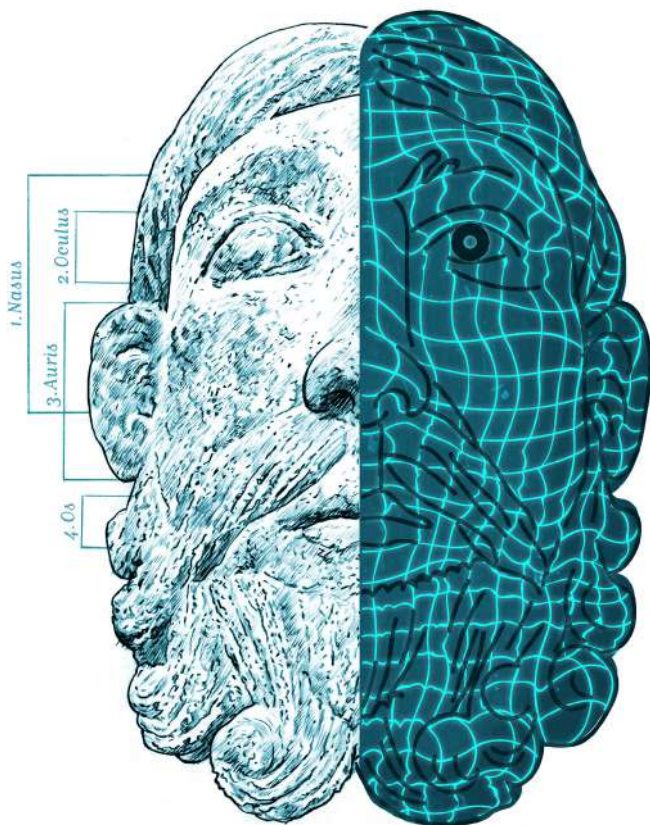


XVI REUNIÓ TÈCNICA

CONSERVACIÓ - RESTAURACIÓ

DOCUMENTAR
EN LA CONSERVACIÓ-RESTAURACIÓ
MÈTODES I NOVES TECNOLOGIES

I CONGRÉS VIRTUAL
3, 5, 10 i 12 DE NOVEMBRE DE 2020



ORGANITZA:



XVI Reunió Tècnica de Conservació i Restauració

Documentar en la conservació-restauració
Mètodes i noves tecnologies

XVI Reunió Tècnica de Conservació i Restauració

Documentar en la conservació-restauració
Mètodes i noves tecnologies

I congrés virtual
3, 5, 10 i 12 de novembre de 2020



Primera edició: novembre de 2020

© 2020, Conservadors-Restauradors Associats de Catalunya (CRAC)

Passatge dels Escudellers, 5, baixos. 08002 Barcelona

La responsabilitat de les afirmacions fetes en les comunicacions correspon exclusivament als seus autors. L'opinió expressada per aquests no coincideix necessàriament amb la de CRAC.

Tots els drets reservats. Cap part d'aquesta publicació no es pot reproduir, transmetre ni emmagatzemar de cap manera ni per cap mitjà sense l'autorització escrita dels titulars del copyright.

Comitè científic: Anna Bertral, Juan Luis Campoy, Toni Escudero, Laura Fuster, Esther Gual, Paloma Gueilburt, David Iglesias, Néstor Marqués, José Manuel Pereira i Trinitat Pradell.

Membres del Comitè Organitzador: Ruth Bagan Pérez, Lúdia Balust Claverol, Àlex Castro Julián, Kusi Colonna-Preti, Laia Duran Vila, Anna Ferran Roig, Marta Gabernet Solé, Olga Íñigo Fernández, Núria Jutglar Alvaro, Nieves Marí Ribas, Maria Teresa Sala Pietx, Natàlia Sánchez Carretero.

Revisió i coordinació: Kusi Colonna-Preti, Natàlia Sánchez

Edició: Conservadors-Restauradors Associats de Catalunya (CRAC)

Maquetació i impressió: Ramon Ruiz Bruy

Imprès a Catalunya (Espanya)

ISBN: 978-84-09-24772-1

El paper emprat per a l'edició d'aquest llibre compleix la norma FSC de gestió responsable dels boscos tenint en compte, a més de la gestió de la fusta, l'ús social i econòmic d'aquests.

SUMARI

<i>Presentació</i>	11
--------------------	----

COMUNICACIONS ORALS

<i>Estudi de l'obra Rocibaquinante de Salvador Dalí a partir de l'aplicació de noves tecnologies. Cartografia d'alteracions digital, fotogrametria i escàner làser sobre braç articulat en obra gràfica. Carme BALLIU BADIA i Èlia LÓPEZ REGUANT</i>	13
--	----

<i>DadesBorn, El Born Centre de Cultura i Memòria: vint anys generant documentació. Eugènia BORT, Antoni FERNÁNDEZ, Carme MIRÓ, Marta FÀBREGAS i David SOLÀ</i>	25
---	----

<i>Intervencions en policromia sobre pedra: anàlisi documental de les principals fonts arxivístiques de Catalunya. Lluïcia BOSCH RUBIO</i>	41
--	----

<i>La documentación como método para una gestión eficaz del patrimonio en Gordailua, Centro de Colecciones Patrimoniales de Gipuzkoa. Irene CÁRDABA, Maite BARRIO, Nekane GOENAGA, Agurtzane JUANENA, Xabier KEREXETA i Carlos OLAETXEA</i>	57
---	----

<i>Documentació d'intervencions de restauració en jaciments arqueològics i patrimoni edificat: cap a la construcció d'un sistema d'informació. Pablo del FRESNO BERNAL, Alfred MAURI MARTÍ i Esther TRAVÉ ALLEPUZ</i>	75
---	----

<i>Horus Condition Report App ®: Development of a Digital Tool for and by Conservators. Anaïs GAILHBAUD</i>	91
---	----

<i>Estratègia i Pla d'Acció referent a la documentació generada al Laboratori de Conservació Preventiva i Restauració del Museu de Ciències Naturals de Barcelona.</i> Eulàlia GARCIA-FRANQUESA, Olga MUÑOZ BLASCO, Marta PÉREZ-AZCÁRATE i Maria VILA CASÒLIVA	107
<i>Proposta metodològica per a l'estudi i la documentació dels paviments conservats a la Neàpolis i la ciutat romana d'Empúries.</i> Sílvia LLOBET I FONT, Jaime SALGUERO MARTÍNEZ, Roger SALA i Pablo DEL FRESNO BERNAL	123
<i>L'RTI (Reflectance Transformation Imaging) al servei del conservador-restaurador.</i> Silvia MARÍN ORTEGA	139
<i>Com traduir la documentació 3D a una representació 2D. Un recorregut de la mà del conservador-restaurador.</i> Mercè MARQUÈS BALAGUÉ i Jaime SALGUERO MARTÍNEZ	155
<i>Identificar para preservar: caracterización de procesos fotográficos históricos.</i> Alejandra NIETO VILLENA, José Refugio MARTÍNEZ MENDOZA, José Ángel DE LA CRUZ MENDOZA, Gerardo ORTEGA ZARZOSA i Álvaro SOLBES GARCÍA	171
<i>CollectionCare: un servicio innovador y asequible de monitorización para la conservación preventiva de obras de arte.</i> Andrea PEIRÓ VITORIA, Ana María GARCÍA-CASTILLO, Jaime LABORDA MACARIO, Fernando J. GARCÍA-DIEGO i Ángel PERLES	187
<i>Documentación y propuesta de conservación de cuatro obras de arte contemporáneo en el espacio público. El legado de Expo'92: Ettore Spalletti, Eva Lootz, Per Kirkeby y Stephan Balkenhol.</i> Lara RODRÍGUEZ SEARA	203

<i>Aplicacions del georadar d'alta freqüència per a la caracterització no destructiva d'elements constructius.</i> Roger SALA, Helena ORTIZ-QUINTANA, Pedro RODRÍGUEZ SIMÓN, Ekhine GARCÍA, Sílvia LLOBET I FONT i Robert TAMBA	219
--	-----

<i>L'Arxiu del taller Amigó i la seva importància durant la restauració de la rosassa de l'església de Sant Esteve de Bordils.</i> Anna SANTOLARIA TURA	237
---	-----

<i>La microscopía digital 3D para evaluar los tratamientos de limpieza en el material óseo arqueológico.</i> Noé VALTIERRA, Lloyd A. COURTENAY i Lucía LÓPEZ-POLÍN	251
---	-----

PÒSTERS

<i>Documentar el color: la colorimetria aplicada a la conservació-restauració de mosaics.</i> Lorena ANDINO POL	267
---	-----

<i>L'estudi de la documentació com a tasca imprescindible per conèixer l'estat actual d'un bé cultural: el cas del mausoleu de Bellpuig.</i> Pau ARROYO CASALS i Adrià ARROYO MONTAGUT	275
---	-----

<i>Modelatge 3D per a la documentació del suport de taules policromades.</i> Iris BAUTISTA MORENILLA i Anna NUALART TORROJA	283
--	-----

<i>Protocol de registre, documentació i difusió en un taller privat.</i> Berta BLASI ROIG	291
---	-----

<i>Uso de rayos X y tomografía computerizada para la documentación y estudio del sistema constructivo del Cristo articulado de Almazora (Castellón).</i> M ^a Antonia	
---	--

BODÍ SEPÚLVEDA, David JUANES BARBER, M ^a Pilar JUÁREZ SÁNCHEZ, Olga M ^a MEDINA LORENTE i Manuel MORAGUES SANTACREU	299
<i>Gestión de la documentación generada en la conservación-restauración del documento gráfico y aplicación de nuevas tecnologías en dos casos prácticos.</i> María Dolores DÍAZ DE MIRANDA MACÍAS	305
<i>La realidad virtual como herramienta de registro, difusión y conservación del patrimonio industrial: el caso de la Aduana Marítima en Progreso de Castro, Yucatán.</i> Emilio de Jesús FERNÁNDEZ GAMBOA	313
<i>La preservació de l'art urbà a través de la documentació.</i> Rosa M. GASOL i Rosa SENSERRICH	321
<i>Documentació 2D i 3D dels mosaics modernistes de la Casa Francesc Burés i Borràs.</i> Sílvia LLOBET I FONT i Jaime SALGUERO MARTÍNEZ	329
<i>Documentar el context. L'art contemporani més enllà de l'objecte.</i> Sílvia NOGUER TORRELL i Lluís ROQUÉ COMAS	337
<i>El focus stacking com a eina d'avaluació i documentació de tractaments de neteja de béns culturals.</i> Marta PÉREZ- AZCÁRATE, Sergi GAGO i Eulàlia GARCIA-FRANQUESA	345
<i>3D Survey – Case Study of Recording and Documentation of Interventions.</i> Luis PINTO i Carlos José ABREU DA SILVA COSTA	353

PRESENTACIÓ

Aquest volum és el recull de les comunicacions presentades a la XVI Reunió Tècnica, dedicada a «Documentar en la Conservació-Restauració. Mètodes i noves tecnologies».

El conjunt de treballs que ens ocupa, elaborats per professionals dedicats a la preservació del patrimoni cultural, fa palesa la funció indispensable de la documentació per a la conservació del patrimoni. I és que tant la informació existent abans d'una intervenció com la documentació que es genera durant un tractament de conservació-restauració aporten un coneixement útil i valuós per als qui estem implicats en les actuacions sobre el patrimoni, i al mateix temps necessari com a llegat per al futur.

L'ús de tecnologia, mètodes, tècniques i eines —algunes ja imprescindibles i d'altres de les quals encara n'anem descobrint la utilitat en l'aplicació al nostre camp—, dóna un suport indiscutible a la documentació, l'anàlisi i la difusió del patrimoni. De la mateixa manera, també ens calen mecanismes que permetin gestionar tota aquesta informació i fer-la accessible.

Els treballs *La problemàtica del sector de la conservació-restauració a Catalunya. Revisió i anàlisi de la documentació existent i entrevistes amb experts i professionals* (2018) i *Estudi sobre l'estat actual de la conservació-restauració a Catalunya* (2019), els quals estan disponibles al web de l'Associació, mostren dades que evidencien el compromís del nostre col·lectiu amb la formació continuada i l'actualització dels coneixements. Esperem, doncs, que el contingut d'aquest llibre d'actes resulti útil i afegixi encara més valor a la persecució d'aquest objectiu.

Les jornades d'aquesta Reunió Tècnica han estat condicionades per la situació sanitària provocada per la COVID-19, ja que el congrés s'hauria d'haver celebrat al Museu del Disseny de Barcelona els dies 12 i 13 de novembre del 2020. En un moment tan complex per a la planificació

d'unes trobades presencials, però, i per adaptar-nos als requeriments sanitaris, la decisió va ser tirar endavant el congrés internacional amb la voluntat, també, de mantenir i assegurar la publicació de les actes, de manera que ha esdevingut el I Congrés Virtual de l'Associació de Conservadors-Restauradors de Catalunya. Resulta gratificant que, malgrat les incerteses i les dificultats, aquest congrés finalment es pugui celebrar. En aquest sentit, em fa una especial il·lusió poder presentar aquest volum, i és tota una satisfacció que s'hagi materialitzat.

Ha estat un treball en equip el que ha fet possible aquesta XVI Reunió Tècnica. Per aquest motiu, vull donar les gràcies a tots i totes les ponents per les seves valuoses aportacions, al Comitè Científic per la seva tasca de selecció de comunicacions i al Museu del Disseny, el qual va apostar per aquest congrés triennal de l'associació i va oferir-se per ser-ne la seu del format presencial.

També vull agrair la generosa contribució de les institucions i empreses que han patrocinat aquesta edició, i la feina de tots i totes les professionals que ens han ajudat a aconseguir que aquest nou format digital fos possible, sense oblidar el Comitè Organitzador per l'esforç esmerçat i per l'entusiasme i compromís que ha demostrat.

En moments tan difícils com els actuals, en què es fa encara més evident la vulnerabilitat del nostre sector, aquesta Reunió Tècnica aporta un gra de sorra a la millora i el reconeixement de la professió, a l'espera que la nostra figura sigui contemplada d'una vegada per totes en la legislació sobre el patrimoni cultural.

Totes les persones que hem intervingut i fet possible aquesta XVI Reunió Tècnica esperem que aquest desig sigui ben aviat una realitat.

Marta Gabernet i Solé

Presidenta de Conservadors-Restauradors Associats de Catalunya

Estudi de l'obra *Rocibaquinante* de Salvador Dalí a partir de l'aplicació de noves tecnologies. Cartografia d'alteracions digital, fotogrametria i escàner làser sobre braç articulat en obra gràfica

CARME BALLIU BADIA

Conservadora-restauradora. Coordinadora de l'especialitat de conservació-restauració de document, obra gràfica i fotografia del Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya

mcballiu@gencat.cat

ÈLIA LÓPEZ REGUANT

Conservadora-restauradora independent. Col·laboradora del Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya

elialopezreguant@gmail.com

RESUM

Comparació entre diferents tècniques d'estudi a partir de l'aplicació de les noves tecnologies a l'obra gràfica *Rocibaquinante* de Salvador Dalí, procedent de la Fundació Municipal Joan Abelló i intervinguda al Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya.

A partir de la cartografia digital d'alteracions, la fotogrametria i l'escàner s'aconsegueix documentar, registrar, mesurar i avaluar les diferents alteracions que afecten significativament l'obra, com són els

clivellats i aixecaments puntuals de la tècnica sustentada. La informació obtinguda és bàsica per valorar en el futur qualsevol canvi o possible alteració de l'obra intervinguda.

ABSTRACT

Comparison between different study techniques applying new technologies to the *Rocibaquinante* graphic work, by Salvador Dalí, from the Fundació Municipal Joan Abelló, restored at the Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya.

Digital mapping of alterations, photogrammetry and 3D digital scanner are used for documenting, registering, measuring and evaluating different alterations that significantly affect the work, such as cracks and episodic upliftings. The information obtained is basic to evaluate any future change or possible alteration in the work.

PARAULES CLAU: estat conservació, obra gràfica, cartografia, fotogrametria, escàner 3D

1. Introducció

L'obra *Rocibaquinante* de Salvador Dalí actualment es troba a la Fundació Municipal Museu Abelló i va ser intervinguda al Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya (CRBMC) el passat any 2019 a partir de les línies de subvenció que ofereix el Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya.

2. Dades del projecte

Direcció: Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya.

Estudi de l'obra *Rocibaquinante* de Salvador Dalí a partir de l'aplicació de noves tecnologies. Cartografia d'alteracions digital, fotogrametria i escàner làser sobre braç articulat en obra gràfica

Direcció tècnica: Carme Balliu, coordinadora de l'especialitat de conservació-restauració de document, obra gràfica i fotografia del CRBMC.

Tècnica de conservació restauració: Èlia López, conservació-restauració de document i obra gràfica.

