, S.; BEDOYA, J.; SOLER, V.; CAÑAVERAS, J.C. "Monitorización en continuo de parámetros microambientales en sistemas kársticos someros. Aplicación a la conservación del arte prehistórico (Cueva de Altamira, España)". En: *Biodeterioro de Monumentos de Iberoamérica*. España: Editado por Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. CYTED, 2002. pp. 109-124.
- SÁNCHEZ-MORAL, S. *et al.* *Procesos de precipitación mineral bioinducidos en sistemas kársticos subterráneos: breve revisión y nuevas tendencias*. En *Estudios Geológicos*, Vol. 62, nº 1, 2006. pp. 43-52.
- SARRIÁ BOSCOVICH, E. Las pinturas del Barranc dels Cirerals Ares del Maestre (Castellón de la Plana). En *Zephyrvs*, Vol. 36, 2009.
- SARRIÁ BOSCOVICH, E. Las pinturas rupestres de Cova Remígia (Ares del Maestre, Castellón). En *Lucentum*, 1988-89. pp. 7-33.

- SARRIÀ BOSCOVICH, E. & VIÑAS VALLVERDÚ, R. "Las representaciones faunísticas del término de Ares del Maestre (Castellón de la Plana)". Cuadernos de prehistoria y arqueología castellonenses, nº 5, 1978. pp. 143-162.
- SARRIÀ BOSCOVICH, E. & VIÑAS I VALLVERDÚ, R. Noticia de un nuevo conjunto de pinturas rupestres en Albocàsser. 1981.
- SARSALE, R. Malte per il restauro di opere d'arte antiche. En *Storia dell'Ingegneria*. Atti del 2º Convegno Nazionale. Napoli, 7- 8- 9 aprile, 2008. pp. 432-441
- SNEYERS, R. V.; & HENAU, P. J. "La Conservación de la piedra". En: *La Conservación de los Bienes Culturales. Museos y Monumentos, XI*. París: Editorial de la UNESCO, 1979. pp. 223-249.
- TORREGROSA GIMÉNEZ, P. Pintura rupestre esquemática y territorio: análisis de su distribución espacial en el Levante peninsular. *Lucentum*, XIX-XX, 2000/2001. pp. 39-64.
- UTRILLA MIRANDA, P. Antonio Beltrán y el arte rupestre postpaleolítico. En *Caesaraugusta*, 79. 2007. pp. 49-69.
- UTRILLA, P. & MARTÍNEZ BEA, M. La figura humana en el arte levantino aragonés. Cuadernos de Arte Rupestre, Vol. 4, 2007. pp. 163-205.
- VICENT GARCÍA, J. M., MONTERO RUÍZ, I., RODRÍGUEZ ALCALDE, Á. L., MARTÍNEZ NAVARRETE, M. I., & CHAPA BRUNET, T. Aplicación de la imagen multiespectral al estudio y conservación del arte rupestre postpaleolítico. En *Trabajos de prehistoria*, Vol. 53, nº 2, 1996. pp. 19-35.
- VICENT GARCÍA, J. M.; RODRÍGUEZ ALCALDE, Á. L.; CRUZ BERROCAL, M^a.; MONTERO RUIZ, I.; MARTÍNEZ NAVARRETE, M^a I. & CHAPA BRUNET, T. Documentación del arte rupestre levantino. Actuaciones del Departamento de Prehistoria del CSIC. En *Revista de Arqueología*, Vol. 20, nº 218, 1999. pp. 14-22.
- VICENT GARCÍA, J. M.; CRUZ BERROCAL, M^a.; RODRÍGUEZ ALCALDE, Á. L. & MONTERO RUIZ, I. El Corpus de Pintura Rupestre Levantina y las nuevas tecnologías de la información. En *Arkeos*, nº 7, 2000a. pp. 35-54.
- VIDAL, P. "El arte rupestre en peligro: un patrimonio mundial que hay que salvar". Santander: Creática, 2001. p. 127.

- VIÑAS VALLVERDU, R. Informe sobre un microorganismo detectado en las pinturas rupestres del Barranco de la Valltorta. En Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense, Vol. 5. Diputación Provincial de Castellón de la Plana. Departamento de Arqueología, 1978. pp. 361-367.
- VIÑAS, R. Arte rupestre, La Valltorta y su conjunto rupestre. En: *La Valltorta, Arte rupestre del levante Español*. Edicions Castell. Barcelona, 1982. pp. 82-165.
- VIÑAS, R. Figuras inéditas del Barranco de La Valltorta. Ampurias, Barcelona, t 41-42. 1979-1980. pp. 1-34.
- VIÑAS, R & RUBIO, A. Un nuevo ejemplo de figura humana flechada en el conjunto de la Valltorta (Castellón), En *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense*, nº13, 1988. pp. 83-93.
- VIÑAS, R. & MOROTE, J. G. Arte Rupestre Valltorta-Gassulla. Museo y parque cultural. 2011. p. 264.
- VIÑAS, R.; SARRIÀ, E. & MONZONIS, F. Nuevas manifestaciones de arte rupestre en el Maestrazgo (Castellón de la Plana). Ed: Diputació de Castelló. Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques. Castellón, 1979. pp. 97-121.
- VITRUBIO POLIÓN, M. Los Diez Libros de la Arquitectura. Traducción y comentarios J. Ortiz y Sanz. Ed. AKAL, Madrid. 1987.
- ZALBIDEA MUÑOZ, M^a A. Principales causas de alteración de las pinturas murales. [CD- ROM] Universidad Politècnica de València, 2007.
- ZALBIDEA MUÑOZ, M^a A. La cal, aglomerante en los morteros tradicionales. En *EcoHabitar*. Revista trimestral de bioconstrucción, permacultura y vida sostenible. V, 2007. pp. 28-30.
- ZALBIDEA MUÑOZ, M^a A. La humedad y eflorescencias salinas en los edificios. En *EcoHabitar*. Revista trimestral de bioconstrucción, permacultura y vida sostenible, 2008. pp. 31-33.
- ZILHAO, J. & CARVALHO, A. F. O neolítico do magico calcário estrmenho cronoestratigrafia e povoamento. En *Rubricatum*: revista del Museu de Gavà, nº 1, 1996. pp. 659-671.
- ZOGLAMI, K. "Las Areniscas Miocénicas de la Formación Fortuna Utilizadas en la Construcción del Acueducto Romano de Zaghouan-Cartago. Caracterización petrofísica, alterabilidad y ensayos de control de idoneidad de tratamientos de

restauración". Tesis doctoral inédita. Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Geología, Unidad de cristalografía y mineralogía. Barcelona, 2001.

Webs.

<http://www.bradshawfoundation.com/news/archaeology.php?id=Rock-Art-Theories-II>

<http://www.prehistour.eu> Chemins de l'Art Rupestre Préhistorique (CARP)

www.gva.es/tirig/tirig3.html

www.citma.gva.es/web/parajes-naturales-municipales/vuelo-virtual

<http://cartoweb.cma.gva.es/>

<http://www.igme.es/>

<http://www.juntadeandalucia.es>

<http://www.egiptologia.com/grandes-egiptologos/331-vida-y-obra-de-jacques-de-morgan-el-descubridor-de-la-prehistoria-de-egipto.html>.

<http://www.arterupestre.es/web/consejo>.

<http://www.sindicom.gva.es>

<http://www.arampi.es>

<http://www.prehistoria.ih.csic.es>

<http://www.quimicompuestos.com>

<http://www.ctseurope.com>

<http://www.cuadernosdearterupestre.es>. Cuadernos de arte rupestre. Revista digital de arte rupestre.

<http://whc.unesco.org/en/list/874>. UNESCO (ny) Rock Art of the Mediterranean Basin on the Iberian Peninsula. www, accessed October 2010.

<http://www.icv.gva.es>. ICV. Instituto Cartográfico Valenciano [en línea]. Disponible en Web: [Consulta: 20/01/2014].

http://www.uf.unierlangen.de/obermaier/obermaierarchiv/fotoarchiv/hofotos_02/hobilder_02.html. HUGO OBERMAIER GESELLSCHAFT (ny) HugoObermaier-Archiv: 1921-1935. *Hugo Obermaier-Gesellschaft für Erforschung des Eiszeitalters und der Steinzeit e. V.*, [Consultada 07/04/ 2015].

<http://definición.de/oxisales/>. [Consultada 02/09/2015].

Legislación

España. “Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español”. *Boletín Oficial del Estado*, 29 de junio de 1985, núm. 155, pp. 20342-20352.

España. “Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano”. *Boletín Oficial del Estado*, 22 de julio de 1998, núm. 174, pp. 24768-24793.

España. “Ley 5/2007, de 9 de febrero, del Patrimonio Cultural Valenciano”. *Boletín Oficial del Estado*, 23 de marzo de 2007, núm. 71, pp. 12661-12676.

Normativa

AENOR. Asociación Española de Normalización y Certificación. *Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad*. UNE-EN 459-1. Madrid: AENOR, 2011.

AENOR. Asociación Española de Normalización y Certificación. *Conservación del patrimonio cultural. Método de ensayo. Medición de color de superficies*. UNE-EN 15886. Madrid: AENOR, 2011.

AENOR. Asociación Española de Normalización y Certificación. *Conservación del patrimonio cultural. Método de ensayo. Determinación de la absorción de agua por capilaridad*. UNE-EN 15801. Madrid: AENOR, 2010.

AENOR. Asociación Española de Normalización y Certificación. *Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad*. UNE-EN 1925. Madrid: AENOR, 1999.

ASTM International. *Standart Practices for Resistance of Adhesives to Cyclic Laboratory Aging Conditions*. D1183-03 United States: ASTM, 2003.

RILEM. Reunión Internacional de Laboratorios de Ensayo y de Investigación para Materiales de construcción. *Pruebas recomendadas para medir el deterioro de la piedra y para evaluar la eficacia de los métodos de tratamiento*. Ensayo nº V. 1b. París: RILEM Publicaciones SARL, 1980.

ANEXOS.

ANEXO I.

ANEXO I.

14ª Asamblea General del ICOMOS en Victoria Falls (Zimbabue). Principios para la preservación, conservación y restauración de pinturas Murales.

El Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS) establece los principios para la adecuada preservación, conservación y restauración de pinturas Murales. En los siguientes artículos quedan referenciado el alcance de estas recomendaciones:

- **Artículo 1: Política de Protección.**

La realización de listados e inventarios de monumentos y lugares con valor patrimonial que posean pinturas murales, aún en los casos en que éstas se encuentren ocultas en la actualidad, constituye por sí misma una medida necesaria para la protección de las pinturas murales de las distintas culturas y religiones. Las leyes y demás normas para la protección del patrimonio cultural deben prohibir la destrucción, degradación o alteración de las pinturas murales, así como la de su entorno. La legislación no sólo debería proveer medidas para la protección de las pinturas murales, sino incidir también en la disponibilidad de recursos destinados a la investigación, el tratamiento profesional y el control, y velar para que la sociedad pueda apreciar sus valores de carácter tangible e intangible.

Las intervenciones que resulten necesarias deberán realizarse con pleno conocimiento y permiso de las autoridades competentes. Cualquier trasgresión de esa regla debe llevar aparejada una sanción en el orden jurídico. Las previsiones legales deberán proyectarse también a los nuevos descubrimientos y a su preservación, hasta que éstos alcancen protección formal. Los proyectos de desarrollo regional, de carácter urbano, arquitectónico, o relativos a obras públicas de ingeniería, tales como la construcción de carreteras, presas, rehabilitación de edificios, etc., que afecten a pinturas murales no se deben llevar a cabo sin un estudio previo del impacto que éstas sufrirían y sin proveer las medidas necesarias para su salvaguarda.

Las distintas autoridades deberán hacer un esfuerzo especial de

cooperación entre ellas, a fin de propiciar el respeto y las condiciones que permitan que las pinturas de carácter religioso cumplan funciones de culto, sin poner en riesgo su autenticidad.

- **Artículo 2: Investigación.**

Todos los proyectos de conservación deben iniciarse mediante una investigación científica sólida y rigurosa. El objeto de tales investigaciones es encontrar la máxima información posible, tanto de carácter histórico como estético y técnico, sobre el soporte material de la estructura y las capas superpuestas. Deben extenderse, además, a todos los valores materiales e incorpóreos de la pintura, así como a las alteraciones históricas, las adiciones y las restauraciones. Ello requiere una aproximación interdisciplinaria.

En la medida de lo posible, los métodos de investigación deben ser de naturaleza no destructiva. Las pinturas que puedan hallarse ocultas bajo blanqueos de cal, capas de pintura, yeso, etc., deberán ser objeto de una atención especial. La investigación científica sobre los mecanismos de degradación a macro y micro escala, el análisis de los materiales y el diagnóstico del estado de conservación, son requisitos previos en cualquier proyecto de conservación.

- **Artículo 3: Documentación.**

Conforme a lo dispuesto en la Carta de Venecia, la conservación y restauración de las pinturas murales deben ir acompañadas de un programa de documentación, bien definido, consistente en un informe, a la vez analítico y crítico, ilustrado con dibujos, copias, fotografías, planos, etc. Deben registrarse las condiciones que ofrezcan las pinturas, los datos técnicos y formales relativos a su proceso de creación, y la historia de cada objeto. E incluso deberán documentarse todos los estadios del proceso de conservación, la restauración, los materiales y la metodología empleados. El informe deberá depositarse en los archivos de una institución pública, quedando a disposición del público interesado. También deberán conservarse copias de dicha documentación in situ, o en poder de los responsables del monumento.

Igualmente se recomienda la publicación de los resultados del trabajo. Esta documentación deberá ordenarse en unidades temáticas relativas al proceso de investigación, a la diagnosis y al tratamiento. Los métodos tradicionales de documentación escrita y gráfica pueden complementarse con métodos digitales. Con independencia de los medios técnicos empleados, la conservación de los archivos y la disponibilidad de la documentación en el futuro, es de la mayor importancia.

- **Artículo 4: Conservación preventiva, mantenimiento y gestión del lugar.**

La conservación preventiva tiene por objeto propiciar unas condiciones favorables para reducir al máximo posible la degradación y evitar los tratamientos curativos, prolongando así la vida de las pinturas murales. La práctica de un seguimiento adecuado y el control medioambiental son componentes sustanciales de la conservación preventiva. Las condiciones climáticas adversas y los problemas de humedad pueden producir no sólo deterioro, sino también ataques de carácter biológico. El seguimiento puede servir para detectar procesos de degradación de las pinturas. Un mantenimiento regular, constituye la mejor garantía para salvaguardar las pinturas murales.

Los usos públicos e inadecuados de los monumentos y los lugares con pinturas murales pueden perjudicar a éstas. Ello puede hacer necesario que se limite la afluencia de visitantes y, en determinados casos, el cierre temporal al público. Sin embargo, es preferible que éste tenga oportunidad de conocer y apreciar las pinturas murales directamente, puesto que son parte integrante del patrimonio cultural común. Es importante que en la gestión del bien se incluya un plan de uso y acceso que contribuya a preservar, en la medida de lo posible, los auténticos valores, tangibles e intangibles, propios de los monumentos y los lugares patrimoniales.

