Revista núm. 12 // Maig 2013
de l'Escola Superior de Conservació i Restauració
de Béns Culturals de Catalunya
/ 10€

Unicum

Sumari

Arqueologia //

Pàg. 5 / Una mirada retrospectiva a les restauracions antigues III. El jaciment d'Akrotiri a l'illa de Santorini, Grècia

María Teresa Magadán Olives, Irene Rodríguez Manero

Tèxtil //

Pàg. 33 / El procés de conservació-restauració de la indumentària civil del sepulcre del campanar de l'església de Santa Maria d'Agramunt (segle XIV)

Elisabet Cerdà i Durà

Document Gràfic //

Pàg. 47 / Criteris de reintegració de positius fotogràfics en paper i recuperació de la imatge

Àngels Borrell Crehuet, Carme Bello Urgellès

Escultura //

Pàg. 57 / Estudi de les pàtines ocre-vermelles del retaule d'alabastre de l'altar major del monestir de Santa Maria de Poblet (Tarragona)

Meritxell Beltran Varea, Elisabet Playà Pous, Montserrat Artigau Miralles

Pàg. 69 / La reintegració cromàtica i volumètrica en obres de laca japonesa (*urushi*): una proposta pràctica

Yahui Liu Zhou

Etnografia //

Pàg. 77 / La galeria nepalesa del Museu Etnològic de Barcelona

Eva Pascual i Miró

Pintura //

Pàg. 95 / Microcirurgia tèxtil. Tractament d'un estrip pel sistema d'adhesió fil a fil: "La Presentació al Temple" de Claudio Lorenzale

Pau Claramonte Villanueva

Pedagogia //

Pàg. 103 / El muntatge d'una exposició, una experiència de treball col·laboratiu

Eva Mª López Lorente

Notícies //

Pàg. 111 / Acte d'inauguració del curs acadèmic 2012-2013

Visita a l'ESCRBCC de diferents alts càrrecs del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya

Visita a l'ESCRBCC de la Regidora del Districte de Nou Barris

Visita a l'ESCRBCC del Regidor de Cultura de l'Ajuntament de Barcelona i altres càrrecs

Inici del programa d'intercanvi d'estudis Internacionals a l'ESCRBCC

Signatura d'acords de col·laboració entre l'ESCRBCC i diverses institucions de Catalunya

Lídia Balust Claverol

Castellano //

Pàg. 117 / Versión castellano

Crèdits

Directora: Lídia Balust Claverol (Cap d'Estudis i professora de Conservació i Restauració de Pintura)

Direcció Editorial: Verónica Ramírez Calise (Coordinadora Lingüística i professora d'Història de l'Art)

Consell de Redacció: M. Àngels Balliu Badia (Coordinadora Pedagògica i professora de Conservació i Restauració de Document Gràfic), Miquel Mirambell Abancó (Director de l'ESCRBCC i professor d'Història de l'Art), Gisela Monsalve Villazón (alumna de 3r curs de l'especialitat de Conservació i Restauració de Pintura), Laura Romero Pérez (alumna de 2n curs comú) i Cristina Serrano Peix (alumna de 2n curs comú).

Col·laboradora: Núria Jutglar Álvaro (alumna de 2n curs comú).
Abstracts: Gwendolyn Brouwer (diplomada en Conservació i Restauració de Pintura per l'ESCRBCC).
Disseny gràfic i maquetació: Mauricio O'Brien / Federación de ideas*
Impressió: Novoprint
Disseny Web: Invasionweb
Col·laboradors Web: Florencia Florido (alumna de 2n curs).

Publicació Anual
Edició: ACARC (Associació Cultural en l'Àmbit de la Restauració i Conservació) de l'ESCRBCC. C/ Aiguablava, 109-113. 08033- BARCELONA
Administrador: Joaquim Camps Giralt
Director de l'ESCRBCC: Miquel Mirambell Abancó

Dipòsit legal: B-16094-2002
ISSN: 1579-3613

Portada/Contraportada: "Nens Boxejadors", pintura mural del jaciment d'Akrotiri
http://www.namuseum.gr/collections/prehistorical/thera/thera02a-en.html

Unicum és una publicació anual sense ànim de lucre que tracta temes relacionats amb la conservació i restauració dels béns culturals, el patrimoni i les disciplines afins; es realitza amb les aportacions de professionals del món de la conservació-restauració i del patrimoni, de professors, d'alumnes i d'ex-alumnes de l'ESCRBCC.

Unicum és una revista oberta a totes les opinions, però no es fa responsable dels continguts signats pels respectius autors, que en seran els únics responsables, així com també dels permisos de reproducció dels materials de tercers que continguin.

La revista *Unicum* publicarà articles que siguin originals i inèdits. La presentació d'originals implica la cessió del dret de publicar-los tant en la versió impresa com en l'electrònica. La direcció es reserva el dret d'editar totalment o parcialment qualsevol material enviat.

Avaluadors externs: Abans de l'acceptació definitiva per part del Consell de Redacció, els originals seran sotmesos a revisió per part d'experts (*peer review*), que n'elaboraran un informe.

Si desitgeu col·laborar amb nosaltres, seguiu les normes de publicació que figuren al final de la revista.

O poseu-vos en contacte amb l'ESCRBCC.
c/ Aiguablava, 109-113
08033- Barcelona
Tf: 93 354 69 92
Fax: 93 276 28 27
www.xtec.cat/escrbcc
escrbcc@xtec.cat

http://unicum.cat

Amb la certificació pel nivell de qualitat:

BASE DE DATOS ISOC

Editorial

Presentem la dotzena edició de la revista *Unicum*, amb la certesa que l'esforç, la constància i la feina ben feta sempre tenen recompensa. Aquests valors són els que any rere any hem tingut sempre presents i han refermat la qualitat de la nostra publicació. Una qualitat que enguany s'ha vist recompensada perquè, després de superar un procés de valoració de la seva qualitat editorial i del seu interès científico-tècnic, la nostra revista ha estat seleccionada i s'ha inclòs al Directori de "Revistas de Ciencias Sociales y Humanidades" de la Base de Dades ISOC, gestionat pel Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC (Centro Superior de Investigaciones Científicas).

Això permet incloure el logotip de la Base de Dades ISOC, per tal de difondre i fer constar que la nostra revista està present en aquesta base de dades nacional, que compta amb un sistema de selecció de publicacions basat en normes internacionalment reconegudes.

Paral·lelament, i també després de superar l'avaluació corresponent, la nostra revista ha passat a formar part tant del Directori com del Catàleg Latindex, que és un sistema d'informació sobre revistes d'investigació científica, tècnica, professional i de divulgació científica i cultural que s'editen a Espanya, Portugal, Amèrica Llatina i el Carib i que funciona des de l'any 1997, amb l'objectiu de difondre i augmentar la qualitat de les revistes acadèmiques que s'hi inclouen. El Directori disposa de bases de dades bibliogràfiques i de contacte de totes les revistes registrades, i el Catàleg inclou únicament les revistes que compleixen uns criteris de qualitat editorial rigorosos.

Sabem que aquesta fita no l'hauríem aconseguit sense l'esforç i col·laboració dels que han participat en les edicions anteriors. Per això volem dedicar aquesta edició a tots ells perquè hem aconseguit elaborar una revista de qualitat reconeguda.

Creiem que la millor manera de celebrar-ho és continuar millorant, per això, en aquesta edició hem implementat la Realitat Augmentada, una eina tecnològica que permet al lector d'un article enllaçar amb continguts multimèdia que en complementen la informació. Així mateix, creiem important consolidar l'experiència iniciada en l'edició anterior, al tenir en compte que tot el procés de producció i els materials emprats en la impressió d'aquesta revista s'ajustin a criteris estrictes d'ecoedició.

Però el més important és continuar oferint articles interessants i útils per als nostres lectors i per això en aquesta edició, per una banda, publiquem diversos articles que representen la continuació d'estudis anteriors, com l'últim de la interessant trilogia dedicada a la revisió d'intervencions arqueològiques antigues dels llocs més emblemàtics de Grècia, i que en aquest cas exposa les intervencions a Akrotiri; el dedicat al retaule major del monestir de Poblet, que se centra en l'estudi de les pàtines vermelles de l'alabastre; i el de la intervenció en objectes de laca japonesa, que fa incidència especial en el sistema de reintegració.

Per altra banda, presentem articles innovadors i interessants de diverses disciplines de conservació i restauració, com el que explica el procés d'intervenció d'una indumentària civil del segle XIV, procedent de l'església de Santa Maria d'Agramunt i realitzat al Centre de Documentació i Museu Tèxtil de Terrassa; l'article on es plantegen els complexos criteris de reintegració de positius fotogràfics; el que relata la intervenció d'una galeria nepalesa del Museu Etnològic de Barcelona; l'article que explica la intervenció amb el sistema de microcirurgia tèxtil en una pintura sobre tela; i el que planteja i exposa propostes pedagògiques de treball col·laboratiu realitzades a l'ESCRBCC.

Finalment, presentem un apartat de notícies relacionades amb els esdeveniments més rellevants de l'ESCRBCC, que en aquesta edició és força ampli, a causa de la important activitat tant institucional com de relacions docents internacionals que s'han dut a terme durant l'últim any.

Com sempre, és imprescindible acabar agraint la tasca realitzada per tot l'equip de redacció i pels col·laboradors d'aquesta edició, sense els quals, aquesta publicació no es podria materialitzar.

Seguim apostant per l'esforç, la constància i la feina ben feta com a valors per continuar treballant i millorant.

Lídia Balust Claverol
Directora d'*Unicum*

Unicum

+ REALITAT AUGMENTADA

Per accedir als continguts d'aquesta aplicació cal seguir els següents passos:

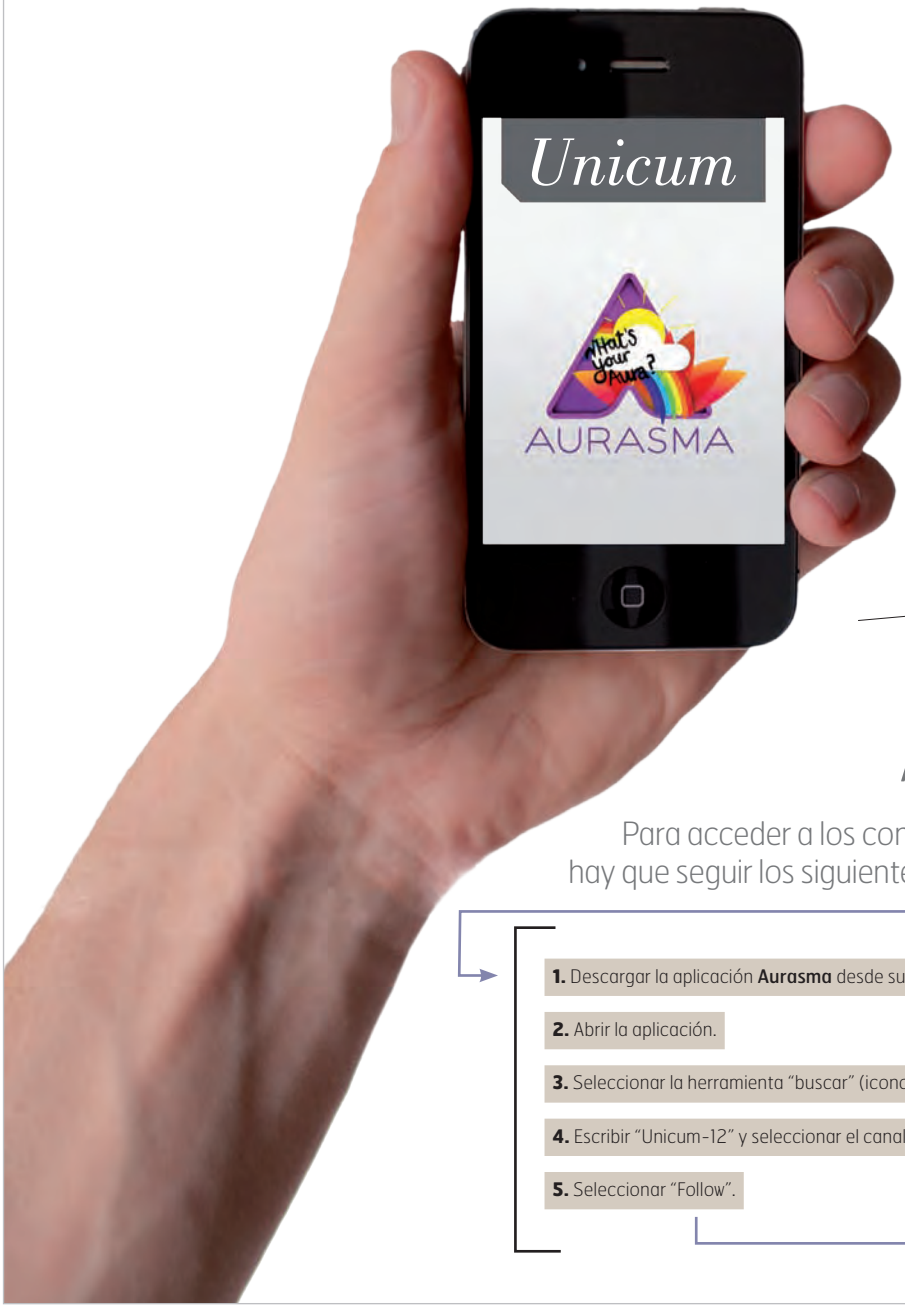
1. Descarregar l'aplicació **Aurasma*** des del seu *smartphone*.

2. Obrir l'aplicació.

3. Seleccionar l'eina "cercar" (icona lupa).

4. Escriure "Unicum-12" i selecciona el canal.

5. Clicar "Follow".



A partir d'aquí cada cop que aparegui aquesta icona

al costat d'una imatge, amb l'aplicació **Aurasma** activada en mode càmera, encaixi-la en el visor i automàticament es carregarà el contingut extra que podrà visualitzar des del seu dispositiu.

+ REALIDAD AUMENTADA

Para acceder a los contenidos de esta aplicación hay que seguir los siguientes pasos:

1. Descargar la aplicación **Aurasma** desde su *smartphone*.

2. Abrir la aplicación.

3. Seleccionar la herramienta "buscar" (icono lupa).

4. Escribir "Unicum-12" y seleccionar el canal.

5. Seleccionar "Follow".

A partir de aquí cada vez que aparezca este icono

junto a una imagen, con la aplicación **Aurasma** activada en modo cámara, encájela en el visor y automáticamente se cargará el contenido extra que podrá visualizar des de su dispositivo.

Estudi de les pàtines ocre-vermelles del retaule d'alabastre de l'altar major del monestir de Santa Maria de Poblet (Tarragona)

Fruit d'un projecte multidisciplinar que aborda estudis dels materials del retaule de l'altar major del monestir de Santa Maria de Poblet des dels vessants històric, de conservació-restauració i geològic, en aquest treball es presenta una part dels resultats d'aquest projecte. L'anàlisi petrològica, física i química de les taques ocre-vermelloses que cobreixen part de la superfície de l'alabastre ha permès caracteritzar-les i determinar-ne els possibles orígens.