3. Dades tècniques

Titular: Fundació Municipal Joan Abelló.

Núm. Registre Fund. Mpal. Joan Abelló: FMJA4737.

Núm. Registre CRBMC: 13774.

Objecte: Obra gràfica.

Títol: *Rocibaquinante*.

Materials / tècnica: Paper / aquarel·la.

Autor: Salvador Dalí.

Data: 1970.

Mides amb marc: 590 mm x 735 mm.

Mides sense marc: 395 mm x 590 mm.

4. Estat de conservació

L'estat de conservació de l'obra era bo, tot i que presentava, bàsicament, alteració de la capa sustentada visible, amb clivelles que afectaven la majoria de tècnica aplicada, així com aixecaments puntuals derivats de l'adhesió a algun altre suport que en algun moment va poder cobrir totalment o parcial la peça (figura 1).

L'estudi fisicoquímic dels elements sustentats amb les anàlisis per espectroscòpia μ FTIR dutes a terme al laboratori químic del CRBMC va concloure que ens trobàvem davant d'aquarel·la, a partir de la identificació d'una goma aràbiga o similar sense espectres de càrregues. D'altra banda, molt probablement la pintura va ser aplicada directament amb tub, fet que va produir un gruix considerable que se sustenta

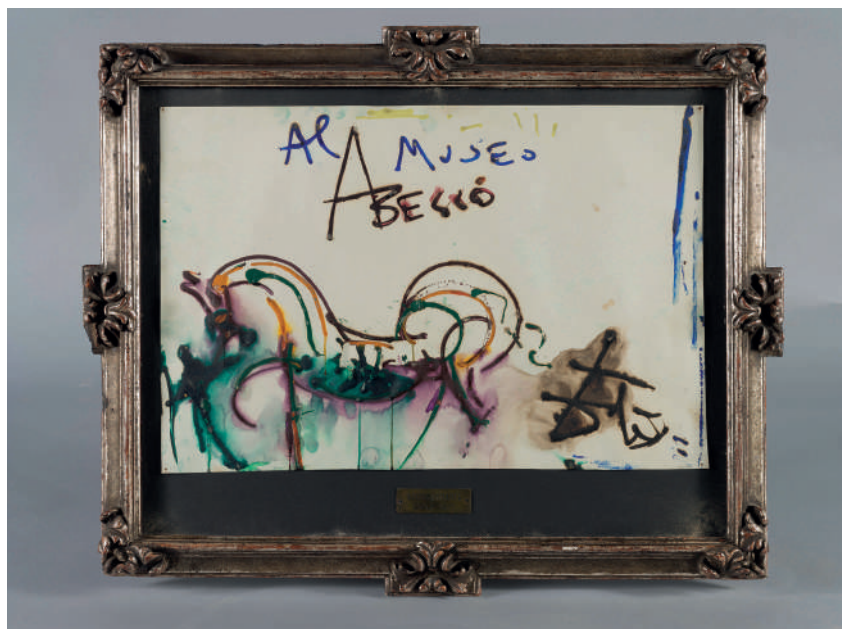


Figura 1. Imatge general de l'obra *Rocibaquinante* de Salvador Dalí, prèvia a la intervenció i l'estudi. Ramón Maroto, 2019.

sobre el suport de paper, flexible i porós, amb les deformacions que aquest fet pot comportar.

Ateses les característiques de la peça, es feia encara més evident la necessitat de reproduir l'estat actual de l'obra abans de qualsevol intervenció; per aquest motiu es va dur a terme la documentació fotogràfica amb llum difusa i llum rasant, prèvia i comuna en qualsevol intervenció.

L'estudi mitjançant tècniques macroscòpiques de visualització (lupa binocular 45 x) ens va permetre dur a terme la cartografia d'alteracions, que va determinar la necessitat de controlar i registrar l'evo-

lució dels clivellats i les obertures del traç que afectaven l'obra. Paral·lelament es va treballar en el test d'adhesius per tal de poder consolidar els aixecaments puntuals que podien suposar petites pèrdues de la capa sustentada.

A partir d'aquest punt, es va proposar dur a terme, mitjançant fotogrametria, una ortofotografia per disposar d'una eina per fer l'anàlisi mètrica en 2D de l'obra i estudiar-la amb escàner per tal de conèixer amb detall el relleu de la peça (figura 2).



Figura 2. Moment de l'escaneig de l'obra *Rocibaquinante* per part d'Aleix Barberà, al CRBMC. M. Carme Balliu, 2019.

Presentem, doncs, les possibilitats que aquestes tecnologies aplicades a l'estudi de l'estat de conservació de l'obra sobre paper *Rocibaquinante* de Salvador Dalí ens ofereixen, els resultats obtinguts i les conclusions que se'n deriven.

5. Cartografia digital d'alteracions

Per tal de dur a terme la cartografia digital d'alteracions, es treballa amb una tauleta digital i un llapis òptic. Com que cal localitzar correctament i fixar les traces dels clivellats, amb el llapis òptic treballem sobre la imatge inicial derivada de la documentació fotogràfica prèvia



Figura 3. Detall de la cartografia d'alteracions feta per Èlia López i Anna Ferran. Ramón Maroto, 2019.

a la intervenció. Aquesta imatge se secciona en 54 àrees diferents, que es treballen per separat i finalment s'uneixen, fet que dona lloc a la cartografia total d'alteracions identificades.

El resultat obtingut ens permet identificar les zones on es localitzen les alteracions, els clivellats i els aixecaments puntuals del suport. Amb tot, aquest sistema no permet fixar topogràficament amb exactitud la posició de la traça del clivellat ni permet mesurar-lo o dimensionar-ne l'obertura (figura 3).

Dades de l'equipament emprat: Tauleta digital Samsung Galaxy Tab S4.

6. Fotogrametria

La fotogrametria és la tècnica aplicada amb la finalitat d'estudiar i definir amb precisió la forma, les dimensions i la posició en l'espai d'un objecte qualsevol; empra essencialment mesures preses sobre una o diverses fotografies de l'objecte, d'acord amb la definició de l'Instituto Geográfico Nacional.

A partir de les fotografies, processades amb programes específics, s'obté un model 3D d'on es poden extreure, entre d'altres, mapes de

textura o la ortofotografia com a presentació fotogràfica en què tots els elements presenten la mateixa escala, lliure d'errors i de deformacions. L'exactitud del resultat de la fotogrametria depèn de la quantitat de fotografies fetes, de la distància respecte a l'objecte, del rigor de la presa i del seu processament (Lucet, 2018). Amb aquesta tècnica s'obté una reproducció fidedigna de l'original en què es pot arribar a mesurar de manera visual la mida de l'obertura del clivellat ampliant la imatge i treballant a escala, però no volumètrica (figura 4).



Figura 4. Detall de la fotogrametria amb aixecament de suport. Ramón Maroto i Aleix Barberà, 2020.

El procés és complex i més lent que la presa duta a terme amb l'escàner, més ràpida i senzilla (en funció de factors com el volum, la mida i la ubicació de l'objecte).

En aquest cas, Ramón Maroto, tècnic fotògraf del CRBMC, va dur a terme la captació de les diferents imatges que posteriorment va processar el tècnic en conservació-restauració Aleix Barberà.

Dades de l'equipament emprat:

Càmera: CANON 5D Mark2.

Òptica: CANON 100 mm macro.

Programa de processament: Reality Capture.

7. Escàner làser 3D

L'escanejat làser 3D es basa en la captura de la geometria d'un objecte a partir de la posició de cada un dels punts digitalitzats en l'espai tri-dimensional. En aquest cas l'escaneig s'ha fet amb un braç articulat sobre el qual s'ha muntat un capçal làser que treballa per triangulació.

L'aplicació de l'escàner 3D a l'estudi d'una obra principalment bidimensional com és el *Rocibaquinante* de Salvador Dalí ens ha permès obtenir la topografia de la superfície, fet que ens permet el següent:

- Registre i avaluació de les deformacions del suport. És possible extreure un mapa de corbes de nivell que ens ofereix l'estat exacte de l'ondulació i la deformació del suport.
- Mesura, registre i avaluació del gruix de la capa sustentada, que ens permet estudiar-la i preveure'n possibles alteracions.
- Mesura, registre i avaluació de les obertures dels clivellats. Ens permet mesurar l'amplada del clivellat i obtenir-ne un registre per controlar i documentar qualsevol canvi i avaluar les causes que el puguin provocar.
- Mesura, registre i avaluació de la profunditat dels clivellats, sempre que siguin superiors a $0,04 \mu$ (figura 5).

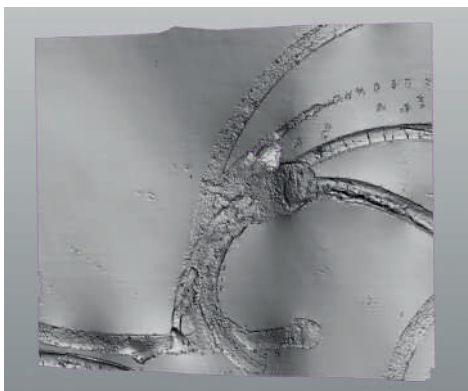


Figura 5. Detall de l'escàner 3D amb aixecament de suport. Aleix Barberà, 2020.

En aquest cas, l'escàner 3D va ser fet i posteriorment processat pel tècnic conservador-restaurador Aleix Barberà.

Dades de l'equipament emprat:

Escàner làser 3D FARO® 8-Axis Design ScanArm 2.5C.

8. Conclusions

A diferència d'altres especialitats, com ara la conservació-restauració de patrimoni arqueològic (Santos Gómez, 2017), arquitectònic o escultòric, no és comú en la conservació-restauració de document, obra gràfica i fotografia dur a terme estudis com el presentat per a l'obra de Salvador Dalí *Rocibaquinante*, amb l'ús d'un escàner 3D i fotogrametria. Val a dir que aquesta tècnica sovint s'aplica en l'àmbit de la còpia, facsímil, reproducció o rèplica (Factum Arte), o bé fins i tot es troba com a eina per a disseny d'embalatges de peces per al seu trasllat (Sánchez Fernández i Prado-Campos, 2019). Majoritàriament, però, l'estudi, definició i localització de les alteracions identificades en patrimoni sobre suport paper queden documentades en suport digital emprant una tauleta, com a eina més accessible.

L'estudi ha possibilitat el coneixement total del suport en paper que, com a material higroscòpic, és altament susceptible de patir canvis dimensionals, que es poden registrar i documentar, així com qualsevol afectació que pugui provocar també alteracions de la capa sustentada.

De la mateixa manera, la possibilitat de registrar l'amplada i la profunditat de les clivelles que afecten la tècnica sustentada i que s'identifiquen com a principal alteració d'aquesta peça ens permet, si cal, enregistrar qualsevol canvi sofert i posar-lo en relació amb l'estabilitat del suport analitzat a partir de corbes de nivell. D'altra banda, el fet de conèixer i poder mesurar el gruix de la capa sustentada ens ajuda a preveure, i per tant minimitzar, les possibles alteracions. És obvi, doncs, que la documentació 3D obtinguda ens ofereix l'avaluació del

grau i els tipus de riscos als quals una peça s'exposa, i aquestes dades esdevenen essencials per a la seva conservació (Ávila, 2018, p. 207).

Després de l'estudi dut a terme, i un cop acabada la intervenció, la proposta actual es basa en la revisió periòdica de l'obra *Rocibaquinante* de Salvador Dalí, que es presenta a l'espai expositiu de la Fundació Museu Abelló amb paràmetres climàtics controlats tenint en compte els requisits necessaris de conservació preventiva. Repetir la fotogrametria i l'escàner 3D en un termini de dos o tres anys, així com comparar les dades amb la cartografia d'alteracions duta a terme, ens permetrà establir directament la relació entre l'estabilitat del suport i la capa sustentada, i avaluar qualsevol canvi sofert amb valors objectius de mesura (figura 6).

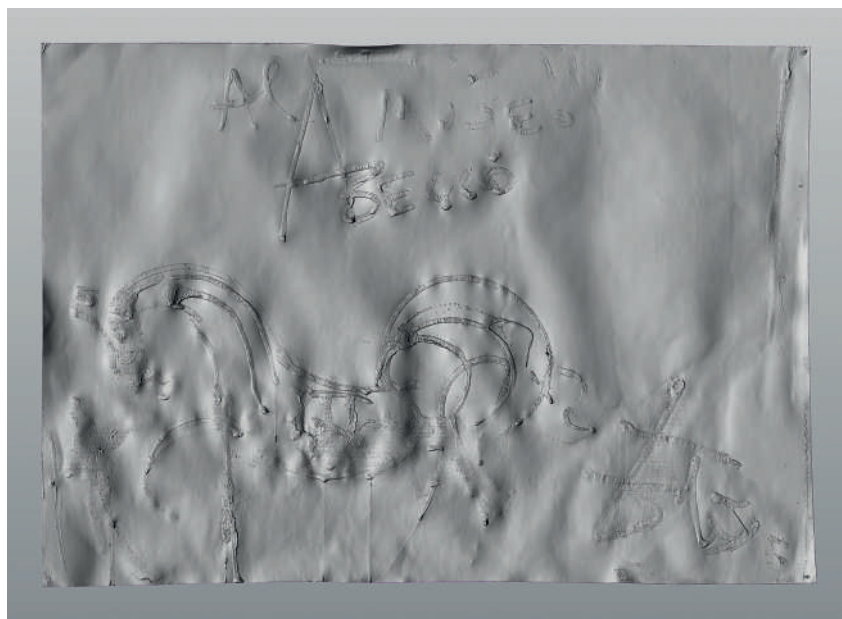


Figura 6. Imatge general de l'escàner 3D de l'obra *Rocibaquinante* de Salvador Dalí. Aleix Barberà, 2020.

Quant a la comparació entre les diferents tècniques de reproducció emprades, l'escàner 3D ofereix un nivell de precisió i de resolució més alt i, per tant, ens permet documentar amb més exactitud la magnitud de les alteracions. Amb tot, però, és ideal poder comptar amb ambdues tècniques per aconseguir millors resultats.

Per estudiar l'obra *Rocibaquinante*, hem triat de cada tècnica allò que millor ha satisfet les necessitats del projecte: de la fotogrametria n'obtenim una ortofotografia, que permet fer els amidaments sobre una imatge, amb mètrica i sense deformacions; i de l'escaneig n'obtenim l'anàlisi del relleu de l'obra, en treballar en 3D a partir d'un sistema de fàcil manipulació i gran precisió.

És evident la importància de la metodologia aplicada per a la documentació en la conservació-restauració del patrimoni cultural i la necessitat d'incorporar i adaptar les noves tecnologies que ens aporten la possibilitat d'estudis previs a la intervenció, determinants en l'execució i com a suport en la conservació preventiva posterior.

Tècnics participants en l'estudi:

Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya, CRBMC:

Carme Balliu, coordinadora de l'especialitat de document, obra gràfica i fotografia.

Ramón Maroto, tècnic de laboratori fotogràfic.

Ricardo Suárez, tècnic de laboratori químic, CRBMC.

Tècnics conservadors-restauradors de patrimoni cultural:

Aleix Barberà, conservador-restaurador de patrimoni cultural.

Èlia López, conservació-restauració de document i obra gràfica.

Bibliografia

FACTUM ARTE. «El escaneado en 3D para la conservación del patrimonio cultural. Una breve guía» [en línia]. <<http://www.factum-arte.com/pag/706/Elescaneado>> [Consulta: 3 febrer 2020].

FACTUM ARTE. «Escaneando el Gough Map y el Mapa Selden en la Bodleian Library, Oxford» [en línea]. <<http://www.factum-arte.com/pag/660/Escaneando-el-Gough-Map--br--y-el-Mapa-Selden-en-la--i-Bodleian-Library--i---Oxford>> [Consulta: 3 febrer 2020].

LUCET, Geneviève. *Fotogrametría y patrimonio. Registro y representación* [en línea]. Ciutat de Mèxic: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Estéticas, 2018. <<http://www.ebooks.esteticas.unam.mx/items/show/52>> [Consulta: 12 febrer 2020].

SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, Antonio J.; PRADO-CAMPOS, Beatriz. «Diseño de embalajes para objetos culturales: método de plantillas por fotogrametría». *Conservar Patrimonio* (Lisboa: Associação Profissional de Conservadores-Restauradores de Portugal) [en línea], núm. 32 (2019), p. 1-12. <<http://revista.arp.org.pt/pt/ficha.html>> [Consulta: 20 gener 2020].

SANTOS GÓMEZ, Sonia. «El empleo de las tecnologías 3D en la conservación del patrimonio y su aplicación en la realización de reproducciones de bienes culturales». *Observar* (Vitòria: Área de Didáctica de la Expresión Plástica de la Universidad del País Vasco) [en línea], núm. 11 (1) (2017), p. 94-114 <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/25447/Santos_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consulta: 13 febrer 2020].