Muchas pinturas murales, a menudo situadas en parajes aislados, sufren los estragos del vandalismo y el robo, debido a diversos motivos de orden sociológico, ideológico y económico. En tales casos, las autoridades

competentes deberán tomar medidas preventivas para su custodia.

- **Artículo 5: Tratamientos de conservación y restauración.**

Las pinturas murales forman parte integrante de los edificios o estructuras. Por lo tanto, su conservación debe considerarse comprendida en la del soporte material del conjunto arquitectónico al que pertenecen y su entorno. Cualquier intervención en el monumento debe tener en consideración las características especiales de las pinturas murales con el fin de preservarlas. Todas las intervenciones, tales como la consolidación, limpieza y reintegración, deberán ajustarse a unos márgenes mínimos a fin de evitar cualquier menoscabo en la autenticidad de los elementos materiales y pictóricos. Siempre que resulte posible, deberán preservarse, preferiblemente in situ, las muestras de capas estratigráficas, como testimonios de la historia de las pinturas.

El envejecimiento natural atestigua el paso del tiempo y ha de ser respetado. Deberán conservarse las transformaciones químicas y físicas de carácter irreversible, siempre que su eliminación pudiera resultar dañina. Las restauraciones anteriores, los añadidos y los repintes sobre el original son parte de la historia de las pinturas murales. Deben ser considerados como testigos de interpretaciones pretéritas y evaluados de forma crítica.

Todos los métodos y materiales utilizados en la conservación y restauración de las pinturas murales deberán tener en cuenta la posibilidad de que en el futuro se apliquen tratamientos distintos. El uso de nuevos materiales y métodos debe basarse en un conjunto de datos científicos suficientemente amplio y variado, así como en el resultado positivo de pruebas realizadas tanto en laboratorio como en los propios lugares. No obstante, ha de tenerse en cuenta que no se conocen los efectos potencialmente dañinos que los materiales y métodos nuevos pueden producir en las pinturas murales a largo plazo. En consecuencia, debe fomentarse el uso de materiales tradicionales, siempre que éstos sean compatibles con los componentes de las pinturas y la estructura del entorno.

La restauración tiene por objeto mejorar la interpretación de la forma y el contenido de las pinturas murales, siempre y cuando se respete la obra original

y su historia. La reintegración estética contribuye a disminuir la percepción visual del deterioro y debe llevarse a cabo prioritariamente en materiales que no sean originales. Los retoques y las reconstrucciones deben realizarse de tal forma que sean discernibles del original. Todas las adiciones deben ser fácilmente reversibles. No se debe repintar sobre el original.

Poner las pinturas murales al descubierto exige respetar la situación histórica y evaluar las pérdidas que puedan producirse. Tal operación sólo debe efectuarse tras haber realizado una investigación previa de las condiciones en que se hallan, así como de su extensión y valor, y siempre que resulte posible llevarla a cabo sin causar daños. Una vez puestas al descubierto, no deben exponerse a condiciones desfavorables.

En algunos casos, un programa de conservación o restauración puede incluir la restitución de pinturas murales decorativas o de superficies arquitectónicas coloreadas. Ello entraña la conservación de fragmentos auténticos y puede requerir su cobertura completa o parcial con capas protectoras. Toda restitución bien documentada y ejecutada de forma profesional, con materiales y técnicas tradicionales, puede servir como testigo del aspecto histórico de las fachadas e interiores.

En todas las fases de un proyecto de conservación o restauración se debe contar con una dirección técnicamente solvente, así como con la autorización de las autoridades competentes. También es deseable asegurar una supervisión independiente del proyecto, bien sea a través de éstas últimas, o de otras instituciones que no tengan intereses comerciales en el mismo.

- **Artículo 6: Medidas de emergencia.**

Los materiales y las técnicas que se empleen en tratamientos de emergencia para salvaguardar las pinturas murales, deben permitir un tratamiento posterior. Tan pronto como sea posible, deben aplicarse medidas idóneas de conservación, con autorización de las autoridades competentes.

Los arranques y traslados de pinturas murales son operaciones peligrosas, drásticas e irreversibles, que afectan seriamente a su composición física, así como a su estructura material y a sus valores estéticos. Por tanto, tales

actuaciones sólo resultan justificables en casos extremos, cuando todas las opciones de aplicación de otro tratamiento in situ carecen de viabilidad. Si se presenta una de estas situaciones, es mejor que las decisiones relativas a los arranques y traslados sean tomadas por un equipo de profesionales, y no por la persona encargada del trabajo de conservación. Las pinturas arrancadas deberán ser repuestas en su emplazamiento original siempre que resulte posible.

Deberán adoptarse medidas especiales para la protección y mantenimiento de las pinturas arrancadas, así como para prevenir su robo y dispersión.

La aplicación de una capa de protección sobre la decoración existente, con el propósito de evitar el daño o destrucción que puede provocar su exposición a un ambiente inhóspito, habrá de realizarse con materiales compatibles con las pinturas murales, y de tal forma que permita que en el futuro puedan volver a destaparse.

- **Artículo 7: Investigación e información pública.**

La puesta en marcha de proyectos de investigación, en el campo de la conservación y la restauración de las pinturas murales, es requisito esencial de una política de desarrollo equilibrado. Deben fomentarse las investigaciones basadas en tesis que puedan enriquecer el conocimiento sobre los procesos de degradación. La investigación que amplíe nuestro saber sobre las técnicas pictóricas originales, al igual que los materiales y los métodos empleados en anteriores prácticas de restauración, constituyen elementos fundamentales para desarrollar proyectos de conservación acertados. Dicha investigación resulta también útil y pertinente para otras disciplinas conexas del campo de las artes y de las ciencias. Deberá reducirse al máximo tanto la alteración de los soportes que resulten significativos, como la obtención de muestras, para su estudio.

La difusión de conocimientos es un factor esencial de la investigación y debe llevarse a cabo no sólo a escala profesional, sino también en el ámbito popular. La información pública puede ampliar notablemente la conciencia sobre la necesidad de salvaguardar las pinturas murales, aunque los trabajos

de conservación y restauración puedan causar molestias ocasionales.

- **Artículo 8: Educación y formación.**

La conservación y la restauración de la pintura mural constituyen una disciplina especializada en el campo de la preservación del patrimonio. Puesto que este trabajo requiere conocimientos especializados, capacitación, experiencia y responsabilidad, los conservadores y restauradores de este tipo de bienes culturales deben tener una educación y una formación profesional idóneas, como recomienda el Código de Ética del Comité de Conservación del ICOM (1984) y agrupaciones tales como la CEOC3 (Confederación Europea de Organizaciones de Conservadores y Restauradores) y la REECR4 (Red Europea de Educación en Conservación y Restauración).

- **Artículo 9. Renovación Tradicional.**

En muchas regiones del mundo, se siguen utilizando las mismas prácticas pictóricas empleadas originalmente por los artistas y artesanos, repitiendo programas históricos de carácter decorativo e iconográfico mediante el uso de materiales y técnicas tradicionales. Tales tradiciones, que responden a exigencias religiosas y culturales y están de acuerdo con los principios de Nara, deben mantenerse. Sin embargo, aunque sea importante que estos conocimientos especiales se conserven, ello no implica que los tratamientos de conservación y restauración deban ser realizados por artesanos o artistas.

- **Artículo 10. Cooperación Internacional.**

Compartir el cuidado del patrimonio común es una noción aceptada a escala nacional e internacional. Por tanto, es preciso fomentar el intercambio de conocimientos y difundir la información en todos los ámbitos. Dentro del espíritu que inspira la colaboración interdisciplinaria, los conservadores y restauradores de pintura mural necesitan relacionarse con sus colegas de otros países, con instituciones apropiadas, y con especialistas de todo el mundo.

La presente versión de este documento se elaboró entre el 28 de octubre y el 1 de noviembre de 2002, en Copenhague, y se acabó de redactar en Tesalónica, los días 8 y 9 de mayo de 2003, actuando como relatora Isabelle Brajer.

ANEXO II.

ANEXO II.**Expediente de incoación de declaración de Bien de Interés Cultural, con categoría de parque cultural, al Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla.**

El Anexo III del expediente de incoación de declaración de Bien de Interés Cultural, con categoría de parque cultural, al Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla, publicado el dieciséis de marzo de 2015 en el *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana* (DOCV), Núm. 7486, en el se hace referencia a los Bienes de Interés cultural que integra dicho expediente. En el apartado 1.1 se hace referencia a: *Cuevas, abrigos y rocas con manifestaciones de arte rupestre*. A continuación se enumeran dichos lugares y el municipio al cual pertenecen:

Diari Oficial de la Comunitat Valenciana (DOCV), Núm. 7486	
Expediente de incoación de declaración de Bien de Interés Cultural, con categoría de parque cultural, al Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla	
Fecha de publicación: 16.03.2015	
ANEXO III. (pp. 8047-8048)	
<i>Bienes y espacios que se integran en el parque cultural</i>	
1. Bienes de interés cultural	
1.1. Cuevas, abrigos y rocas con manifestaciones de arte rupestre Declarados Bien de Interés Cultural por la disposición adicional primera de la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano, y Patrimonio Mundial por la UNESCO desde el 2 de diciembre de 1998 (anexo VI).	
MUNICIPIO	NOMBRE
Albocàsser	<i>Barranc de les Calçades</i>
Albocàsser	<i>Barranc d'en Cabrera. Abrigo I</i>
Albocàsser	<i>Barranc d'en Cabrera. Abrigo II</i>
Albocàsser	<i>Albocàsser Barranc Fondo</i>
Albocàsser	<i>Centelles. Abrigos I- V</i>
Albocàsser	<i>Cingle de l'Ermità. Abrigos I- V</i>
Albocàsser	<i>Cingle del Mas d'en Salvador. Abrigos I- V</i>
Albocàsser	<i>Cingle dels Coloms</i>
Albocàsser	<i>Cova de l'Estaró</i>
Albocàsser	<i>Coveta de Matamoros</i>
Albocàsser	<i>Coveta de Montegordo o Montegordo. Abrigo I</i>
Albocàsser	<i>Covetes del Puntal. Abrigos I- V</i>
Albocàsser	<i>Les Engerres</i>
Albocàsser	<i>La Font del Bosc</i>
Albocàsser	<i>La Mostela</i>

Albocàsser	<i>Molí de Garcés</i>
Albocàsser	<i>Montegordo. Abrigo II</i>
Albocàsser	<i>Montegordo. Abrigo III</i>
Albocàsser	<i>Montegordo. Abrigo IV</i>
Albocàsser	<i>Pou de n'Osca. Abrigo I</i>
Albocàsser	<i>Pou de n'Osca. Abrigo II</i>
Albocàsser	<i>Roca del Mas de Martí</i>
Ares	<i>Barranc de l'Empriu o Rambla de la Belluga</i>
Ares	<i>Barranc de la Covençalla</i>
Ares	<i>Barranc de la Marfullada. Abrigo I</i>
Ares	<i>Barranc del Puig o Cingle del Puig. Abrigo I</i>
Ares	<i>Barranc del Puig. Abrigo II</i>
Ares	<i>Barranc dels Horts. Abrigo I</i>
Ares	<i>Barranc dels Horts. Abrigo II</i>
Ares	<i>Barranc dels Horts. Conjunto 1</i>
Ares	<i>Barranc dels Molins</i>
Ares	<i>Cantalar del Mas del Cireral o de les Cireres</i>
Ares	<i>Cingle de la Mola Remígia. Abrigos I- X</i>
Ares	<i>Cova de la Vall</i>
Ares	<i>Cantalar del Mas del Cireral</i>
Ares	<i>Cova Remígia. Abrigos I-VI</i>
Ares	<i>La Belladona</i>
Ares	<i>La Montalbaneta. Abrigo I</i>
Ares	<i>La Montalbaneta. Abrigo II</i>
Ares	<i>La Roca de les Canyes</i>
Ares	<i>Les Dogues</i>
Ares	<i>Mas Blanc</i>
Ares	<i>Mas Blanc. Abrigo II</i>
Ares	<i>Mas Blanc. Abrigo III</i>
Ares	<i>Mas Blanc. Abrigo IV</i>
Ares	<i>Mas de la Belluga</i>
Ares	<i>Mas de la Mola</i>
Ares	<i>Mas de la Vall o de les Llometes</i>
Ares	<i>Mas de Modesto. Abrigo I</i>
Ares	<i>Mas de Modesto. Abrigo II</i>
Ares	<i>Mas del Cantalar</i>
Ares	<i>Mas del Cingle. Abrigos I-II</i>
Ares	<i>Mas del Cingle. Abrigo II</i>
Ares	<i>Molí Darrer. Abrigo I</i>
Ares	<i>Molí Darrer. Abrigo II</i>
Ares	<i>Molí Darrer. Abrigo III</i>
Ares	<i>Pou Vell. Abrigo I</i>
Ares	<i>Pou Vell. Abrigo II</i>
Ares	<i>Port d'Ares. Abrigo I</i>
Ares	<i>Racó d'en Gil</i>
Ares	<i>Racó de Gasparo. Abrigo I</i>
Ares	<i>Racó de Gasparo. Abrigo II</i>
Ares	<i>Racó de Gasparo. Abrigo III</i>
Ares	<i>Racó de Gasparo. Abrigo IV</i>
Ares	<i>Racó de Molero</i>
Ares	<i>Racó de Molero. Abrigo II</i>
Ares	<i>Roques del Mas de Molero. Conjunto 1</i>

Ares	<i>Roques del Mas de Molero. Conjunto 2</i>
Ares	<i>Vila-roges</i>
Benasal	<i>Barranc de la Marfullada. Abrigo II</i>
Benasal	<i>Barranc de la Marfullada. Abrigo III</i>
Catí	<i>Narravades</i>
Catí	<i>Rambla de la Morellana. Abrigo I</i>
Catí	<i>Rambla de la Morellana. Abrigo II</i>
Les Coves de Vinromà	<i>Calçades del Matà</i>
Les Coves de Vinromà	<i>Cingle dels Tolls de la Saltadora</i>
Les Coves de Vinromà	<i>Cingle dels Tolls del Puntal</i>
Les Coves de Vinromà	<i>Cova del Negre</i>
Les Coves de Vinromà	<i>Cova Gran de l'Aigua</i>
Les Coves de Vinromà	<i>Cova Gran del Puntal</i>
Les Coves de Vinromà	<i>Coves de la Saltadora. Abrigos I- VII</i>
Les Coves de Vinromà	<i>Mas d'Abat. Abrigo I</i>
Tírig	<i>Cingle del Mas d'en Josep. Abrigos I- II</i>
Tírig	<i>Cova Alta del Lledoner</i>
Tírig	<i>Cova de l'Arc</i>
Tírig	<i>Cova de la Pipa</i>
Tírig	<i>Cova de la Taruga</i>
Tírig	<i>Cova del Rull</i>
Tírig	<i>Cova dels Cavalls</i>
Tírig	<i>Cova dels Ribassals o del Civil. Abrigos I- II</i>
Tírig	<i>Cova dels Tolls Alts</i>
Tírig	<i>Els Carrasquissos</i>
Tírig	<i>L'Arc</i>
Tírig	<i>Penya de la Mula. Abrigo I</i>
Tírig	<i>Penya de la Mula. Abrigo II</i>
Tírig	<i>Roca del Migdia. Abrigos I- II</i>
Tírig	<i>Roca del Quincaller o Coll de Cabres</i>

Tabla 71. *Bienes y espacios que se integran en el Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla. Cuevas, abrigos y rocas con manifestaciones de arte rupestre declarados Bien de Interés.*

En el mismo anexo III, del expediente de incoación de declaración de Bien de Interés Cultural, con categoría de parque cultural, al Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla; el apartado 2 referente a *Bienes de relevancia local*, en el punto 2.3., se hace referencia a los *Espacios de protección arqueológica*. En atención a sus destacados valores patrimoniales se señalan los siguientes bienes de relevancia local con la categoría de espacios de protección arqueológica, de conformidad con lo establecido en el artículo 28.2.c) y 58.5 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano. En la siguiente tabla se reflejan los bienes a los que se hace referencia y el municipio que los alberga:

Diari Oficial de la Comunitat Valenciana (DOCV), Núm. 7486**Expediente de incoación de declaración de Bien de Interés Cultural, con categoría de parque cultural, al Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla****Fecha de publicación: 16.03.2015****ANEXO III. (pp. 8049-8050)***Bienes y espacios que se integran en el parque cultural*

2. Bienes de relevancia local.

2.3. Espacios de protección arqueológica En atención a sus destacados valores patrimoniales se señalan los siguientes bienes de relevancia local con la categoría de espacios de protección arqueológica, de conformidad con lo establecido en el artículo 28.2.c) y 58.5 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano.