Study of the ochre-red coloured patinas of the alabaster altarpiece of the high altar of the monastery of Santa María de Poblet (Tarragona)

Fruit of a multidisciplinar project through the study of the materials of the altarpiece of the high altar of the monastery of *Santa María de Poblet*, from a historical and geological point of view and dealing with aspects of conservation and restoration, this article presents some of the results of the project. The petrological, physical and chemical analysis of the ochre-red stains, covering part of the surface of the alabaster, have allowed the characterization and determination of their possible origins.

Meritxell Beltran Varea. Llicenciada en Geologia per la Universitat de Barcelona.
Bachelor in Geology by the University of Barcelona.
mbv103@hotmail.com

Elisabet Playà Pous. Professora Titular del Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica, Universitat de Barcelona.
Professor of the Department of Geochemistry, Petrology and Geological Prospecting, University of Barcelona.
eplaya@ub.edu

Montserrat Artigau Miralles. Professora de Conservació i Restauració d'Escultura de l'ESCRBCC.
Teacher of Conservation and Restoration of Sculptures at the ESCRBCC.
martigau@xtec.cat

Paraules clau: pàtines d'alteració, alabastre, Santa Maria de Poblet, reconeixement, caracterització.
Keywords: *patinas of alteration, alabaster, Santa María de Poblet, recognition, characterization.*

Data de recepció: 22-6-2012. / ***Date of receipt:*** *22-6-2012.*

INTRODUCCIÓ

Són molt nombroses les recerques realitzades en el retaule de l'altar major del monestir de Santa Maria de Poblet, des de diferents perspectives, essent algunes de les més rellevants els treballs publicats per Morte i Yeguas en què s'analitza el vessant historicosocial de la peça escultòrica i del seu autor, el mestre renaixentista (segle XVI) Damià Forment.[1] Ara bé, l'anàlisi específica i profunda del suport petri del retaule (alabastre de guix) no s'havia realitzat anteriorment. L'inici d'una línia de recerca en aquesta direcció permetria resoldre (o avançar un pas en la seva resolució) algunes de les qüestions que es plantegen al voltant d'aquesta obra: quina és la procedència del material petri usat en la seva realització? Totes les peces de roques es van extreure de la mateixa àrea? Com ha respost aquest material al pas dels segles? Quines accions posteriors s'hi han realitzat? Com s'espera que la peça respongui en el futur? Quines accions es poden realitzar per preservar-la en bon estat?

Liaño presentà uns primers resultats en què es caracteritzaren alguns dels components químics d'aquest material, però sense arribar a aprofundir en les implicacions que aquestes proves analítiques oferien i presentant conclusions poc argumentades.[2] En aquesta línia, la Dra. Elisabet Playà (professora titular del Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica –GPPG– de la Universitat de Barcelona) i la Sra. Montserrat Artigau (professora de l'ESCRBCC) van engegar un projecte de recerca multidisciplinària, que abasta aspectes relacionats amb la història, la conservació-restauració i la petrologia-geoquímica del material del retaule de l'altar major del monestir de Santa Maria de Poblet. Artigau[3] i Artigau i Porta[4] presenten els primers treballs específics sobre la conservació i restauració del retaule. Posteriorment, Artigau i Playà i Playà et al.[5] presentaren alguns dels resultats obtinguts de l'estudi del propi alabastre, mostrats des de la perspectiva geològica; per tant, es va tractar el suport petri com a una roca, i es van aplicar les tècniques

Aspecte visual de les pàtines d'oxidació. Pàtina d'oxidació 7 situada al primer pis. Escala: llapis, 14.5 cm. (Fotografia: Elisabet Playà).

[1] Vegeu MORTE, C. *Damián Forment y el renacimiento en Aragón*. A: col·l. "Cuadernos de Arte Español", Historia 16 (Madrid), 28 (1992); MORTE, C. *Damián Forment escultor del Renacimiento*, Caja Immaculada, Zaragoza, 2009; YEGUAS I GASSÓ, J. "L'escultor Damià Forment a Catalunya". A col·l. *Espai/Temps*, Universitat de Lleida (Lleida), 36, (1999) i YEGUAS I GASSÓ, J. *L'escultura a Catalunya entre 1490 i 1575: de la tradició medieval a la difusió i consolidació de les formes "a la romana"*, Publicacions Universitat de Barcelona, Barcelona, 2001.

[2] Vegeu la nota 12 de la pàgina 198 de LIAÑO, E. *Poblet. El retablo de Damián Forment*, Monasterio de Poblet, 2007.

[3] Vegeu ARTIGAU, M. *Escultura de San Sebastián, procedente del altar mayor del monasterio de Poblet. Intervención de conservación y restauración*, 2005 (inèdit, exemplar original: Sociedad Estatal para la Acción Cultural Exterior, Madrid); ARTIGAU, M. "Renaixement i barroc al monestir de Poblet: conservació i restauració de dues obres cabdals", *Unicum* (Barcelona), 6 (2007), p. 72-76 i ARTIGAU, M. "La reconstrucció del retaule major de Poblet a càrrec de l'escultor Modest Gené", *Unicum* (Barcelona), 8 (2009), p. 128-133.

[4] Vegeu ARTIGAU, M., PORTA, E. "Diagnòstic de lesions i proposta d'intervenció del retaule de l'altar major de l'església del monestir de Poblet", *Unicum* (Barcelona), 1 (2002), p. 12-16 i ARTIGAU, M., PORTA, E. "Conservació del retaule d'alabastre de l'església del monestir de Poblet", Rescat. Butlletí del Servei de Restauració de Béns Mobles de la Generalitat de Catalunya (Barcelona), 13 (2003), p. 2-3.

[5] Vegeu ARTIGAU, M., PLAYÀ, E. "L'alabastre de Sarral com a suport escultòric. Descripció i introducció geològica", Unicum, (Barcelona), 10 (2011), p. 73-84 i PLAYÀ, E.; ARTIGAU, M.; TAULER, E. "Caracterització i estudi de procedència de l'alabastre del retaule de l'altar major de Poblet". *Unicum* (Barcelona), 10 (2011), p. 85-95.

habituals en aquests tipus de materials. Es posà de manifest la procedència de l'alabastre de les pedreres de la zona de Sarral i, per tant, es corroborà la informació disponible prèviament, basada en la documentació històrica preservada.

La globalitat del projecte ha incorporat també l'estudi d'altres materials, a part de l'alabastre. En la present publicació, seguint la línia de recerca multidisciplinària, es presenta l'estudi de les taques ocre-vermelloses visibles a la superfície de l'alabastre del retaule. L'anàlisi d'aquestes taques ha permès la seva caracterització i l'establiment d'una teoria sobre el seu origen de formació. La resposta a aquestes preguntes ha donat llum al plantejament d'un futur protocol a seguir per conservar en bon estat el retaule en les zones afectades per aquestes taques.

Altres materials que s'estan estudiant en l'actualitat són els guixos i escaioles de restauració afegits al retaule a llarg de la seva història. La caracterització petrològica i química d'aquests materials ha de servir per entendre millor les diferents accions de restauració i conservació que ha sofert el retaule fins a l'actualitat, atès que cada autor ha usat guixos i escaioles amb característiques pròpies.

En definitiva, en el present treball es publica una part d'una recerca global i multidisciplinària que té l'ambició d'aprofundir en el coneixement integral de la gran obra clau en la història del Renaixement català: el retaule de l'altar major del monestir de Santa Maria de Poblet.

METODOLOGIA

El dia 28 d'octubre de 2010 es va dur a terme la presa de les mostres procedents del retaule de l'altar major del monestir de Santa Maria de Poblet. (**Taula 1**) El mostreig va poder ser realitzat gràcies a la disponibilitat de la bastida col·locada al retaule major del monestir. Aquesta bastida va ser muntada en motiu dels treballs preliminars de neteja i conservació realitzats per l'empresa Lesena Servei Integral del Patrimoni, supervisats pel Sr. Pau Arroyo. Durant aquest procés es varen poder obtenir dos tipus de mostres: fragments mil·limètrics-centimètrics (extrets amb l'ajut del micromartell i de la microescàrpia) i mostres en pols (rascada amb la microespàtula). Les mostres van ser classificades i es realitzà una selecció de les que permetien els seu estudi geoquímic, ja que es disposava de moltes mostres però en quantitats molt petites. Posteriorment, es va procedir a la realització de quatre làmines primes sense cobrir a partir d'alguns fragments de mostra, corresponents a les seccions transversals de les pàtines, per tal d'efectuar l'estudi petrològic amb microscòpia òptica de llum transmesa, de fluorescència i de catodoluminescència. Alguns fragments, concretament cinc d'ells, varen ser estudiats mitjançant microscòpia electrònica de rastreig (SEM, ESEM Quanta 200 i microanàlisi EDAX acoblat) dels Serveis Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona. També, es varen realitzar cinc anàlisis de difracció de raig-X (DRX) de mostra en pols i de fragments de mostra, per tal de caracteritzar la mineralogia que constitueix les diferents pàtines. Tot i que el muntatge de les mostres va dependre de la seva tipologia, les condicions de mesura (6 h de lectura) varen ser iguals per a totes elles (pols i fragments). Aquestes anàlisis es varen efectuar per mitjà d'un difractòmetre dels Serveis Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona. Les dades obtingudes sobre la composició mineralògica varen ser interpretades a partir del programa informàtic X'Pert Highscore Plus.

EL TERME PÀTINA

El terme "pàtina" disposa d'un ampli ventall de definicions i és un dels conceptes més controvertits en el camp de la conservació-restauració de béns culturals. "Pàtina" es pot definir com "tota empremta deixada pels materials amb legitimitat històrica al llarg dels temps"[6] o bé, com "una capa o pel·lícula superficial de poc gruix (inferior a un mil·límetre) formada sobre la roca per diverses causes",[7] o també com "un estrat que es forma en l'exterior del material petri, al llarg del temps, amb una composició química i unes propietats físiques diferents del material subjacent, procés que s'inicia des del moment de l'extracció de la pedrera i la seva talla per a la posada en obra, fenomen conegut en diversos tractaments antics",[8] entre d'altres definicions. Freqüentment, el terme pàtina tendeix a confondre's amb la "crosta", que es defineix com "una làmina compacta de material situada en la part externa de la roca, producte d'una transformació superficial, i on la seva naturalesa químico-mineralògica i les seves característiques físiques són parcialment o totalment diferents de les del substrat petri sobre el que s'assenten i al que poden afectar en diferents graus depenent del grau de penetració en la roca".[9]

Les pàtines són molt diverses en funció del seu origen i es poden trobar en tot tipus de materials escultòrics. Les més característiques són les pàtines "cromàtiques" (modificacions naturals de la superfície no relacionades amb els fenòmens de degradació, on es percep una variació del color), les pàtines "naturals" (les adquireixen les roques de forma espontània amb el pas del temps) i, finalment, les pàtines "artificials" (aplicacions de forma intencionada d'un patinat o policromia) dintre de les quals s'engloben també les de brutícia i les biogèniques o biològiques.[10]

Les alteracions cromàtiques es manifesten mitjançant una variació del color i del llustre de la pedra. Com a

[6] Vegeu CALVO, A. *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos de la A a la Z*. Barcelona: Ediciones del Serbal, 1997.

[7] Vegeu CEBRIÁN, E. "Métodos químicos de limpieza y restauración de la piedra". A: AGUILAR, J. (Ed.). *Caracterización y restauración de materiales pétreos en arquitectura, escultura y arqueología. Legislación y criterios técnicos e histórico-artísticos en restauración de materiales pétreos*. Tomo II. Zaragoza: Universidad de Zaragoza-Fundación Uncastillo, 2002.

[8] Vegeu DOMASLOWSKU, W. *La conservation préventive de la Pierre*. París: Unesco. 1982.

[9] Vegeu CEBRIÁN, E. "Métodos químicos...".

[10] Vegeu ARTIGAU, M. *Dossier Formes d'alteració. Material petri*. Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya (ESCRBCC). Inèdit. 2001.

TAULA 1.

Relació de les mostres de les pàtines ocre-vermelles.

		MOSTRES		L.PRIMES	SEM		FLUORESC.	CATODO.	DRX
		FRAGMENT	POLS		B.B	A.B			
P.1	PO-20		X						
	PO-21		X						
P.2	PO-22		X						
	PO-23		X						
P.3	PO-24	X				X			
	PO-25	X							
	PO-26		X						
P.4	PO-27		X						
	PO-28		X						
P.5	PO-29		X						
	PO-30		X						
	PO-31		X						
P.6	PO-32		X						
P.7	PO-33	X							
	PO-34	X		X	X		X	X	
	PO-35		X						
	PO-36		X						
	PO-37		X						
	PO-38	X							
	PO-39	X							
	PO-40	X							
	PO-13[1]	X							
	005[1]	X						X	X
P.8	PO-41	X		X			X	X	
P.9	PO-42	X							
	PO-44		X						
	PO-46	X							
	PO-10[1]	X							
P.10	PO-45		X						
	PO-47		X						
	PO-48		X						X
	PO-49	X							X
	PO-49b	X							X
	PO-57	X		X	X		X	X	
	PO-9[1]	X							
P.11	PO-50		X						X
P.12	PO-53					X			
P.13	No mostres								
P.14	PO-54	X							
P.15	PO-55		X						
P-16	PO-51		X						
	004[1]	X		X	X			X	X

SEM (B.B,A.B): microscòpia electrònica de rastreig en baix buit sense recobriment de carboni i en alt buit amb recobriment de carboni.
Fluoresc.: microscòpia òptica de fluorescència.
Catodo: microscòpia òptica de catodoluminescència.
DRX: difracció de raigs-X.
[1]Mostreig inicial (setembre 2009).
(Autora: Montserrat Artigau).

resultat del procés s'obtenen els productes resultants: "constructius" (afavoreixen el creixement d'una pàtina i crosta superficial a sobre del material petri) o "destructius" (produeixen una disgregació i/o dissolució de la superfície del material).

En el procés de conservació-restauració de les pàtines, la neteja és una etapa essencial ja que consisteix en l'eliminació de tota empremta que pugui causar un deteriorament en el material petri. Per tant, la neteja és un tractament conservatiu que millora les condicions del material i, a la vegada, elimina les substàncies presents en la superfície. En la neteja del material alabastrí s'apliquen dos tipus de mètodes: mètodes de neteja físics (manual i mecànica) i mètodes de neteja químics (dissolvents, agents quelants en suspensió en un gel i resines d'intercanvi iònic).