DadesBorn, El Born Centre de Cultura i Memòria: vint anys generant documentació

EUGÈNIA BORT

Conservadora-restauradora. El Born Centre de Cultura i Memòria
ebortt@bcn.cat

ANTONI FERNÁNDEZ

Arqueòleg. Director de les excavacions a El Born Centre de Cultura i Memòria
tonifernandez@arqueoborn.cat

CARME MIRÓ

Arqueòloga. Responsable del Pla Bàrcino, Servei d'Arqueologia de Barcelona
cmiro@bcn.cat

MARTA FÀBREGAS

Arqueòloga. Atics SL
marta@atics.org

DAVID SOLÀ

Dissenyador multimèdia. Edittionarius SL
david@edittio.com

RESUM

D'uns anys ençà, a El Born Centre de Cultura i Memòria treballem en la implementació d'una eina documental i de recerca que faciliti

la gestió del conjunt arqueològic. L'objectiu principal és habilitar un repositori de documentació que, gràcies a un sistema d'informació geogràfica (SIG), ens permeti relacionar dades alfanumèriques i gràfiques. Alhora, serà la via per dur a terme la difusió pública dels treballs de recerca i conservació associats a aquest conjunt arqueològic al llarg dels darrers vint anys.

ABSTRACT

For some years now at El Born CCM we have been working on implementing a documentary and research tool that will make it easier to manage the archaeological site. Our aim is to have an instrument that acts as a documentary repository which, thanks to a GIS system, will enable us to interlink alphanumerical and graphic data. At the same time, it will be a way to publicise the research and conservation work associated with this archaeological site over the last 20 years.

PARAULES CLAU: arqueologia, conservació-restauració, fitxa tècnica, gestió de dades, SIG

1. Introducció

El Born Centre de Cultura i Memòria (El Born CCM) és un equipament municipal destinat a usos culturals. Comparteix sector amb el conjunt de museus de Barcelona, encara que no se li atorga aquest nom (figura 1).

Si fem referència a la definició tradicional que exposa l'ICOM, «un museu és una institució no lucrativa, al servei de la societat i del seu desenvolupament, oberta al públic, que adquireix, conserva, investiga, comunica i exposa el patrimoni material i immaterial de la humanitat amb finalitats educatives, d'estudi i de gaudi». Aplicant aquesta defi-



Figura 1. El Born CCM. Pere Virgili, 2014.

niació, tret de l'adquisició, la resta del que descriu l'ICOM s'avé amb la realitat d'El Born CCM. El patrimoni immoble que empara s'estén a un parell de metres sota les balconades que permeten contemplar aquest conjunt arqueològic, catalogat com a Bé Cultural d'Interès Nacional des de l'any 2006. No obstant, El Born CCM no és un museu perquè no custodia ni emmagatzema una col·lecció.

Quin és el motiu que justifica aquesta introducció? Volem fer èmfasi en un dels deures primordials dels museus: la gestió del patrimoni que custodien; i, dins la gestió, la documentació dels objectes que formen les col·leccions és un punt clau per a la conservació d'aquest patrimoni. Durant molt de temps no hi ha hagut uniformitat de criteri ni d'estructura en els sistemes de registre, encara que se seguien patrons similars, des dels antics mètodes de fitxes manuscrites fins a les actuals bases de dades informatitzades que recullen tota la documentació associada als objectes. En l'àmbit català, tenim la implementació del programari de gestió museogràfica MuseumPlus, i el sistema Domus, pel que fa la Red Digital de Museos de España.

I, en el cas d'El Born CCM, quina metodologia s'ha fet servir per ordenar les dades i la documentació que ha anat acumulant aquest espai?

2. La realitat documental a El Born CCM

Des dels primers sondatges arqueològics que es dugueren a terme l'any 1994 al subsòl del mercat del Born fins a les actuals campanyes arqueològiques anuals, s'ha anat generant tot tipus de documentació: treball de camp, memòries, estudis. Totes les intervencions s'han dut a terme sota la coordinació del Servei d'Arqueologia de Barcelona, en el marc de la normativa marcada pel Servei d'Arqueologia i Paleontologia de la Direcció General de Patrimoni del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya. Parlem de més de vint-i-cinc anys de dades arqueològiques acumulades.

Pel que fa a la conservació-restauració, cal destacar que des de l'excavació arqueològica extensiva que es dugué a terme el 2001 fins l'actualitat, la presència dels conservadors a l'espai ha estat constant: actuacions de salvaguarda paral·leles a les excavacions, diagnòsi de l'estat de conservació de les estructures prèvia a iniciar el procés de museïtzació, tractaments curatius o els manteniments ininterromputs que continuen avui dia. Totes les actuacions se subscriuen a un projecte integral de conservació-restauració que recull els protocols, els criteris d'actuació, els materials a emprar i l'ordre de prioritats a l'hora d'intervenir.

En definitiva, El Born CCM compta amb documents, informes, valoracions, tractaments, fotografies, planimetries, restitucions 3D, anàltiques de materials, memòries de treball, estudis històrics i d'objectes, recerques especialitzades, anàlisis paleobotàniques, publicacions monogràfiques, dossiers d'alteració d'estructures, propostes museogràfiques, intervencions localitzades, fotogrametria... tot tipus d'informacions, diverses en disciplina, rellevància i cronologia. Les raons d'aquesta acumulació cal buscar-les en els anys que han transcorregut

des de la seva descoberta, l'ingent volum de bibliografia del lloc, les dimensions de l'àrea arqueològica, la museïtzació i la recerca continuada que se segueix duent a terme actualment.

3. Sistematització de dades

L'esperit d'aquesta XVI Reunió Tècnica de Conservació-Restauració és manifestar que la documentació és coneixement i que, dins de la nostra professió, la informació és fonamental perquè constitueix el llegat per al futur. La conservació de la informació és indispensable per a la conservació del bé patrimonial a què fa referència. D'aquí la importància de ser metòdics en salvaguardar aquest llegat.

Què és DadesBorn?

Segons la Gran Enciclopèdia Catalana, una base de dades informàtica és «un conjunt d'arxius organitzats i emmagatzemats seguint una estructura coherent i accessible a fi de permetre obtenir amb rapidesa diversos tipus d'informació». Aquest és exactament l'objectiu que busca l'eina informàtica que presenta aquesta comunicació.

L'inici dels treballs que aquí presentem rau en la voluntat de facilitar el seguiment dels tractaments curatius efectuats a les estructures. Però aviat esdevé un projecte de molt més ampli espectre. Des dels primers dissenys es fa evident i obvi que cal connectar els treballs de conservació-restauració i l'arqueologia. És il·lògic imaginar una fitxa de conservació d'una estructura arqueològica sense descriure què és, explicar-ne la cronologia i vincular-la a la unitat estratigràfica que correspongui.

Habitualment, el format de les bases de dades per gestionar col·leccions és la concatenació d'un seguit de fitxes més o menys complexes que engloben ordenadament les dades que es tenen sobre **l'objecte**

d'estudi. I cadascuna de les fitxes funciona a mode de calaix amb subcarpetes individuals que permeten diferenciar les peculiaritats que se li adjudiquen.

A El Born CCM podríem dir que les estructures que conformen el conjunt arqueològic són **la col·lecció** que com a conservadors i curadors de l'espai hem de preservar.

Amb la voluntat de treballar en xarxa i d'unificar criteris, es considera adient aplicar la metodologia de la Carta Arqueològica de Barcelona a El Born CCM (<http://cartaarqueologica.bcn.cat/>), en funcionament des de ja fa deu anys i oberta al públic des del 2013.

La Carta Arqueològica és un projecte de la Direcció de Memòria, Història i Patrimoni de l'Institut de Cultura de Barcelona, coordinat des de l'àrea de Documentació del Servei d'Arqueologia. La sortida en línia de la Carta Arqueològica es feu conjuntament amb el Departament de Sistemes d'Informació de l'Institut de Cultura de Barcelona (Miró, 2007).

Estem parlant d'una eina de recerca que, més enllà de ser un inventari o catàleg, suposa un projecte global de sistematització informatitzada de les dades arqueològiques i patrimonials de la ciutat, partint de la consideració que tot el territori de Barcelona és un jaciment únic, un espai transformat per l'home al llarg del temps, on des de fa més de cent anys s'hi duen a terme intervencions arqueològiques. L'objectiu principal de la Carta és disposar d'una eina de gestió i recerca: en oferir un conjunt d'informació unificada, es pot elaborar un document orientat a l'anàlisi, el diagnòstic i l'avaluació del subsòl i del patrimoni construït. Alhora, constitueix una plataforma de difusió i comunicació de l'arqueologia i la història de la ciutat, a la qual atorga una dimensió social més enllà del profit acadèmic i de recerca.

En el cas del Born buscàvem els mateixos objectius: recopilar les dades amb finalitats de localització, avaluació, documentació, recerca,

difusió i protecció, per la qual cosa ens vàrem posar a treballar en l'adaptació de la Carta Arqueològica a les necessitats d'aquest conjunt arqueològic, com a una unitat més diferenciada de la Carta. Posar en marxa aquesta adaptació només té sentit si s'entén que el Born és un espai arqueològic viu; que la informació que genera és canviant, com la mateixa Carta, i que, per tant, la nova eina havia de ser flexible per incorporar-hi les noves dades i necessitats que es presentin.

Per tant, podem dir que DadesBorn és una plataforma d'arxiu, recerca i difusió del patrimoni arqueològic d'El Born CCM. Conformava un directori sistematitzat de dades descriptives i d'intervencions efectuades que permet extreure'n informacions relacionades i coneixement sobre la realitat d'aquest espai i la seva contextualització històrica.

4. Procés de treball

Pel que fa al procés de treball, hem definit quatre fases diferenciades:

- 1a. La primera fase va consistir en la conceptualització de la idea i el disseny de les fitxes de documentació, generades a partir del model utilitzat a la Carta, i definir els nous camps que calia afegir i els que calia mantenir.
- 2a. El segon pas va ser la identificació sobre el terreny de cadascuna de les estructures que conformen un registre dins de la base de dades, per tal d'omplir les fitxes.
- 3a. Seguidament, s'aboca la documentació al programa informàtic i es fa la correlació de cada registre amb la planimetria generada pel SIG-Ekumene.
- 4a. Per finalitzar, s'ha dissenyat una interfície oberta de consulta i difusió de la documentació.

Les fases segona i tercera han estat desenvolupades de forma paral·lela, ja que la digitalització de les fitxes corresponents a un sector del jaciment podia coincidir amb el treball de camp d'identificació d'estructures en un altre.

5. Estructura i funcionament

Pel que fa a l'estructura, tant la Carta com DadesBorn són una base de dades anomenada Castalia, creada específicament per a aquests projectes, migrada a un entorn SQL Server de programari lliure, amb accés remot via web allotjada en un servidor de l'Institut de Cultura de Barcelona.

Per donar resposta a les necessitats de la informació generada al conjunt arqueològic del Born, ha calgut modificar el Castalia inicial i incorporar-hi camps de dades nous. Val a dir que algunes revisions efectuades per a l'adaptació al Born s'han aprofitat per actualitzar la Carta Arqueològica i millorar-la. Es tracta de projectes paral·lels que s'enriqueixen mútuament, ja que es treballen amb objectius comuns.

5.1. Similituds entre la Carta Arqueològica i DadesBorn

La base de dades Castalia presenta nombrosos punts en comú entre els dos desenvolupaments concrets. A continuació en destaquem els trets més importants:

- Per unificar els criteris en la ingesta de la informació i facilitar les cerques, gran part dels camps es reomplen mitjançant llistes d'elecció i tesaurus específics, creats expressament amb aquesta funció. Aquesta característica agilitza la introducció de les dades i evita errors tipogràfics i incoherències. Gran part dels tesaurus són compartits entre ambdues plataformes (figura 2).
- La informació es relaciona en fitxes o registres numerats, cadascun dels quals desenvolupa una estructura jeràrquica d'organització de les dades que inclou informació relativa a la localització i nomenclatura de l'element estudiat, cronologia, tipologia, contingut, estudis i intervencions relacionades.
- Cadascuna de les fitxes-registre està vinculada amb un polígon o parcel·la gràfica georeferenciada en un SIG que interrelaciona les

dades alfanumèriques incloses a la fitxa amb la seva localització espacial. D'aquesta manera, les consultes i cerques són molt interactives (figura 3).

- La recerca arqueològica a Barcelona és viva; per tant, tant la Carta com DadesBorn han de ser flexibles i permetre fàcilment ampliar i mantenir la informació actualitzada.

5.2. Principal diferència entre la Carta Arqueològica i DadesBorn

33

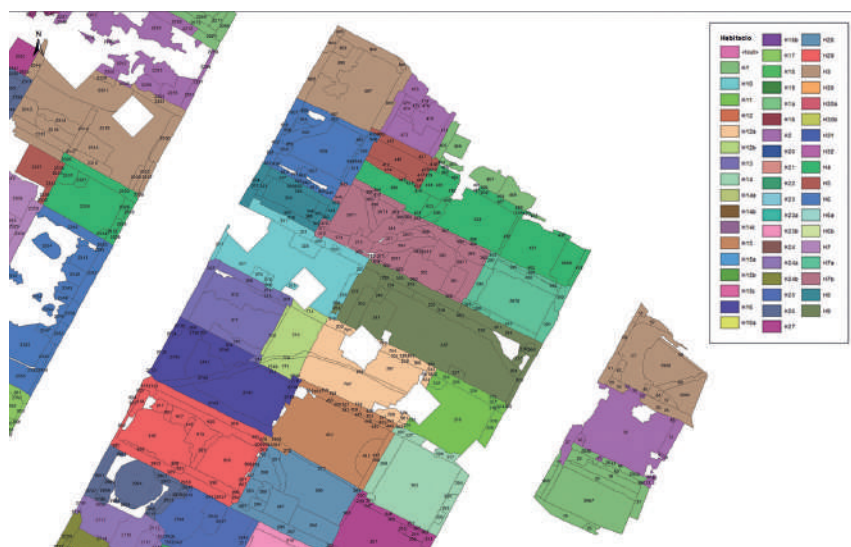


Figura 3. Procés de treball en l'entorn SIG. E. Bort, 2020.

- Quan es parla de la Carta Arqueològica de Barcelona, assumim que hi ha un **únic jaciment** configurat per tot el terme municipal. Al llarg dels anys s'hi han desenvolupat **moltes intervencions** (arqueològiques, documentals, preventives, urbanístiques, etc.) que han permès ampliar el coneixement arqueològic i patrimonial de la ciutat. Cada fitxa o registre de la Carta correspon a una d'aquestes intervencions identificades i singularitzades (Miró, 2012 i 2013).
- El Born pròpiament és una fitxa de la Carta, però alhora també és un espai únic d'estudi que abasta tota l'àrea arqueològica preservada al subsòl de l'edifici de l'antic mercat, on s'han efectuat intervencions i tractaments varis que no afecten tot l'espai sinó només una àrea, una estructura o un element localitzat. Aquesta eina ens permet fer una aproximació a cadascuna d'aquestes «parcel·les» o estructures que tractem com a unitats de treball individualitzades.
- En resum, és com si una única fitxa de la Carta s'hagués subdividit en més de tres mil fitxes a DadesBorn.

En conclusió: mentre que a la Carta la unitat bàsica d'estudi és cadascuna de les intervencions efectuades (registre = intervenció), al Born centrem el focus en les estructures, a les quals se'ls atribueixen una o diverses intervencions (registre = estructura).

5.3. Identificació de les unitats d'estudi o registres a DadesBorn

Un cop conceptualitzada la idea, hem invertit moltes hores de treball de camp, efectuat per arqueòlegs, per individualitzar cadascuna de les estructures i registrar-les.

De forma sistemàtica, s'han analitzat totes les estances i carrers del jaciment, s'han omplert les fitxes identificadores, s'han delimitat les àrees i s'ha creuat l'observació amb les dades recollides a les memòries arqueològiques (figura 4).



Figura 4. Identificació d'estructures. E. Bort, 2017.

No hi ha una connexió exacta entre aquestes fitxes-registres i les unitats estratigràfiques (UE). En general, s'ha tendit a unificar, de manera que una mateixa fitxa pot reunir diverses UE (per exemple, un paviment ceràmic que presenta reparacions amb rajoles multiformes es tracta com a un registre únic).

Fins ara s'han creat més de tres mil fitxes, entre les que identifiquen elements específics com un marxapeu, un pou o un paviment ceràmic, i les referides a tota una àrea (estances, sectors, cases, carrers, etc.) Entre tots els registres s'estableixen relacions de dependència. Per exemple, un sector pot englobar tres cases i cadascuna d'elles pot comptar amb diverses estances, i dins de cada estança s'identifiquen múltiples estructures (murs, paviment, cuina, escala, etc.).