MUNICIPIO	NOMBRE
Albocàsser	<i>Abric del Mas de Martí</i>
Albocàsser	<i>Cova del Trenc</i>
Albocàsser	<i>El Castellar</i>
Albocàsser	<i>Mas de la Sémola</i>
Albocàsser	<i>Mola del Puig</i>
Albocàsser	<i>Pouets</i>
Ares	<i>Cingle del Mas Nou</i>
Ares	<i>Coll Monter</i>
Ares	<i>Cova Fosca</i>
Ares	<i>Forat de Cantallops</i>
Ares	<i>Mas de Fideli</i>
Ares	<i>Mas de Pedrafità</i>
Ares	<i>Moleta del Mas de Queixalet</i>
Ares	<i>Roqueta de la Trona</i>
Benasal	<i>Castell d'en Suera</i>
Catí	<i>Mas Vell de la Piga</i>
Les Coves de Vinromà	<i>Cova de la Rabosa o dels Melons</i>
Les Coves de Vinromà	<i>Cova del Moro</i>
Les Coves de Vinromà	<i>Cova del Xiquet</i>
Tírig	<i>Cova de les Tàbegues</i>
Tírig	<i>Puntal de la Rabosa</i>

Tabla 72. *Bienes y espacios que se integran en el Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla*. Bienes de relevancia local. Espacios de protección arqueológica

El apartado 3. *Áreas de vigilancia arqueológica*, del anexo III del Expediente de incoación de declaración de Bien de Interés Cultural, con categoría de parque cultural, al Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla, se hace referencia a las áreas de vigilancia arqueológica De conformidad con lo dispuesto en el artículo 58 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano, se señalan las siguientes áreas de vigilancia arqueológica. Con el nombre del municipio al que pertenecen.

Diari Oficial de la Comunitat Valenciana (DOCV), Núm. 7486	
Expediente de incoación de declaración de Bien de Interés Cultural, con categoría de parque cultural, al Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla	
Fecha de publicación: 16.03.2015	
ANEXO III. (p. 8050)	
<i>Bienes y espacios que se integran en el parque cultural</i>	
3. Áreas de vigilancia arqueológica.	
De conformidad con lo dispuesto en el artículo 58 de la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano, se señalan las siguientes áreas de vigilancia arqueológica.	
MUNICIPIO	NOMBRE
Albocàsser	<i>Cova de la Gralla</i>
Albocàsser	<i>El Bovalar</i>
Albocàsser	<i>Els Fornassos</i>
Albocàsser	<i>Forat de l'Estaró</i>
Albocàsser	<i>Mas d'en Peraire</i>
Albocàsser	<i>Mas d'en Selma</i>
Albocàsser	<i>Mas de Marín</i>
Albocàsser	<i>Mas de Martí</i>
Albocàsser	<i>Mas del Bosquet</i>
Albocàsser	<i>Planell de la Bastida</i>
Albocàsser	<i>Planell de la Malladeta</i>
Albocàsser	<i>Planell de la Rompada</i>
Albocàsser	<i>Planell del Mas d'en Peraire</i>
Albocàsser	<i>Planell del Pla del Serrató</i>
Albocàsser	<i>Planell del Puntal</i>
Ares	<i>El Puig</i>
Ares	<i>L'Hostal Nou I</i>
Ares	<i>L'Hostal Nou II</i>
Ares	<i>La Montalbana</i>
Ares	<i>Les Solanes</i>
Benasal	<i>Els Cubs</i>
Catí	<i>Planell de les Calçades del Matà</i>
Morella	<i>Moleta Redona</i>
Tírig	<i>El Colmenar</i>
Tírig	<i>La Montserrada</i>
Tírig	<i>Planell del Lledoner</i>
Tírig	<i>Planell del Mas d'en Josep</i>
Tírig	<i>Vessant Nord de les Tàbegues</i>

Tabla 73. *Bienes y espacios que se integran en el Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla. Áreas de vigilancia arqueológica.*

El apartado 6 (*Espacios naturales protegidos, parques naturales, lugares de interés comunitario, ZEPA, zonas húmedas, paisajes naturales municipales, micro-reservas, cuevas catalogadas y monumentos naturales*) del Expediente de incoación

de declaración de Bien de Interés Cultural, con categoría de parque cultural, al Parque Cultural de la Valltorta-Gassulla, en el subapartado se hace referencia 6. 4. *Cuevas catalogadas*, tan sólo figura una cavidad dentro del ámbito del Parque Cultural. Se trata de la *Cueva de Cantallops* perteneciente al municipio de Ares. La Ley 11/1994, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunitat Valenciana, declara protegidas todas las cuevas, simas y otras cavidades subterráneas dentro del ámbito territorial de la Comunitat Valenciana. Además, faculta al Consell para aprobar un Catálogo de Cuevas de la Comunitat Valenciana. El mencionado catálogo fue aprobado por el Decreto 65/2006, de 12 de mayo, del Consell.

ANEXO III.

ANEXO III.

Informe de estado de conservación y propuesta de intervención de las pinturas rupestres de *Cova Remígia* (Castellón), 2005.

CUEVA REMIGIA (CASTELLÓN)

PINTURAS RUPESTRES

ESTADO DE CONSERVACIÓN Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Marzo de 2005

*Laura Ballester
Gemma Barreda
Margarita Doménech
Eudald Guillamet*

CAVIDAD I



ESTADO DE CONSERVACIÓN

Toda la cavidad está cubierta de una capa de polvo superficial, de mayor espesor en las zonas que tienen planos horizontales, algunas grietas y fisuras, dónde también se localizan restos orgánicos de diferente origen, telarañas, tierra ...etc.

La cavidad está enmarcada por formaciones de calcita propias de los mecanismos geológicos naturales de la roca. Aparentemente las coladas que dan lugar a estas formaciones, no están activas y no afectan al panel con pintura aunque la acumulación de microorganismos en dichas zonas pone de relieve la actividad esporádica de las mismas.

Presenta grietas, fisuras y zonas con riesgo de caída, más acentuada en la parte superior de la cavidad.

Las figuras del panel se presentan bastante alteradas debido a desprendimientos, descamaciones de origen natural y/o antrópico.

Otro de los daños registrados y localizados en la parte inferior de la cavidad, son zonas de pulido por frotamiento que han producido pérdidas de pátina, ocasionados por el roce tanto de animales como de visitantes.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Limpieza general del polvo superficial, restos orgánicos de nidos de insectos, plantas superiores y excrementos de cabras. Esta operación se realizará con pinceles y brochas suaves.

Limpieza puntual de las pinturas con pinceles de distinta dureza y agua desmineralizada.

Fijación de las lascas con riesgo de caída con morteros de cal y arena lavada. En las grietas y fisuras profundas se aplicará un relleno con los mismos morteros con el fin de

Evitar acumulación de restos orgánicos, nidificación de insectos y formación de sales.

En las zonas blancas producidas por la caída de la pátina que dejan al descubierto la roca fresca de color más claro se aplicará una veladura preparada con pigmentos naturales y agua para acercar el tono de las lagunas al de la roca original. Esta operación se llevará a cabo también en los morteros de sellado de fisuras.

La colada central, aparentemente inactiva, debería controlarse. En el caso de que se observara una reactivación se desviaría con una falsa concreción de silicona.

NOTA: Se podría utilizar la zona de la izquierda de esta cavidad, donde no hay pinturas, y que presenta las mismas patologías que el resto de cavidades, para realizar pruebas de readhesión y recohesión con consolidantes y adhesivos usados habitualmente en restauraciones de este tipo de soporte.

CAVIDAD II



ESTADO DE CONSERVACIÓN

Toda la superficie está recubierta por una película de polvo, concentrada en las partes inferiores.

En la parte superior de la cavidad se localizan las zonas con mayor riesgo de caída y alguna pequeña fisura y pérdidas de soporte.

Es evidente una colada activa en la derecha de la cavidad formando concreción y crecimiento biológico. La presencia de la colada en la parte superior ha favorecido el crecimiento de microorganismos. En la parte izquierda la colada afecta directamente a varias de las figuras (grupo 1 y grupo 2 de Porcar, Obermaier y Breuil).

En la parte más profunda de la cavidad son más relevantes las descamaciones. Estas afectan a todo el conjunto de figuras.

El roce de animales y visitantes ha producido un frotamiento y pulido de la superficie que afecta a la parte central y al plano horizontal de la cavidad. Los grupos de figuras de esta zona (5, 6 y 7) también se ven afectados.

En la parte izquierda de la cavidad, fuera de la zona de pinturas se puede observar las manchas dejadas por el impacto de perdigones de un cartuchazo.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

El polvo depositado en la superficie será eliminado con brochas suaves. En esta operación se limpiarán los restos de nidos de insecto y los excrementos de cabra.

Limpieza puntual de la zona de las pinturas con pinceles de diferentes durezas y agua desmineralizada

En la zona superior, donde no hay pinturas, oscurecida por la presencia de microorganismos se harán pruebas de eliminación de estos por aplicación de biocidas. En función de los resultados se planteará la aplicación de este método en las zonas con pintura.

En la perdigonada de la zona izquierda se intentará disminuir el punteado de los perdigones. Esta operación se hará por medios mecánicos.

Los fragmentos en riesgo de caída (grupos 2 y 9) se fijarán con morteros de cal apagada y arena. Con este mismo tipo de morteros se fijarán y rellenarán las fisuras. Estos morteros se entonarán al color de la pátina de la roca original con una veladura de pigmentos naturales disueltos en agua.

Las coladas activas se desviarán aplicando falsas concreciones de silicona. Se integrarán a la textura de la roca añadiendo arena a la silicona.

Las zonas blancas producidas por la caída de pátina o/y soporte se entonarán ligeramente al color de la roca original por medio de una veladura de pigmentos naturales disueltos en agua.

CAVIDAD III



ESTADO DE CONSERVACIÓN

Toda la superficie está recubierta por una película de polvo especialmente en la parte inferior derecha y en los planos horizontales.

En el fondo y parte izquierda de la cavidad son observables fragmentos con riesgo de caída, que afectan directamente a los grupos de figuras nº 2, 14 y 16.

En el fondo y parte izquierda la roca está atravesada por una serie de importantes grietas verticales que de momento no parecen afectar a la estabilidad de la roca.

Algunos grupos de figuras están afectados por pequeñas fisuras, como por ejemplo en los grupos nº 5, 14, 16, 18 y 19.

En el ángulo superior de la visera están activas cuatro coladas con goteo continuado de agua que origina formación de concreciones en los planos verticales de la cavidad afectando directamente a los grupos de figuras nº 2 y 15. Como es lógico la continuada humectación de la zona ha facilitado el crecimiento biológico.

Las descamaciones con evidente pérdida de película pictórica afectan prácticamente a todas las figuras de esta cavidad. En la figura nº 16 posiblemente son de origen antrópico.

También son importantes las zonas pulidas por frotamiento animal en la zona media inferior.

Destaca por su mal estado de conservación la zona superior izquierda.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Como en todo el abrigo la limpieza de los depósitos superficiales de polvo y restos orgánicos se limpiarán con brochas suaves.

Fijación de los fragmentos con riesgo de caída por medio de morteros de cal apagada y arena. Con estas argamasas también se rellenarán las grietas. Los morteros se entonarán con pigmentos naturales disueltos en agua para acercarlos al color de la pátina original.

Desviación de las coladas aparentemente no activa pero es evidente que han provocado alteraciones importantes en el panel figura nº 1, Es necesario realizar una falsa concreción de silicona en la zona superior de la cavidad con el objetivo de desviar la posible aportación de agua a la superficie.

Limpieza de las pinturas con pinceles de diferentes durezas y agua desmineralizada.

Las zonas blancas producidas por las pérdidas de pátina se entonarán al color de la roca original con pigmentos disueltos en agua.

CAVIDAD IV***CAVIDAD V******ESTADO DE CONSERVACIÓN***

El estado de conservación y la propuesta de intervención de las cavidades n° IV y n° V se estudian conjuntamente ya que presentan las mismas patologías.

Toda la superficie está recubierta por una película de polvo y suciedad. En la zona de las pinturas la película de depósitos superficiales es más oscura que en las otras cavidades, este fenómeno se puede atribuir a una mayor frecuencia de humectaciones superficiales realizadas con el objetivo de potenciar la visión de las pinturas

La mayor extensión del plano horizontal ha facilitado la acumulación de restos orgánicos.

En el ángulo superior de la cornisa son visibles dos coladas activas, en el resto de la cornisa aparentemente están inactivas.

En la cavidad nº IV en la parte central izquierda del panel se observa una fisura de la que aflora una concreción.

Toda la parte superior está oscurecida por el crecimiento de microorganismos que en algunos casos afectan a algunas figuras.

Los fragmentos con riesgo de caída se concentran sobre todo en la zona superior izquierda de la cavidad nº IV. Afectan a los grupos de figuras nº VII y nº 10.

Las pérdidas de roca tanto de origen natural como antrópico son numerosas, afectando a varias de las figuras. Hay una gran pérdida en la parte superior izquierda de la cavidad IV que afecta a los grupos V y VI. Puntualmente otras figuras también presentan este tipo de alteración, son destacables ej.: figura nº 43 (pierna izquierda del gran arquero).