EL SUBSTRAT D'ALABASTRE DEL RETAULE

L'alabastre, que és una roca blanca de guix microcristal·lí molt pura, és l'element petri essencial i dominant en el retaule de l'altar major de Santa Maria de Poblet. Els resultats sobre la composició isotòpica de l'alabastre emprat en l'elaboració del retaule de l'altar major de Santa Maria de Poblet són molt homogenis i presenten valors entre +15.8‰ i +15.9‰ d'oxigen, i entre +15.0‰ i +15.6‰ de sofre, la qual cosa suggeriria que totes les mostres procedeixen d'una mateixa unitat (o conjunt d'unitats afins) geològica, és a dir, que totes elles tenen un origen comú. És probable que aquest alabastre procedeixi d'alguna de les antigues zones extractives de guix (més impur) i alabastre (guix pur) de la unitats evaporítiques que afloren a la zona compresa entre La Guàrdia dels Prats i Sarral;[11] aquests alabastres s'han anomenat històricament "alabastres de Sarral".[12] M. Ortí realitzà un treball exhaustiu de les diverses unitats evaporítiques presents en aquest sector de la Conca de Barberà (Tarragona), del qual es dedueix una gran complexitat estratigràfica i, contràriament, una gran similitud

[11] Vegeu PLAYÀ, E.; ARTIGAU, M.; TAULER, E. "Caracterització...", p. 85-95.

[12] Vegeu ORTÍ, M. "El alabastro en la edad media y la edad moderna. El caso de Sarral (Tarragona)". *De Re Metallica* (Vigo), 5 (2005), p. 45-61.

petrològica entre les diferents capes de guix. Per tant, no és possible atribuir amb exactitud la localització de les pedreres originals a partir de l'estudi de la caracterització petrològica i geoquímica del substrat petri del retaule.

L'origen i la qualitat de l'alabastre emprat en la construcció del retaule de l'altar major de Poblet va ésser un dels principals motius pel qual es varen enfrontar l'escultor del retaule Damià Forment i la comunitat del monestir de Poblet.[13] Segons la comunitat del monestir, l'alabastre havia de procedir de les pedreres d'Aragó i no pas de les pedreres de Sarral, on es creia que l'alabastre era més guixenc i es desfeia amb certa facilitat. Però l'alabastre de Sarral no tenia una qualitat inferior que el procedent de les pedreres d'Aragó. No obstant això, s'ha arribat a la conclusió que l'escultor Damià Forment no va saber seleccionar de forma correcta l'alabastre que s'empraria en el retaule. De forma aleatòria, va elegir les peces d'alabastre que presentaven més imperfeccions (vetes d'hidratació i impureses) que donaven un aspecte poc atractiu al material. Per aquest motiu, no es pot considerar que l'alabastre del retaule major de Poblet sigui de mala qualitat, encara que apareguin certes imperfeccions, les quals no estarien relacionades amb la seva procedència, sinó amb l'elecció de les peces.[14]

[13] Vegeu ORTÍ, M. "El alabastro en la edad media...", p. 45-61; CAMPS, J. "Sobre les mesures del retaule major de Santa Maria de Poblet", *Unicum*, (Barcelona), 9 (2011), p. 69-80.

[14] Vegeu ARTIGAU, M.; PLAYÀ, E. "L'alabastre de Sarral...", p. 73-84.

CARACTERITZACIÓ DE LES PÀTINES OCRE-VERMELLES

LOCALITZACIÓ DE LES PÀTINES DEL RETAULE

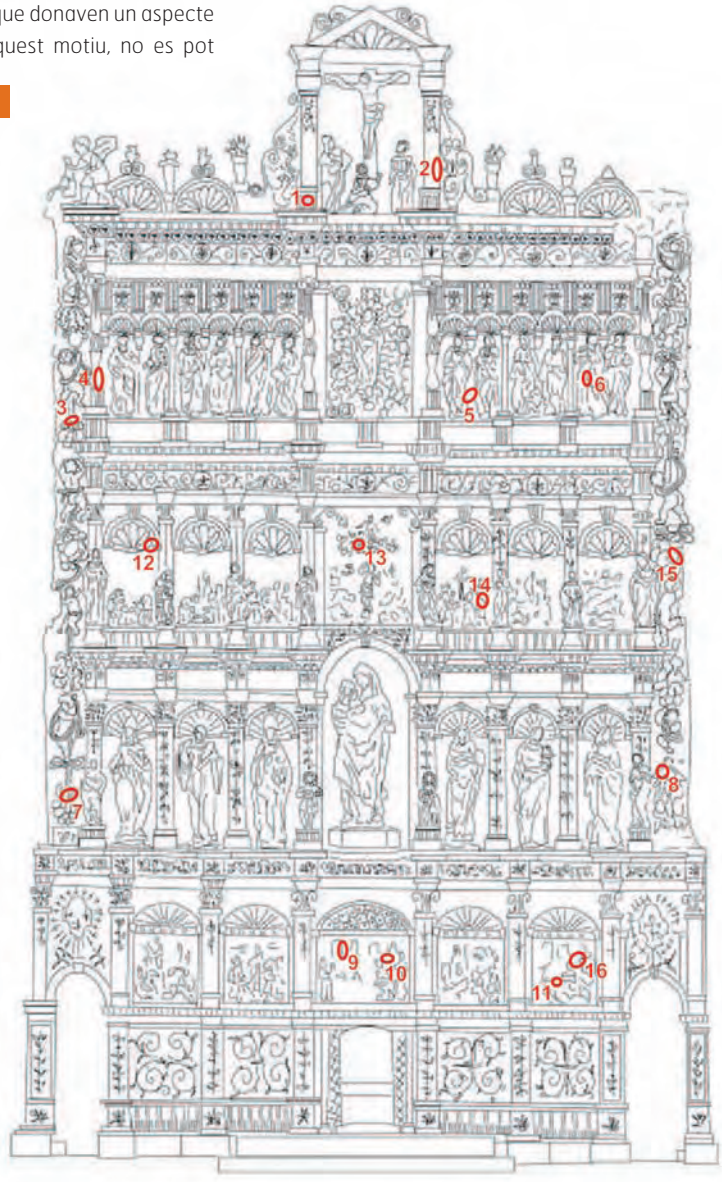
El retaule de l'altar major de Santa Maria de Poblet està dividit en sis pisos diferents (àtic, tercer pis, segon pis, primer

[1] Localització de les diferents pàtines d'oxidació i mostres en el retaule de l'altar major de Santa Maria de Poblet (Fotografia: Ortofotografia feta per Photoscan per a Lesena, Servei Integral al Patrimoni, en el marc del treball "Documentació, estudi i conservació-restauració del retaule de l'altar major de l'església del Reial Monestir de Santa Maria de Poblet", 2011. Pau Arroyo i Casals, i supervisat pel CRBMC; Esquema del retaule: Montserrat Artigau).

RELACIÓ MOSTRES - PÀTINES D'OXIDACIÓ

Pàtina 1: PO-20, PO-21
Pàtina 2: PO-22, PO-23
Pàtina 3: PO-24, PO-25, PO-26
Pàtina 4: PO-27, PO-28
Pàtina 5: PO-29, PO-30, PO-31
Pàtina 6: PO-32
Pàtina 7: PO-33, PO-34, PO-35, PO-36, PO-37, PO-38, PO-39, PO-40, PO-13[1], 005[1]
Pàtina 8: PO-41
Pàtina 9: PO-42, PO-44, PO-46, PO-10[1]
Pàtina 10: PO-45, PO-47, PO-48, PO-49, PO-57, PO-9[1]
Pàtina 11: PO-50
Pàtina 12: PO-53
Pàtina 13: sense mostres
Pàtina 14: PO-54
Pàtina 15: PO-55
Pàtina 16: PO-51, 004[1]

[1]Mostreig inicial (setembre 2009), Montserrat Artigau



pis, predel·la i base), en cadascun dels quals, excepte en la base, s'observa la presència de les pàtines ocre-vermelles. 1 Les pàtines de ferro presenten unes dimensions que oscil·len entre 2-10 cm de diàmetre, aproximadament. En ge-neral, es distribueixen de forma aleatòria, però les pàtines de majors dimensions es troben situades en la part baixa del retaule, concretament en la zona corresponent a la predel·la, mentre que en la part superior, en la zona corresponent a l'àtic, la seva presència és pràcticament nul·la o bé són de dimensions més reduïdes.

MINERALOGIA I MICROESTRUCTURA DE LES PÀTINES

Les patines adquireixen una coloració més intensa cap a l'interior (vermellosa-marronosa), mentre que a les zones més externes la tonalitat ocre és la predominant, fins a difuminar-se en el suport d'alabastre. 2a i 2b

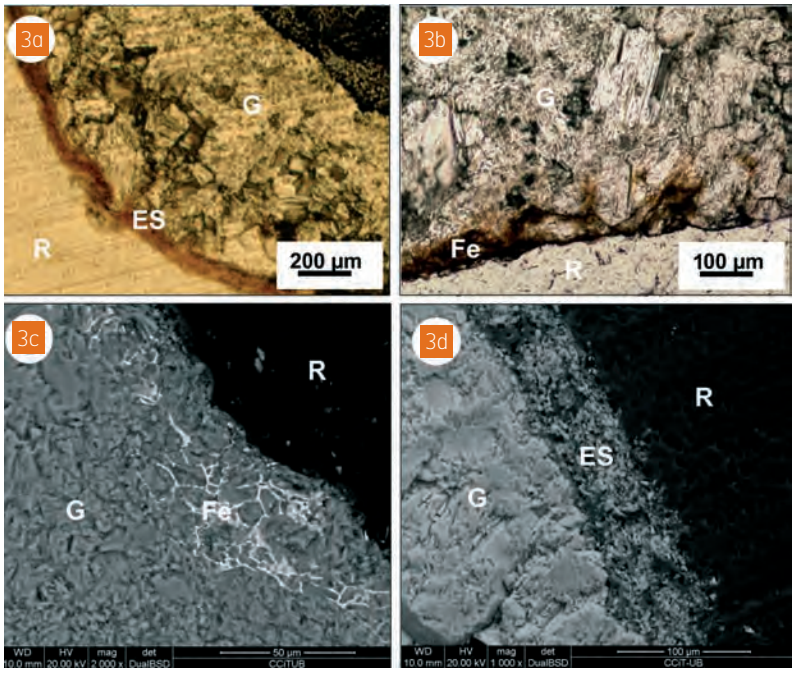
[2] Aspecte visual de les pàtines d'oxidació: a) Pàtina d'oxidació 7 situada al primer pis. Escala: llapis, 14.5 cm., b) Pàtina d'oxidació 12 situada a la predel·la. Escala: bisturí, 18 cm (Fotografies: Elisabet Playà).

Aquesta pigmentació es pot interpretar gràcies a la presència d'una important quantitat de ferro, que s'accentua cap al centre i, pràcticament, es fa identificable a les vores més externes de la mateixa pàtina. Així, el ferro que constitueix l'element principal de les pàtines i, a la vegada, dóna aquesta coloració tan característica, es detecta en quantitats abundants a partir dels espectres d'emissió de raigs-X (microscòpia electrònica de rastreig), però no s'ha pogut determinar la seva naturalesa en les difraccions de raigs-X, atès que es presenta en quantitats molt petites. S'interpreta que, o bé es pot trobar en forma de nanopartícules d'òxids i/o hidròxids de ferro, o potser com a fases amorfes.

El gruix de les pàtines és de poques micres (25-80 µm, però poden arribar a 300 µm). Són pàtines molt poc penetrants (penetren poc a través dels contactes entre cristalls del substrat d'alabastre). Són, per tant, pàtines molt superficials i poc destructives, tot i el seu intens color. 3a i 3b

Les pàtines tenen dues microfàcies ben diferenciades, que es poden presentar individualitzades, estratificades o barrejades. Aquestes són:

a) Estrat inferior: La base de la pàtina està constituïda per una fina pel·lícula de 2 µm-4 µm de gruix que envolta i, posteriorment, penetra pels diferents contactes existents entre els cristalls de guix a través del substrat d'alabastre; 3b i 3c en determinades mostres, la pàtina de ferro va adquirint posició i altera de forma progressiva els cristalls de guix, de tal manera que es forma una cavitat



[3] Imatges de microscòpia òptica de llum transmesa en nícols paral·lels (A i B) i electrònica amb electrons retrodifosos (C i D) de les pàtines d'oxidació. A) Matriu alabastrina i estrat superior format per una aglutinació de cristalls de guix (imatge de microscòpia). B) Matriu alabastrina i estrat inferior format per una fina pel·lícula de compostos de ferro. C) Estrat inferior format per una fina pel·lícula de com - postos de ferro. D) Estrat superior format per una aglutinació de cristalls de guix i celestina. G: matriu alabastrina; ES: estrat superior; R: resina; Fe: pel·lícula de compostos de ferro; R: resina (Fotografies: Elisabet Playà i Meritxell Beltran).

en què la pàtina s'assenta i es fa cada cop més gruixuda (30-80 µm fins a 300 µm). Aquesta pel·lícula de ferro es pot presentar com a estrat únic a les pàtines o estar associada a l'estrat superior (descrit a continuació). Es tracta d'un procés totalment destructiu que produeix la disgregació i/o dissolució de la superfície del material, tot generant petites cavitats. La seva mineralogia no s'ha pogut determinar amb exactitud, tal i com ja s'ha comentat anteriorment.

b) Estrat superior: La part superior de la pàtina es presenta com una aglutinació de petits cristalls (≤1-10 µm), els quals poden ser principalment de guix, carbonat (calcita), quars, celestina, baritina, pirita i oxalats (weddelita principalment, i wel·lita), argiles i jarosita; també s'ha identificat portlandita. 3d

Així, les pàtines estudiades poden o no presentar els dos estrats definits anteriorment, en funció del seu grau de desenvolupament; les més incipients només mostren la pel·lícula de components de ferro envoltant els cristalls del substrat d'alabastre i les més desenvolupades, ja han generat la pàtina acrecional superior.