5.4 Ingesta de dades

Cada fitxa té una numeració única (ID) que el sistema li assigna per defecte, i no permet modificacions per tal d'evitar duplicacions. D'altra banda, cadascuna de les fitxes es reconeix per una sigla alfanumèrica específica i única per a cada estructura, que funciona a mode de número d'inventari. Aquesta sigla es formula automàticament en omplir alguns camps relacionats amb la ubicació i la tipologia de l'element. El resultat és una sigla com ara SVH14P1, aparentment incomprensible però molt útil per als qui hi treballem, perquè identifica ràpidament que es tracta de la fitxa relativa al pou (P) de l'àmbit 14 (H14) d'un sector determinat, el cinquè.

La ingesta de noves dades s'agilitza mitjançant formularis simplificats i normativitzats (ja hem parlat dels llistats i els tesaurus). En l'elaboració de l'estructura arbòria de dades que formen una fitxa o registre, s'han contemplat molts camps de dades per arxivar informació. No obstant, actualment a moltes de les fitxes només s'hi ha introduït una informació mínima (localització, caracterització tipològica, unitats estratigràfiques relacionades, codi de la intervenció arqueològica durant la qual fou exhumada aquella estructura, tractaments). L'objectiu és incrementar progressivament la informació a mesura que es revisi la documentació antiga, i a partir de les línies d'investigació concretes que desenvolupi El Born CCM.

Un punt fort del Castalia de DadesBorn és que permet fer cerques a partir de qualsevol dels camps. És a dir que qualsevol dels ítems d'informació és susceptible de fer-hi consultes espontànies que filtren els resultats obtinguts d'un sol cop; també es poden fer cerques successives a partir del subgrup resultant d'una cerca prèvia.

La programació del Castalia permet identificar perfils d'usuari, i diferenciar així els administradors dels usuaris de consulta.

6. Visualització i dimensió social del projecte

Entrem a la quarta fase del projecte. Fins ara hem descrit la funcionalitat i l'estructura de les fitxes que conformen el gruix de DadesBorn, però la realitat és que si el projecte es quedés en aquest punt, no passaria de ser un eina de treball, útil i sistematitzada, però orientada a l'ús exclusiu d'un públic acadèmic especialitzat que disposés dels permisos d'usuari o d'administració de la informació.

El punt d'inflexió d'aquests dos projectes municipals agermanats (Carta Arqueològica i DadesBorn) és la seva vessant divulgadora del patrimoni i la tasca arqueològica. Amb aquesta voluntat, s'han dissenyat aplicacions web que faciliten de manera gràfica i entenedora la visualització, la consulta i l'explotació de les dades incorporades al Castalia.

Aquestes aplicacions divulgatives atorguen la dimensió social a aquesta eina, perquè permeten fer difusió oberta a través d'Internet a tot el públic en general, i arreu del món.

Treballem perquè en un futur immediat des del lloc web d'El Born CCM (<http://elbornculturaimemoria.barcelona.cat/>) s'accedeixi a aquest entorn de consulta interactiu que convida els usuaris a conèixer el conjunt arqueològic. És accessible tant des d'ordinadors de sobretaula com des de pantalles tàctils o tauletes, amb una resolució mínima de 1024 x 768 píxels (figura 5).

En aquest entorn és on adquireix tot el sentit la geolocalització de cadascuna de les estructures identificades (és a dir, de les fitxes «inventariades»). L'aplicació web importa totes les dades que es troben allotjades al Castalia original, inclòs el polígon gràfic que correspon a cada unitat. Aquesta integració de la informació es fa mitjançant una interfície que prepara els continguts per fer-los visibles a l'aplicació o visualitzador web.

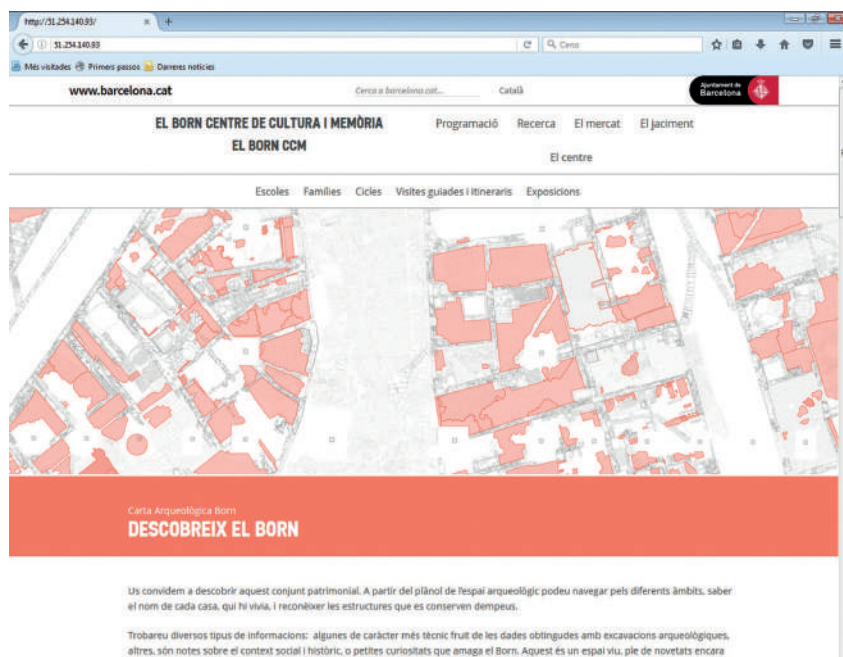


Figura 5. Simulació de l'aplicació dins del web d'El Born CCM. E. Bort, 2020.

El web compta amb un plànol interactiu que permet que l'usuari hi navegui lliurement i adquireixi de forma «intuïtiva» la informació associada a cada àrea per la qual circula. També s'ofereix una cerca «conduïda» que permet, a qui en faci ús, obtenir un resultat gràfic de la consulta feta que indica sobre el plànol els elements cercats.

Tot es fa des del mateix entorn de consulta; per tant, no es tracta d'un web «tradicional» amb pàgina inicial i pàgines de continguts, sinó d'una aplicació web, amb un sol entorn que es va transformant, compatible amb els estàndards dels navegadors actuals. Amb la finalitat d'augmentar la comprensió de la informació per part de l'usuari bàsic, a més de les fitxes d'estructura que conformen el nucli del contingut,

ha calgut crear altres unitats superiors que fan referència a agrupacions més intel·ligibles com pot ser l'àrea d'un carrer o d'una casa històrica amb propietari conegut.

D'altra banda, el web compta també amb un gestor de continguts fet amb el programari WordPress, que permet construir tota la plataforma de consulta i generar els recursos de cerca necessaris. És d'un disseny intuïtiu, de fàcil manteniment i creixement, que permet establir relacions entre els nivells de continguts a divulgar, amb prou flexibilitat per atorgar a cada element la informació que s'hi vulgui associar, sigui mínima o rica en documentació i recursos informatius com textos, imatges, vídeos o altres documents associats.

7. Conclusions

El patrimoni arqueològic és un bé canviant i susceptible de desaparèixer, per la qual cosa la documentació és bàsica per mantenir-ne un registre acurat i vàlid per a la gestió i la recerca. El cor d'El Born CCM és el conjunt arqueològic urbà més gran d'Europa, el qual no només s'ha de conservar i protegir, sinó que s'ha de seguir estudiant i cal aprofundir en el seu coneixement. El treball de l'arqueòleg i del conservador-restaurador és complementari; el treball en equip és sempre necessari per tirar endavant qualsevol projecte. Per avançar en el coneixement cal treballar en xarxa; això fa que els esforços siguin més rendibles i que tot estigui interrelacionat.

És per tot això que s'ha considerat adient dissenyar aquesta nova eina, l'objectiu de la qual és la gestió diària de la intervenció i la conservació de l'espai, i la recerca global en el conjunt. Poder disposar de tota la documentació unificada i ordenada afavorirà que tots els projectes de recerca avancin en paral·lel i relacionats, i que el conjunt arqueològic esdevingui un referent pel que fa a l'arqueologia urbana d'època medieval i moderna.

Creiem que presentem una eina innovadora, feta a mida per a El Born CCM, però que pot ser exportada i utilitzada en d'altres conjunts arqueològics, tant urbans com rurals, adaptant els tesaurus fets específicament per al Born i, en el cas de la Carta Arqueològica, per a Barcelona.

Agraïments

Aquest ha estat un treball en equip des de l'inici, en les fases de conceptualització, disseny, desenvolupament i entrada de dades. Han estat diversos els professionals que hi han col·laborat, des de diverses disciplines. A banda dels signants de l'article, no podem deixar d'anomenar Laia Gallego, Marc Hernández, Emiliano Hinojo, Anna Martí, Àlex Moreno, Isabel Pereira, Toni Rigo, Josep Torres i Dani Vázquez, i agrair-los el seu treball i esperit de col·laboració.

Bibliografia

MIRÓ, Carme. «La Carta Arqueològica de la ciutat de Barcelona». *Quaderns d'Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona* (Barcelona: Museu d'Història de Barcelona), època II, 3, (2007), p. 237-238.

MIRÓ, Carme. «Castalia. La Carta Arqueològica de Barcelona. Reinterpretar la topografia de la ciutat històrica», *Revista de Catalunya* (Barcelona: Publicacions de l'Abadia de Montserrat), 279 (2012), p. 113-127.

MIRÓ, Carme. «Castalia. La carte archéologique de Barcelone, un outil de gestion et de recherche pour réinterpréter la topographie historique de la ville». A: LORANS, Elisabeth i RODIER, Xavier (dir.). *Archéologie de l'espace urbain*. Tours: Presses Universitaires François-Rabelais, 2013, p. 135-147.

Intervencions en policromia sobre pedra: anàlisi documental de les principals fonts arxivístiques de Catalunya

LLUCIA BOSCH RUBIO

Conservadora-restauradora i historiadora de l'art independent.
Col·laboradora de Restaura, Conservació i Restauració de Béns
Culturals i de Diagnostica Restauro SL
lluciabr@gmail.com

RESUM

El present estudi constitueix una aproximació a les característiques tècniques de les escultures en pedra policromada a Catalunya, així com una panoràmica dels principals criteris d'intervenció documentats als arxius dels principals organismes tutelars d'aquests béns culturals.

ABSTRACT

The present study is an approach to the technical characteristics of polychromatic stone sculptures in Catalonia, as well as an overview of the most common intervention criteria, documented in the archives of the main guardian institutions of these particular monuments.

PARAULES CLAU: policromia, pedra, restauració, documents

1. Introducció

El punt de partida d'aquest estudi és el color, entès com aquell acabat policrom aplicat a l'escultura en pedra d'entre finals del segle XIV i principis del segle XVI a Catalunya. A través del seu estudi, es pretén reassignificar-ne l'existència, així com establir els antecedents documentals pel que fa a l'aproximació històrica en matèria de conservació i restauració. Amb aquests objectius, s'ha procedit a fer la revisió crítica de les fonts arxivístiques d'alguns dels principals organismes que tenen per objectiu la tutela de gran part de les peces en qüestió.

Malgrat que el color ja era part indispensable de l'escultura en pedra des de l'antiguitat, fou oblidat i negat en d'altres períodes històrics. La redescoberta d'aquests acabats policroms s'inicià a la segona meitat del segle XVIII amb l'arribada a Europa dels primers testimonis a través de les troballes arqueològiques d'època grega i romana. En aquell moment la imatge establerta del marbre blanc de l'estatuària antiga inicià un procés de canvi, que trigà en ser universalment acceptat en l'àmbit acadèmic.

Fou a la segona meitat del segle XX quan es desenvoluparen gran part de les investigacions relacionades amb aquest camp. A Catalunya, com a d'altres punts d'Europa, l'actual presa de consciència fou propiciada per les campanyes de conservació i restauració, la documentació i els tractaments de les quals han contribuït a enriquir el coneixement i fomentar l'interès per aquests acabats.

Els documents analitzats testimonien l'existència de 167 peces d'escultura en pedra policromada, que constitueixen un nombre representatiu del conjunt general existent a Catalunya, tot i que no la seva totalitat.

Dels autors d'aquestes obres, generalment catalans, sols se'n coneix i/o se'n esmenta el nom o el taller de l'escultor, però res se'n diu del pintor.

Als catàlegs també s'hi identifiquen alguns exemplars d'importació anglesa (*Santa Anna*, MNAC04353) o castellana (*Sepulcre Téllez de Meneses*, MNAC045838), així com alguna peça feta a Catalunya per autors procedents d'Itàlia (*Clau de volta de Sant Bartomeu*, MNAC09883) o de França (*Mare de Déu*, MNAC024092). Precisament de França sembla haver procedit el model gòtic i el gust pel color (Rivas, 2008), testimoniats pels conjunts de les grans portalades gòtiques (Verret *et al.*, 2002).

L'escultura en pedra policroma gòtica a Catalunya respon freqüentment al format d'escultura exempta de mida mitjana i petita, de temàtica religiosa. En són alguns exemples la *Mare de Déu de Bellpuig de les Avel·lanes* (CRBMC11484) i la *Santa Coloma* (MDG0271).

Tipologies menys freqüents, però igualment abundants, són els sepulcres, els relleus funeraris (*Làpida sepulcral de Margarida Cadell*, MNAC4366) o de temàtica religiosa (MDG11775), l'escultura aplicada a l'arquitectura i els retaules (*Retaule de la Mare de Déu i Sant Antoni Abat*, MNAC025071) (figura 1).



Figura 1. Retaule de la Mare de Déu i Sant Antoni Abat. 1378-90. Anònim català. Núm. d'inv. 025071. MNAC.

2. Les fonts documentals i el seu format

Les memòries d'intervenció són l'informe tècnic amb els resultats de les anàlisis, el disseny i l'execució de cada projecte, i constitueixen una font primària de caràcter arxivístic; generalment són elaborades i lliurades per l'equip tècnic a la institució que encarrega el projecte. Aquesta documentació és de consulta oberta una vegada tancat l'expedient i es troba custodiada per l'àrea de documentació, difusió i arxiu fotogràfic dels organismes que, en aquest cas, han estat el Museu Nacional d'Art de Catalunya (MNAC), el Museu d'Art de Girona (MDG), el Museu Episcopal de Vic (MEV) i el Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya (CRBMC).

El procediment que se segueix en el cas de les institucions museogràfiques comença amb la consulta prèvia del catàleg artístic de les col·leccions. Quan aquest no es troba en xarxa¹, la primera consulta es dirigeix directament a les àrees de documentació, les quals faciliten els registres d'aquelles peces identificades al catàleg.

En el cas del CRBMC, compta amb la publicació en paper del registre de totes les peces intervingudes des del 1982².

Com a resultat de la recerca, s'ha pogut observar que de les 46 peces custodiades al MNAC, 32 tenen documentació arxivada referida a intervencions; al MDG s'hi han identificat 27 peces, en 8 de les quals es té constància documental de la intervenció; al MEV s'ha identificat una peça amb documentació de la seva restauració, però arxivada al CRBMC; i al CRBMC hi consten 79 peces restaurades des del 1988 fins al 2017.

Finalment, també es va comptar amb documentació hemerogràfica i bibliogràfica d'aquelles intervencions publicades en butlletins o monogràfics com ara les del *Rescat* (Solé *et al.*, 2014, p. 6-9) i l'*Unicum* (Beltran *et al.*, 2013, p. 57-68).

Totes aquestes fonts fan referència a intervencions en monuments de pedra policromada, la majoria amb intervencions anteriors no documentades i que s'esmenten indirectament en els informes, redactats essencialment durant la dècada de 1990.

La majoria de les memòries són redactades en català i estan signades per professionals titulats en conservació-restauració. En elles s'hi aprecia una evolució i convivència de formats, de suports gràfics i fotogràfics, així com també canvis de criteris, que sovint conviuen.

L'evolució dels principals formats documentals els trobem clarament diferenciats al MNAC, on el testimoni més antic (1988) constitueix una targeta ocre de 10x7 cm amb el segell del museu al revers, manuscrita, amb una sola frase, com seria: «*trabajo realizado encolar brazo derecho y restaurarlo y repasar color*» (MNAC2120) (figura 2).

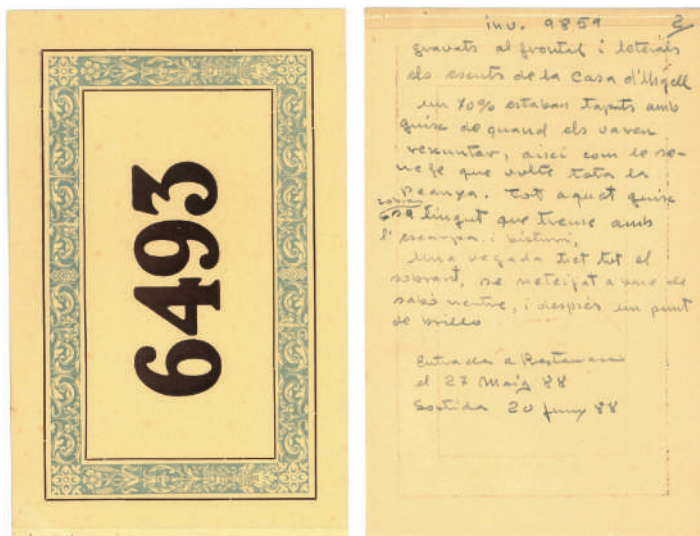


Figura 2. Targeta 6493. Testimoni dels primers registres escrits (1988) d'intervencions al MNAC. MNAC, 2020.