Las descamaciones de la película pictórica afectan a la mayoría de las figuras. También el pulido producido por el frotamiento ha ocasionado pérdidas de película y pátina.

En toda la superficie está generalizada la presencia de pequeñas fisuras que afectan a varias de las figuras.

Las representaciones más importantes están perfiladas con lápiz, posiblemente para facilitar el calco de las mismas.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Como en todos los casos se eliminará el polvo y los depósitos superficiales con brochas suaves.

Fijación de todos los fragmentos en riesgo de caída con morteros de cal apagada y arena. Entonado de los morteros con pigmentos naturales disueltos en agua.

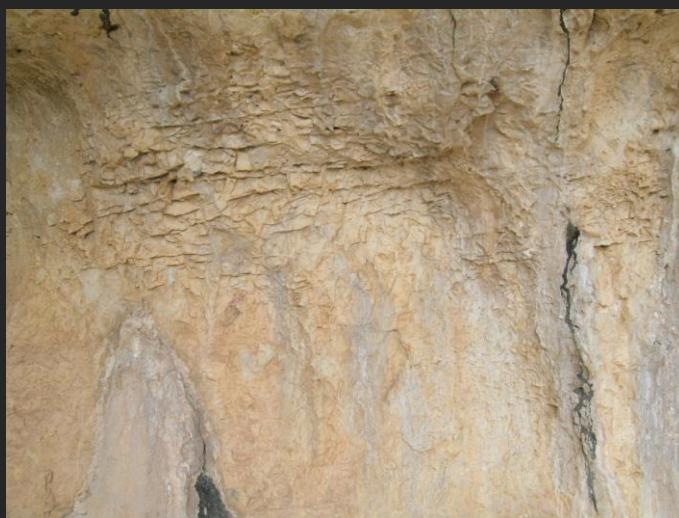
Tratamiento con productos biocidas las zonas afectadas por el crecimiento biológico.

Desviación de las coladas con falsas concreciones realizadas con silicona para evitar que el agua llegue al panel de las pinturas ya que la parte superior está muy deteriorada.

Limpieza puntual de fondos y zonas de figuras y eliminación de los perfilados de lápiz.

Las zonas blancas producidas por la pérdida de roca se entonarán al color de la pátina original con pigmentos naturales disueltos en agua.

CAVIDAD VI



ESTADO DE CONSERVACIÓN

Esta zona es posiblemente la más alterada de todo el conjunto, las pinturas están situadas en el plano vertical de la roca desprotegida por la falta de visera. La presencia de coladas ha dado como resultado la formación de procesos de solución y recristalización de sales en la superficie, alterando la película pictórica de las pocas figuras que presenta este panel. En toda esta zona es importante el riesgo de caída de lascas.

El soporte rocoso está fisurado en la parte superior.

Se observa un pequeño graffiti de lapicero en la parte derecha. En esta misma zona hay marcas de impacto de perdigones.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La fragilidad del soporte rocoso de esta zona condiciona las posibilidades de intervención.

Limpieza puntual de las pinturas en las que su estado de conservación permita intervenir.

Las pequeñas fisuras se rellenarán con morteros de cal y arena, entonadas posteriormente con pigmentos naturales disueltos en agua.

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA



Descamaciones y pulido. (cavidad n° 2)



Colada activa con crecimiento biológico. (cavidad n° 3)



Perfilado, descamación y pérdida de soporte y película pictórica, (cavidad n° 5).



Caída de soporte y película y ennegrecimientos producidos por microorganismos. (cavidad n° 5).



Desprendimientos, descamaciones y perfilados de lápiz. (cavidad n° 5).








Ídem. (cavidad n° 4).

ANEXO IV.

ANEXO IV.**Alteraciones y degradaciones que presenta el soporte pétreo de Cova Remígia.**

Causas físico-químicas, químicas, biológicas y antrópicas que las han generado.

Pintura Rupestre Levantina		
Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)		
Alteraciones y degradaciones que presenta el soporte pétreo.		
1. ALTERACIONES GEOLÓGICAS.		
Pérdida de materia superficial		Erosión y pulido de la superficie.
		Erosión y pulido de la superficie.
		Erosión de la superficie por el roce.
		Erosión de la superficie por acción de una colada.
		Erosión de la superficie por acción de una colada.
		Rasguños y pérdida de película pictórica.

Ruptura del soporte



Fisuras.



Fracturas y Fragmentación.



Fragmentación y fisuras.



Fragmentación y fisuras.



Fragmentación y desprendimiento.



Fragmentación y desprendimiento.



Fragmentación y desprendimiento.



Fragmentación y desprendimiento.

Disyunciones del soporte



Desprendimiento.



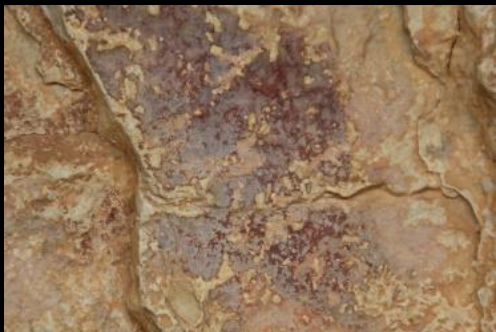
Fragmentación y desprendimiento



Descamación superficial



Descamación superficial



Descamación superficial



Descamación superficial



Descamación superficial y fisuración



Descamación superficial

Concreciones calcáreas y coladas



Disolución del soporte por acción de la colada.



Concreción calcárea y descamación.



Colada activa y bioalteración.



Disolución del soporte por acción de la colada.



Concreción calcárea.



Concreción calcárea y biopátina



Concreción calcárea



Concreción calcárea y fragmentación con pérdida de materia

ALTERACION BIOLÓGICA



Pérdida de materia por acción físico-química provocada por el metabolismo de hongos



Pérdida de materia por acción físico-química provocada por el metabolismo de hongos



Biopátina generada por cianobacterias



Biopátina generada por cianobacterias



Biopátina generada por cianobacterias



Biocostra generada por líquenes



Biocostra generada por líquenes



Biocostra generada por líquenes

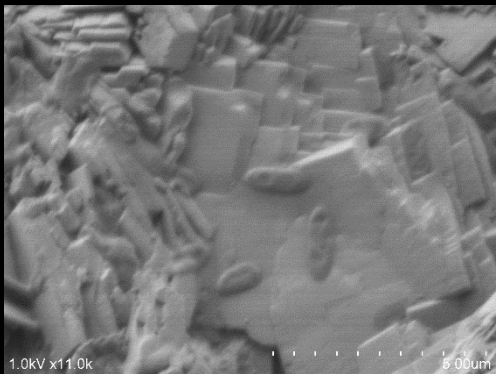
Microorganismos



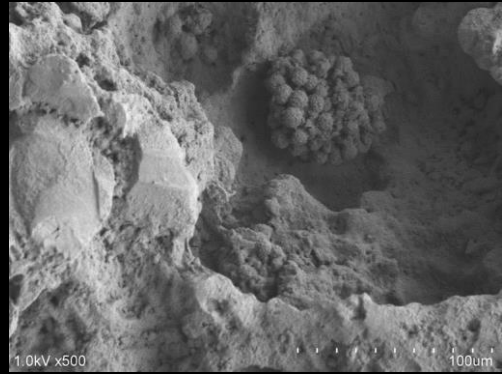
Biopátina generada por líquenes.



Biocostra generada por líquenes.



Bacterias



Hongos

Plantas inferiores
(briofitos)



Biocostra generada por musgo.



Biocostra generada por musgo.

Plantas superiores



Herbáceas.



Herbáceas.

Presencia Animales e insectos.



Nidificación de insecto.



Nidificación de insecto.



Nidificación de insecto.



Nidificación de insecto.



Nidificación de insecto.



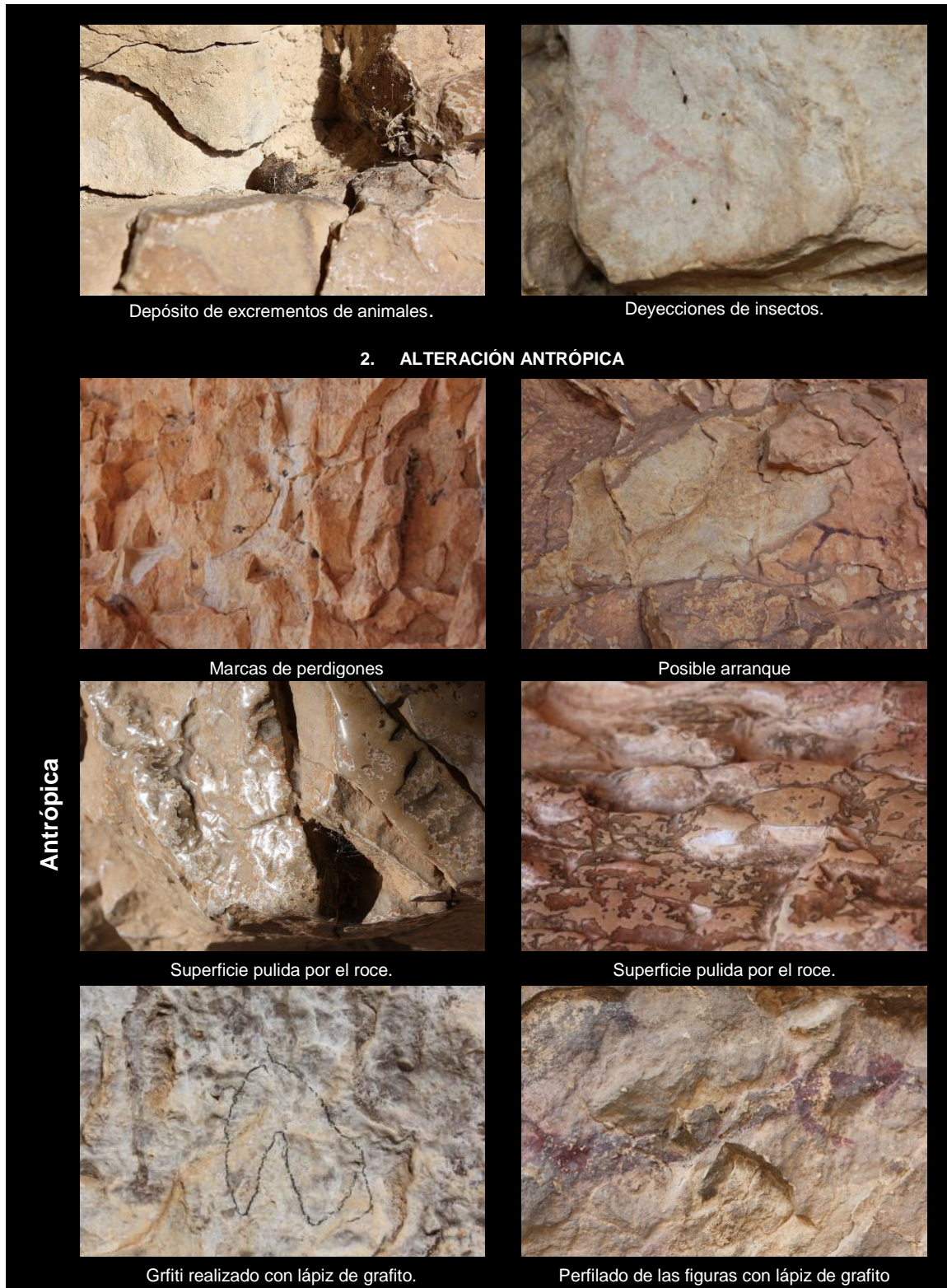
Nidificación de insecto.



Nidificación de insecto.



Nidificación de insecto.

Tabla 74. Alteraciones observadas en *Cova Remigia* (Ares del Maestre-Castellón).

Fuente: G. Barreda (2015).

ANEXO V.

ANEXO V.

Caracterización del material pétreo.

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
Dipartimento ambiente costruzioni e design

SUPSI

Istituto materiali e costruzioni

Campus Trevano, CH-6952 Canobbio
T +41 (0)58 666 63 61, F +41 (0)58 666 63 59

imc@supsi.ch, www.supsi.ch/imc
N. IVA CHE-108.955.570

ANALISI DI MATERIALI LAPIDEI

OGGETTO

Analisi petrografica

AUTORE/I DEL RAPPORTO

Giovanni Cavallo

Rapporto del

05.08.2015

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
Dipartimento ambiente costruzioni e design
Istituto materiali e costruzioni

SUPSI

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	MATERIALI E METODI	3
3	RISULTATI	3

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
Dipartimento ambiente costruzioni e design
Istituto materiali e costruzioni

SUPSI

1 INTRODUZIONE

Su richiesta del M^a Antonia Zalbidea Muñoz, Professoressa Titolare di Cattedra del Dipartimento di Conservazione e Restauro di Beni Culturali dell'Università Politecnica di Valencia (Spagna), nell'ambito degli accordi di mobilità internazionale dello staff Supsi, è stata eseguita un'analisi petrografica di due materiali lapidei come supporto scientifico del progetto di dottorato di Gemma Barredo, studentessa presso la suddetta Università.

2 MATERIALI E METODI

La caratterizzazione petrografica di due campioni di materiale lapideo naturale è stata eseguita con un microscopio a luce polarizzata (PLM) del tipo Zeiss Axioskop 40. I campioni sono stati forniti direttamente allo scrivente in data 14.04.2015. In Tabella 1 si riporta la descrizione ed i rimandi ai riferimenti fotografici.

Tabella 1. Descrizione dei campioni e rimandi alla corrispondente documentazione fotografica.

Id.	Descrizione del campione	Documentazione fotografica
02	Calcare	Fig. 3, 3a.

3 RISULTATI

Campione 02

Il campione è costituito da costituenti allochimici e da cemento.

Costituenti allochimici. I costituenti allochimici sono rappresentati principalmente da ooidi di forma sferica ed ellittica a sviluppo concentrico e radiale. Il diametro prevalente è compreso tra 200-400 µm. Altri allochimici sono rappresentati da bioclasti diagenizzati.

Cemento. Il cemento è costituito da calcite spatica.

Si riconoscono, in tracce, cristalli di quarzo e Fe-ossidi di colore giallo bruno.

Il campione analizzato è una **oosparite** (classificazione secondo Folk, 1959; 1962), una **grainstone o calcarenite spatica** (secondo lo schema di Dunham, 1962).

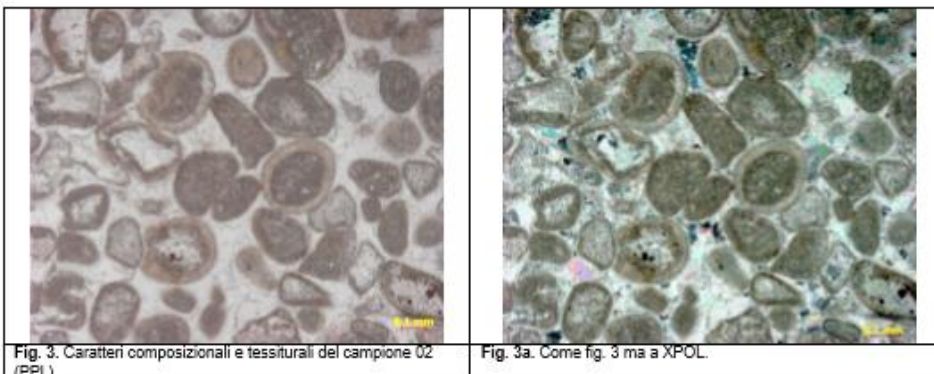



Fig. 3. Caratteri composizionali e tessiturali del campione 02 (PPL).