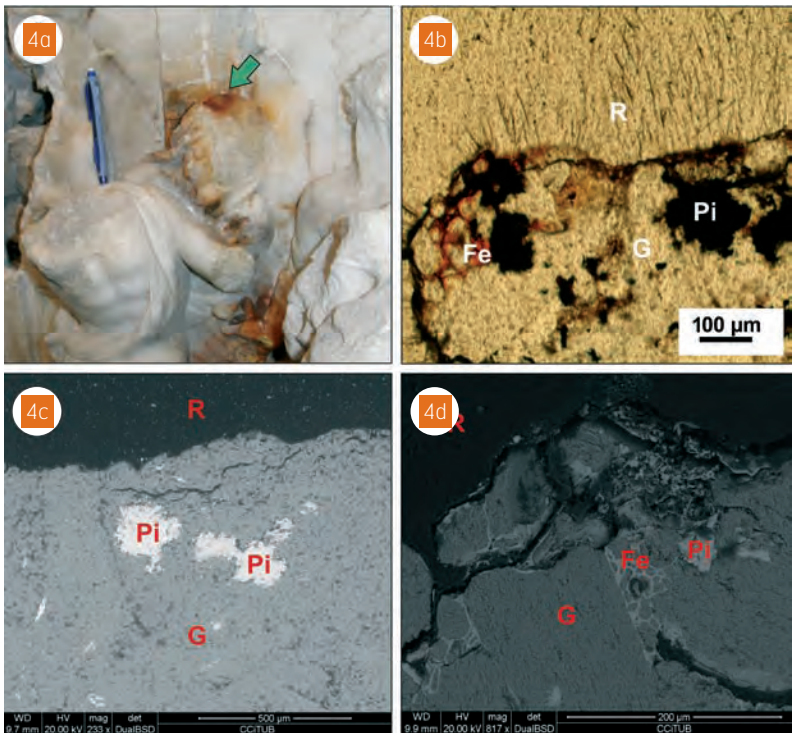
PIRITES EN EL SUBSTRAT D'ALABASTRE

Cal fer esment a la presència d'un mineral que té tendència a associar-se amb el guix i, en aquest cas concret, forma part del material encaixant que acompanya el substrat d'alabastre que constitueix el retaule de l'altar major de Santa Maria de Poblet: la pirita. 4a La pirita és un sulfur de ferro (FeS_2) àmpliament present en l'alabastre del retaule (i molt comú en els guixos en general); es presenta en el retaule amb una morfologia irregular i unes dimensions suficientment grans per identificar-la amb facilitat fins i tot a visu (10 µm-3 mm). 4b i 4c Les pirites segueixen una distribució totalment aleatòria dintre del retaule i es poden trobar per tot arreu en major o menor quantitat en funció de la zona (en les pàtines 3, 7, 10, 11, 12 i 15). Normalment, les de grans dimensions (2-3 mm) tendeixen a localitzar-se en la part superior (tercer pis i àtic); en canvi, les pàtines d'oxidació més desenvolupades es troben situades en la part més baixa (predel·la), com ja s'havia esmentat. Per tant, no existeix una clara relació entre la distribució de les pirites respecte les pàtines de ferro dins del retaule de l'altar major de Santa Maria de Poblet, però sí que es pot afirmar que les pirites, de dimensions grans o petites, són abundants i presents en tot el retaule.

FORMACIÓ DE LES PÀTINES OCRE-VERMELLES

PROCESSOS DE FORMACIÓ

La coloració que caracteritza les pàtines és causada per la presència d'una important quantitat de ferro, que possiblement es troba en forma d'òxid i/o hidròxids de ferro, o bé com a fases amorfes. Es descarta que sigui causada per la presència d'oxalats (que poden donar tonalitats ocre-taronja-vermelles), ja que són molt escassos i tan sols s'han pogut identificar puntualment. La formació de les pàtines sobre el substrat d'alabastre no és causada pel procés d'oxidació d'un cos extern (clau o tutor de ferro), fet que s'ha pogut corroborar amb exactitud a partir de:



[4] La pirita en les pàtines ocre-vermelles. A) Pàtina d'oxidació 10 situada a la predel·la; les fletxes mostren les partícules de pirita (llapis, 14,5 cm). B) Matriu alabastrina juntament amb pirites de morfologia irregular de les quals parteix la pel·lícula de Fe que envolta els cristalls de guix (imatge microscòpia òptica de llum transmesa, nícols paral·lels). C) Matriu alabastrina juntament amb pirites de morfologia irregular (imatge de microscòpia electrònica de rastreig amb electrons secundaris). G: matriu alabastrina, Fe: pel·lícula de compostos de ferro, Pi: pirita, R: resina (Fotografies: Elisabet Playà i Meritxell Beltran).

a) l'observació detallada de la superfície del retaule en què no es presenten cossos metàl·lics sobresortint;
b) la disposició superficial, poc penetrant de les pàtines (fins a <500 μm);
c) la seva formació des de la part exterior i cap a l'interior;
d) l'estudi de susceptibilitat magnètica, el qual tenia com a finalitat localitzar els possibles elements metàl·lics superficials i minerals o reompliments amb característiques ferromagnètiques,[15] i en el qual s'ha descartat la presència d'objectes metàl·lics interiors i/o exteriors propers a les zones amb pàtines. Per tant, són pàtines superficials que tan sols afecten el substrat d'alabastre sense penetrar a gran profunditat.

Un altre possible origen del ferro és la pirita; tot i que l'origen de la pirita està en realitat relacionat amb processos sedimentaris i/o diagenètics propis de la formació geològica del guix (és per tant anterior a la formació de les pàtines), la seva presència i distribució en les pàtines sí que en pot condicionar la seva formació i evolució. Les pirites observades en la superfície de l'alabastre del retaule estan generalment alterades; s'han detectat pirites en la majoria de pàtines i, en diversos casos, constitueixen la zona de la pàtina amb tonalitats més vermelloses (més riques en ferro). En ambients oxidants i amb presència d'aigua, la pirita és molt inestable i tendeix a oxidar-se i alliberar protons (crea un ambient àcid). És a dir, només cal l'afectació de la superfície de l'alabastre per l'aigua per tal que aquestes partícules minerals inicïin el procés d'alteració per oxidació i l'alliberament del ferro. En definitiva, s'interpreta que el ferro disponible per a la formació inicial de les pel·lícules de ferro va ser aportat amb aquest procés.

Com a productes d'aquesta reacció d'oxidació s'originen un seguit de precipitats, els quals són combinacions del ferro amb l'oxigen (limonita, hematites, goethita entre d'altres) o amb el sofre (jarosita), de cristal·linitat variable. Al llarg del procés, els sulfats poden evolucionar a ferrihidrita o goethita, compost estable en la major part dels espais naturals, mitjançant el procés de deshidratació i oxidació. La jarosita únicament és estable en ambients amb pH molt àcid (menor a 4) i valors de Eh molt elevats,[16] amb altes concentracions de sulfats.[17] En alguna de les mostres estudiades, concretament en la mostra PO-48 (pàtina 10, predel·la), s'ha observat la seva presència; la precipitació de la jarosita (sulfat) està estretament relacionada amb el procés de postlixiviació dels sulfats, és a dir, que està en concordança amb el producte final i confirma el caràcter àcid de les reaccions que s'han produït. Durant el procés d'oxidació de la pirita, hi ha una contínua producció d'àcid que varia la seva quantitat en funció del grau d'oxidació del ferro, el mecanisme d'oxidació i els productes resultants de la reacció.[18] Per aquest motiu, com que en aquest procés hi domina un ambient àcid, els carbonats i alguns aluminosilicats (argiles) presents al substrat (l'alabastre acostuma a contenir carbonats i argiles, entre altres components, a part del guix) poden ser atacats amb més o menys facilitat i es poden alliberar ions carbonat i alumini, juntament amb altres cations.[19] Aquest fet podria explicar la presència generalitzada de partícules de carbonat dintre de les pàtines (estrat superior), que podrien correspondre a partícules neoformades després de la formació de les pàtines d'oxidació (precipitació dels carbonats dissolts quan l'ambient disminueix el seu caràcter àcid).

En definitiva, es posa de manifest que la pirita present en el substrat d'alabastre ha estat alterada. És indubtable el fet que aquest procés requereix la presència d'una certa quantitat d'aigua. Aquest és, per tant, l'origen del ferro i de la pel·lícula de ferro inicial que constitueix l'estrat inferior de les pàtines ocre-vermelles estudiades. L'estrat superior, en canvi, està format per una aglutinació de cristalls de diverses mineralogies.

L'origen de les fases minerals que formen part de l'estrat superior de les pàtines és més divers i complex, incloent:

a) Productes residuals de l'alabastre: En les mostres recollides s'han pogut identificat diversos productes residuals obtinguts a partir de la destrucció i/o desintegració de l'alabastre del retaule. Aquests són el guix, el quars, la calcita, la celestina, la baritina i la pirita que es troben en diferents proporcions i dimensions dintre de la matriu alabastrina. Durant la formació de la pàtina d'oxidació, algunes partícules (sobretot el guix) han quedat englobades al seu interior, reduint en la majoria dels casos la seva mida cristal·lina (possiblement per dissolució parcial, reemplaçament, fracturació, etc.); aquestes partícules residuals formen part de l'estrat superior de la pàtina. Tot i això, hi ha algunes fases minerals com el guix, el quars i també la calcita, que és possible que procedeixin d'altres processos totalment diferents.

b) Partícules atmosfèriques: Algunes de les fases minerals (calcita i quars) distingides en el substrat alabastrí podrien procedir de la pols. Són partícules atmosfèriques que viatgen a través del medi en forma de pols i que poden haver quedat retingudes i/o incrustades en la superfície del retaule. Les incrustacions de partícules d'argiles, quars i/o calcita, ja han estat descrites en altres pàtines d'alteració.[20]

c) Productes d'alteració del morter: El retaule de l'altar major de Santa Maria de Poblet ha sofert diversos processos de reintegració. En aquestes

[15] Vegeu GUINEA, A.; PLAYÀ, E.: *Susceptibilitat magnètica a Poblet*. Universitat de Barcelona, p. 1-6. Informe inèdit. 2010.

[16] Eh: potencial redox. El potencial redox és una mesura de l'activitat dels electrons. Està relacionat amb el pH i amb el contingut d'oxigen. És anàleg al pH ja que el pH mesura l'activitat dels protons i el potencial redox mesura la dels electrons. http://www.cienciaybiologia.com/ecologia/redox.htm [Consulta juny 2012].

[17] Vegeu URRUTIA, M.; GRAÑA, J.; GARCIA-RODEJA, R.; MACIAS, F. "Procesos de oxidación de pirita en medios superficiales: potencial acidificante e interés para la recuperación de suelos de mina". *Cuaderno do Laboratorio Xeolóxico de Laxe* (A Coruña), (1987) núm. 11, p. 131-145.

[18] Vegeu VAN BREEMEN, N. "Soil Forming Processes in Acid Sulphate Soils". A *Acid Sulphate Soil, Proceedings International Symposium*, Volum I (Wageningen, The Netherlands), H. Dost, 1973; BRUYNESTEYN, A., HACKL, R. P. "Evaluation of Acid Production Potential of Mining Waste Materials", *Minerals and the Environment*, vol. 4, núm. 1, març 1982.

[19] Vegeu TAYLOR, K. G.; KONHAUSER, K. O. "Iron in Earth Surface Systems". *Elements: an International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and petrology* (Québec), (2011) núm. 7, p. 89-93.

[20] Vegeu GARCIA-VALLES, M.; KRUMBEIN, W. E.; URZÌ, C.; VENDRELL-SAZ, M. "Coloured coantings of monument surfaces: a result of biomineralisation controlled by global climate change or antropogenic. The case of Tarragona cathedral", *Applied Geochemistry*, (1997) núm. 12: p. 255-266 i AULINAS, M., GARCIA-VALLES, M., GIMENO, D., FERNÁNDEZ-TURIEL, J.L., RUGGIERI, F., PUGÈS, M. *Weathering patinas on the medieval (s. XIV) stained glass windows of the Pedrables Monastery* (Barcelona, Spain). Environ Sci Pollut Res., 16, 2009. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19104870 [Consulta juny 2012].

intervencions, moltes de les escultures d'alabastre varen ser subjectades amb morter (mescla de ciment, aigua i àrids). En algunes anàlisis realitzades amb DRX s'ha pogut identificar la presència de portlandita ($Ca(OH)_2$), la qual procedeix de la hidratació de l'òxid de calci present en el ciment. Per tant, la seva presència no està relacionada amb el procés de formació de les pàtines d'oxidació estudiades.

d) Productes inorgànics: En determinades mostres s'ha identificat la presència d'oxalats, concretament de weddelita, que es tracta d'un oxalat de calci dihidratat i, en menor abundància, de wel·lita (oxalat de calci monohidratat). Generalment, la presència d'oxalats està estretament relacionada amb l'activitat biològica,[21] però també es pot atribuir a la descomposició de la matèria orgànica.[22] Altres autors postulen que el desenvolupament dels oxalats sobre la superfície de la roca està associat amb el procés d'oxidació de les diverses substàncies orgàniques (resines, etc.) incorporades durant els diferents processos de restauració del material.[23] No ha estat possible atribuir un origen clarament orgànic als oxalats precipitats en les mostres estudiades, ja que no s'ha constatat la presència clara d'estructures orgàniques associades (biopitting, presència de colònies orgàniques directament associades, etc.) ni d'altres compostos clarament orgànics (nitrats).

Per tant, la generació d'aquestes pàtines ocre-vermelles s'interpreta com un procés destructiu-constructiu. És a dir, la formació de l'estrat inferior de les pàtines, que és el que conté els components de ferro i el que aporta el color característic, està conduida per l'oxidació superficial de les pirites del substrat d'alabastre; la formació d'aquesta pel·lícula de ferro implica un procés poc destructiu i penetrant, per la penetració del ferro a través dels contactes dels cristalls de guix del substrat d'alabastre. Al contrari, l'estrat superior, format per un aglutinat de cristalls de composicions diverses, es comprèn com un procés mixt constructiu-destructiu, que depèn de l'origen dels components presents.

PERÍODE DE FORMACIÓ DE LES PÀTINES

El seu període de formació és incert, tot i que atenent a la necessitat d'aigua per desencadenar el procés, és possible que apareguessin en el període de temps comprès entre 1835, corresponent a l'exclaustració del monestir, i finals del segle XIX a inicis del segle XX, quan es té constància de les primeres fotografies del retaule.[24] Després de l'exclaustració, el monestir de Santa Maria de Poblet va ser deshabitat, abandonat i espoliat; fou un lloc destinat a l'allotjament del bestiar un cop arribada la nit i també els dies de pluja. Al seu interior hi devia regnar un ambient força humit però, a la vegada, relativament temperat per l'escalfor alliberada pel propi bestiar. A més, en determinades èpoques de l'any (tardor-primavera) es devien produir intenses pluges, on l'aigua s'anava infiltrant a través de les parets, del sostre i del subsòl cap a l'interior del monestir, ja molt deteriorat. Probablement, les pàtines d'oxidació varen començar a aparèixer llavors, ja que les condicions òptimes per a la seva formació es van incrementar considerablement. Amb el pas dels anys, es va començar a obtenir informació històrica sobre el monestir i el retaule que el constitueix, i també varen aparèixer les primeres fotografies (1894) en les quals es fa difícil la identificació de les diferents pàtines d'oxidació. No obstant, en fotografies més recents (1908) ja s'observa amb major claredat la seva presència.

L'ORIGEN DE L'AIGUA

Es certifica que les pàtines més desenvolupades es situen a la part inferior (predel·la), trobant-se en menor concentració respecte la part superior (àtic) del retaule, mentre que la presència de pirites s'ha certificat en la totalitat del retaule. En aquesta part superior (àtic), només s'han detectat problemes de limonitització de l'alabastre [25] o de dissolució i microcarstificació causats per escolament d'aigua en el marge superior esquerre d'aquesta mateixa part.[26] Una possible causa d'aquesta distribució diferencial de les pàtines podria estar relacionada amb:

a) Les diverses filtracions d'aigua procedents de la pluja des de la coberta de l'església en el moment en què es va produir l'abandonament del monestir amb l'exclaustració (1835). Tot i això, seria d'esperar que es provoqués una distribució preferencial de les pàtines a la meitat superior. A molt suposar, és possible que hi hagués la presència d'un forat, de dimensions suficientment grans, situat a la teulada del monestir, des d'on la pluja tingués un impacte més important en la part inferior respecte de la superior, és a dir, que el forat estigués lleugerament desplaçat cap endavant i, llavors, l'impacte de la pluja seria oblic al retaule i no pas vertical, podent incidir en la seva part baixa.

b) La humitat ambiental existent amb el pas dels anys. Aquesta es podria tractar d'una humitat ambiental humana i/o animal, en èpoques en què residia el bestiar en el monestir, no obstant, no s'han trobat indicis de nitrats en les pàtines que suportin aquesta hipòtesis, si bé la presència d'oxalats potser podria presentar un origen orgànic.

c) L'existència de cossos freds propers a les zones del retaule on hi dominen les pàtines (claus, tutors metàl·lics, etc.), que van poder actuar com a nuclis de condensació d'humitat (produïda per l'activitat humana i/o animal). Aquest fet és indemostrable a partir dels coneixements històrics de què es disposa.