El 1992 s'estandarditza la documentació de les intervencions amb un model (que aquí anomenarem T1) de vuit fulls que inclou camps preestablerts que s'emplenen mitjançant creuetes manuscrites o mecanografiades i un apartat final de text lliure (figura 3). Els registres inclouen una part inicial d'identificació de la peça, un apartat d'examen organolèptic, una proposta d'intervenció, un espai per a les referències fotogràfiques i un espai per a la identificació de l'autor i la data d'intervenció. Contemporàniament a l'ús d'aquesta plantilla, es té constància de l'ús d'una fitxa verda (T2) (figura 4) que portava el segell de l'Ajuntament de Barcelona o el del Museu d'Arqueologia de Catalunya (MNAC04356), i que presenta els mateixos ítems organitzats en un desplegable de tres A4 per ambdues cares, amb camps aptes per a una redacció sintètica, que generalment era manuscrita o mecanografiada (CRBMC2855).

El 1996, alguns registres de la plantilla T1 són substituïts per camps de text lliure, igualment manuscrits i puntualment escrits a màquina (T3). En aquest nou model, s'hi afegeixen uns apartats titulats «Preguntes al químic» i «Preguntes a l'historiador», que, malgrat que sovint no van acompanyats de cap anàlisi de laboratori, testimonien el

DEPARTAMENT D'ESCLUTURA
 Pedres i materials lapidaris

Núm. inventari: MNAC/MAN 9923
 Autor: Atribuit a Pere Moragues
 Títol: Imatge jacent d'un obet, possiblement, armadura de l'època de l'època
 Data: s. XIV
 Tipologia: Coberta de ceràmica
 Mides: W: 0,32 m, H: 0,32 m, D: 0,32 m
 Pes: 0,50 kg
 Signatura/inscripcions: Inscripcions: Inscripcions de l'època de l'època
 Lloc d'origen/procedència: Inscripcions: Inscripcions de l'època de l'època
 Data i concepte d'entrada al museu: Inscripcions: Inscripcions de l'època de l'època
 Finalització del procés de restauració: VII/92
 Restaurador: Inscripcions: Inscripcions de l'època de l'època

MATERIA I TÈCNICA
 Materia
☒ Marbre de color i amb vates
☒ Marbre blanc
☐ Alabastre
☐ Calcària
☐ Arenissa
☐ Terracuita
☐ Guix
☐ Altres:
 Tècnica de volum
☒ Escultura exempta
☐ Alt/baix relleu
 Per eliminació: ☐ Escultura Per addició: ☐ Escultura pla
☐ Gradina ☐ Escultura dentat
☐ Balaarda ☐ Munt
☐ Fumó ☐ Espèrula
☐ Trepant ☐ Altres:
☐ Rampa
☐ Altres:
 Format per diverses parts encaixades
 Terraces/mosaic/revestiment
☐ Altres:
 Preparació
☐ Guix i cola
☐ Calç
☐ Oli
☐ Sense preparació
☐ Altres:
 Policromia
☒ Tèmp
☐ Calç
☐ Oli
☐ Puntu de vidre/emalt
☐ Altres:
 Annexes:
 Anàlisi preliminar:
 Documentació gràfica:

Museu d'Art de Catalunya
 Museu d'Art Modern
 Museu d'Art Contemporani
 Museu d'Art i Disseny
 Museu d'Art i Disseny
 Museu d'Art i Disseny
 Museu d'Art i Disseny

Folch i Torres
 Pere i Moragues
 1992 Barcelona
 Tel. 03-14257733
 Fax 03-14257733
 E-mail: folch@mnac.es

Figura 3. Pàgina 1 de 4 del model de fitxa del 1992 al MNAC (T1). Núm. de registre MNAC09923. MNAC, 2020.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	COLOR SEGONS EL MATERIAL	NÚMERO REGISTRE	MNC 4356	X.P.B. - 87	FOTOGRAFIA ABANS DEL TRACTAMENT	 Ajuntament de Barcelona
		NOM DE L'OBJECTE Yalla policromada				
		MATERIA - TÈCNICA Alabastro.				
		DIMENSIONS 112 x 43 x 21 cms. 204 g				
		AUTOR - ÈPOCA				
		TEMA - DESCRIPCIÓ - TÍTOL Virgen de pie con Niño Jesús.				
		PROCEDÈNCIA - LOCALITZACIÓ - NÚMERO D'INVENTARI MNC 4.356				
		LLURAT PER DATA				
		MNC 2-3-92				
		INICI DEL TRACTAMENT FINAL 2-3-92 12-3-92				
TORNAT A PER DATA						
DOCUMENTACIÓ GRÀFICA O ÀUDIO-VISUAL No		BIBLIOGRAFIA				
NÚMERO DE NEGATIU BLANC-NEGRE						
NÚMERO DE NEGATIU COLOR						
NÚMERO DE NEGATIU D'ALTRES ARXUS						
RESTAURADORS:						
SIGNATURA 						
1 2 3 4 5						
COLOR SEGONS L'ESTAT DE CONSERVACIÓ						

Figura 4. Portada del model de fitxa (T2). Núm. de registre MNAC04356. MNAC, 2020.

dubte i l'interès per aprofundir en l'estudi de la peça, així com la voluntat de treballar des d'una vessant multidisciplinària, com testimonia aquest exemple: «*estudi precís de les diferents policromies de la peça, distingint la original de les repintades. Globalment té un aspecte confós [sic.]*» (MNAC069090). Finalment, també incorpora un nou apartat on s'exposen els resultats del test de neteja química (figura 5).

Els últims anys, el format de la memòria documental (T4) va lligat a l'autor del projecte i, per tant, cada una de les intervencions presenta un format diferent; tot i així, mantenen uns continguts comuns que es repeteixen en diferent ordre i extensió. Aquests documents es mecanografien mitjançant processadors de text digitals, que integren també les imatges. També presenten diferències en el contingut, ja que poden aportar no sols les proves de neteja, sinó també les d'altres procedi-

MNAC

7

6. DIAGNÒSTIC (l'observador, molt sintèticament, el principal problema de la matèria i de la polsera).

Matèria:

Polsera:

Redacciu les preguntes a fer a l'historiador, al químic, al bibliòleg, a fi de permetre millorar el diagnòstic de la peça:

7. PROPOSTA D'INTERVENCIÓ (De forma clara i concisa, si es prefereix, en forma de guàrd)

Visió-pla:

Visió lateral:

Conforma:

Direcció tècnica:

RESULTATS DEL TEST DE NETEJA

MESES	POSITIU	NEGATIU
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		

Figura 5. Pàgina 7 de 8 del model de fitxa T3 del 1996, corresponent al núm. de registre MNAC09923. MNAC, 2020.

ments, com per exemple la consolidació. Finalment, inclouen, a més, un apartat nou referent al codi deontològic, als criteris i a la normativa legal aplicable.

En referència a la documentació fotogràfica, és evident que amb l'aparició de la fotografia digital el nombre de testimonis fotogràfics de les obres, així com dels tractaments, s'incrementa considerablement. Els informes del 1988 del MNAC presenten dos positius fotogràfics en blanc i negre (MNAC09859) de l'estat general de la peça, extrets dels clixés, els números dels quals s'associen a cada un dels expedients. Posteriorment,

s'observa que cap al 1992 les fitxes recullen les referències dels clixés associats, i a l'expedient s'hi adjunten fotografies revelades en paper AGFA o Fujicolor en diferents formats, ja en color. Aquestes fotografies mostren el fons sense tractar i no fan ús de fons neutres o croms d'estudi, així com tampoc presenten referències dimensionals o colorimètriques. Les imatges representen generalment o bé l'estat inicial de les peces o bé el final, però rarament ambdós. En algunes ocasions s'acompanyen també d'imatges dels processos, cosa que serà més freqüent amb la documentació fotogràfica digital.

També es té constància de diferents tipus de cartografies per a la representació de les alteracions, els tractaments específics o la presa de mostres, principalment. El format més difós es basa en una fotocòpia en blanc i negre a la qual es superposa un full transparent d'acetat en el que s'hi tracen a mà, amb tintes permanents, les trames de la cartografia (MNAC045838 i 034879) (figura 6). El segon tipus es basa en una fotocòpia sobre la qual es marquen directament les trames (MNAC064124). Finalment, des del 2005 es té constància de cartografies fetes amb programes digitals (p. ex., Illustrator o Photoscan) que representen la base del dibuix en 2D o 3D de la peça mitjançant el calc fotogràfic digital, amb làser o amb fotogrametria (CRBMC8549, 2010).

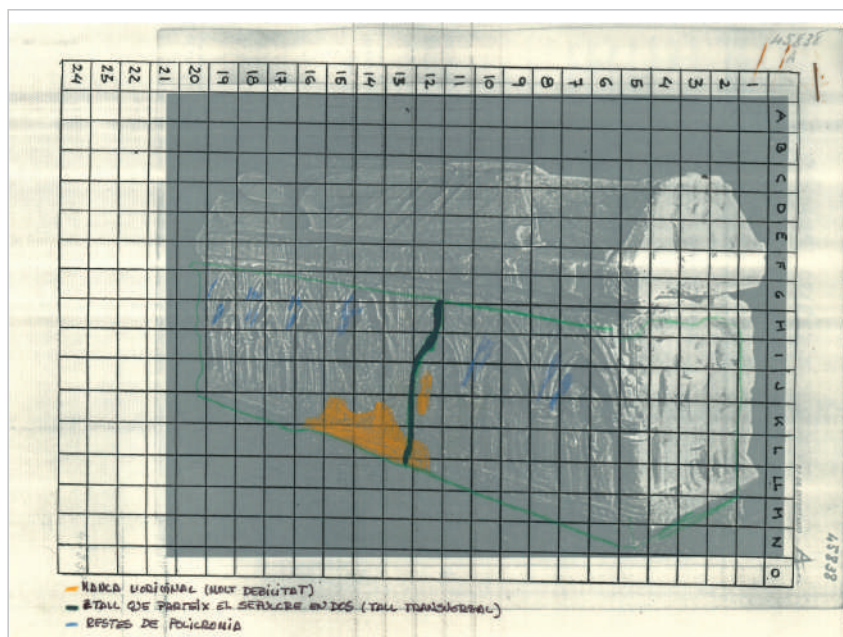


Figura 6. Cartografia del 1992 d'alteracions i conservació de restes de policromia. Núm. de registre MNAC45838. MNAC, 2020.

3. El contingut de les fonts documentals

La revisió d'aquestes fonts i la seva importància com a tal rau en l'accés a l'estudi directe dels criteris d'intervenció i les metodologies; a més, ofereix l'oportunitat de comparar els materials constitutius dels propis monuments.

La documentació relativa als estudis previs és la que testimonia el procés de recerca de les dades que defineixen les línies d'actuació. Els expedients analitzats sovint reflecteixen que són fruit de la documentació per la necessitat d'intervenir, i no la intervenció per necessitat documentada. Així, els estudis previs del 90 % de les intervencions anteriors a l'any 2003 es basen en la fitxa històrica i l'examen organolèptic.

Del 1996 daten els dos únics expedients anteriors a l'any 2004 en què es fa un estudi no invasiu, mitjançant la fluorescència induïda per radiació UV (MNAC24085 i 24086), així com també una radiografia per tal d'identificar la possible existència d'una ànima metàl·lica (MNAC09859).

De la dècada de 1990, han estat identificats vuit expedients en què es van fer anàlisis mitjançant tècniques instrumentals a partir de mostres per caracteritzar els materials constitutius (CRBMC5807). Aquestes anàlisis es troben presents en gairebé totes les memòries d'intervenció a partir del 2004 i sovint són sol·licitades pels organismes tutelars. Cal dir, però, que no sempre els resultats de les anàlisis van acompanyats d'una interpretació reflectida en les propostes d'intervenció.

Entre els materials emprats s'han identificat les terres naturals, el blanc de plom (MNAC024086), la laca d'Índia (CRBMC11484) i l'atzurita (MNAC024085); pigments aplicats al tremp (segons l'examen organolèptic) sobre una preparació generalment de guix i calcita.

De la localització de les peces descrita als arxius, se'n deriva l'observació que l'escultura en pedra policromada es trobava tant a l'interior

com a l'exterior. Aquest fet fa suposar que la policromia no responia (o no exclusivament) a una funció protectora, així com tampoc a la voluntat d'ocultar un material de menor qualitat, atès que els suports més comuns són les calcàries locals, els marbres i els alabastres. Sobre aquesta qüestió, J. Rivas estableix que la presència de la policromia era fruit de la conseqüència lògica de diferents criteris estètico-funcionals (entre ells, la protecció del suport), però també deriva del concepte de bellesa dins l'estètica de la llum medieval (Tatarkiewicz, 2002), així com de l'ordenació de la lectura i l'ornamentació (Rivas, 2002).

En referència a la documentació dels factors d'alteració que han influït en les peces intervingudes, cal observar que generalment se'n parla de forma indirecta (MNAC09923).

En el cas dels antròpics, és a partir del segle xv quan s'inicia un procés d'abandonament de la policromia que s'estengué a l'Europa occidental al llarg del segle xvi, fins a l'arribada del renaixement, moment en què s'elimina del tot el color de la pedra. D'aquesta manera, l'acció continuada dels diferents factors d'alteració, unida al progressiu abandonament de la tasca de renovació de les policromies afectades, juntament amb actes vandàlics (CRBMC12143) i les intervencions de manteniment polèmiques («neteja excessiva i degradació cromàtica», MNAC04356), són algunes de les principals causes de la pèrdua i l'oblit del color sobre l'escultura pètria.

Les alteracions es troben documentades en el 70 % dels informes del període 1992-1997, generalment fent ús de terminologia tècnica. Sovint no s'estableix una plena correspondència entre les alteracions descrites i les intervencions proposades o dutes a terme, de manera que algunes romanen injustificades en la documentació.

Les principals alteracions han estat produïdes per la pèrdua de les policromies en si i la descohesió i/o desadhesió d'aquestes del suport. En molts casos, l'aplicació de repintats i pàtines pot haver propiciat la conservació de les policromies que romanien a sota.

Els primers documents dels quals disposem d'informació referida a les intervencions daten del 1988 (CRBMC2604 o MNAC04366); tot i així, de la lectura dels exàmens organolèptics des del 1988 al 2017, així com també de la interpretació en alguns casos d'aquelles intervencions dedicades a l'eliminació de repints i/o reconstruccions/remuntats, se n'extreu el coneixement de les intervencions no documentades de les peces inventariades.

3.1. Intervencions no documentades

En les intervencions no documentades, el tractament de les llacunes en la capa pictòrica mitjançant la reintegració cromàtica amb criteri il·lusionista és el més comú (MNAC045846 O CRBMC5808) i el que més sovint ha derivat en intervencions posteriors de neteja. Un cas excepcional del 1996 és la restauració del relleu del *Miracle del mont Saint-Michel* (MNAC045845), la policromia original del qual es considerava estable, així com el repintat, i es decidí no reintervenir.

Finalment, és indispensable parlar sobre l'aplicació de pàtines artificials que cobreixen no només les policromies, sinó tot el monument, i que es troben àmpliament difoses. Malgrat que es desconeix en quin moment es van aplicar, algunes han estat identificades com una aplicació d'oli de lli o cera per saturar els colors (MNAC064124, 5808 o 017342), mentre que d'altres pàtines aportaven aparença d'escultura en fusta mitjançant l'aplicació de betum de Judea (MNAC 069090). El més comú en molts casos és l'aplicació d'una pàtina inorgànica amb el color original de la pedra, que homogeneïtza la superfície i dignifica el monument (MNAC09883 o CRBMC7272).

3.2. Intervencions documentades

Analitzant les intervencions documentades des del 1988, s'ha observat que els tractaments més comuns en policromia sobre pedra

a Catalunya han estat la consolidació i/o fixació, la neteja i la re-integració.

La primera observació que s'ha pogut fer fa referència a la indiferenciació entre els termes «fixació» i «consolidació»; dels dos, el segon és el més difós.