Fig. 3a. Come fig. 3 ma a XPOL.

ANEXO VI.


ANEXO VI.**TABLAS DE PARÁMETROS COLORIMÉTRICOS.****1. Grupo A. (Superficie pulida).****1.1. PROBETA 1 E5.**

Pintura rupestre levantina Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)							
Tipo de roca	Calcarenita espática						
ANÁLISIS	COLORIMETRÍA						
Consolidante	CaLoSiL E5®						
PROBETA Grupo A (con la superficie pulida)	Nº de aplicacio nes	Parámetros colorimétricos.					
 1 E5	INICIAL	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 19:50 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 60.10 61.28 45.13 82.53 2.43 6.30 2 A2 59.64 60.78 44.68 82.26 2.50 6.38 3 A3 59.80 60.92 44.76 82.34 2.53 6.43					
	1ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 21:05 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 59.38 60.43 43.88 82.07 2.68 7.04 2 A2 59.22 60.19 43.54 81.94 2.86 7.23 3 A3 59.74 60.84 44.53 82.29 2.58 6.62					
	2ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 21:57 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2°					

		WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 60.18 61.32 45.11 82.55 2.51 6.36 2 A2 60.06 61.13 44.78 82.45 2.68 6.58 3 A3 59.76 60.82 44.57 82.28 2.66 6.56
	3ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "6/7/2015" # Time: 10:05 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 59.56 60.54 43.91 82.13 2.84 7.11 2 A2 60.31 61.41 44.97 82.60 2.60 6.62 3 A3 60.06 61.18 44.85 82.47 2.57 6.54
	Tras Envejeci miento acelerado	LGOROWLENGTH 03 CREATED "7/27/2015" # Time: 23:31 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 59.00 60.10 44.39 81.89 2.52 6.11 2 A2 59.64 60.79 45.00 82.27 2.46 6.01 3 A3 59.59 60.75 44.97 82.24 2.45 6.00

Tabla 75. Parámetros colorimétricos de la muestra 1 E5 (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.


1.2. PROBETA 4 E25g.

Pintura rupestre levantina Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)							
Tipo de roca	Calcarenita espática						
ANÁLISIS	COLORIMETRÍA						
Consolidante	CaLoSiL E25 grey® Disuelto en Etanol hasta concentración de 5g por 1l.						
PROBETA Grupo A (con la superficie pulida)	Nº de aplicaciones	Parámetros colorimétricos.					
 4 E25g	INICIAL	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 20:05 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 60.56 61.70 44.97 82.75 2.52 6.88 2 A2 60.09 61.14 44.37 82.46 2.71 7.09 3 A3 60.20 61.34 45.08 82.56 2.51 6.42					
	1ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 22:09 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 61.10 62.36 45.86 83.10 2.29 6.41 2 A2 61.35 62.62 46.18 83.24 2.29 6.27 3 A3 61.30 62.56 46.17 83.21 2.29 6.23					
	2ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 22:39 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 78.17 79.76 59.26 91.58 2.54 6.35 2 A2 78.11 79.69 59.21 91.54 2.55 6.35 3 A3 77.70 79.24 58.79 91.34 2.60 6.43					

	3ª capa	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "6/7/2015" # Time: 10:04 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 60.61 61.74 45.24 82.77 2.56 6.59 2 A2 61.09 62.34 46.09 83.09 2.31 6.12 3 A3 61.16 62.38 46.00 83.11 2.39 6.26 </pre>
	Tras Envejecimiento acelerado	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "7/27/2015" # Time: 23:26 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 60.73 61.99 46.10 82.91 2.28 5.78 2 A2 60.68 61.94 46.07 82.88 2.27 5.78 3 A3 60.45 61.70 45.89 82.75 2.27 5.78 </pre>

Tabla 76. Parámetros colorimétricos de la muestra 4 E25g (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.


1.3. PROBETA 7 IP5.

Pintura rupestre levantina Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)							
Tipo de roca	Calcarenita espática						
ANÁLISIS	COLORIMETRÍA						
Consolidante	CaLoSiL IP5®						
PROBETA Grupo A (con la superficie pulida)	Nº de aplicacio nes	Parámetros colorimétricos.					
 7 IP5	INICIAL	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 19:54 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 62.67 63.94 47.04 83.93 2.35 6.45 2 A2 62.61 63.89 47.04 83.91 2.35 6.41 3 A3 62.61 63.91 47.18 83.92 2.31 6.26					
	1ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 21:12 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 60.91 62.18 45.76 83.01 2.28 6.37 2 A2 61.23 62.50 46.01 83.18 2.26 6.36 3 A3 60.74 61.99 45.77 82.91 2.27 6.19					
	2ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 22:00 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 61.51 62.83 46.74 83.35 2.19 5.80 2 A2 61.40 62.71 46.62 83.29 2.19 5.84 3 A3 60.79 62.03 45.81 82.93 2.31 6.18					

	3ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "6/7/2015" # Time: 10:03 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 59.26 60.44 44.95 82.08 2.37 5.74 2 A2 59.06 60.22 44.78 81.95 2.41 5.74 3 A3 58.87 60.01 44.68 81.85 2.43 5.67
	Tras Envejecimiento acelerado	LGOROWLENGTH 03 CREATED "7/27/2015" # Time: 23:28 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 59.94 61.14 45.41 82.46 2.35 5.83 2 A2 59.79 60.99 45.26 82.37 2.37 5.88 3 A3 59.78 60.97 45.17 82.36 2.38 5.96

Tabla 77. Parámetros colorimétricos de la muestra 7 IP5 (probeta perteneciente al *grupo A*, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.


1.4. PROBETA 10 NP5.

Pintura rupestre levantina Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)							
Tipo de roca	Calcarenita espática						
ANÁLISIS	COLORIMETRÍA						
Consolidante	CaLoSiL NP5®						
PROBETA Grupo A (con la superficie pulida)	Nº de aplicacio nes	Parámetros colorimétricos.					
 10 NP5	INICIAL	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 19:58 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 59.92 60.89 43.89 82.32 2.88 7.46 2 A2 59.67 60.68 44.11 82.21 2.77 6.99 3 A3 60.80 61.89 45.18 82.85 2.67 6.80					
	1ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 21:14 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 61.15 62.27 45.71 83.06 2.59 6.52 2 A2 61.22 62.35 45.74 83.10 2.59 6.55 3 A3 61.15 62.27 45.68 83.06 2.61 6.55					
	2ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 22:02 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 60.02 61.04 44.45 82.40 2.80 6.90 2 A2 60.41 61.49 45.00 82.64 2.65 6.65 3 A3 60.09 61.13 44.82 82.45 2.73 6.55					

	3ª capa	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "6/7/2015" # Time: 10:02 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 62.06 63.09 46.18 83.49 2.88 6.70 2 A2 61.90 62.96 46.36 83.42 2.78 6.36 3 A3 61.88 62.91 46.02 83.39 2.87 6.72 </pre>
	Tras Envejecimiento acelerado	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "7/27/2015" # Time: 23:30 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 60.12 61.16 44.88 82.46 2.75 6.50 2 A2 59.92 60.96 44.79 82.36 2.73 6.42 3 A3 59.82 60.82 44.51 82.28 2.81 6.63 </pre>

Tabla 78. Parámetros colorimétricos de la muestra 10 NP5 (probeta perteneciente al grupo A, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

1.5. PROBETA 13 N.


Pintura rupestre levantina Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)							
Tipo de roca	Calcarenita Espática						
ANÁLISIS	COLORIMETRÍA						
Consolidante	Nanorestore®						
PROBETA Grupo A (con la superficie pulida)	Nº de aplicacio nes	Parámetros colorimétricos.					
 13 N	INICIAL	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 20:01 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 60.95 62.20 45.86 83.02 2.28 6.28 2 A2 61.62 62.91 46.51 83.40 2.24 6.15 3 A3 62.84 64.22 47.69 84.08 2.12 5.94					
	1ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 21:16 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 62.86 64.27 48.23 84.11 2.05 5.36 2 A2 62.64 64.05 48.08 83.99 2.05 5.33 3 A3 62.88 64.29 48.17 84.12 2.06 5.45					
	2ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 22:05 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 64.73 66.13 49.50 85.06 2.19 5.55 2 A2 65.02 66.46 49.84 85.23 2.11 5.46 3 A3 65.01 66.46 49.90 85.23 2.10 5.39					

	3ª capa	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "6/7/2015" # Time: 10:01 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 63.25 64.64 48.29 84.30 2.11 5.62 2 A2 63.13 64.52 48.20 84.23 2.13 5.61 3 A3 63.16 64.54 48.19 84.25 2.13 5.65 </pre>
	Tras Envejecimiento acelerado	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "7/27/2015" # Time: 23:27 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 62.02 63.39 47.47 83.65 2.10 5.44 2 A2 62.04 63.41 47.46 83.66 2.11 5.47 3 A3 62.15 63.52 47.55 83.72 2.10 5.48 </pre>

Tabla 79. Parámetros colorimétricos de la muestra 13 N (probeta perteneciente al *grupo A*, con la superficie pulida), tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

2. Grupo B (1). (Superficie sin pulir).

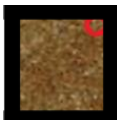
2.1. PROBETA 16 E5.

Pintura rupestre levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)							
Tipo de roca.	Calcarenita espática.						
ANÁLISIS.	COLORIMETRÍA.						
Consolidante.	CaLoSiL E5®						
PROBETA Grupo B (1) (sin pulir).	Nº de aplicacio nes.	Parámetros colorimétricos.					
 16 E5	INICIAL	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/11/2015" # Time: 11:55 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 34.77 33.57 17.04 64.62 8.41 20.77 2 A2 33.66 32.30 15.89 63.59 9.00 21.72 3 A3 34.44 33.21 16.76 64.33 8.52 20.91					
	1ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 22:11 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 33.27 31.87 15.81 63.24 9.15 21.29 2 A2 33.96 32.66 16.40 63.89 8.76 21.00 3 A3 34.64 33.38 16.95 64.47 8.58 20.72					
	2ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 22:42 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 31.50 30.06 14.87 61.71 9.44 20.98 2 A2 34.39 33.15 16.96 64.28 8.56 20.36 3 A3 34.63 33.41 17.20 64.49 8.47 20.18					

	3ª capa	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "6/7/2015" # Time: 10:06 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 34.77 33.44 17.17 64.52 8.85 20.29 2 A2 34.26 32.79 16.47 63.99 9.35 21.02 3 A3 34.66 33.21 16.87 64.33 9.27 20.66 </pre>
	Tras Envejecimiento acelerado	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "7/27/2015" # Time: 23:34 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 35.18 33.70 16.66 64.73 9.34 21.83 2 A2 35.38 33.87 16.80 64.86 9.40 21.75 3 A3 35.59 34.14 17.02 65.07 9.19 21.59 </pre>

Tabla 80. Parámetros colorimétricos de la muestra 16 E5 [probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir], tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

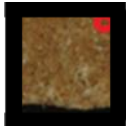
2.2. PROBETA 19 E25g.

Pintura rupestre levantina Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)							
Tipo de roca.	Calcarenita espática.						
ANÁLISIS.	COLORIMETRÍA.						
Consolidante	CaLoSiL E25g®						
PROBETA Grupo B (1) (sin pulir).	Nº de aplicacio nes.	Parámetros colorimétricos.					
 19 E25g	INICIAL	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 21:35 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 29.36 27.81 13.02 59.71 10.04 22.45 2 A2 29.50 27.96 13.12 59.85 9.99 22.41 3 A3 29.77 28.29 13.48 60.15 9.72 21.95					
	1ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 22:14 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 30.10 28.53 13.40 60.37 10.03 22.55 2 A2 29.50 28.03 13.31 59.92 9.67 22.02 3 A3 29.98 28.49 13.42 60.33 9.71 22.41					
	2ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 22:43 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 29.60 28.06 13.28 59.94 9.94 22.13 2 A2 29.54 28.02 13.35 59.91 9.89 21.88 3 A3 29.39 27.85 13.22 59.76 9.96 21.98					

	3ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "6/7/2015" # Time: 10:07 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 29.40 27.89 13.07 59.79 9.87 22.43 2 A2 29.12 27.55 12.91 59.48 10.12 22.36 3 A3 30.16 28.69 13.55 60.50 9.67 22.37
	Tras Envejecimiento acelerado	LGOROWLENGTH 03 CREATED "7/27/2015" # Time: 23:32 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 29.89 28.25 13.12 60.11 10.33 22.88 2 A2 30.26 28.63 13.40 60.45 10.24 22.70 3 A3 29.41 27.84 13.05 59.74 10.11 22.41

Tabla 81. Parámetros colorimétricos de la muestra 19 E25g [probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir], tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

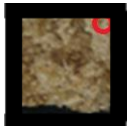
2.3. PROBETA 22 IP5.

Pintura rupestre levantina Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)							
Tipo de roca.	Calcarenita espática.						
ANÁLISIS.	COLORIMETRÍA.						
Consolidante.	CaLoSiL IP5®						
PROBETA Grupo B (1) (sin pulir).	Nº de aplicacio nes.	Parámetros colorimétricos.					
 22 IP5	INICIAL	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 21:36 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 32.17 30.89 15.26 62.41 8.80 21.22 2 A2 31.98 30.70 15.20 62.25 8.81 21.11 3 A3 32.19 30.87 15.23 62.40 8.91 21.30					
	1ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 22:15 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 30.93 29.65 14.76 61.35 8.87 20.66 2 A2 29.96 28.92 15.10 60.71 8.00 18.70 3 A3 30.81 29.48 14.55 61.20 9.06 20.94					
	2ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 22:44 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 30.31 29.12 14.79 60.89 8.57 19.80 2 A2 30.68 29.41 14.74 61.14 8.87 20.35 3 A3 30.85 29.54 14.74 61.26 8.97 20.57					

	3ª capa	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "6/7/2015" # Time: 10:09 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 30.72 29.42 14.87 61.15 8.95 20.02 2 A2 32.68 31.47 16.28 62.90 8.50 19.60 3 A3 32.49 31.28 16.23 62.75 8.50 19.45 </pre>
	Tras Envejecimiento acelerado	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "7/27/2015" # Time: 23:35 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 30.20 28.78 13.88 60.59 9.44 21.64 2 A2 31.08 29.69 14.47 61.39 9.25 21.47 3 A3 30.87 29.46 14.24 61.18 9.38 21.72 </pre>

[Tabla 82. Parámetros colorimétricos de la muestra 22 IP5 [probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir], tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

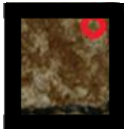
2.4. PROBETA 25 NP5.