[21] Vegeu GARCIA-VALLES, M.; KRUMBEIN, W. E.; URZÌ, C.; VENDRELL-SAZ, M. "Coloured coantings of monument ...", *Applied Geochemistry*, (1997) núm. 12: p. 255-266 i AULINAS, M., GARCIA-VALLES, M., GIMENO, D., FERNÁNDEZ-TURIEL, J.L., RUGGIERI, F., PUGÈS, M. *Weathering patinas...* Environ Sci Pollut Res., 16, 2009. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19104870 [Consulta juny 2012].

[22] Vegeu CHIARI, G.; GABRIELLI, N.; TORRACA, G. "Calcium oxalates on mural paintings in internal exposure. Sistine Chapel and others". A *II International Symposium The Oxalate Films in The Conservation Of Work Of Art*, Milà: Centro CNR Bozza, 1996.

[23] Vegeu CARIATI, F.; RAMPAZZI, R.; TONIOLO, L.; POZZI, A.; "Calcium oxalate films on stone surfaces: experimental assessment of the chemical formation". Studies in Conservation, 45, (2000), (Londres), p. 180-188.

[24] Vegeu ARTIGAU, M.; PLAYÀ, E. "L'alabastre de Sarral...", p. 73-84.

[25] ARTIGAU, M. com. pers., 2011.

[26] PLAYÀ, E. com. pers., 2011.

d) Amb menys probabilitat, existeix la possibilitat que es produís un període d'inundació durant els mesos de primavera-tardor, època en què tendeixen a intensificar-se les precipitacions en el clima mediterrani. Aquest fet hauria pogut produir la inundació total amb una exposició més elevada en la part baixa del retaule, si bé tampoc se'n té constància històrica.

e) El procés d'ascensió capil·lar temporal des del sòl també es planteja com a possible origen de la humitat que ha induït la bioxidació de les pirites. És possible que en el passat es donés aquest fenomen en el subsòl del monestir, però amb el pas del anys, el terra va ser tapat per noves lloses que van eliminar la capil·laritat existent. Els fenòmens d'ascensió capil·lar solen produir efectes molt dramàtics en els substrats d'alabastre (dissolucions i disgregacions),[27] els quals no són apreciables en el retaule, però si es planteja un procés temporal de poca continuïtat, aquesta dissolució del guix pot no haver-se fet efectiva encara que, per contra, pot haver procurat la quantitat d'aigua necessària per a la catalització del procés de bioxidació de les pirites.[28] Sembla ser que, amb moltes reserves, aquest pot ser el principal aportador d'aigua necessària per a la catalització del procés de formació de les pàtines presents en el retaule estudiat. Tanmateix, l'aportació d'aigua que va iniciar el procés de formació de les pàtines ja no sembla vigent actualment, de manera que les pàtines no han de continuar evolucionant sinó que estan estabilitzades.

PROPOSTA DE CONSERVACIÓ DE LES PÀTINES

S'ha considerat que el millor protocol de conservació és no eliminar les pàtines presents en el retaule del monestir de Santa Maria de Poblet, ja que formen part del procés d'envelliment natural de l'alabastre i, fins al moment, no han provocat una degradació important del suport. Així mateix, l'eliminació comportaria l'aplicació de diversos mètodes de neteja químics amb elevada agressivitat, la qual cosa podria malmetre la superfície del material petri. En aquest procés, el més adient és incidir sobre el factor d'alteració que afavoreix el desenvolupament de les pàtines, per tal que finalment no arribin a malmetre l'alabastre, produint degradacions tals com la disgregació i/o descohesió del suport. És a dir, convé mantenir el recinte amb el menor grau d'humitat possible per tal que el procés de formació de les pàtines resti aturat (sense disponibilitat d'aigua, no s'aporta més ferro per a la degradació de les pirites).

CONCLUSIONS

- Les pàtines estudiades, que es caracteritzen per presentar una coloració ocre-vermella, presenten un diàmetre que oscil·la entre 2 i 10 cm, de morfologia irregular i distribució preferencial a la part baixa del substrat d'alabastre del retaule de l'altar major de Santa Maria de Poblet.

- Es distingeixen dos estrats en les pàtines d'oxidació:

1) Estrat inferior: format per una fina pel·lícula de 2-4 µm de gruix que envolta i penetra pels contactes dels cristalls de guix del substrat d'alabastre del retaule, i que es forma per un procés destructiu que produeix la disgregació i/o dissolució de la superfície del material. Aquest estrat és el responsable de la coloració de les pàtines, que és causada per la presència d'una important quantitat de ferro.

2) Estrat superior: constituït per una aglutinació de petits cristalls (≤1 µm-10 µm) de guix (principalment), carbonat (calcita), quars, celestina, baritina, pirita, oxalats (weddelita principalment i en menor quantitat, wel·lita), argiles i jarosita; també s'ha identificat portlandita.

- L'origen del ferro present en les diferents pàtines procedeix del procés d'oxidació de les pirites. Aquestes presenten una morfologia irregular i dimensions que oscil·len entre 10 µm i 30 mm; la pirita tendeix a oxidar-se i a alliberar protons en presència d'aigua i ambients oxidants. Com a productes d'aquesta oxidació s'originen una sèrie de precipitats, els quals són combinacions del ferro amb l'oxigen i/o amb el sofre (guix, jarosita). El guix, però, també pot provenir de cristalls no dissolts de l'alabastre.

En presència d'aquests ambients àcids, els carbonats són atacats; això explica la presència de partícules de carbonats dintre de les pàtines d'oxidació, corresponents a partícules residuals de l'encaixant de l'alabastre (no dissoltes) i/o neoformades, tot i que també poden correspondre a partícules adherides de pols atmosfèrica.

- A més del guix i els carbonats, altres productes residuals del substrat alabastrí han estat identificats en l'estrat superior de les pàtines: quars, calcita, celestina, baritina i pirita. El quars també pot provenir de partícules adherides de pols atmosfèrica.

- La presència de portlandita no està relacionada amb el procés de formació de les pàtines d'oxidació, ja que procedeix del morter emprat per subjectar les peces escultòriques, mentre que els oxalats són considerats productes inorgànics.

- Les filtracions d'aigua procedents de la pluja des de la coberta de l'església durant l'exclaustració, la humitat ambiental existent amb el pas dels anys o un procés temporalment curt d'ascensió capil·lar des del subsòl temporalment curt podrien ser les fonts de l'aigua necessària per iniciar el procés d'oxidació de les pirites i

[27] ARROYO, P. com. pers., 2011.

[28] Vegeu TAYLOR, K. G.; KONHAUSER, K. O. "Iron in Earth...", p. 89-93.

aportar el ferro necessari per a la generació de les pàtines ocre-vermelles estudiades. No existeixen evidències per proposar un origen concret.

- El període de formació de les pàtines ocre-vermelles és incerta, ja que no es disposa de suficient informació històrica per determinar amb exactitud la seva aparició. Tot i això, és possible que apareguessin en el període de temps comprès entre el 1835, corresponent a l'exclaustració del monestir, i finals del segle XIX-inicis del segle XX.

- La formació de les pàtines ocre-vermelles que afecten el retaule d'alabastre de l'altar major del monestir de Poblet correspon a un procés antic no vigent actualment. Per tant, es pot considerar que, si es conserven les condicions òptimes d'humitat ambiental, aquestes pàtines no progressaran en el seu desenvolupament ja que estan estabilitzades i no comprometen la conservació del retaule.

AGRAÏMENTS

El present escrit forma part de la memòria presentada el 2011 per la autora, M. Beltran, com a Treball de Fi de Carrera (llicenciatura de Geologia, Universitat de Barcelona). Les proves analítiques han estat subvencionades pel Grup de recerca de Geologia Sedimentària de la Generalitat de Catalunya 2009 SGR1451, i pel projecte de recerca CGL2009-11096. Es volen fer constar els agraïments al Sr. Pau Arroyo per la seva ajuda en la interpretació definitiva dels possibles orígens de l'aparició de les pàtines i per totes les facilitats oferides durant el desenvolupament del present treball, i al Dr. Xavier Alcobé i Sr. David González, dels Serveis Cientificotècnics de la Universitat de Barcelona, per la seva ajuda en el muntatge de les mostres i en la interpretació dels difractogrames obtinguts en l'anàlisi de DRX. Així mateix, les autores volen agrair als Drs. Josep Girbal, José Luis Prada i Carles Ayora les seves suggerències i opinions.

Sumario

Arqueología //

Pág. 119 / Una mirada retrospectiva a las restauraciones antiguas III. El yacimiento de Acrotiri en la isla de Santorini, Grecia

María Teresa Magadán Olives, Irene Rodríguez Manero

Textiles //

Pág. 132 / El proceso de conservación-restauración de la indumentaria civil del sepulcro del campanario de la iglesia de Santa María de Agramunt (siglo XIV)

Elisabet Cerdà Durà

Documento Gráfico //

Pág. 138 / Criterios de reintegración de positivos fotográficos en papel y recuperación de la imagen

Àngels Borrell Crehuet, Carme Bello Urgellès

Escultura //

Pág. 142 / Estudio de las pátinas de color ocre-rojizo del retablo de alabastro del altar mayor del monasterio de Santa María de Poblet (Tarragona)

Meritxell Beltran Varea, Elisabet Playà Pous, Montserrat Artigau Miralles

Pág. 148 / La reintegración cromática y volumétrica en obras de laca japonesa (*urushi*): una propuesta práctica

Yahui Liu Zhou

Etnografía //

Pág. 152 / La galería nepalí del Museo Etnológico de Barcelona

Eva Pascual Miró

Pintura //

Pág. 160 / Microcirugía textil. Tratamiento de un rasgado por el sistema de adhesión hilo a hilo: "La Presentación en el Templo" de Claudio Lorenzale

Pau Claramonte Villanueva

Pedagogía //

Pág. 163 / El montaje de una exposición, una experiencia de trabajo colaborativo

Eva Mª López Lorente

Noticias //

Pág. 167 / Acto de inauguración del curso académico 2012-2013

Visita a la ESCRBCC de varios altos cargos del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya

Visita a la ESCRBCC de la Regidora del Distrito de Nou Barris

Visita a la ESCRBCC del Regidor de Cultura del Ajuntament de Barcelona y otros cargos

Inicio del programa de intercambio de estudios Erasmus en la ESCRBCC

Firma de acuerdos de colaboración entre la ESCRBCC y varias instituciones de Cataluña

Lídia Balust Claverol

Editorial

Presentamos la duodécima edición de la revista UNICUM, con la certeza de que el esfuerzo, la constancia y el trabajo bien hecho siempre tienen recompensa. Estos valores son los que año tras año hemos tenido siempre presentes y han reafirmado la calidad de nuestra publicación. Una calidad que este año se ha visto recompensada porque, después de superar un proceso de valoración de su calidad editorial y de su interés científico-técnico, nuestra revista ha sido seleccionada y se ha incluido en el Directorio de "Revistas de Ciencias Sociales y Humanidades" de la Base de Datos ISOC, que depende del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC (Centro Superior de Investigaciones Científicas).

Esto permite incluir el logotipo de la Base de Datos ISOC, para poder difundir y hacer constar que nuestra revista está presente en esta base de datos nacional, que cuenta con un sistema de selección de publicaciones basado en normas internacionalmente reconocidas.

Paralelamente, y también después de superar la evaluación correspondiente, nuestra revista ha pasado a formar parte tanto del Directorio como del Catálogo Latindex, que es un sistema de información sobre revistas de investigación científica, técnica, profesional y de divulgación científica y cultural que se editan en España, Portugal, América Latina y el Caribe y que funciona desde 1997, con el objetivo de difundir y aumentar la calidad de las revistas académicas que incluye. El Directorio, dispone de bases de datos bibliográficos y de contacto de todas las revistas registradas, y el Catálogo incluye únicamente las revistas que cumplen unos criterios de calidad editorial rigurosos.

Sabemos que esta meta no la habríamos conseguido sin el esfuerzo y colaboración de los que han participado en las ediciones anteriores. Por eso les queremos dedicar esta edición ya que, entre todos, hemos conseguido elaborar una revista de calidad reconocida.

Creemos que la mejor manera de celebrarlo es continuar mejorando, por eso, en esta edición hemos implementado la Realidad Aumentada, una herramienta tecnológica que permite al lector de un artículo enlazar con contenidos multimedia que complementan la información. Asimismo, creemos importante consolidar la experiencia iniciada en la edición anterior, al tener en cuenta que todo el proceso de producción y los materiales empleados en la impresión de esta revista se ajusten a criterios estrictos de autoedición.

Pero lo más importante es continuar ofreciendo artículos interesantes y útiles a nuestros lectores y por eso en esta edición, por un lado, publicamos varios artículos que representan la continuación de estudios anteriores, como el último de la interesante trilogía dedicada a la revisión de intervenciones arqueológicas antiguas de los lugares más emblemáticos de Grecia, y que en esta ocasión expone las intervenciones en Akrotiri; el dedicado al retablo mayor del monasterio de Poblet, que se centra en el estudio de las pátinas rojas del alabastro; y el de la intervención de objetos de laca japonesa, que incide especialmente en el sistema de reintegración.

Por otro lado, presentamos artículos innovadores e interesantes de diversas disciplinas de conservación y restauración, como el que explica el proceso de intervención de una indumentaria civil del siglo XIV, procedente de la iglesia de Santa María de Agramunt y realizado en el Centro de Documentación y Museo Textil de Terrassa; el artículo donde se plantean los complejos criterios de reintegración de positivos fotográficos; el que relata la intervención de una galería nepalí del Museo Etnológico de Barcelona; el artículo que explica la intervención con el sistema de microcirugía textil de una pintura sobre tela; y el que plantea y expone propuestas pedagógicas de trabajo colaborativo realizadas en la ESCRBCC.

Finalmente, presentamos un apartado de noticias relacionadas con los acontecimientos más importantes de la ESCRBCC, que en esta edición es bastante amplio dada la relevante actividad tanto institucional como de relaciones docentes internacionales que se han llevado a cabo durante el último año.

Como siempre, es imprescindible finalizar agradeciendo el trabajo realizado por todo el equipo de redacción y por los colaboradores de esta edición, sin los que esta publicación no se podría materializar.

Seguimos apostando por el esfuerzo, la constancia y el trabajo bien hecho como valores para continuar trabajando y mejorando.