La primera fixació documentada fa referència a la intervenció de la *Mare de Déu del Patrocini* (CRBMC12374), la qual fou tractada amb resina de copal. Es té constància de l'ús, el 1964, d'un copolímer en la consolidació de la portalada de Ripoll; i el 1988 es feu ús d'acetat de polivinil per al tractament de la *Mare de Déu de la Jonquera* (CRBMC 2604). Cap al 1992 els tractaments es fan majoritàriament amb OH Wacker o Paraloid B-72® al 10 % en xilè o al 20 % en toluè. Entre el 1996 i el 1998, la major part dels tractaments de les policromies es feia aplicant una o dues capes de Paraloid B-72® 3-5 % en xilè o toluè. De forma minoritària es duia a terme una fixació prèvia amb Primal AC33 al 15 % i posteriorment l'envernissat amb Paraloid B-72® al 3 %.

Entre el 1999 i el 2005, s'empra Primal AC 33® com a fixatiu de la policromia i posteriorment s'aplica una capa de protecció final de Paraloid-B72® al 3 % en toluè o bé només la resina acrílica.

L'any 2000 (CRBMC7272) s'identifica un cas en el qual es dona un acabat a les policromies i al suport amb un capa de protecció de cera. Des del 2005, a Catalunya el material més emprat per fixar les policromies es el Paraloid B-72® al 5-10 % en acetona.

El primer tractament documentat de neteja es du a terme el 1988 mitjançant l'ús de decapant i White Spirit (CRBMC2606). En la dècada de 1990, les metodologies més habituals de neteja de les policromies són la neteja mecànica, seguida d'una primera neteja amb aigua destil·lada polvoritzada o per microaspersió a 2 atm. Els anys 1996-1997 es fan tractaments amb apòsits de pasta de fusta aplicada interposant paper Japó (4-5 h) (MNAC15792 o 9797). Finalment, s'han docu-

mentat nombroses neteges mitjançant dimetil formamida per eliminar vernissos i netejar daurats (MNAC 04356 i CRBMC 2855).

Les intervencions documentades des del 2016 presenten com a metodologies alternatives la neteja làser (*Portalada de Ripoll*, CRBMC3550), la micro sorrejadora *pencil blaster*, el test d'aquosos (*Retaule de Santa Maria de Ripoll* CRBMC8549) i els solvents surfactants gelificats (CRBMC13125).

Les reintegracions, sempre amb criteri il·lusionista, normalment es fan amb aquarel·la sobre un estuc de cola pigmentat en massa o no.

Finalment, s'ha pogut dur a terme una comparació en el camp de la conservació preventiva, que ha permès observar l'augment de l'interès per les actuacions en l'entorn dels monuments. La majoria dels expedients inclouen uns paràmetres ambientals recomanables que varien lleugerament en els anys: entre el 1991 i el 2013, els arxius proposen una HR que varia del 30-40 % al 50-60 %; la temperatura recomanada roman prop dels 18-21 °C i l'exposició recomanada des del 1996 roman fixa a 180 lux i a menys de 75 μ W/lm (UV).

És a partir del 2010 que trobem documentades recomanacions específiques, també relacionades amb l'accés a les peces, l'embalatge, la manipulació, l'emmagatzematge i el transport (MNAC045846).

Tot plegat testimonia el canvi i l'adaptació dels criteris a la peça i al context on es troba, al restaurador i al moment de la seva intervenció (Vicente, 2012), així com la creixent preocupació en matèria de prevenció.

4. Conclusions

La variabilitat i la diversitat de criteris, així com la forma de documentar-los, ha quedat palesa en els 112 expedients consultats. Cadascuna

de les intervencions ha estat fruit dels criteris i condicionaments de l'època, no només pel que fa als materials disponibles, sinó també en relació amb determinades prestacions científico-tècniques que avaluen el resultat dels materials emprats en les intervencions. D'altra banda, ha permès discernir un extraordinari i variat inventari de peces que testimonien el color sobre pedra a l'època medieval a Catalunya i el creixent interès en aprofundir-ne l'estudi des de l'òptica multidisciplinària.

Agraïments

Al personal de les àrees de documentació del MNAC, del CRBMC, del MDG i del MDV. Als restauradors que, com Ona Curto Graupera, Aleix Barberà Giné, Manuel Jardón Cabezas, Marina Granero Cortés o Montserrat Lasunción Ascanio, han posat a la nostra disposició les seves memòries d'intervenció.

Bibliografia

BELTRAN BAREA, Meritxell; PLAYÀ POUS, Elisabet; ARTIGAU MIRALLES, Montserrat. «Estudi de les pàtines ocre-vermelles del retaule d'alabastre de l'altar major del monestir de Santa Maria de Poblet (Tarragona)». *Unicum* (Barcelona: Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya), 12 (2013), p. 57-68. També disponible en línia a: <<https://www.raco.cat/index.php/UNICUM/article/view/282075>> [Consulta: 6 maig 2020].

RIVAS LÓPEZ, Jorge. *Policromía sobre piedra en el contexto de la Europa medieval: aspectos históricos y tecnológicos* [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2008.

SOLÉ, Ramon [et al.]. «Identificació i anàlisi compositiva de la laca vermella utilitzada en la decoració pictòrica dels sepulcres dels comtes

d'Urgell i en la Mare de Déu de Bellpuig de les Avellanes». *Rescat* (Barcelona: Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya), 25 (tardor 2014), p. 6-9.

TATARKIEWICZ, Wladyslaw. *Historia de la estética II. La estética medieval*. Madrid: Editorial Akal, 2002.

VERRET, Denis; STEYAERT, Delphine. *La couleur et la pierre: polychromie des portails gothiques. Actes du Colloque Amiens, 12-14 octobre 2000*. París: Éditions A. et J. Picard, 2002.

VICENTE RABANAQUE, Teresa. *Del restaurador de obras de arte al conservador-restaurador de bienes culturales. La consolidación disciplinar y profesional de la restauración en España (siglos XX-XXI)*. València: Universitat Politècnica de València, 2013.

Notes

1. Museu Nacional d'Art de Catalunya. «Catàleg» [en línia]. <<https://www.museunacional.cat/ca/catalog>> [Consulta: 16 desembre 2019].

2. Parlem dels llibres editats pel Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya i coordinats per el CRBMC, a Barcelona, titulats *Memòria d'activitats del Centre de Conservació i Restauració de Béns Culturals Mobles de la Generalitat de Catalunya*, dels anys 1982-1988, 1989-1996, 1997-2002, 2003-2010.

La documentación como método para una gestión eficaz del patrimonio en Gordailua, Centro de Colecciones Patrimoniales de Gipuzkoa

IRENE CÁRDABA

Conservadora-restauradora de Gordailua, Diputación Foral de Gipuzkoa

icardaba@gipuzkoa.eus

MAITE BARRIO

Conservadora-restauradora independiente, asesoría en gestión y conservación de Gordailua

mbarrio@albayalde.org

NEKANE GOENAGA

Técnica de museos, Gordailua

ngoenaga@gipuzkoa.eus

AGURTZANE JUANENA

Documentalista, Gordailua

ajuanena@gipuzkoa.eus

XABIER KEREXETA

Etnógrafo, Gordailua

xkerexeta@gipuzkoa.eus

CARLOS OLAETXEA

Arqueólogo, jefe de servicio de Gordailua y Museos

colaetxea@gipuzkoa.eus

SILVIA RODRÍGUEZ
Documentalista, Gordailua
silviarodriguez@gipuzkoa.eus

SONIA SAN JOSE
Arqueóloga, Gordailua
ssanjose@gipuzkoa.eus

GIORGIO STUDER
Conservador-restaurador independiente, colaborador de Gordailua
ondare2@gipuzkoa.eus

RESUMEN

Gordailua es el Centro de Colecciones Patrimoniales de la Diputación Foral de Gipuzkoa. Tiene como objetivos conservar, proteger y poner en valor el patrimonio cultural mueble del territorio. Se trata de un centro que custodia fondos de distinta titularidad, pertenecientes a entidades públicas y privadas, y constituye una colección unificada y de gestión compartida. La salvaguarda de una colección tan compleja requiere un método de documentación exhaustivo que garantice la correcta gestión y trazabilidad de los objetos. Documentar cada proceso asegura un correcto funcionamiento del centro y el cumplimiento de los procedimientos establecidos.

ABSTRACT

Gordailua is the Center for Heritage Collections of the Provincial Council of Gipuzkoa. Its goals are to conserve, protect and value the movable cultural heritage of the territory. It is a center which holds

collections of different ownership, belonging to public and private entities, and it constitutes a unified collection with shared management. The safeguarding of such a complex collection requires a comprehensive documentation method that guarantees the correct management and traceability of the pieces. Documenting each process of heritage objects ensures proper operation of the center and compliance with established procedures.

PALABRAS CLAVE: colección, patrimonio cultural mueble, trazabilidad, documentación, depósito

1. Introducción

Gordailua es el centro de colecciones patrimoniales de la Diputación Foral de Gipuzkoa. En él se custodian los fondos patrimoniales de esta entidad, así como de diversas instituciones públicas y privadas. El objetivo del centro es salvaguardar el patrimonio cultural mueble de Gipuzkoa, y darlo a conocer mediante su estudio y divulgación (Barrio Olano y Berasain Salvarredi, 2018).

Las colecciones están conformadas por más de 65.000 bienes culturales etnográficos y artísticos, así como por unas 11.000 cajas con material arqueológico y paleontológico procedentes de más de 1.100 yacimientos¹. Debido a la gran variedad de tipologías y materiales constituyentes de los objetos albergados, las necesidades de acondicionamiento, conservación y almacenamiento son diversas y en ocasiones complejas.

El edificio que alberga las colecciones, de nueva planta, se construyó en 2011 y se diseñó expresamente para la conservación, el estudio y la custodia de los bienes, con espacios dedicados a registro, tratamientos diversos (anoxia, estanque para materiales saturados en agua, talleres de conservación-restauración), sala de consulta, biblioteca, sala de

conferencias, espacios polivalentes y, lo más destacado, almacenes adaptados a los requerimientos de conservación de los distintos tipos de bienes (figura 1). Consta de 9.000 m², de los cuales 5.942 están destinados a depósitos, divididos en ocho espacios distribuidos en tres plantas y con ambientes climáticos controlados, con condiciones específicas según la naturaleza de las colecciones². En ellos se organizan los objetos siguiendo criterios de conservación y optimización del espacio, sin tener en cuenta las diversas titularidades de los bienes (Barrio Olano y Berasain Salvarredi, 2009)³.

Gordailua, además de ser un depósito, es un centro de recursos que ofrece servicios a los museos del territorio y a otras instituciones. Al mismo tiempo, se apoya en ellos para difundir su patrimonio mediante la realización de exposiciones y otras actividades relacionadas (Servicio de Patrimonio, Archivos y Museos, 2012; Vives, 2012).



Figura 1. Interior de los depósitos de la segunda planta de Gordailua. Óscar Moreno.

La salvaguarda de una colección tan compleja, de características tan diversas, con un extenso número de piezas y de titularidades diferentes, requiere un método de documentación exhaustivo que garantice una gestión correcta de los objetos, tanto dentro como fuera del centro (Ambouruè Avaro, 2010). Los bienes culturales, anteriormente dispersos en diversos almacenes, sin control de condiciones de conservación, sin formatos unificados de registro, con extravío de información y dificultad de gestión, etc., están ahora reagrupados en un solo centro, donde se documenta cada paso y cada proceso, lo que asegura un correcto funcionamiento y el cumplimiento de los procedimientos establecidos. Así, en Gordailua se trabaja siguiendo una metodología precisa, haciendo uso de las nuevas tecnologías y con unos procedimientos/protocolos estrictos, que desarrollamos en los siguientes apartados⁴.

2. Metodología

A la hora de llevar a cabo la presentación, en primer lugar, se han reunido los procedimientos relacionados con los objetos. A continuación, se ha recopilado la información relativa a su trazabilidad: operaciones de entrada, salida y movimientos internos, así como los correspondientes tipos de documentos generados en cada acción (formularios, informes, registros, etc.) Además, se ha relacionado todo ello con los espacios físicos donde se desarrolla cada operación y las herramientas digitales y analógicas empleadas para la recopilación de datos. A partir de todo ello, se ha formulado un esquema explicativo que plasma gráficamente la documentación generada en cada operación, lo que permite ver cómo se generan los expedientes de la vida material de las obras, muchas veces exhaustivos, que registran movimientos, intervenciones y estudios.

Para una exposición más clara de los movimientos posibles de los objetos de las colecciones de Gordailua, estos se han dividido en dos grandes grupos: por un lado, aquellos en relación al exterior (entradas

y salidas) y, por otro lado, las acciones registradas dentro del edificio. Los espacios del centro implicados en el primer grupo son los dos muelles de carga, mientras que los relativos al segundo grupo son más numerosos y cumplen una funcionalidad diferente: sala de tránsito, estanque, cuarentena, anoxia, sala de registro, estudio de fotografía, talleres de restauración y almacenes. La figura 2 muestra los diferentes recorridos que puede llevar a cabo una pieza dentro de Gordailua en función de su naturaleza, sus características físicas y su estado de conservación.

Cada espacio del centro, cada mueble de los depósitos y cada parte de cada mueble están codificados mediante una combinación de letras y números que permite registrar la ubicación exacta de cada pieza en el centro. Igualmente, cada objeto tiene asignado un número de registro que funciona como código de identificación para el etiquetado (Centro de Documentación de Bienes Patrimoniales, 2018). Un código QR impreso en la etiqueta permite vincular el objeto a su localización de forma inmediata (Barrio Olano y Berasain Salvarredi, 2018).

Por otra parte, se emplean formularios estándar⁵ creados expreso para documentar los procesos relacionados con los objetos: formularios para entradas y salidas, informes de valoración, informes de estado de



Figura 2. Esquema de movimiento de los objetos dentro de Gordailua según sus condiciones o necesidades de tratamiento. Gordailua, 2020.

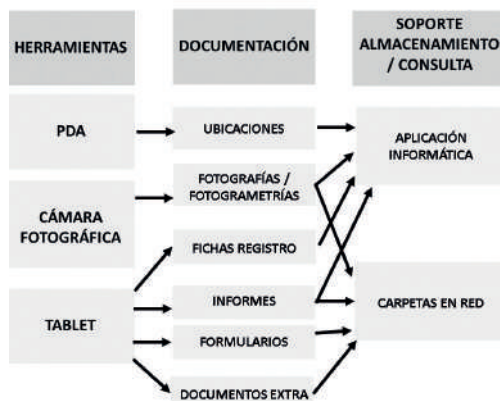


Figura 3. Esquema de relación entre las herramientas empleadas para el registro de datos, la documentación generada y el soporte de almacenamiento de la información. Gordailua, 2020.

conservación, informes de itinerancia, tratamientos y propuestas de intervención. Las valoraciones de los estados de conservación se realizan mediante criterios normalizados, con lo que se consigue un trabajo sistematizado, ágil y eficaz.

Las herramientas empleadas para el registro de datos son básicamente las PDA (*Personal Digital Assistant*) para la lectura de etiquetas QR y ubicación, cámaras foto-

gráficas, tabletas y otros sistemas portátiles. Los soportes de almacenamiento y gestión de la información son, por una parte, la aplicación web⁶ para la gestión de la base de datos y registro de los objetos y, por otra, un sistema de información digital compartido en red donde se recopila toda la documentación generada, que configura un extenso repositorio conformado por el expediente de cada objeto (figura 3).

3. Procedimientos / procesos

Una de las cuestiones más importantes a la hora de gestionar una colección patrimonial es procurar un registro integral de la trazabilidad de los objetos, que reúna la información sobre su historia material (ubicaciones anteriores, condiciones climáticas en origen, intervenciones precedentes, cambios de titular, etc.) tanto dentro como fuera del centro. En el esquema presentado se observan los principales movimientos que pueden realizar dichos objetos, así como la corres-

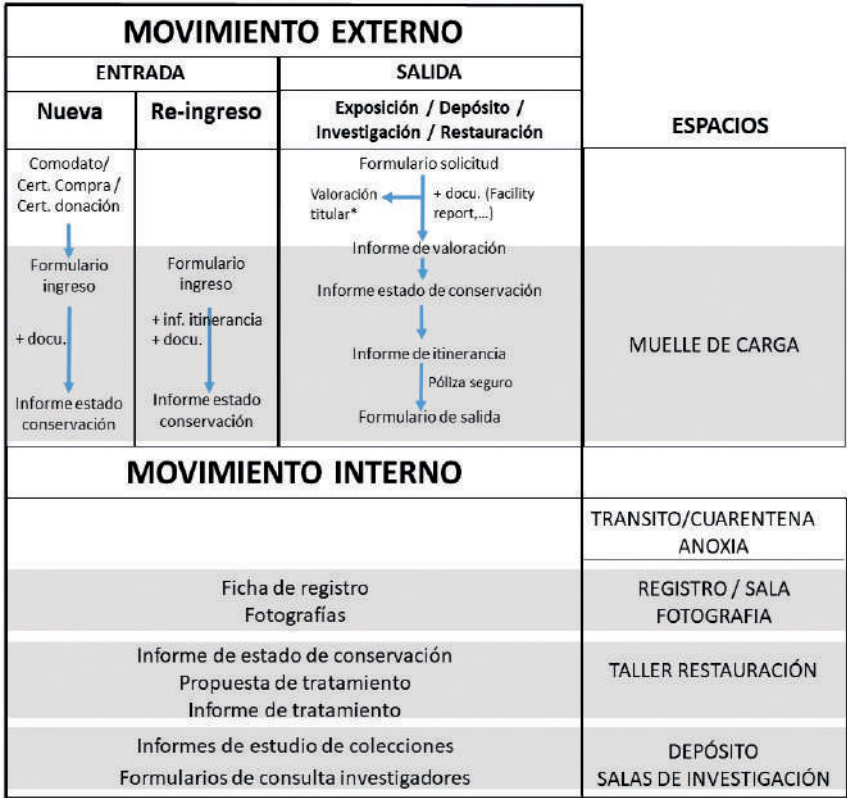


Figura 4. Esquema de los procedimientos generales relacionados con los movimientos de las piezas dentro y fuera de Gordailua. Gordailua, 2020.

pondiente documentación generada (figura 4), si bien se obvia por motivos de claridad cierta documentación administrativa originada paralelamente en cada proceso (resoluciones forales, etc.)