Pintura rupestre levantina Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)							
Tipo de roca.	Calcarenita espática.						
ANÁLISIS.	COLORIMETRÍA.						
Consolidante.	CaLoSiL NP5®						
PROBETA Grupo B (1) (sin pulir).	Nº de aplicacio nes.	Parámetros colorimétricos.					
 25 NP5	INICIAL	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 21:38 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 48.22 47.97 27.53 74.81 5.46 17.83 2 A2 48.43 48.24 27.94 74.98 5.30 17.44 3 A3 48.42 48.19 27.76 74.95 5.42 17.69					
	1ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "5/24/2015" # Time: 22:16 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 41.42 40.76 22.80 70.01 6.56 18.01 2 A2 40.51 39.78 22.04 69.31 6.76 18.27 3 A3 41.41 40.77 22.73 70.01 6.49 18.15					
	2ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "6/7/2015" # Time: 10:08 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 38.07 37.11 20.41 67.36 7.49 18.17 2 A2 46.08 45.58 26.04 73.28 6.10 17.75 3 A3 38.37 37.46 20.68 67.62 7.36 18.05					

	3ª capa	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "7/2/2015" # Time: 22:11 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 46.18 45.88 27.52 73.47 5.56 15.54 2 A2 44.83 44.43 26.29 72.51 5.82 16.00 3 A3 46.91 46.65 27.96 73.97 5.47 15.67 </pre>
	Tras Envejecimiento acelerado	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "7/27/2015" # Time: 23:33 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 34.49 33.40 17.33 64.48 8.03 19.87 2 A2 32.31 31.16 15.91 68.64 8.30 20.03 3 A3 37.16 36.24 19.37 66.71 7.38 19.22 </pre>

Tabla 83. Parámetros colorimétricos de la muestra 25 NP5 [probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir], tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

2.5. PROBETA 28 N.

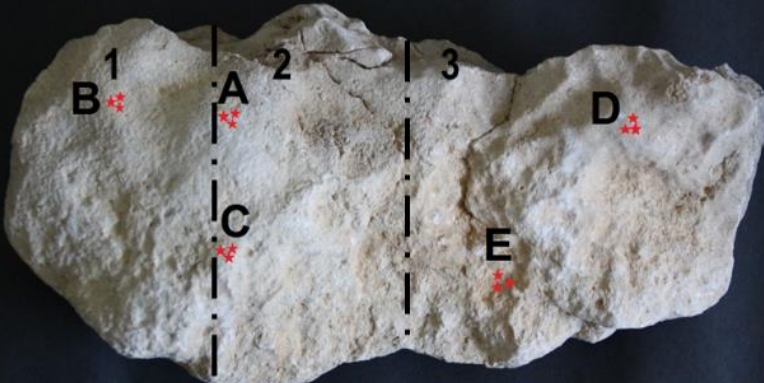
Pintura rupestre levantina Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)							
Tipo de roca.	Calcarenita espática.						
ANÁLISIS.	COLORIMETRÍA.						
Consolidante.	Nanorestore®						
PROBETA Grupo B (1) (sin pulir).	Nº de aplicacio nes.	Parámetros colorimétricos.					
 28 N	INICIAL	LGOROWLENGTH 03 CREATED "6/9/2015" # Time: 22:21 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 41.23 40.55 22.26 69.86 6.61 18.80 2 A2 37.24 36.25 18.91 66.71 7.60 20.21 3 A3 39.25 38.48 20.71 68.37 6.89 19.30					
	1ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "6/9/2015" # Time: 22:26 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 45.59 45.23 26.55 73.04 5.73 16.45 2 A2 42.48 41.92 23.55 70.81 6.26 17.98 3 A3 43.91 43.42 24.82 71.84 6.05 17.44					
	2ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "6/9/2015" # Time: 22:30 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 40.81 40.17 22.58 69.59 6.49 17.72 2 A2 43.36 42.84 24.41 71.44 6.14 17.49 3 A3 45.56 45.12 26.28 72.97 5.92 16.81					

	3ª capa	LGOROWLENGTH 03 CREATED "7/2/2015" # Time: 22:02 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 42.55 42.04 23.99 70.90 6.10 17.31 2 A2 42.52 42.00 23.83 70.87 6.13 17.56 3 A3 41.75 41.19 23.35 70.31 6.24 17.49
	Tras Envejecimiento acelerado	LGOROWLENGTH 03 CREATED "7/27/2015" # Time: 23:33 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 34.07 32.95 16.90 64.12 8.13 20.24 2 A2 40.82 40.14 22.23 69.57 6.62 18.35 3 A3 42.28 41.64 23.36 70.62 6.47 18.01

Tabla 84. Parámetros colorimétricos de la muestra 28 N [probeta perteneciente al grupo B (1), con la superficie sin pulir], tras las aplicaciones del consolidante y el ensayo de envejecimiento acelerado.

3. Grupo C. (*in situ*).

3.1. PROBETA 1 R.

Pintura rupestre levantina Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)						
Tipo de roca	Calcarenita espática.					
ANÁLISIS	COLORIMETRÍA.					
Consolidante.	Nanorestore®					
PROBETA GRUPO C (Probeta depositada In situ)						
1 R						
Puntos de medición.	Parámetros colorimétricos.					
1 R (A)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 16:59 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 55.71 56.23 36.23 79.75 3.75 13.06 2 A2 54.49 54.83 34.55 78.94 4.16 14.06 3 A3 60.12 60.87 39.49 82.31 3.41 13.04					

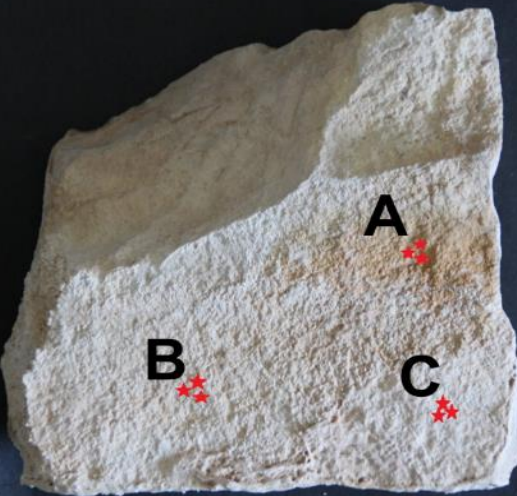
1 R (B)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 17:02 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 63.63 62.69 33.81 83.28 7.40 22.60 2 A2 57.14 56.32 31.39 79.79 7.09 20.23 3 A3 58.84 57.96 31.36 80.71 7.23 21.87
1 R (C)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 17:41 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 51.25 51.36 31.05 76.90 4.61 15.75 2 A2 50.56 50.78 31.54 76.55 4.28 14.41 3 A3 49.97 49.85 29.78 75.98 5.18 16.17
1 R (D)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 17:12 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 49.20 48.87 28.76 75.37 5.71 16.78 2 A2 50.45 50.13 29.29 76.15 5.70 17.25 3 A3 52.89 52.88 32.02 77.80 4.97 15.84
1 R (E)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 17:18 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 46.16 45.12 23.06 72.97 7.67 22.62 2 A2 45.08 43.89 22.27 72.16 8.07 22.72 3 A3 42.42 41.37 20.72 70.44 7.71 22.84

Tras 6 meses de envejecimiento natural.							
1 R (A*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:13 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 50.76 51.07 31.28 76.72 4.08 15.10 2 A2 51.09 51.45 31.73 76.95 3.94 14.80 3 A3 51.02 51.37 31.68 76.90 3.97 14.81						
1 R (B*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:14 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 48.02 47.94 26.33 74.79 5.01 19.85 2 A2 47.91 47.93 26.87 74.78 4.74 18.90 3 A3 48.17 48.11 26.56 74.89 4.96 19.63						
1 R (C*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:15 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 43.11 42.62 23.50 71.30 6.05 18.92 2 A2 42.68 42.13 23.04 70.96 6.23 19.19 3 A3 42.48 41.92 22.89 70.81 6.25 19.23						
1 R (D*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:16 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 38.97 38.78 22.70 68.59 5.05 15.76 2 A2 38.97 38.79 22.73 68.60 5.04 15.71 3 A3 39.18 39.01 22.88 68.76 5.00 15.71						

1 R (E*)	LGOROWLENGTH 03							
	CREATED "9/13/2015" # Time: 20:17							
	INSTRUMENTATION "eye-one"							
	MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No"							
	KEYWORD "SampleID"							
	KEYWORD "SampleName"							
	BEGIN_DATA_FORMAT							
	SampleID	SampleName	XYZ_X	XYZ_Y	XYZ_Z	Lab_L	Lab_a	Lab_b
	END_DATA_FORMAT							
	NUMBER_OF_SETS 3							
BEGIN_DATA								
1	A1	45.58	44.19	21.81	72.36	8.66	23.97	
2	A2	45.78	44.37	21.92	72.48	8.71	23.97	
3	A3	45.94	44.52	21.96	72.58	8.73	24.05	

Tabla 85. Parámetros colorimétricos de antes y después del envejecimiento natural de la probeta 1 R. Perteneciente al grupo C (probetas depositadas in situ). Tomas de registro realizadas en varios puntos de la probeta.
[(*) Indica las mediciones realizadas tras el envejecimiento natural de 6 meses.]

3.2. PROBETA 2 R.

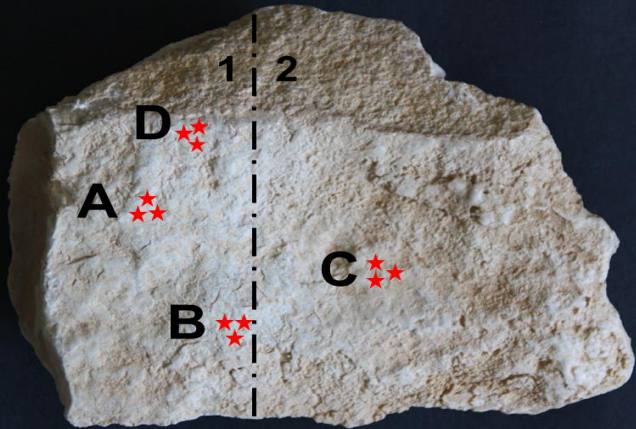
Pintura rupestre levantina Cova Remígia (Ares del Mestre-Castellón)	
Tipo de roca.	Calcarenita espática.
ANÁLISIS.	COLORIMETRÍA
Consolidante.	Nanorestore®
PROBETA GRUPO C (Probeta depositadas In situ).	
2 R	
Puntos de medición	Parámetros colorimétricos.
2 R (A)	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 17:34 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 42.05 39.46 16.76 69.08 12.42 29.13 2 A2 41.26 38.51 15.81 68.40 13.01 30.20 3 A3 38.12 35.61 15.07 66.22 12.60 28.27 </pre>

2 R (B)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 17:35 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 59.52 60.12 38.51 81.91 3.71 13.65 2 A2 55.12 55.54 35.25 79.35 3.99 13.76 3 A3 59.89 60.60 39.40 82.17 3.48 12.91
2 R (C)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 17:38 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 62.20 62.92 41.06 83.40 3.56 12.88 2 A2 56.47 57.08 36.81 80.22 3.59 13.07 3 A3 59.63 60.32 39.21 82.01 3.52 12.91
Tras 6 meses de envejecimiento natural	
2 R (A*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:21 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 41.91 39.43 17.45 69.06 12.11 27.49 2 A2 42.43 39.96 17.81 69.44 12.03 27.33 3 A3 42.27 39.76 17.62 69.30 12.18 27.52
2 R (B*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:21 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 59.44 59.31 35.52 81.46 5.45 17.01 2 A2 59.51 59.38 35.60 81.50 5.43 16.96 3 A3 59.56 59.44 35.66 81.53 5.42 16.94

2 R (C*)	LGOROWLENGTH 03							
	CREATED "9/13/2015" # Time: 20:22							
	INSTRUMENTATION "eye-one"							
	MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No"							
	KEYWORD "SampleID"							
	KEYWORD "SampleName"							
	BEGIN_DATA_FORMAT							
	SampleID	SampleName	XYZ_X	XYZ_Y	XYZ_Z	Lab_L	Lab_a	Lab_b
	END_DATA_FORMAT							
	NUMBER_OF_SETS 3							
BEGIN_DATA								
1	A1	53.98	54.27	34.82	78.62	4.24	13.11	
2	A2	53.94	54.24	34.83	78.60	4.22	13.06	
3	A3	53.69	53.99	34.70	78.46	4.21	13.01	

Tabla 86. Parámetros colorimétricos de antes y después del envejecimiento natural de la probeta 2 R. Perteneciente al grupo C (probetas depositadas in situ). Tomas de registro realizadas en varios puntos de la probeta.
[(*) Indica las mediciones realizadas tras el envejecimiento natural de 6 meses.]

3.3. PROBETA 4 R.


Pintura rupestre levantina Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)	
Tipo de roca.	Calcarenita espática.
ANÁLISIS.	COLORIMETRÍA.
Consolidante.	Nanorestore®
PROBETA GRUPO C (Probeta depositada In situ).	
4 R	
Puntos de medición.	Parámetros colorimétricos.
4 R (A)	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 17:56 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 50.78 50.01 26.98 76.07 6.92 20.95 2 A2 52.50 52.27 29.85 77.44 5.50 18.59 3 A3 55.51 56.06 35.19 79.65 3.67 14.35 </pre>
4 R (B)	<pre> GOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 17:57 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 49.38 49.56 30.72 75.80 4.36 14.38 2 A2 47.59 47.27 27.94 74.36 5.64 16.39 3 A3 49.11 49.47 31.60 75.74 3.86 12.93 </pre>

4 R (C)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 17:58 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 44.11 42.68 21.89 71.34 8.83 22.05 2 A2 42.22 40.88 20.62 70.09 8.59 22.45 3 A3 41.20 39.87 20.21 69.38 8.59 22.05
4 R (D)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 17:59 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 32.70 31.92 17.67 63.27 6.98 17.01 2 A2 33.26 32.53 18.14 63.78 6.79 16.83 3 A3 34.19 33.57 19.06 64.62 6.42 16.27
Tras 6 meses de envejecimiento natural	
4 R (A*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:24 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 53.84 54.25 32.85 78.61 3.94 15.97 2 A2 52.87 53.30 32.36 78.05 3.85 15.75 3 A3 52.96 53.38 32.37 78.10 3.90 15.81
4 R (B*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:25 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 47.59 47.31 27.98 74.39 5.54 16.36 2 A2 47.52 47.23 27.90 74.34 5.56 16.41 3 A3 47.56 47.27 27.90 74.36 5.58 16.45

4 R (C*)	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:26 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 40.21 38.26 17.44 68.21 10.59 26.04 2 A2 40.00 38.05 17.39 68.06 10.60 25.89 3 A3 40.03 38.07 17.41 68.07 10.63 25.88 </pre>
4 R (D*)	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:27 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 40.75 40.28 22.40 69.67 5.96 18.20 2 A2 43.38 43.38 26.27 71.81 4.63 14.82 3 A3 43.68 43.69 26.49 72.02 4.61 14.79 </pre>

Tabla 87. Parámetros colorimétricos de antes y después del envejecimiento natural de la probeta 4 R. Perteneciente al grupo C (probetas depositadas in situ). Tomas de registro realizadas en varios puntos de la probeta.
[(*) Indica las mediciones realizadas tras el envejecimiento natural de 6 meses.]