Lídia Balust Claverol
Directora de *Unicum*

Escultura //

Estudio de las pátinas de color ocre-rojizo del retablo de alabastro del altar mayor del monasterio de Santa María de Poblet (Tarragona)

Fruto de un proyecto multidisciplinar que aborda estudios de los materiales del retablo del altar mayor del monasterio de Santa María de Poblet desde las vertientes histórica, de conservación-restauración y geológica, en este trabajo se presenta una parte de los resultados de este proyecto. El análisis petrológico, físico y químico de las manchas ocre-rojizas que cubren parte de la superficie del alabastro ha permitido caracterizarlas y determinar sus posibles orígenes.

Meritxell Beltran Varea. Licenciada en Geología por la Universidad de Barcelona..
mbv103@hotmail.com
Elisabet Playà Pous. Profesora Titular del Departamento de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica, Universidad de Barcelona.
eplaya@ub.edu
Montserrat Artigau Miralles. Profesora de Conservación y Restauración de Escultura de la ESCRBCC.
martigau@xtec.cat

Palabras clave: pátinas de alteración, alabastro, Santa María de Poblet, reconocimiento, caracterización.
Fecha de recepción: 22-6-2012.

[1] Este artículo ha sido traducido del original en catalán al castellano por Roser Bonfill i Beneït, alumna de tercer curso de Conservación y Restauración de Escultura de la ESCRBCC.

[2] Ver MORTE, C. *Damián Forment y el renacimiento en Aragón*. En: col. "Cuadernos de Arte Español", Historia 16 (Madrid), 28 (1992); MORTE, C. *Damián Forment escultor del Renacimiento*, Caja Immaculada, Zaragoza, 2009; YEGUAS I GASSÓ, J. "L'escultor Damià Forment a Catalunya". En: col. Espai/Temps, Universitat de Lleida (Lleida), 36, (1999) y YEGUAS I GASSÓ, J. *L'escultura a Catalunya entre 1490 i 1575: de la tradició medieval a la difusió i consolidació de les formes "a la romana"*, Publicacions Universitat de Barcelona, Barcelona, 2001.

[3] Ver la nota 12 de la página 198 de LIAÑO, E. Poblet. *El retablo de Damián Forment*, Monasterio de Poblet, 2007.

[4] Ver ARTIGAU, M. *Escultura de San Sebastián, procedente del altar mayor del monasterio de Poblet. Intervención de conservación y restauración*, 2005 (inédito, ejemplar original: Sociedad Estatal para la Acción Cultural Exterior, Madrid); ARTIGAU, M. "Renacimiento y barroco en el monasterio de Poblet: conservación y restauración de dos obres capitales", Unicum (Barcelona), 6 (2007), p. 77-79 y ARTIGAU, M. "La reconstrucción del retablo mayor de Poblet a cargo del escultor Modest Gené", Unicum (Barcelona), 8 (2009), p.133-135.

[5] Ver ARTIGAU, M., PORTA, E. "Diagnóstico de lesiones y propuesta de intervención del retablo del altar mayor de la iglesia del monasterio de Poblet", Unicum (Barcelona), 1 (2002), p. 17-19 y ARTIGAU, M., PORTA, E. "Conservació del retaule d'alabastre de l'església del monestir de Poblet", *Rescat. Butlletí del Servei de Restauració de Béns Mobles de la Generalitat de Catalunya* (Barcelona), 13 (2003), p. 2-3.

[6] Ver ARTIGAU, M., PLAYÀ, E. "El alabastro de Sarral como soporte escultórico. Descripción e introducción geológica", *Unicum*, (Barcelona), 10 (2011), p. 183-189 y PLAYÀ, E.; ARTIGAU, M.; TAULER, E. "Caracterización y estudio de procedencia del alabastro del retablo del altar mayor de Poblet". *Unicum* (Barcelona), 10 (2011), p. 190-194.

INTRODUCCIÓN[1]

Son muy numerosas las investigaciones realizadas en el retablo del altar mayor del monasterio de Santa María de Poblet, desde diferentes perspectivas, siendo algunas de las más relevantes los trabajos publicados por Morte y Yeguas en los que se analiza la vertiente histórica-social de la pieza escultórica y de su autor, el maestro renacentista (siglo XVI) Damià Forment.[2] Ahora bien, el análisis específico y profundo del soporte pétreo del retablo (alabastro de yeso) no se había realizado anteriormente. El inicio de una línea de investigación en esta dirección permitiría resolver (o avanzar un paso en su resolución) algunas de las cuestiones que se plantean en torno de esta obra: ¿cuál es la procedencia del material pétreo usado en su realización? ¿Todas las piezas de rocas se extrajeron de la misma área? ¿Cómo ha respondido este material al paso de los siglos? ¿Qué acciones posteriores se han llevado a cabo? ¿Cómo se espera que la pieza responda en un futuro? ¿Qué acciones se pueden llevar a cabo para preservarla en buen estado?

Liaño presentó unos primeros resultados en los que se caracterizan algunos de los componentes químicos de

Aspecto visual de las pátinas de oxidación. Pátina de oxidación 7 situada en el primer piso. Escala: lápiz, 14.5 cm. (Fotografía: Elisabet Playà).

este material, pero sin llegar a profundizar en las implicaciones que estas pruebas analíticas ofrecían y presentando conclusiones poco argumentadas.[3] En esta línea, la Dra. Elisabet Playà (profesora titular del Departamento de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica –GPPG– de la Universidad de Barcelona) y la Sra. Montserrat Artigau (profesora de la ESCRBCC) pusieron en marcha un proyecto de investigación multidisciplinar, que abarca aspectos relacionados con la historia, la conservación-restauración y la petrología-geoquímica del material del retablo del altar mayor del monasterio de Santa María de Poblet. Artigau[4] y Artigau y Porta[5] presentan los primeros trabajos específicos sobre la conservación y restauración del retablo. Posteriormente,

Artigau y Playà y Playà et. al.[6] presentaron algunos de los resultados obtenidos del estudio del propio alabastro, ofrecidos desde la perspectiva geológica; por tanto, se trató el soporte pétreo como una roca, y se aplicaron las técnicas habituales en este tipo de materiales. Se puso de manifiesto la procedencia del alabastro de las canteras de la zona de Sarral y, por lo tanto, se corroboró la información disponible previamente, basada en la documentación histórica preservada.

La globalidad del proyecto ha incorporado también el estudio de otros materiales, a parte del alabastro. En la presente publicación, siguiendo la línea de investigación multidisciplinar, se presenta el estudio de las manchas ocre-rojizas visibles en la superficie del alabastro del retablo. El anàlisis de estas manchas ha permitido su caracterización y el establecimiento de una teoría sobre su origen de formación. La respuesta a estas preguntas ha dado luz al planteamiento de un futuro protocolo a seguir para conservar en buen estado el retablo en las zonas afectadas por estas manchas.

Otros materiales que se están estudiando en la actualidad son los yesos y escayolas de restauración añadidos al retablo a lo largo de su historia. La caracterización petrológica y química de estos materiales debe servir para entender mejor las diferentes acciones de restauración y conservación que ha sufrido el retablo hasta la actualidad, dado que cada autor ha usado yesos y escayolas con características propias.

En definitiva, en el presente trabajo se publica una parte de una investigación global y multidisciplinar que tiene la ambición de profundizar en el conocimiento integral de la gran obra clave en la historia del Renacimiento catalán: el retablo del altar mayor del monasterio de Santa María de Poblet.

METODOLOGÍA

El día 28 de octubre de 2010 se llevó a cabo la toma de las muestras procedentes del retablo del altar mayor del monasterio de Santa María de Poblet. **(Tabla 1)**. El muestreo se pudo realizar gracias a la disponibilidad del andamio colocado en el retablo mayor del monasterio. Este andamio fue montado con motivo de los trabajos preliminares de limpieza y conservación realizados por la empresa Lesena Servei Integral del Patrimoni, supervisados por el Sr. Pau Arroyo. Durante este proceso se pudieron obtener dos tipos de muestras: fragmentos milimétricos-centimétricos (extraídos con la ayuda de un micromartillo y una microescarpa) y muestras en polvo (rascadas con una microespátula). Las muestras fueron clasificadas y se realizó una selección de las que permitían un estudio geoquímico, ya que se disponía de muchas muestras pero en cantidades muy pequeñas. Posteriormente, se procedió a la realización de cuatro láminas finas sin cubrir a partir de algunos fragmentos de muestra, correspondientes a las secciones transversales de las pátinas, a fin de efectuar el estudio petrológico con microscopía óptica de luz transmitida, de fluorescencia y de catodoluminiscencia. Algunos fragmentos, concretamente cinco de ellos, fueron estudiados mediante la microscopía electrónica de barrido (SEM, ESEM Quanta 200 y microanálisis EDAX acoplado) de los Servicios Científicos y Tecnológicos de la Universidad de Barcelona. También se realizaron cinco análisis de difracción de rayos X (DRX) de las muestras en polvo y de los fragmentos de muestra, con el fin de caracterizar la mineralogía que constituye las distintas pátinas. Aunque el montaje de las muestras, dependió de su tipología, las condiciones de medición (6 h de lectura) fueron iguales para todas ellas (polvo y fragmentos). Estos análisis se efectuaron por medio de un difractómetro de los Servicios Científicos y Tecnológicos de la Universidad de Barcelona. Los datos obtenidos sobre la composición mineralógica fueron interpretados a partir del programa informático X'Pert Highscore Plus.

EL TÉRMINO PÁTINA

El término "pátina" dispone de un amplio abanico de definiciones y es uno de los conceptos más controvertidos en el campo de la conservación-restauración de bienes culturales. "Pátina" se puede definir como "toda huella dejada por los materiales con legitimidad histórica a lo largo del tiempo"[7] o bien "una capa o película superficial de poco grosor (inferior a un milímetro) formada sobre la roca por diversas causas",[8] o también como "un estrato que se forma en el exterior del material pétreo, a lo largo del tiempo, con una composición química y unas propiedades físicas distintas del material subyacente, proceso que se inicia desde el momento de la extracción de la cantera y su talla para su puesta en obra, fenómeno conocido en diversos tratados antiguos",[9] entre otras definiciones. Frecuentemente, el término pátina tiende a confundirse con el de "costra", que se define como "una lámina compacta de material situado en la parte externa de la roca, producto de una transformación superficial, y donde su naturaleza químico-mineralógica y sus características físicas, son parcial o totalmente distintas de las del sustrato pétreo sobre el que se asientan, y al que puede afectar en diferentes grados dependiendo del grado de penetración en la roca".[10]

Las pátinas son muy diversas en función de su origen y pueden hallarse en todo tipo de materiales escultóricos. Las más características son las pátinas "cromáticas" (modificaciones naturales de la superficie no relacionadas con los fenómenos de degradación, donde se percibe una variación de color), las pátinas "naturales" (las adquieren las rocas de forma espontánea con el transcurso del tiempo) y, finalmente, las pátinas "artificiales" (aplicaciones de forma intencionada de un patinado o policromía) dentro de las cuales también se engloban las de suciedad y las biogénicas o biológicas.[11]

Las alteraciones cromáticas se manifiestan mediante una variación del color y del lustre de la piedra. Como resultado del proceso se obtienen los productos resultantes: "constructivos" (favorecen el crecimiento de una pátina o costra superficial sobre el material pétreo) o "destructivos" (producen una disgregación y/o disolución de la superficie del material).

En el proceso de conservación-restauración de las pátinas, la limpieza es una etapa esencial ya que consiste en la eliminación de toda huella que pueda causar un deterioro en el material pétreo. Por lo tanto, la limpieza es un tratamiento conservativo que mejora las condiciones del material y, a la vez, elimina las sustancias presentes en la superficie. En la limpieza del material alabastrino se aplican dos tipos de métodos: métodos de limpieza físicos (manual y mecánica) y métodos de limpieza químicos (disolventes, agentes quelantes en suspensión en un gel y resinas de intercambio iónico).

EL SUSTRATO DE ALABASTRO DEL RETABLO

El alabastro, que es una roca blanca de yeso microcristalino muy pura, es el elemento pétreo esencial y dominante en el retablo mayor de Santa María de Poblet. Los resultados sobre la composición isotópica del alabastro usado en la elaboración del retablo mayor de Santa María de Poblet son muy homogéneos y presentan valores entre +15.8‰ y +15.9‰ de oxígeno, y entre +15.0‰ y +15.6‰ de azufre, lo cual sugeriría que todas las muestras proceden de una misma unidad (o conjunto de unidades afines) geológica, es decir, que todas ellas tienen un origen común. Es probable que este alabastro proceda de alguna de las antiguas zonas extractivas de yeso (más impuro) y alabastro (yeso puro) de las unidades evaporíticas que afloran en la zona comprendida entre La Guàrdia dels Prats y Sarral;[12] estos alabastros se han denominado históricamente "alabas-

[7] Ver CALVO, A. *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos de la A a la Z*. Barcelona: Ediciones del Serbal, 1997.

[8] Ver CEBRIÁN, E. "Métodos químicos de limpieza y restauración de la piedra". En: AGUILAR, J. (Ed.). *Caracterización y restauración de materiales pétreos en arquitectura, escultura y arqueología. Legislación y criterios técnicos e histórico-artísticos en restauración de materiales pétreos*. Tomo II. Zaragoza: Universidad de Zaragoza-Fundación Uncastillo, 2002.

[9] Ver DOMASLOWSKU, W. *La conservation préventive de la Pierre*. París: Unesco. 1982.

[10] Ver CEBRIÁN, E. "Métodos químicos...".

[11] Ver ARTIGAU, M. *Dossier Formes d'alteració. Material petri*. Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya (ESCRBCC). Inédito. 2001.

[12] Ver PLAYÀ, E.; ARTIGAU, M.; TAULER, E. "Caracterización...", p. 190-194.

[13] Ver ORTÍ, M. "El alabastro en la edad media y la edad moderna. El caso de Sarral (Tarragona)". De Re Metallica (Vigo), 5 (2005), p. 45-61.

tros del Sarral". M. Ortí[13] realizó un trabajo exhaustivo sobre las diversas unidades evaporíticas presentes en este sector de la Conca de Barberà (Tarragona), del que se deduce una gran complejidad estratigráfica y, contrariamente, una gran similitud petrológica entre las distintas capas de yeso. Por tanto, no es posible atribuir con exactitud la localización de las canteras originales a partir del estudio de la caracterización petrológica y geoquímica del sustrato pétreo del retablo.