Enmarcar todas las acciones que se llevan a cabo sobre los objetos almacenados es una tarea compleja, dada la confluencia de diferentes normativas por las que se rigen las colecciones de titularidad diversa.

Los procesos descritos a continuación son de carácter general, y tienen que ver con los movimientos de las colecciones de la Diputación y las de titularidad privada gestionadas por el personal del centro. Otros fondos se rigen por protocolos más específicos, como es el caso del de arqueología y el de paleontología, regulados por el Gobierno Vasco; otros, como el del Museo San Telmo, disponen de un convenio especial por el que la responsabilidad de la gestión de sus piezas queda a cargo del propio museo. En ambos casos deben cumplir los procedimientos comunes instaurados en el centro, además de los suyos propios.

3.1. Operaciones con respecto al exterior de Gordailua

La documentación generada en los movimientos de entrada y salida de objetos sirve tanto para registrar los movimientos, como para controlar el estado de conservación y ubicación de las piezas, lo que asegura su correcta manipulación.

3.1.1. Entradas

Se diferencian dos tipos de ingreso: «nuevo ingreso» y «re-ingreso». Existen tres formas de nuevo ingreso:

- a.* Donaciones
- b.* Compras
- c.* Mediante comodato, es decir, depósito de colecciones en el centro por parte de una entidad (o particular) exterior, cuya titularidad permanece inalterable. Si bien hay una parte común en todos los comodatos, las condiciones pueden tener ciertas variaciones que se consensúan entre las partes: titular(es) de las obras y Diputación Foral de Gipuzkoa.

Estas tres modalidades van acompañadas de sus respectivos documentos: certificado de compra, certificado de donación o comodato con cláusulas

particulares. La documentación generada durante el proceso de negociación también se registra como parte del expediente de las obras.

Formulario de ingreso

Siempre que un objeto ingresa en Gordailua, exceptuando los casos de material arqueológico, se registra en la aplicación web, desde la que se genera un certificado de ingreso que recoge los datos básicos de la entrega.

Informe de estado de conservación

En el momento de la recepción, el equipo de conservación del centro revisa el estado de conservación de los objetos. El informe se realiza siguiendo una plantilla diseñada por el propio personal y mecanizada, para una mayor facilidad en su elaboración. La descripción del estado de conservación se hace en forma de tabla para evitar reseñas demasiado largas y enumeraciones reiterativas que dificultan posteriormente el procesamiento de los datos. La tabla es común a los diferentes objetos, siempre con la intención de facilitar su manipulación, y comprende cuatro apartados que se han juzgado esenciales: soporte, superficie, capa de protección y elementos añadidos. Cada apartado recoge una lista de afecciones comunes a distintos materiales, lo que permite identificarlas en cada caso de forma ágil y detallada, y se completan con imágenes fotográficas. Un apartado de resumen (figura 5), compuesto por seis enunciados, completa el informe: estado general de la pieza, vulnerabilidad, estabilidad, necesidad de limpieza superficial, acción necesaria de intervención, prioridad de intervención. Cuatro de ellos se responden numéricamente de forma que, posteriormente, es posible agrupar los objetos en función de sus necesidades y establecer planes de trabajo según su baremo. Cada cifra tiene su descripción detallada en una tabla auxiliar incorporada al informe, lo que asegura un criterio común en las respuestas, independientemente de quien realice la inspección.

INTERVENCIONES INCORRECTAS / INTERBENTZIO OKERRAK

ESTADO GENERAL / EGOERA OROKORRA

1	2	3	4
---	---	---	---

VULNERABILIDAD / BULNERAGARRITASUNA

1	2	3	4
---	---	---	---

ESTABILIDAD / EGONKORTASUNA

1	2	3	4
---	---	---	---

LIMPIEZA SUPERFICIAL / GAINAZALEKO GARBIKETA

BAI	EZ
-----	----

ACCIÓN NECESARIA / BEHARREZKO EKINTZA

PREBENT. /PREVENT.	SENDAG. /CURATI.	ERRESTA. /RESTAU.
-----------------------	---------------------	----------------------

PRIORIDAD / PRIORITATEA

1	2	3	4
---	---	---	---

Figura 5. Ejemplo de un informe de estado de conservación de una pieza registrada en Gordailua. Gordailua, 2020.

El informe se compila utilizando un *software* sencillo que permite incorporar fotografías y editarlas de forma rápida desde una tableta u ordenador portátil. El documento se guarda en la carpeta correspondiente a la pieza con su número de inventario, y se carga en la aplicación.

3.1.2. Salidas

La salida de un objeto del centro puede producirse por diversos motivos, descritos en la figura 4: exposición, restauración, investigación, préstamo en depósito, etc. Independientemente del vínculo de la persona/entidad solicitante con respecto a la colección, es necesario remitir a Gordailua el formulario de solicitud facilitado por el centro, a través de la página web o de forma electrónica.

Formulario de solicitud

Mediante este documento, la persona o entidad solicitante indica el motivo y el plazo de la solicitud, los datos de la entidad y/o persona

de contacto, el listado de las piezas solicitadas y los datos relativos al destino. Para esto último pueden adjuntar un *facility report* o responder al anexo del formulario, que solicita ciertos datos técnicos de las instalaciones, información sobre el proyecto en el que se enmarcan las piezas solicitadas, etc. En función de las condiciones, el personal técnico de Gordailua prepara la monitorización del espacio correspondiente mediante el instrumental adecuado. Esta asistencia se lleva a cabo con el fin de cumplir convenientemente con la vocación de Gordailua de dar servicio a los museos y centros del territorio, teniendo en cuenta que, en algunas ocasiones, las actividades se desarrollan en centros modestos que no poseen equipos de conservación.

En los anexos II, III y IV del formulario de solicitud se detallan las condiciones mínimas que el centro de destino debe cumplir y las necesidades relativas al traslado, a las que la persona o entidad solicitante debe comprometerse para que el préstamo sea autorizado.

Informe de valoración

El personal técnico de Gordailua evalúa la información aportada y redacta el informe de valoración en un modelo formalizado que recoge los datos básicos de la solicitud, el listado de las piezas con sus correspondientes valoraciones económicas para el seguro y la resolución sobre si son prestables o no. También se anexa una tabla con los requerimientos específicos de las piezas.

En el caso de tratarse de un objeto de titularidad privada, se remite la solicitud al titular, quien debe dar su conformidad para autorizar la salida, si bien la filosofía del centro impulsa la exposición y préstamo de los objetos siempre que se cumplan las condiciones de conservación⁷.

Para formalizar el traslado, se remite el informe y se acuerdan las condiciones de la recogida con la entidad solicitante y, en su caso, con la empresa responsable del transporte.

Informe de itinerancia

En el momento de la salida se inicia el informe de itinerancia de las piezas. Este documento está diseñado para completarlo también de forma ágil y concisa, de modo que se recojan los datos imprescindibles para documentar las condiciones en las que se produce el movimiento del mismo, el estado del objeto y las condiciones de acondicionamiento y transporte. Para ello, se emplea el mismo *software* que en los otros informes (figura 6).



Figura 6. Recepción de piezas, registro de estado de conservación. Gordailua, 2020.

Formulario de salida

La aplicación informática emite el formulario de salida. En dicho documento se recogen los datos de la entidad solicitante y responsable de la recogida, así como las fechas y el listado de los objetos que se trasladan. Los objetos no deben salir del edificio sin previa constancia de que se ha formalizado una póliza de seguro.

3.2. Operaciones dentro de Gordailua

Desde el momento en el que una pieza entra en el centro, esta se identifica con su número de inventario (si no lo tiene, se le asigna du-

rante el registro) y la etiqueta QR correspondiente, para seguidamente localizarla en su ubicación. Cada movimiento o cambio de ubicación debe registrarse utilizando la PDA, de manera que quede guardado en la aplicación informática. Así se va creando un historial de registros de antiguas ubicaciones de cada pieza que puede consultarse en cualquier momento mediante la aplicación.

Además de los movimientos comunes como pueden ser los cambios de ubicación por reacondicionamiento, por ejemplo, existen otros traslados puntuales que conllevan la generación de nueva información en torno a la obra:

Anoxia

Tal y como podemos ver en el esquema representado en la figura 1, en caso de que el objeto ingresado sea de naturaleza orgánica o sea susceptible de estar contaminado por agentes biológicos, este debe almacenarse en la sala de cuarentena para posteriormente recibir el tratamiento de anoxia.

Sala de registro y fotografía

Las fichas de registro de los objetos se revisan y completan de forma periódica mediante campañas anuales.

Taller de restauración

Todas las intervenciones realizadas sobre los objetos se registran en la aplicación informática. Para redactar los informes de intervención se emplea un documento tipo, siguiendo un esquema similar al de los informes de conservación e itinerancia, que busca la simplificación sin que se pierda información y manteniendo los datos necesarios.

Con una correcta gestión de toda esta documentación se consigue un esquema de trazabilidad íntegro de cada pieza.

4. Conclusiones

La información recogida en este artículo ofrece una visión general, obviando las particularidades de casos que complican aún más la gestión de un almacén de estas características. La cantidad de datos existentes y su repercusión en los procedimientos de conservación evidencia la importancia de tener un sistema de registro eficaz de los procesos.

Para ahondar en la eficacia de registrar cada movimiento, es necesario comprender que el desconocimiento de la historia material de un objeto implica un riesgo añadido para el resto de la colección. Este riesgo se agrava en un centro de las dimensiones de Gordailua, donde, por ejemplo, el mínimo brote de una plaga biológica acarrea un grave peligro por su capacidad de propagación. Cuanto mayor es el volumen de la colección, más complicado es detectar el origen de una contaminación. Con una trazabilidad documentada correctamente, se puede llegar a establecer la zona o determinar la pieza de inicio.

Es importante hacer hincapié en el empleo de la base de datos como herramienta de gestión de la colección, y no únicamente de documentación. En el curso de estos años hemos podido comprobar que resulta conveniente y provechoso extraer de los informes los datos necesarios para gestionar las búsquedas e introducirlos como campos de la aplicación. En este sentido, la recogida numérica de los datos de los informes de conservación es una aportación importante, ya que nos permite gestionar las búsquedas en la colección a partir de criterios baremados sencillos que facilitan la realización de los planes de trabajo. En la actualidad se mantienen dos sistemas de almacenaje de la información: las carpetas en red para archivar los

documentos de todo el proceso de forma exhaustiva y segura, y la aplicación informática para almacenar dicha información de forma más concisa, lo que permite una verdadera gestión de la colección y un control eficaz.

Por otro lado, la ubicación de los objetos por medio de las PDA facilita su localización automática inmediata y segura tanto dentro como fuera del depósito. Su uso, sencillo y rápido, minimiza los errores humanos en la transcripción de códigos y evita extravíos inevitables entre miles de objetos.

Por último, cabe insistir en que el registro de toda la documentación enriquece esta base de datos que permite no solo proteger, sino también investigar y divulgar las colecciones. En definitiva, llevar a cabo una gestión integral del patrimonio almacenado.

Documentar adecuadamente la trazabilidad de las piezas es indispensable para garantizar su seguridad y la correcta conservación no solo de sí mismas, sino también respecto al resto de piezas almacenadas en el centro.

Bibliografía

AMBOURUÈ AVARO, Anne. *La documentation des collections de musées : Pourquoi? Comment? Guide pratique* [en línea]. Unesco, ICCROM y EPA, 2010. <<http://epa-prema.net/index.php/fr/ressources/documents/30-ressources/guide-pratique/143-la-documentation-des-collections-de-musees-pourquoi-comment-guide-pratique.html>> [Consulta: 14 febrero 2020].

BARRIO OLANO, Maite; BERASAIN SALVARREDI, Ion. «Gordailu, Centro de Patrimonio Cultural Mueble de Gipuzkoa. Estudios previos». *Ge-conservación* (Madrid: Grupo Español de Conservación - International Institute for Conservation) [en línea], 0 (2009), p. 99-116.

<<https://www.ge-iic.com/ojs/index.php/revista/article/view/65>>
[Consulta: 2 junio 2020].

BARRIO OLANO, Maite; BERASAIN SALVARREDI, Ion. «Los depósitos de colecciones: una opción de conservación preventiva». En: GRUPO ESPAÑOL DE CONSERVACIÓN. *VI Congreso GEIIC ¿Y después? Control y mantenimiento del patrimonio cultural, una opción sostenible. 20-22 de septiembre de 2018* [en línea]. Madrid: Grupo Español de Conservación - International Institute for Conservation, 2018, p. 226-235. <<http://www.congreso2018.ge-iic.com/es/programa-preliminar/actas/>> [Consulta: 8 febrero 2020].

CENTRO DE DOCUMENTACIÓN DE BIENES PATRIMONIALES. *Protocolo. Manejo de colecciones y sistemas de inventario*. Santiago de Chile: Andros Impresores, 2018.

INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUMS (ICOM); INTERNATIONAL COMMITTEE FOR DOCUMENTATION (CIDOC). *International Guidelines for Museum Object Information: The CIDOC Information Categories*. París: CIDOC, 1995.

SERVICIO PATRIMONIO, ARCHIVOS Y MUSEOS DE LA DIPUTACIÓN FORAL DE GUIPÚZCOA. «Gordailua. Centro de Patrimonio Cultural Mueble de Guipúzcoa». *Her&Mus. Heritage & Museography* (Gijón: Trea), 10 (vol. IV, núm. 2, mayo-junio 2012), p. 29-37. También disponible en línea en: <https://www.trea.es/system/books/enlaces/000/003/880/original/Her_Mus10.pdf?1429546608> [Consulta: 2 junio 2020].

VIVES ALMANDOZ, Miren. «Museos de Guipúzcoa. Compartir para sumar». *Her&Mus. Heritage & Museography* (Gijón: Trea), 10 (vol. IV, núm. 2, mayo-junio 2012), p. 94-102. También disponible en línea en: <https://www.trea.es/system/books/enlaces/000/003/880/original/Her_Mus10.pdf?1429546608> [Consulta: 2 junio 2020].

Notas

1. Desde 2015 Gordailua es el centro asignado por el Gobierno Vasco para el depósito de los materiales procedentes de las intervenciones arqueológicas y paleontológicas del territorio de Gipuzkoa.
2. Humedad relativa (HR) inferior al 60 % y temperatura de 20 °C +/- 2 °C para los almacenes generales; HR inferior al 50 % para papel y tejidos e inferior al 35 % para metales frágiles.
3. Únicamente los materiales arqueológicos y paleontológicos (excepto los de gran formato) están ubicados en recintos concretos por exigencias del Gobierno Vasco.
4. Los procedimientos relativos a las piezas de arqueología son independientes y no están descritos en este documento.
5. Los formularios son fichas de formato estándar preparados en un programa de procesamiento de texto.
6. La aplicación se ha diseñado y desarrollado en colaboración entre el personal técnico especializado en gestión de museos, archivos y conservación-restauración propio de la Diputación Foral de Gipuzkoa y la empresa informática encargada de gestionar el sistema informático de dicha entidad. La documentación sobre los objetos y su movimiento está generada por todos los integrantes del equipo de Gordailua: técnicos de conservación-restauración, de arqueología, de etnografía y de registro, y conservador-restaurador.
7. Una de las condiciones comunes más importantes de los comodatos, que garantiza la filosofía de Gordailua de vocación pública, es precisamente el uso y préstamo de los objetos de los diversos fondos, independientemente de su titularidad, lo que permite disponer de una colección unificada y de gestión compartida.