3.4. PROBETA 7 R.

Pintura rupestre levantina Cova Remigia (Ares del Maestre-Castellón)	
Tipo de roca.	Calcarenita espática.
ANÁLISIS.	COLORIMETRÍA.
Consolidante.	CaLoSiL E50® diluido al 5% en etanol.
PROBETA GRUPO C (Probeta depositada In situ).	
7 R	
Puntos de medición	Parámetros colorimetría
7 R (A)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 18:25 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 22.26 20.29 9.55 52.17 12.88 20.06 2 A2 21.59 19.68 9.50 51.48 12.78 19.03 3 A3 22.57 20.65 9.86 52.56 12.63 19.68
7 R (B)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 18:27 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 30.73 28.85 14.39 60.65 11.12 20.40 2 A2 28.47 26.62 12.79 58.62 11.30 21.22 3 A3 29.24 27.41 13.54 59.35 11.15 20.40




7 R (D)	<p> LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 18:29 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 28.45 26.34 12.29 58.36 12.35 22.16 2 A2 25.84 23.93 11.29 56.02 11.95 21.08 3 A3 28.17 26.24 12.69 58.27 11.66 20.88 </p>
7 R (E)	<p> LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 18:28 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 42.05 41.44 22.43 70.49 6.39 19.53 2 A2 41.74 40.96 21.88 70.15 6.90 20.03 3 A3 42.65 42.05 22.86 70.90 6.39 19.43 </p>
7 R (F)	<p> LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 18:26 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 26.99 25.59 14.31 57.64 9.65 15.43 2 A2 26.52 25.30 14.52 57.37 8.93 14.40 3 A3 25.72 24.66 14.15 56.74 8.30 14.29 </p>
7 R (G)	<p> LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 18:32 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 52.86 52.79 30.58 77.75 5.13 17.97 2 A2 50.99 50.84 29.39 76.58 5.29 17.84 3 A3 49.89 49.74 28.54 75.91 5.24 18.06 </p>




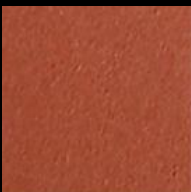
7 R (H)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "3/2/2015" # Time: 18:31 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 36.46 35.18 17.62 65.89 8.59 21.62 2 A2 37.78 36.53 18.68 66.92 8.43 21.06 3 A3 33.11 31.68 15.55 63.08 9.28 21.66
Tras 6 meses de envejecimiento natural	
7 R (A*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:04 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 23.94 22.59 13.79 54.64 9.77 11.62 2 A2 26.64 25.22 15.29 57.29 9.72 12.33 3 A3 26.67 25.26 15.33 57.33 9.70 12.28
7 R (B*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:07 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 30.67 29.32 17.49 61.07 9.13 13.62 2 A2 28.75 27.26 16.10 59.22 9.83 13.67 3 A3 28.27 26.75 15.56 58.74 10.00 14.17
7 R (D*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:09 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 33.79 31.69 14.64 63.09 11.63 23.96 2 A2 33.30 31.18 14.41 62.66 11.74 23.81 3 A3 34.24 32.17 14.94 63.48 11.48 23.89





7 R (E*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:08 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 42.76 42.07 22.36 70.92 6.64 20.44 2 A2 43.26 42.59 22.73 71.28 6.59 20.33 3 A3 42.90 42.20 22.48 71.01 6.67 20.36
7 R (F*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:05 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 28.35 27.44 16.94 59.38 7.55 11.97 2 A2 28.62 27.81 17.63 59.72 7.16 10.98 3 A3 27.89 26.92 16.44 58.90 7.82 12.31
7 R (G*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:11 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 50.36 49.91 29.56 76.02 6.04 16.59 2 A2 50.27 49.81 29.51 75.96 6.08 16.57 3 A3 50.30 49.82 29.50 75.96 6.12 16.59
7 R (H*)	LGOROWLENGTH 03 CREATED "9/13/2015" # Time: 20:10 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 41.91 41.27 23.73 70.36 6.50 16.88 2 A2 42.69 42.07 24.39 70.92 6.42 16.62 3 A3 42.50 41.96 24.55 70.84 6.19 16.19





Tabla 88. Parámetros colorimétricos de la probeta 7 R. Perteneciente al grupo C (probetas depositadas *in situ*).





4. Colores *Pantone*.




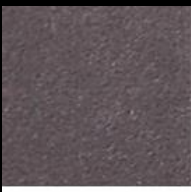
Pintura rupestre levantina Cova Remígia (Ares del Maestre-Castellón)							
Relación cromática en base a colores <i>Pantone</i> de las pinturas rupestres de <i>Cova Remígia</i> según E. Sarriá Boscovich (1988-89).							
ANÁLISIS.	COLORIMETRÍA.						
Nº <i>Pantone</i>	Parámetros colorimétricos.						
 <p>PANTONE 173 C R 207 G 69 B 32 HTML CF4520</p>	LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:40 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 31.00 19.14 2.65 50.85 54.41 51.66 2 A2 31.05 19.16 2.66 50.88 54.45 51.64 3 A3 31.08 19.19 2.68 50.91 54.45 51.52						
 <p>PANTONE 173 CP 0 82 94 2</p>	LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:41 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 33.38 21.94 3.29 53.97 49.50 52.33 2 A2 33.36 21.93 3.29 53.95 49.50 52.27 3 A3 33.36 21.93 3.30 53.95 49.50 52.21						
 <p>PANTONE 173 U R 206 G 97 B 74 HTML CE614A</p>	LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:35 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 32.57 23.29 7.85 55.37 40.59 31.74 2 A2 32.74 23.42 7.96 55.50 40.63 31.55 3 A3 32.77 23.45 7.98 55.53 40.62 31.52						


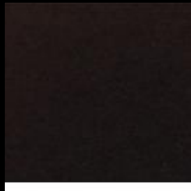
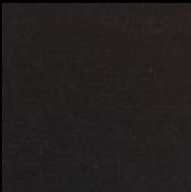

 <p>PANTONE 173 UP</p> <p>0 71 94 4</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:38 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 34.32 25.00 10.22 57.07 39.40 26.28 2 A2 34.29 24.98 10.23 57.06 39.36 26.23 3 A3 34.28 24.97 10.23 57.05 39.35 26.21 </pre>
 <p>PANTONE 174 C</p> <p>R 150 G 56 B 33 HTML 963821</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:24 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 15.64 10.01 1.91 37.87 40.49 35.90 2 A2 15.63 10.01 1.90 37.85 40.49 35.97 3 A3 15.62 10.00 1.89 37.84 40.49 36.01 </pre>
 <p>PANTONE 174 CP</p> <p>8 86 100 36</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:30 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 14.76 10.14 2.04 38.09 34.32 34.96 2 A2 14.75 10.13 2.03 38.08 34.29 35.09 3 A3 14.75 10.13 2.03 38.08 34.30 35.03 </pre>
 <p>PANTONE 174 U</p> <p>R 156 G 91 B 75 HTML 9C5B4B</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:19 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 20.44 16.28 7.44 47.35 25.09 19.53 2 A2 20.43 16.27 7.43 47.33 25.10 19.54 3 A3 20.43 16.27 7.44 47.33 25.09 19.51 </pre>


 <p>PANTONE 174 UP</p> <p>10 64 90 21</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:22 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 22.80 19.03 9.85 50.72 21.59 16.55 2 A2 22.79 19.03 9.85 50.72 21.55 16.54 3 A3 22.79 19.03 9.87 50.72 21.55 16.48 </pre>
 <p>PANTONE 180 C</p> <p>R 190 G 58 B 52 HTML BF3A34</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:04 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 25.69 15.65 4.44 46.52 52.26 32.29 2 A2 25.70 15.66 4.44 46.52 52.28 32.29 3 A3 25.72 15.67 4.46 46.54 52.31 32.22 </pre>
 <p>PANTONE 180 CP</p> <p>3 91 86 12</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:06 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 26.40 16.94 4.29 48.19 48.00 36.01 2 A2 26.37 16.92 4.27 48.17 47.99 36.07 3 A3 26.37 16.92 4.27 48.16 48.00 36.08 </pre>
 <p>PANTONE 180 U</p> <p>R 191 G 96 B 89 HTML BF6059</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 12:58 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 29.90 21.86 9.82 53.88 37.24 22.10 2 A2 30.04 21.97 9.94 54.00 37.22 21.89 3 A3 30.08 22.01 9.98 54.03 37.24 21.83 </pre>

 <p>PANTONE 180 UP</p> <p>7 73 68 12</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:01 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 27.19 21.72 12.42 53.73 27.29 13.85 2 A2 27.19 21.73 12.44 53.74 27.27 13.80 3 A3 27.20 21.75 12.46 53.76 27.26 13.77 </pre>
 <p>PANTONE 181 C</p> <p>R 129 G 49 B 47 HTML 81312F</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:54 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 10.85 7.12 2.63 32.08 34.16 19.49 2 A2 10.88 7.14 2.66 32.13 34.16 19.35 3 A3 10.87 7.14 2.65 32.12 34.11 19.43 </pre>
 <p>PANTONE 181 CP</p> <p>21 93 88 50</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:56 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 12.00 8.80 3.12 35.59 27.27 21.81 2 A2 12.00 8.79 3.10 35.58 27.30 21.91 3 A3 12.00 8.79 3.07 35.59 27.30 22.14 </pre>
 <p>PANTONE 181 U</p> <p>R 139 G 89 B 82 HTML 8B5952</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:50 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 17.18 14.20 7.98 44.53 20.48 12.55 2 A2 17.17 14.19 7.98 44.51 20.49 12.53 3 A3 17.17 14.20 7.98 44.51 20.49 12.50 </pre>

 <p>PANTONE 181 UP</p> <p>13 73 78 35</p>	<p>LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 13:53 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 18.02 15.64 9.51 46.50 16.47 10.44 2 A2 17.99 15.62 9.50 46.47 16.42 10.39 3 A3 17.91 15.55 9.48 46.38 16.42 10.33</p>
 <p>PANTONE 194 C</p> <p>R 155 G 39 B 67 HTML 9B2743</p>	<p>LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 12:37 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 16.61 9.45 5.08 36.84 50.46 12.12 2 A2 16.63 9.46 5.11 36.86 50.47 11.99 3 A3 16.65 9.48 5.13 36.89 50.48 11.96</p>
 <p>PANTONE 194 CP</p> <p>8 100 55 37</p>	<p>LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 12:41 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 15.08 8.71 4.82 35.43 47.72 11.08 2 A2 15.07 8.71 4.83 35.42 47.70 11.01 3 A3 15.07 8.71 4.83 35.42 47.69 11.01</p>
 <p>PANTONE 194 U</p> <p>R 163 G 89 B 101 HTML A35965</p>	<p>LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 12:45 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 21.64 16.08 11.19 47.08 31.96 5.99 2 A2 21.67 16.11 11.24 47.12 31.95 5.89 3 A3 21.69 16.12 11.28 47.14 31.94 5.83</p>

 <p>PANTONE 194 UP</p> <p>12 86 49 22</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 12:49 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 21.33 16.45 11.45 47.56 28.43 6.03 2 A2 21.29 16.43 11.44 47.53 28.37 6.00 3 A3 21.27 16.41 11.43 47.51 28.38 6.00 </pre>
 <p>PANTONE 425 C</p> <p>R 84 G 88 B 90 HTML 54585A</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 14:18 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 9.91 10.39 9.55 38.53 -0.82 -3.45 2 A2 9.93 10.41 9.59 38.57 -0.84 -3.52 3 A3 9.93 10.41 9.60 38.58 -0.85 -3.55 </pre>
 <p>PANTONE 425 CP</p> <p>48 29 26 76</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 14:19 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 10.47 11.19 10.95 39.91 -2.46 -5.64 2 A2 10.46 11.19 10.95 39.90 -2.47 -5.64 3 A3 10.48 11.20 10.96 39.92 -2.46 -5.64 </pre>
 <p>PANTONE 425 U</p> <p>R124 G126 B127 HTML 7C7E7F</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 14:14 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 17.35 17.96 15.74 49.45 0.17 -2.30 2 A2 17.44 18.06 15.93 49.57 0.13 -2.55 3 A3 17.46 18.09 15.98 49.61 0.12 -2.60 </pre>

 <p>PANTONE 425 UP</p> <p>25 18 15 51</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 14:16 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 19.32 19.98 17.59 51.81 0.27 -2.57 2 A2 19.31 19.98 17.62 51.81 0.25 -2.62 3 A3 19.31 19.98 17.61 51.82 0.24 -2.60 </pre>
 <p>PANTONE 426 C</p> <p>R 37 G 40 B 42 HTML 25282A</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 14:25 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 2.20 2.32 2.19 17.09 -0.77 -2.63 2 A2 2.21 2.32 2.21 17.10 -0.74 -2.77 3 A3 2.20 2.31 2.20 17.06 -0.75 -2.75 </pre>
 <p>PANTONE 426 CP</p> <p>94 77 53 94</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 14:27 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 2.88 3.15 3.14 20.64 -2.86 -4.10 2 A2 2.89 3.17 3.17 20.70 -2.88 -4.23 3 A3 2.89 3.17 3.19 20.71 -2.86 -4.32 </pre>
 <p>PANTONE 426 U</p> <p>R104 G104 B105 HTML 686869</p>	<pre> LGOROWLENGTH 03 CREATED "8/29/2015" # Time: 14:22 INSTRUMENTATION "eye-one" MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2° WhiteBase=Automatic Filter=No" KEYWORD "SampleID" KEYWORD "SampleName" BEGIN_DATA_FORMAT SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b END_DATA_FORMAT NUMBER_OF_SETS 3 BEGIN_DATA 1 A1 11.34 11.66 10.21 40.67 0.72 -1.95 2 A2 11.34 11.66 10.20 40.67 0.72 -1.96 3 A3 11.34 11.66 10.20 40.67 0.71 -1.94 </pre>



```

LGOROWLENGTH 03
CREATED "8/29/2015" # Time: 14:23
INSTRUMENTATION "eye-one"
MEASUREMENT_SOURCE "Illumination=D50 ObserverAngle=2°
                    WhiteBase=Automatic Filter=No"
KEYWORD "SampleID"
KEYWORD "SampleName"
BEGIN_DATA_FORMAT
SampleID SampleName XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z Lab_L Lab_a Lab_b
END_DATA_FORMAT
NUMBER_OF_SETS 3
BEGIN_DATA
1 A1 13.51 14.01 12.91 44.24 0.01 -3.90
2 A2 13.50 14.00 12.90 44.24 -0.02 -3.90
3 A3 13.50 14.01 12.91 44.24 -0.01 -3.91

```

Tabla 89. Parámetros colorimétricos de los colores *Pantone*, en base a la estratigrafía cromática de las pinturas rupestres de *Cova Remígia* según E. Sarriá Boscovich (1988-89).