El origen y la calidad del alabastro usado en la construcción del retablo del altar mayor de Poblet fue uno de los principales motivos por el que se enfrentaron el escultor del retablo Damià Forment y la comunidad del monasterio de Poblet.[14] Según la comunidad del monasterio, el alabastro debía proceder de las canteras de Aragón y no de las canteras de Sarral, donde se creía que el alabastro era más yesoso y se deshacía con cierta facilidad. Pero el alabastro de Sarral no tenía una calidad inferior que el procedente de Aragón. No obstante, se ha llegado a la conclusión de que el escultor Damià Forment no supo seleccionar de forma correcta el alabastro que usaría en el retablo. De forma aleatoria, eligió las piezas de alabastro que presentaban más imperfecciones (vetas de hidratación e impurezas) que daban un aspecto poco atractivo al material. Por este motivo, no se puede considerar que el alabastro del retablo mayor de Poblet sea de mala calidad, aunque presente ciertas imperfecciones, las cuales no estarían relacionadas con su procedencia, sino con la elección de las piezas.[15]

CARACTERITZACIÓN DE LAS PÁTINAS OCRE-ROJIZAS

Localización de las pátinas del retablo

El retablo del altar mayor de Santa María de Poblet está dividido en seis pisos distintos (ático, tercer piso, segundo piso, primer piso, predela y base), en cada uno de los cuales, excepto en la base, se observa la presencia de las pátinas ocre-rojizas. 1 [pág. 62] Las pátinas de hierro presentan unas dimensiones que oscilan entre 2-10 cm de diámetro, aproximadamente. En general, se distribuyen de forma aleatoria, pero las pátinas de mayor tamaño se sitúan en la parte baja del retablo, concretamente en la zona que corresponde a la predela, mientras que en la parte superior, zona correspondiente al ático, su presencia es prácticamente nula o bien son de dimensiones más reducidas.

Mineralogía y microestructura de las pátinas

Las pátinas adquieren una coloración más intensa hacia el interior (rojiza-marronosa), mientras que en las zonas más externas la tonalidad ocre es la predominante, hasta difuminarse con el soporte de alabastro. 2a y 2b [pág. 63] Esta pigmentación se puede interpretar gracias a la presencia de una importante cantidad de hierro, que se acentúa hacia el centro y, prácticamente, se hace identificable en los bordes más externos de la misma pátina. Así, el hierro que constituye el elemento principal de las pátinas y, a su vez, da esta coloración tan característica, se detecta en cantidades abundantes a partir de los espectros de emisión de rayos X (microscopía electrónica de barrido), pero no se ha podido determinar su naturaleza en las difracciones de rayos X, debido a que presenta cantidades muy pequeñas. Se interpreta que, o bien se pueden encontrar en forma de nanopartículas de óxidos y/o de hidróxidos de hierro, o como fases amorfas.

El grueso de las pátinas es de pocas micras (25-80 µm, pero pueden llegar a 300 µm). Son pátinas muy poco penetrantes (penetran poco a través de los contactos entre los cristales del sustrato de alabastro). Son, por lo tanto, pátinas muy superficiales y poco destructivas, a pesar de su intenso color. 3a y 3b [pág. 63]

Las pátinas tienen dos microfacias bien diferenciadas, que se pueden presentar individualizadas, estratificadas o mezcladas. Éstas son:

a) Estrato inferior: La base de la pátina está constituida por una fina película de 2 µm-4 µm de grueso que envuelve y, posteriormente, penetra por los distintos contactos existentes entre los cristales de yeso a través del sustrato de alabastro; 3b y 3c [pág. 63] en determinadas muestras, la pátina de hierro va adquiriendo posición y altera de forma progresiva los cristales de yeso, de tal manera que se forma una cavidad donde la pátina se asienta y se hace cada vez más gruesa (30-80 µm hasta 300 µm). Esta película de hierro puede presentarse como estrato único en las pátinas o estar asociada al estrato superior (descrito a continuación). Se trata de un proceso totalmente destructivo que produce la disgregación y/o disolución de la superficie del material, generando pequeñas cavidades. Su mineralogía no se ha podido determinar con exactitud, tal y como ya se ha comentado anteriormente.

b) Estrato superior: La parte superior de la pátina se presenta como una aglutinación de pequeños cristales (≤1-10 µm), los cuales pueden ser principalmente de yeso, carbonato (calcita), cuarzo, celestina, baritina, pirita y oxalatos (weddellita principalmente, y wellita), arcillas y jarosita; también se ha identificado portlandita. 3d [pág. 63]

Así, las pátinas estudiadas pueden o no presentar los dos estratos definidos anteriormente, en función de su grado de desarrollo; las más incipientes sólo muestran la película de componentes de hierro recubriendo los cristales del sustrato de alabastro y las más desarrolladas, ya han generado la pátina acrecional superior.

Piritas en el sustrato de alabastro

Cabe mencionar la presencia de un mineral que tiene tendencia a asociarse con el yeso y, en este caso concreto, forma parte del material encajante que acompaña el sustrato de alabastro que constituye el retablo del altar mayor de Santa María de Poblet: la pirita. 4a [pág. 64] La pirita es un sulfuro de hierro (FeS_2) ampliamente presente en el alabastro del retablo (y muy común en los yesos en general); se presenta en el retablo con una morfología irregular y unas dimensiones suficientemente grandes para identificarla con facilidad incluso a viso (10 µm-3 mm). 4b y 4c [pág. 64] Las piritas siguen una distribución totalmente aleatoria dentro del retablo y se pueden encontrar por todas partes en mayor o menor cantidad en función de la zona (en las pátinas 3, 7, 10, 11, 12 y 15). Normalmente, las de grandes dimensiones (2-3 mm) tienden a localizarse en la parte superior (tercer piso y ático); en cambio, las pátinas de oxidación más desarrolladas se sitúan en la parte más baja (predela), como ya se ha mencionado. Por lo tanto, no existe una clara relación entre la distribución de las piritas respecto las pátina de hierro dentro del retablo del altar mayor de Santa María de Poblet, pero sí que se puede afirmar que las piritas, de grandes o pequeñas dimensiones, son abundantes y están presentes en todo el retablo.

FORMACIÓN DE LAS PÁTINAS OCRE-ROJIZAS

Procesos de formación

La coloración que caracteriza las pátinas es debida a la presencia de una importante cantidad de hierro, que posiblemente se encuentra en forma de óxido o hidróxidos de hierro, o bien como fases amorfas. Se descarta que sean debidas a la presencia de oxalatos (que puedan dar tonalidades ocre-naranja-rojizas), ya que son muy escasos y únicamente se han podido identificar puntualmente. La formación de las pátinas sobre el sustrato de alabastro no es debida al proceso de oxidación de un cuerpo externo (clavos o tutores de hierro), hecho que se ha podido corroborar con exactitud a partir de:

a) la observación detallada de la superficie del retablo sobre la que no se hallan cuerpos metálicos sobresalientes;

[14] Ver ORTÍ, M. "El alabastro en la edad media...", p. 45-61 y CAMPS, J. "Sobre las medidas del retaulo mayor de Santa María de Poblet", *Unicum*, (Barcelona), 9 (2011), p. 178-183.

[15] Ver ARTIGAU, M.; PLAYÀ, E. "El alabastro de Sarral...", p. 183-189.

b) la disposición superficial, poco penetrante de las pátinas (hasta <500 µm);

c) su formación desde la parte exterior hacia el interior;

d) el estudio de susceptibilidad magnética, el cual tenía como finalidad localizar los posibles elementos metálicos superficiales y minerales o rellenos con características ferromagnéticas,[16] y en el cual se ha descartado la presencia de objetos metálicos interiores y/o exteriores próximos a las zonas con pátinas. Por lo tanto, son pátinas superficiales que únicamente afectan al sustrato de alabastro sin penetrar a gran profundidad.

Otro posible origen del hierro es la pirita; aunque el origen de la pirita está en realidad relacionado con los procesos sedimentarios y/o diagenéticos propios de la formación geológica del yeso (es por tanto anterior a la formación de las pátinas), su presencia y distribución en las pátinas sí que puede condicionar su formación y evolución. Las piritas observadas en la superficie del alabastro del retablo están generalmente alteradas; se han detectado piritas en la mayoría de pátinas y, en diversos casos, constituyen la zona de la pátina con tonalidades rojizas (más ricas en hierro). En ambientes oxidantes y con presencia de agua, la pirita es muy inestable y tiende a oxidarse liberando protones (crea un ambiente ácido). Es decir, solo es necesaria la afectación de la superficie del alabastro por el agua, para que estas partículas minerales inicien el proceso de alteración por oxidación y la liberación del hierro. En definitiva, se interpreta que el hierro disponible para la formación inicial de las películas de hierro fue aportado con este proceso.

Como productos de esta reacción de oxidación se originan una serie de precipitados, los cuales son combinaciones del hierro con el oxígeno (limonita, hematites, goethita entre otras) o con el azufre (jarosita), de cristalinidad variable. A lo largo del proceso, los sulfatos pueden evolucionar a ferrihidrita o goethita, compuesto estable en la mayor parte de los espacios naturales, por medio del proceso de deshidratación y oxidación. La jarosita únicamente es estable en ambientes con pH muy ácido (menor a 4) y valores de Eh muy elevados,[17] con altas concentraciones de sulfatos.[18] En alguna de las muestras estudiadas, concretamente en la muestra PO-48 (pátina 10, predela), se ha observado su presencia; la precipitación de la jarosita (sulfato) está estrechamente relacionada con el proceso de postlixiviación de los sulfatos, es decir, que está en concordancia con el producto final y confirman el carácter ácido de las reacciones que se han producido. Durante el proceso de oxidación de la pirita, hay una continua producción de ácido que varía su cantidad en función del grado de oxidación del hierro, el mecanismo de oxidación y los productos resultantes de la reacción.[19] Por este motivo, como en este proceso domina un ambiente ácido, los carbonatos y algunos aluminosilicatos (arcillas) presentes en el sustrato (el alabastro acostumbra a contener carbonatos y arcillas, entre otros componentes, a parte del yeso) pueden ser atacados con más o menos facilidad y se pueden liberar iones de carbonato y aluminio, junto con otros cationes.[20] Este hecho podría explicar la presencia generalizada de partículas de carbonato dentro de las pátinas (estrato superior), que podrían corresponder a partículas neoformadas después de la formación de las pátinas de oxidación (precipitación de los carbonatos disueltos cuando el ambiente disminuye su carácter ácido).

En definitiva, se pone de manifiesto que la pirita presente en el sustrato de alabastro ha sido alterada. Es indudable el hecho de que este proceso requiere la presencia de cierta cantidad de agua. Éste es, por lo tanto, el origen del hierro y de la película de hierro inicial que constituye el estrato inferior de las pátinas ocre-rojizas estudiadas. El estrato superior, en cambio, está formado por una aglutinación de cristales de diversas mineralogías.

El origen de las fases minerales que forman parte del estrato superior de las pátinas es más diverso y complejo, incluyendo:

a) Productos residuales del alabastro: En las muestras recogidas se han podido identificar diversos productos residuales obtenidos a partir de la destrucción y/o desintegración del alabastro del retablo. Éstos son el yeso, el cuarzo, la calcita, la celestina, la baritina y la pirita que se encuentran en distintas proporciones y dimensiones dentro de la matriz alabastrina. Durante la formación de la pátina de oxidación, algunas partículas (sobre todo el yeso) han quedado englobadas en su interior, reduciendo en la mayoría de los casos su medida cristalina (posiblemente por disolución parcial, por reemplazo, por fractura, etc.); estas partículas residuales forman parte del estrato superior de la pátina. No obstante, existen algunas fases minerales como el yeso, el cuarzo y también la calcita que es posible que procedan de otros procesos totalmente diferentes.

b) Partículas atmosféricas: Algunas de las fases minerales (calcita y cuarzo) distinguidas en el sustrato alabastrino podrían proceder del polvo. Son partículas atmosféricas que viajan a través del medio en forma de polvo y que pueden haber quedado retenidas y/o incrustadas en la superficie del retablo. Las incrustaciones de partículas de arcillas, cuarzo y/o calcita, ya han sido descritas en otras pátinas de alteración.[21]

c) Productos de alteración del mortero: El retablo del altar mayor de Santa María de Poblet ha sufrido diversos procesos de reintegración. En estas intervenciones, muchas de las esculturas de alabastro fueron sujetadas con mortero (mezcla de cemento, agua y áridos). En algunos análisis realizados con DRX se ha podido identificar la presencia de portlandita ($Ca(OH)_2$), la cual procede de la hidratación del óxido de calcio presente en el cemento. Por lo tanto, su presencia no está relacionada con el proceso de formación de las pátinas de oxidación estudiadas.

d) Productos inorgánicos: En determinadas muestras se ha identificado la presencia de oxalatos, concretamente de weddellita, que se trata de un oxalato de calcio dihidratado y, en menor abundancia, de wellita (oxalato de calcio monohidratado). Generalmente, la presencia de oxalatos está estrechamente relacionada con la actividad biológica[22] pero también se puede atribuir a la descomposición de la materia orgánica.[23] Otros autores postulan que el desarrollo de los oxalatos sobre la superficie de la roca está asociado con el proceso de oxidación de las diversas sustancias orgánicas (resinas, etc.) incorporadas durante los distintos procesos de restauración del

[16] Ver GUINEA, A.; PLAYÀ, E.: *Susceptibilitat magnètica a Poblet*. Universitat de Barcelona, p. 1-6. Informe inédito. 2010.

[17] Eh: potencial redox. El potencial redox es una medida de la actividad de los electrones. Está relacionado con el pH y con el contenido de oxígeno. Es análogo al pH ya que el pH mide la actividad de protones y el potencial redox mide la de los electrones. http://www.cienciaybiologia.com/ecologia/redox.htm [Consulta junio 2012].

[18] Ver URRUTIA, M.; GRAÑA, J.; GARCIA-RODEJA, R.; MACIAS, F. "Procesos de oxidación de pirita en medios superficiales: potencial acidificante e interés para la recuperación de suelos de mina". *Cuaderno do Laboratorio Xeolóxico de Laxe* (A Coruña), (1987) nº 11, p. 131-145.

[19] Ver VAN BREEMEN, N. "Soil Forming Processes in Acid Sulphate Soils". En *Acid Sulphate Soil, Proceedings International Symposium*, Volumen I (Wageningen, The Netherlands), H. Dost, 1973; BRUYNESTEYN, A., HACKL, R. P. "Evaluation of Acid Production Potential of Mining Waste Materials", *Minerals and the Environment*, vol. 4, nº 1, marzo 1982.

[20] Ver TAYLOR, K. G.; KONHAUSER, K. O. "Iron in Earth Surface Systems". *Elements: an International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and petrology* (Quebec), (2011) nº 7, p. 89-93.

[21] Ver GARCIA-VALLES, M.; KRUMBEIN, W. E.; URZÌ, C.; VENDRELL-SAZ, M. "Coloured coantings of monument surfaces: a result of biomineralisation controlled by global climate change or antropogenic. The case of Tarragona cathedral", *Applied Geochemistry*, (1997) nº 12: p. 255-266 y AULINAS, M., GARCIA-VALLES, M., GIMENO, D., FERNÁNDEZ-TURIEL, J.L., RUGGIERI, F., PUGÈS, M. *Weathering patinas on the medieval (s. XIV) stained glass windows of the Pedrables Monastery (Barcelona, Spain)*. Environ Sci Pollut Res., 16, 2009. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19104870 [Consulta junio 2012].