ANEXO VII.

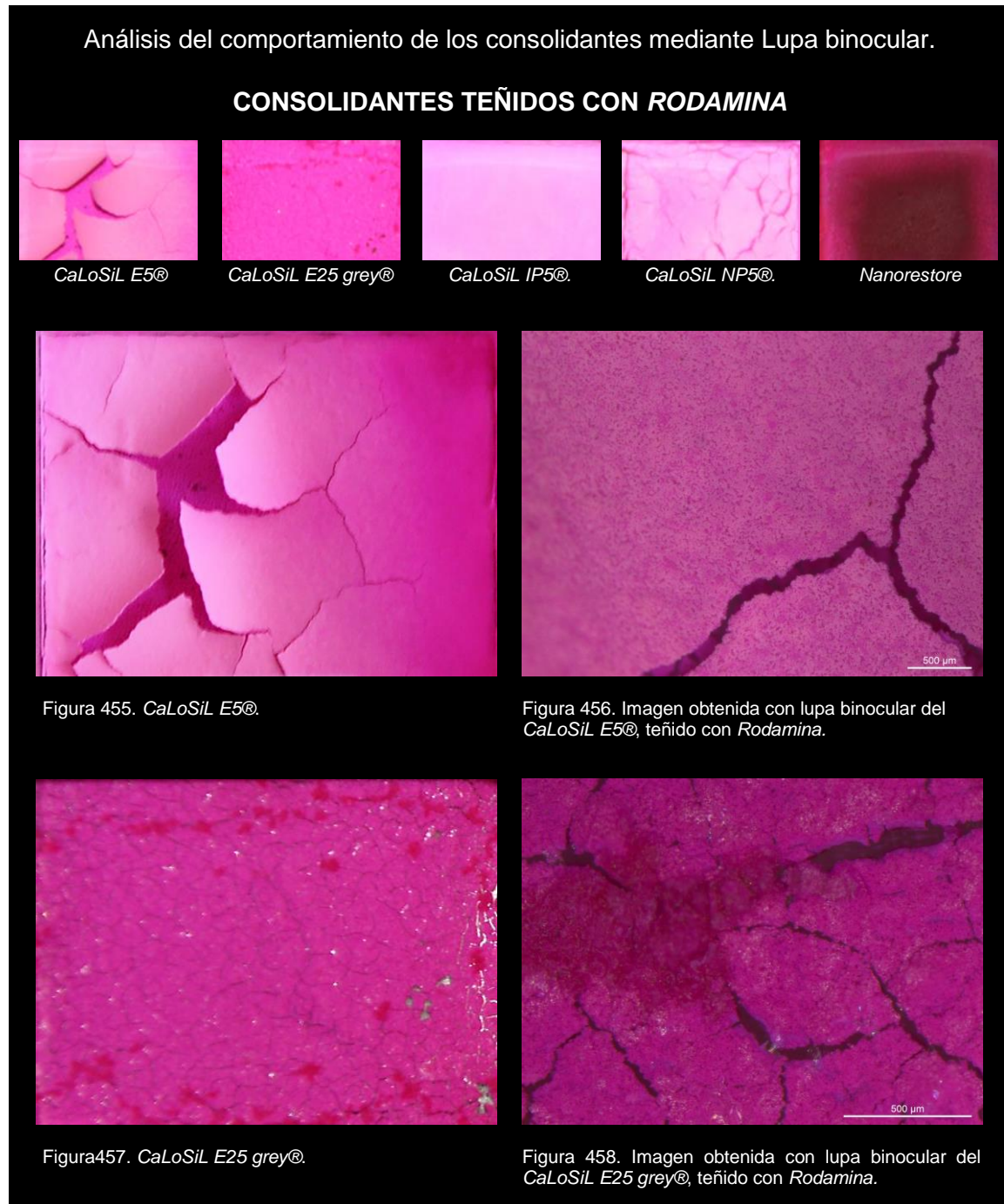
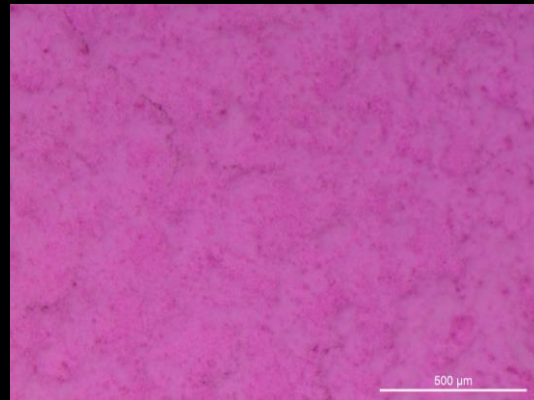
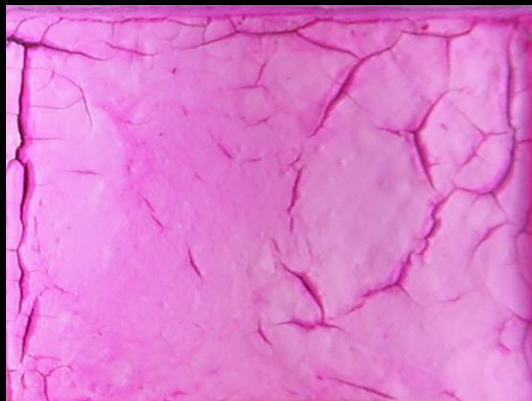
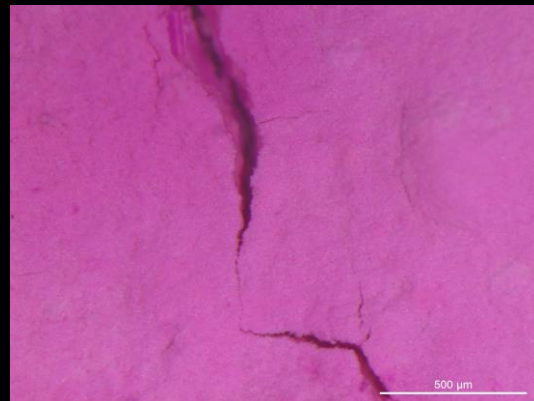
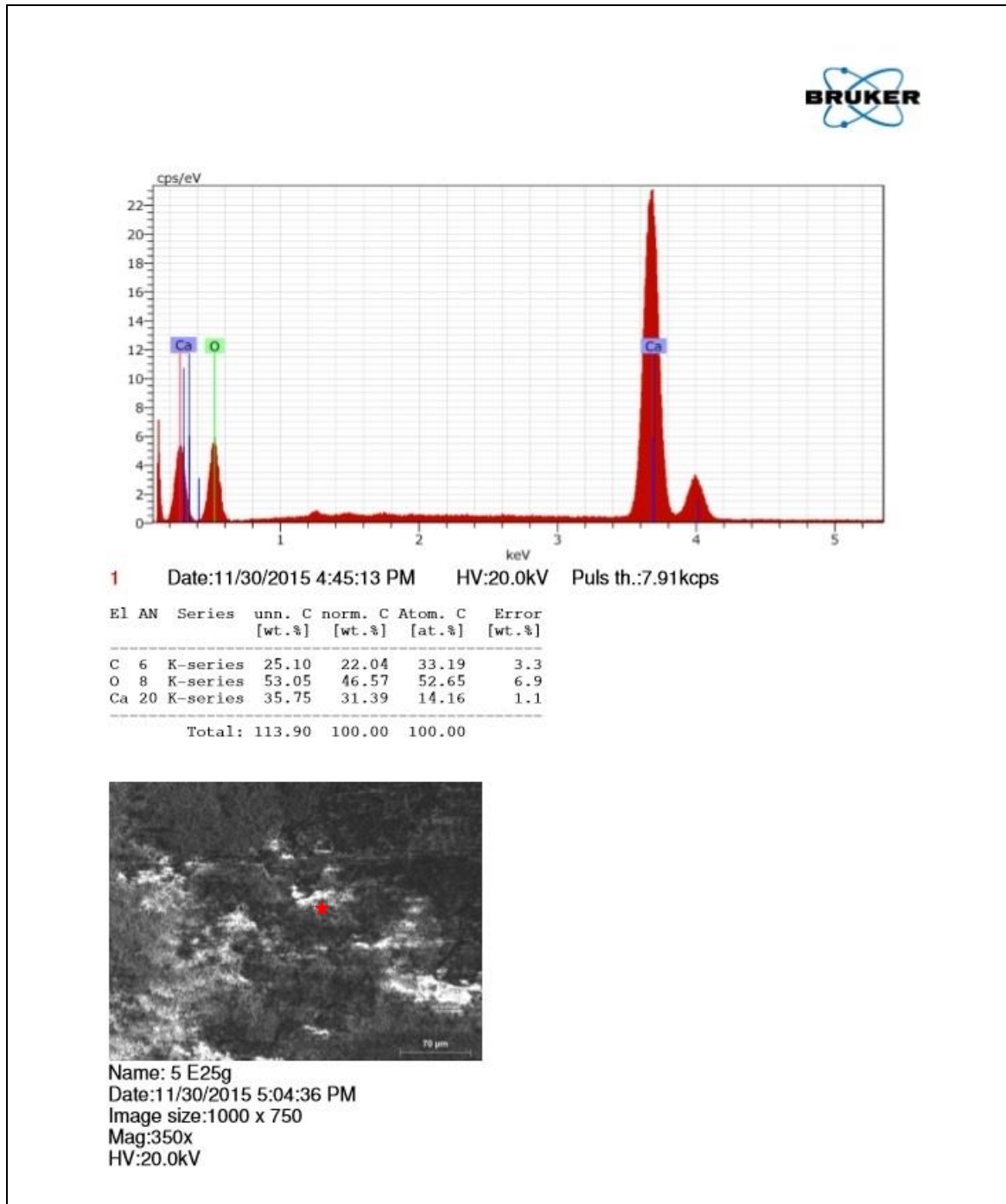
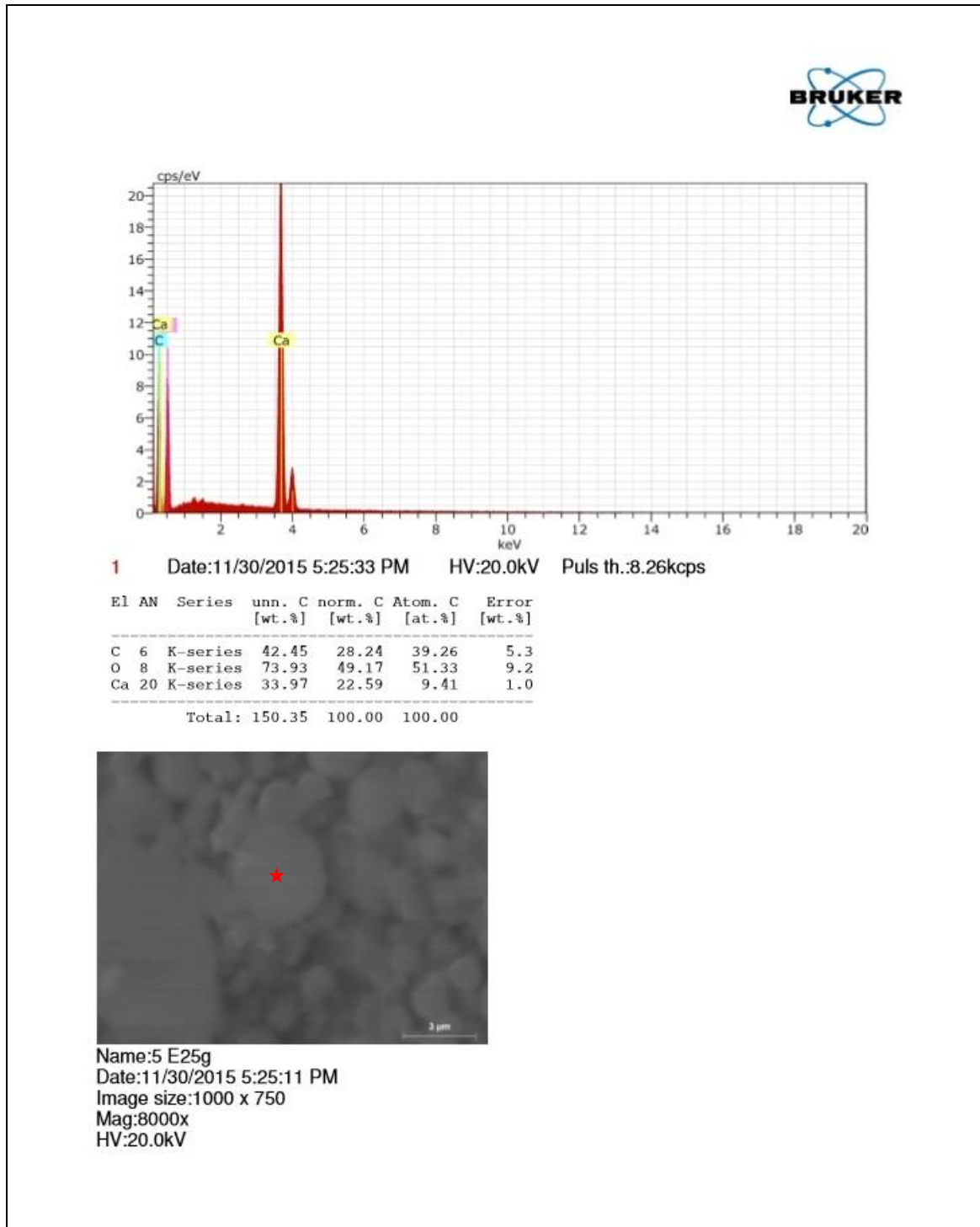
ANEXO VII.**Ensayo de penetración del consolidante mediante tinción fluorescente con Rodamina.**

Figura 459. *CaLoSiL IP5®*.Figura 460. Imagen obtenida con lupa binocular del *CaLoSiL IP5®*, teñido con *Rodamina*.Figura 461. *CaLoSiL NP5®*.Figura 462. Imagen obtenida con lupa binocular del *CaLoSiL NP5®*, teñido con *Rodamina*.Figura 463. *Nanorestore®*.Figura 464. Imagen obtenida con lupa binocular del *Nanorestore®*, teñido con *Rodamina*.Tabla 90. Tinción con *Rodamina* de los consolidantes y análisis matérico a través de Lupa Binocular.

ANEXO VIII.

ANEXO VIII.**Microanálisis de rayos X (SEM-EDX).**Gráfica 52. Microanálisis de rayos X (SEM-EDX), realizado a la probeta 5 tratada con *CaLoSiL E25 grey®*.



Gráfica 53. Microanálisis de rayos X (SEM-EDX), realizado a la probeta 5 tratada con *CaLoSiL E25 grey®*, sobre las estructuras esféricas, surgidas tras los someter la muestra a ciclos de envejecimiento acelerado.