[22] Ver GARCIA-VALLES, M.; KRUMBEIN, W. E.; URZÌ, C.; VENDRELL-SAZ, M. "Coloured coantings of monument...", *Applied Geochemistry*, (1997) nº 12: p. 255-266 y AULINAS, M., GARCIA-VALLES, M., GIMENO, D., FERNÁNDEZ-TURIEL, J.L., RUGGIERI, F., PUGÈS, M. *Weathering patinas...* Environ Sci Pollut Res., 16, 2009. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19104870 [Consulta junio 2012].

[23] Ver CHIARI, G.; GABRIELLI, N.; TORRACA, G. *"Calcium oxalates on mural paintings in internal exposure. Sistine Chapel and others"*. En *II International Symposium The Oxalate Films in The*

material.[24] No ha sido posible atribuir un origen claramente orgánico a los oxalatos precipitados en las muestras estudiadas, ya que no se ha constatado la presencia clara de estructuras orgánicas asociadas (*biopitting*, presencia de colonias orgánicas directamente asociadas, etc.) ni otros compuestos claramente orgánicos (nitratos).

Por lo tanto, la generación de estas pátinas ocre-rojizas se interpreta como un proceso destructivo-constructivo. Es decir, la formación del estrato inferior de las pátinas, que es el que contiene los componentes de hierro y el que aporta el color característico, está conducida por la oxidación superficial de las piritas del sustrato de alabastro; la formación de esta película de hierro implica un proceso poco destructivo y penetrante, por la penetración del hierro a través de los contactos de los cristales de yeso del sustrato de alabastro. Al contrario, el estrato superior, formado por una aglutinación de cristales de composiciones diversas, se entiende como un proceso mixto constructivo-destructivo, que depende del origen de los componentes presentes.

Período de formación de las pátinas

Su período de formación es incierto, aunque atendiendo a la necesidad de agua para desencadenar el proceso, es posible que apareciesen en el período de tiempo comprendido entre el año 1835, correspondiendo con la exclaustración del monasterio, y finales del siglo XIX-inicios del siglo XX, cuando se tiene constancia de las primeras fotografías del retablo.[25] Después de la exclaustración, el monasterio de Santa María de Poblet fue deshabitado, abandonado y expoliado; fue un lugar destinado al alojamiento para el ganado llegada la noche y también los días de lluvia. En su interior debía reinar un ambiente bastante húmedo pero, a la vez, relativamente templado por el calor emanado por el propio ganado. Además, en determinadas épocas del año (otoño-primavera) se debían producir intensas lluvias, produciendo una infiltración del agua a través de las paredes, del techo y del subsuelo hacia el interior del monasterio, ya muy deteriorado. Probablemente, las pátinas de oxidación empezaron a aparecer entonces, puesto que las condiciones óptimas para su formación se incrementaron considerablemente. Con el paso de los años, se empezó a obtener información histórica sobre el monasterio y el retablo que lo constituye, y también empezaron a aparecer las primeras fotografías (1894) en las que es difícil la identificación de las distintas pátinas de oxidación. No obstante, en fotografías más recientes (1908) ya se observa con mayor claridad su presencia.

El origen del agua

Se certifica que las pátinas más desarrolladas se sitúan en la parte inferior (predela), hallándose en menor concentración respecto a la parte superior (ático) del retablo, mientras que la presencia de piritas se ha certificado en la totalidad del retablo. En esta parte superior (ático), solo se han detectado problemas de limonitización del alabastro[26] o de disolución y microcarstificación producidos por el flujo del agua en el margen superior izquierdo de esta misma parte.[27] Una posible causa de esta distribución diferenciada de las pátinas podría estar relacionada con:

a) Las diversas filtraciones de agua procedentes de las lluvias desde la cubierta de la iglesia en el momento en que se produjo el abandono del monasterio con la exclaustración (1835). No obstante, sería de esperar que se provocara una distribución preferencial de las pátinas en la mitad superior. A mucho suponer, es posible que existiera la presencia de algún orificio, de dimensiones suficientemente grandes, situado en el tejado del monasterio, desde donde la lluvia tuviera un impacto más importante en la parte inferior respecto a la superior, es decir, que el orificio estuviera ligeramente desplazado hacia delante y, entonces, el impacto de la lluvia sería oblicuo al retablo y no vertical, pudiendo incidir en su parte baja.

b) La humedad ambiental existente con el transcurso de los años. Ésta podría tratarse de una humedad ambiental humana y/o animal, en épocas en que residía el ganado en el monasterio, no obstante, no se han encontrado indicios de nitratos en las pátinas que sustenten esta hipótesis, si bien la presencia de oxalatos quizá pudiera presentar un origen orgánico.

c) La existencia de cuerpos fríos próximos a les zonas del retablo donde dominan las pátinas (clavos, tutores metálicos, etc.), que podrían haber actuado como núcleos de condensación de humedad (producida por la actividad humana y/o animal). Este hecho es indemostrable a partir de los conocimientos históricos de los que se dispone.

d) Con menos probabilidad, existe la posibilidad que se produjera un período de inundación durante los meses de primavera-otoño, época en que tienden a intensificarse las precipitaciones en el clima mediterráneo. Este hecho habría podido producir la inundación total con una exposición más elevada en la parte baja del retablo, si bien tampoco se tiene constancia histórica.

e) El proceso de ascensión capilar temporal desde el suelo también se plantea como posible origen de la humedad que ha inducido la bioxidación de las piritas. Es posible que se diera este fenómeno en el subsuelo del monasterio, pero con el paso de los años, el suelo fue tapado por nuevas losas que eliminaron la capilaridad existente. Los fenómenos de ascensión capilar suelen producir efectos muy dramáticos en los sustratos de alabastro (disoluciones y disgregaciones),[28] los cuales no son apreciables en el retablo, pero si se plantea un proceso temporal de poca continuidad, esta disolución del yeso puede no haberse hecho efectiva aunque, por el contrario, puede haber procurado la cantidad de agua necesaria para la catalización del proceso de bioxidación de las piritas.[29] Parece ser, aunque con muchas reservas, que éste podría haber sido el principal aportador de agua necesaria para la catalización del proceso de formación de las pátinas presentes en el retablo estudiado. Asimismo, la aportación de agua que inició el proceso de formación de las pátinas ya no parece vigente actualmente, de forma que las pátinas no han de continuar evolucionando, sino que están estabilizadas.

PROPUESTA DE CONSERVACIÓN DE LAS PÁTINAS

Se ha considerado que el mejor protocolo de conservación es el de no eliminar las pátinas presentes en el retablo del monasterio de Santa María de Poblet, ya que forman parte del proceso de envejecimiento natural del alabastro y, hasta el momento, no han provocado una degradación importante del soporte. Asimismo, la eliminación comportaría la aplicación de diversos métodos de limpieza química con una alta agresividad, lo cual podría dañar la superficie del material pétreo. En este proceso, lo más adecuado es incidir sobre el factor de alteración que favorece el desarrollo de las pátinas, para que finalmente no lleguen a dañar el alabastro, produciendo degradaciones tales como la disgregación y/o descohesión del soporte. Es decir, conviene mantener el recinto con el menor grado de humedad posible con el fin de que el proceso de formación de las pátinas continúe detenido (sin disponibilidad de agua, no se aporta más hierro para la degradación de las piritas).

CONCLUSIONES

- Las pátinas estudiadas, que se caracterizan por presentar una coloración ocre-rojiza, presentan un diámetro que oscila entre 2-10 cm, de morfología irregular y distribución preferencial en la parte baja del sustrato de alabastro del retablo del altar mayor de Santa María de Poblet.

Conservation Of Work Of Art, Milán: Centro CNR Bozza, 1996.

[24] Ver CARIATI, F.; RAMPAZZI, R.; TONIOLO, L.; POZZI, A.; "Calcium oxalate films on stone surfaces: experimental assessment of the chemical formation". Studies in Conservation, 45, (2000), (Londres), p. 180-188.

[25] Ver ARTIGAU, M.; PLAYÀ, E. "El alabastro de Sarral...", p. 183-189.

[26] ARTIGAU, M. com. pers., 2011.

[27] PLAYÀ, E. com. pers., 2011.

[28] ARROYO, P. com. pers., 2011.

- Se distinguen dos estratos en las pátinas de oxidación:

1) Estrato inferior: formado por una fina película de 2-4 µm de grueso que envuelve y penetra por los contactos de los cristales de yeso del sustrato de alabastro del retablo, y que se forma por un proceso destructivo que produce la disgregación y/o disolución de la superficie del material. Este estrato es el responsable de la coloración de las pátinas, que es debida a la presencia de una importante cantidad de hierro.

2) Estrato superior: constituido por una aglutinación de pequeños cristales (≤1-10 µm) de yeso (principalmente), carbonato (calcita), cuarzo, celestina, baritina, pirita, oxalatos (weddellita principalmente y en menor cantidad, wellita), arcillas y jarosita; también se ha identificado portlandita.

- El origen del hierro presente en las distintas pátinas procede de los procesos de oxidación de las piritas. Éstas presentan una morfología irregular y dimensiones que oscilan entre 10 µm-30 mm; la pirita tiende a oxidarse y a liberar protones en presencia de agua y ambientes oxidantes. Como productos de esta oxidación, se originan una serie de precipitados, los cuales son combinaciones del hierro con el oxígeno o con el azufre (yeso, jarosita). El yeso, sin embargo, también puede proceder de cristales no disueltos del alabastro.

En presencia de estos ambientes ácidos, los carbonatos son atacados; esto explica la presencia de partículas de carbonatos dentro de las pátinas de oxidación, correspondientes a partículas residuales del encaje del alabastro (no disueltas) y/o neoformadas, aunque también pueden corresponder a partículas adheridas de polvo atmosférico.

- Además del yeso y los carbonatos, se han identificado otros productos residuales del sustrato alabastrino en el estrato superior de las pátinas: cuarzo, calcita, celestina, baritina y pirita. El cuarzo también puede proceder de partículas adheridas de polvo atmosférico.

- La presencia de portlandita no está relacionada con el proceso de formación de las pátinas de oxidación, ya que procede del mortero usado para sujetar las piezas escultóricas, mientras que los oxalatos son considerados productos inorgánicos.

- Las filtraciones de agua procedentes de la lluvia desde la cubierta de la iglesia durante la exclaustración, la humedad ambiental existente en el transcurso de los años o un proceso temporalmente corto de ascensión capilar desde el subsuelo podrían ser las fuentes de agua necesaria para iniciar el proceso de oxidación de las piritas y aportar el hierro necesario para la generación de las pátinas ocre-rojizas estudiadas. No existen evidencias para proponer un origen concreto.

- El período de formación de las pátinas ocre-rojizas es incierta, ya que no se dispone de suficiente información histórica para determinar con exactitud su aparición. No obstante, es posible que apareciesen durante el período de tiempo comprendido entre el año 1835, correspondiendo a la exclaustración del monasterio, y finales del siglo XIX-inicios del siglo XX.

- La formación de las pátinas ocre-rojizas que afectan al retablo de alabastro del altar mayor del monasterio de Poblet corresponden a un proceso antiguo no vigente actualmente. Por lo tanto, se puede considerar que, si se conservan las condiciones óptimas de humedad ambiental, estas pátinas no progresarán en su desarrollo ya que están estabilizadas y no comprometen la conservación del retablo.

AGRADECIMIENTOS

El presente escrito forma parte de la memoria presentada en 2011 por la autora, M. Beltran, como Trabajo de Final de Carrera (licenciatura de Geología, Universidad de Barcelona). Las pruebas analíticas han sido subvencionadas por el Grupo de investigación de Geología Sedimentaria de la Generalitat de Catalunya 2009 SGR1451, y por el proyecto de investigación CGL2009-11096. Se quiere hacer constar el agradecimiento al Sr. Pau Arroyo, por su ayuda en la interpretación definitiva de los posibles orígenes de la aparición de les pátinas y por todas las facilidades ofrecidas durante el desarrollo del presente trabajo, y al Dr. Xavier Alcobé y Sr. David González, de los Servicios Cientificotécnicos de la Universidad de Barcelona, por su ayuda en el montaje de las muestras y en la interpretación de los difractogramas obtenidos en el análisis de DRX. Asimismo, las autoras quieren agradecer a los Drs. Josep Girbal, José Luis Prada y Carles Ayora sus sugerencias y opiniones.

IMÁGENES

TABLA 1. Relación de muestras de las pátinas ocre-rojizas.
SEM (B.B,A.B): microscopía electrónica de barrido en bajo vacío sin recubrimiento de carbono y alto vacío con recubrimiento de carbono.
Fluoresc.: microscopía óptica de fluorescencia.
Cátodo: microscopía óptica de catodoluminescencia.
DRX: difracción de rayos-X.
[1]Muestreo inicial (septiembre 2009).
(Autora: Montserrat Artigau).

1 Localización de las distintas pátinas de oxidación y muestras en el retablo del altar mayor de Santa María de Poblet (Fotografía: Ortofotografía realizada por Photoscan para Lesena, Servei Integral al Patrimoni, en el marco del trabajo "Documentación, estudio y conservación-restauración del retablo del altar mayor de la iglesia del Real Monasterio de Santa María de Poblet", 2011. Pau Arroyo i Casals, y supervisado por el CRBMC; Esquema del retablo: Montserrat Artigau).

2 Aspecto visual de las pátinas de oxidación. A) Pátina de oxidación 7 situada en el primer piso. Escala: lápiz, 14.5 cm., B) Pátina de oxidación 12 situada en la predela. Escala: bisturí, 18 cm. (Fotografía: Elisabet Playà).

3 Imágenes de microscopía óptica de luz transmitida con nícolos paralelos (A y B) y electrónica con electrones retrodifusos (C y D) de las pátinas de oxidación. A) Matriz alabastrina y estrato superior formado por una aglutinación de cristales de yeso (imagen de microscopía). B) Matriz alabastrina y estrato inferior formado por una fina película de compuestos de hierro. C) Estrato inferior formado por una fina película de compuestos de hierro. D) Estrato superior formado por una aglutinación de cristales de yeso y celestina. G: matriz alabastrina; ES: estrato superior; R: resina; Fe: película de compuestos de hierro; R: resina. (Fotografía: Elisabet Playà y Meritxell Beltran).

4 La pirita en las pátinas ocre-rojizas. A) Pátina de oxidación 10 situada en la predela; las flechas muestran las partículas de pirita (lápiz, 14,5 cm). B) Matriz alabastrina juntamente con piritas de morfología irregular de las cuales parte la película de Fe que envuelve los cristales de yeso (imagen microscopía óptica de luz transmitida, nícolos paralelos). C) Matriz alabastrina juntamente con piritas de morfología irregular (imagen de microscopía electrónica de barrido con electrones secundarios). G: matriz alabastrina, Fe: película de compuestos de hierro, Pi: pirita, R: resina. (Fotografía: Elisabet Playà y Meritxell Beltran).

[29] Ver TAYLOR, K. G.; KONHAUSER, K. O. "Iron in Earth...", p. 89-93.

ISSN 1579-3613

9 771579 361007 12

Amb la certificació pel nivell de qualitat:

BASE DE DATOS ISOC