Documentació d'intervencions de restauració en jaciments arqueològics i patrimoni edificat: cap a la construcció d'un sistema d'informació

PABLO DEL FRESNO BERNAL

Arqueòleg. Sistemes de Gestió de Patrimoni SCCL. Grup de Recerca d'Arqueologia Medieval i Postmedieval-UB
pdfsgp@gmail.com

ALFRED MAURI MARTÍ

Arqueòleg i arxiver. Centre d'Estudis Martorellencs. Grup de Recerca d'Arqueologia Medieval i Postmedieval-UB
alfred.mauri@uab.cat

ESTHER TRAVÉ ALLEPUZ

Arqueòloga. Professora associada de la Universitat de Barcelona. Grup de Recerca d'Arqueologia Medieval i Postmedieval-UB
esther.trave@ub.edu

RESUM

La diversitat de disciplines que intervenen en l'estudi, la conservació i la restauració del patrimoni edificat planteja problemes de gestió i d'intercanvi d'informació entre els diferents actors implicats. La proposta d'E.C. Harris basada en les unitats estratigràfiques va obrir el camí tant a la normalització del registre arqueològic com a la de la documentació

que genera una intervenció, i va obrir també la possibilitat d'incorporar-hi la que es refereix als processos de restauració en jaciments arqueològics i patrimoni edificat. Presentem aquí els instruments de gestió de la informació i la documentació arqueològica que hem desenvolupat des d'aquest enfocament, amb un exemple de la seva aplicació.

ABSTRACT

The diversity of disciplines involved in study, preservation and restoration of heritage buildings advocates for new management issues regarding information exchange among different actors. E.C. Harris' proposal based on Units of Stratigraphy opened a new field for the normalization of the archaeological record, and the documentation originated during fieldwork. Indeed, we should consider as well the chance of normalizing the documentation arising from restoration procedures in archaeological sites and heritage buildings. This paper aims at introducing the tools for managing information and archaeological documentation from this perspective, and offers a study case as an example of application.

PARAULES CLAU: arqueologia, restauració, registre, documentació, gestió

1. Introducció

Des dels anys setanta del segle passat l'arqueologia ha incorporat progressivament una metodologia de registre basada en la proposta d'E.C. Harris (1991), la qual ha obert el camí cap a processos de normalització tant del propi registre com pel que fa al tractament de la documentació que genera.

La focalització del registre en les unitats estratigràfiques (UE), amb les quals identifiquem fets que podem ubicar en l'espai i en el temps,

ni que sigui en una seqüència relativa, obre la possibilitat d'incorporar al procés tant la informació de caràcter pròpiament arqueològic, com la que es refereix a les intervencions de restauració en jaciments arqueològics i patrimoni edificat, per al qual ja es compta també amb una llarga experiència en l'àmbit de l'arqueologia de l'arquitectura¹.

Considerem que la gestió de la informació i de la documentació que la fixa i transmet és el pilar bàsic de tota activitat científica, i considerem la preservació del coneixement l'objectiu definitori de tot sistema d'informació. Amb aquesta finalitat hem dissenyat tres eines:

- **SgdArq:** Sistema de gestió de la documentació arqueològica
- **SigArq:** Sistema d'informació geoespacial arqueològic
- **PdArq:** Pauta de descripció arqueològica

SgdArq identifica els tipus d'informació i les tipologies documentals, defineix el mapa de formats, els sistemes de descripció i de classificació, l'esquema de metadades, i els quadres d'accés i de disposició dels documents.

SigArq és una aplicació informàtica multiusuari i multilingüe en xarxa, mitjançant la qual es gestionen les dades inherents a qualsevol intervenció arqueològica: descriptives, cartogràfiques, fotogràfiques, etc. Actua com a repositori documental i, alhora, com a instrument de gestió de la informació des de la fase de creació fins a la d'edició d'informes o memòries. Paral·lelament, l'ús de formats digitals oberts o públics permet la interoperabilitat amb altres aplicacions per a l'anàlisi, l'explotació i la presentació de la informació.

PdArq es planteja com un instrument obert i en desenvolupament per a la normalització del registre arqueològic i de les intervencions de restauració i per a la definició de vocabularis controlats.

Els resultats assolits fins ara ens permeten afirmar que l'aplicació d'aquestes eines, que incorporen el registre de les intervencions de

restauració en la forma que proposem, és possible i alhora contribueix a millorar la qualitat del registre mitjançant la normalització, a assegurar-ne la preservació i a facilitar el treball multidisciplinari i l'ús compartit de la informació (Del Fresno, 2016).

Prenem com a referència l'estudi de cas de les intervencions dutes a terme els darrers anys al monestir de Sant Genís de Rocafort (Martorell, Baix Llobregat).

2. Cada disciplina, una illa?

Malauradament, avui per avui encara massa treballs d'estudi arqueològic o de restauració i les intervencions arquitectòniques en un mateix element patrimonial es continuen desenvolupant de manera separada per part de cada especialitat, sense definir una metodologia comuna de gestió i intercanvi d'informació i de registre (Mauri *et al.*, 2012, p. 41-42).

Malgrat que cada una de les disciplines que conflueixen en aquestes intervencions té una funció, i en conseqüència aplica unes metodologies específiques, el bé patrimonial s'ha de veure i tractar de manera integral. Per fer-ho possible, cal disposar d'un sistema d'informació i registre únic, tant durant la fase de projecte com després de les intervencions.

La qüestió que plantegem aquí és fins a quin punt el sistema de registre de l'arqueologia, basat en la identificació d'UE, recolzat en un sistema de gestió de la informació, pot ser la resposta.

El concepte d'UE integra qualsevol acció identificada en el temps i l'espai, ja sigui positiva o negativa, és a dir, que aporti materials o que n'extregui. Ambdues poden resultar d'una acció antròpica o d'un procés biòtic o abiòtic. Així, habitualment durant l'excavació documentem la UE positiva a partir de l'acumulació estratigràfica

o de materials constructius, mentre que l'evidència de la negativa s'infereix a partir de la inexistència d'aquesta acumulació, ja sigui per la presència d'un estrat escapçat o per l'espoli de materials d'una construcció, un procés erosiu, etc.

De resultes d'això, classifiquem les UE com a corresponents a «Dipòsit», «Element constructiu» o «Interfície» i hem definit per a cada una de les classes una fitxa de registre amb uns camps comuns i uns d'específics. Aquest registre pot ser encara més detallat fent ús complementari dels camps de «Detall d'element constructiu» o «Detall d'interfície». En paral·lel, el sistema de registre i gestió de la informació que presentem inclou les fitxes adequades per a la documentació d'«Objectes destacats» i «Mostres», sempre vinculades a la UE de la qual formen part.

L'experiència ens mostra que aquestes eines són prou obertes per integrar al registre no solament les dades resultants de la intervenció arqueològica, sinó també les que deriven dels processos de restauració i d'intervencions arquitectòniques. La seva integració en la matriu, que ens mostra el conjunt d'UE i la seva seqüència temporal, ens permet veure i identificar alhora les UE que corresponen a la història del bé patrimonial i a les intervencions que, en major o menor mesura, l'han modificat i que, en alguns casos, comporten pèrdues d'informació. En definitiva, les intervencions de restauració, consolidació, etc. no són més que un moment més en la història de l'element patrimonial que és objecte de la intervenció.

3. Aplicació al cas de Sant Genís de Rocafort

Sant Genís de Rocafort és un monestir fundat el 1042, del qual es conserven algunes estructures, les més destacades de les quals corresponen a l'edifici de l'església, edificada al segle XII, que prendrem com a referent. Deixarem de banda els detalls sobre aquest monument que es poden conèixer a través de diverses publicacions (Baucells, 2007; Mauri, 2015).

Sant Genís ha estat sotmès a un llarg procés d'abandonament i espoli que arriba pràcticament fins a l'any 2010, moment en el qual es desenvolupen els estudis tècnics que serviran de base per a l'elaboració del *Pla director* (Toolbox, 2011), aprovat el 2011. Posteriorment s'hi han fet treballs de consolidació i des del 2018 s'està duent a terme l'excavació arqueològica del conjunt². Aquesta experiència ens mostra com la manca d'un sistema unificat de registre i d'informació comporta la juxtaposició, més que no pas la integració, dels diferents estudis i treballs, fet que fàcilment pot donar lloc a contradiccions, com de fet s'ha esdevingut entre algunes directrius del *Pla director* i algunes solucions adoptades finalment en la intervenció. A la manca d'una metodologia comuna de registre i documentació s'hi afegeix la distribució d'aquesta entre diferents organismes.

En el cas que ens ocupa, la metodologia basada en les tres eines que hem esmentat al primer apartat s'ha aplicat a posteriori. Va ser precisament l'elaboració del projecte de recerca pel període 2018-2021 el que va fer palesa la dispersió de la informació pel que feia referència als estudis preliminars i de diagnosi sobre l'estat de les estructures i les afectacions que patien, així com de les actuacions de restauració i consolidació realitzades. En canvi, la utilització d'una metodologia comuna per al cas de la intervenció arqueològica del 2014 possibilitava integrar de manera automàtica les dades i donar continuïtat al registre, amb independència de quin fos el responsable de l'execució.

Per assolir l'objectiu d'integrar la informació generada pels diferents actors en les seves intervencions hem pres com a base la identificació de cada una com a UE. Deixarem de banda l'explicació de la seqüència històrica, que en línies generals es pot interpretar a partir del conjunt de figures.

En el cas que ens ocupa, ens interessa centrar-nos en les dues fases més recents: abandonament i restauració. Totes dues s'identifiquen a la matriu que presenta la figura 1, corresponent a l'anàlisi del parament interior nord de l'església, pres com a exemple.

A la fase d'abandonament li correspon una extensió cronològica àmplia que s'inicia segurament ja a finals del segle XVII o inicis del XVIII, com a molt tard, i s'estén fins al 2010. Inclou un esdeveniment de fort impacte (UE 5086) que correspon a la voladura de l'absis de l'església romànica el 1928 per aprofitar-ne els carreus com a material de construcció.

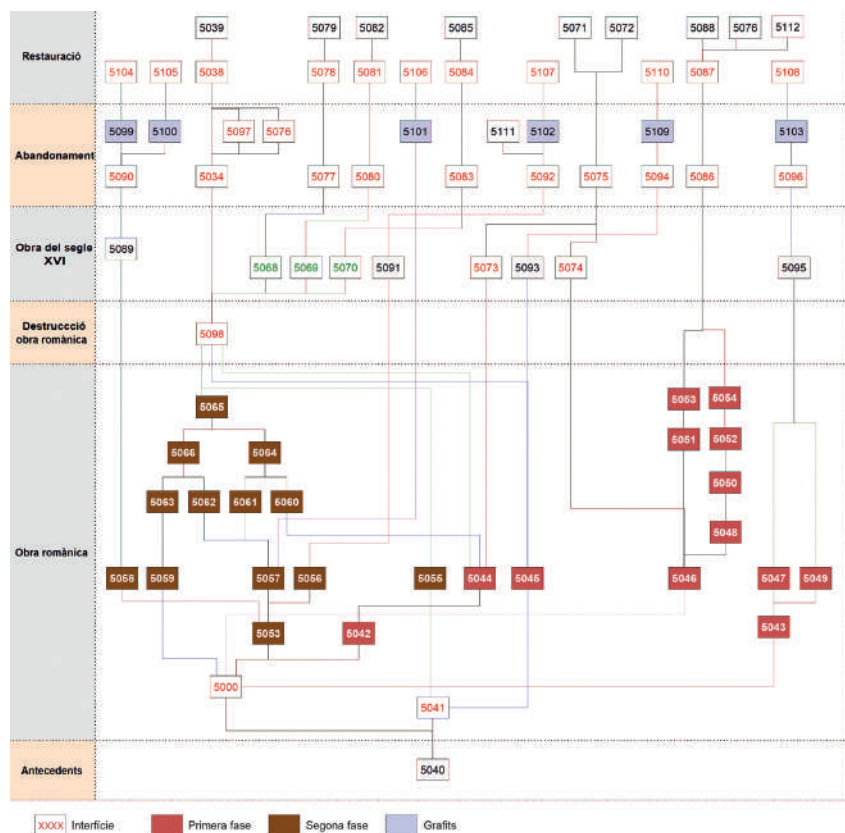


Figura 1. Seqüència estratigràfica del parament interior nord de l'església de Sant Genís de Rocafort. Alfred Mauri, 2019.

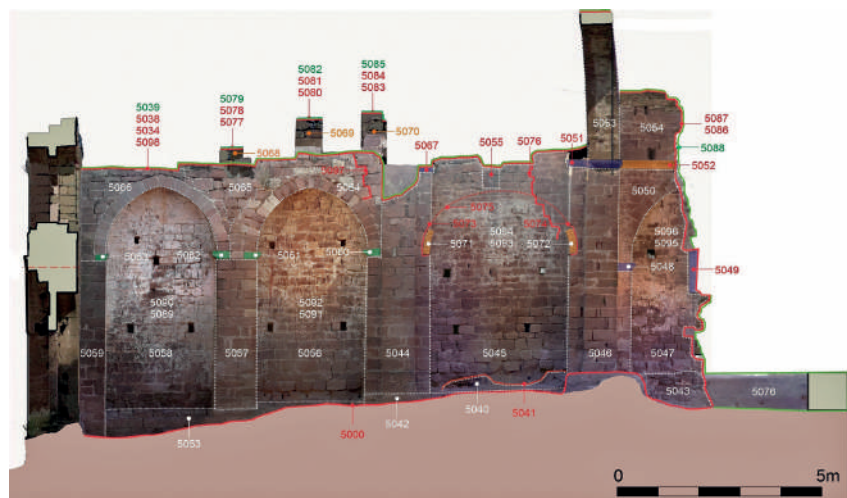


Figura 2. Alçat del parament interior nord de l'església de Sant Genís de Rocafort, amb indicació de les UE identificades. Alfred Mauri, 2019.



Figura 3. Alçat del parament interior nord de l'església de Sant Genís de Rocafort abans dels treballs de neteja dels grafitis, amb indicació de les UE atribuïdes dins la seqüència estratigràfica. Alfred Mauri, 2019.

La figura 2 ens mostra la lectura del parament interior nord de l'església a partir del seu estat actual. La figura 3 correspon al mateix parament, en el seu estat en el moment de fer els estudis tècnics per a l'elaboració del *Pla director*. Hi assenyalarem algunes UE que després tractarem.

Sense que els nostres comentaris qüestionin en cap cas la validesa tècnica dels diferents informes i estudis que esmentem ni de l'obra realitzada, cal indicar que cada un d'ells es va desenvolupar de forma independent i utilitzant recursos cartogràfics i de registre no sempre unitaris. A tall d'exemple, al parament que tractem, el *Dictamen tècnic arquitectònic* observa «una important esquadra inclinada a la part alta en zona on s'hi recolzava un cimbori o cúpula desapareguda»; més endavant l'informe n'aconsella el sanejament i recosit (Moya, 2011, p. 5-6). La identificació mitjançant UE permetria una ubicació precisa, com fem a la figura 2 (UE 5076).

La materialització d'aquesta recomanació forma part de la intervenció de consolidació, identificada ara com a UE 5039, però per conèixer el detall de l'execució ens cal recórrer a la lectura del *Projecte de condicionament* (Mauri, 2020). Evidentment, incorporant aquesta informació a la documentació de la UE que hem creat, s'hi accedeix d'una manera molt més eficient.

Passa quelcom semblant en relació amb l'obra de consolidació del coronament de l'edifici (figura 4, UE 5039) o la de tancament del basament de l'absis (figura 2, UE 5076). Si bé visualment es diferencien pels materials emprats i per l'ús de malla en la separació amb l'obra existent, el detall caldria cercar-lo al *Projecte de condicionament* –atès que no es disposa, a banda d'aquest, d'una documentació de seguiment de l'execució–, que no sempre necessàriament es correspon amb les previsions.

Uns altres exemples els trobem en l'*Estudi de l'estat de conservació* (Àbac, 2011). Aquest assenjala la presència de grafitis, que a la figura



Figura 4. Vista aèria de l'església de Sant Genís, on es pot observar el tractament de consolidació aplicat als coronaments de l'edifici i on assenyalam també les UE. Alfred Mauri, 2019.

3 documentem com a UE, alhora que defineix els possibles criteris i tècniques d'actuació per eliminar-los. L'eliminació la documentem atribuint a cada grafit una altra UE. L'*Estudi* (Àbac, 2011, p. 27-28) defineix criteris i assenjala tècniques per eliminar-los, però aquest procés s'executa conjuntament amb l'obra de consolidació, i es desconeix si es documenta en la forma proposada a l'*Estudi* (Àbac, 2011, p. 21-22), en correspondència amb els requeriments propis dels treballs de restauració.

Un darrer exemple l'ofereix la UE 5111, documentada exclusivament a l'*Estudi de l'estat de conservació* (Àbac, 2011, p. 12-13), que correspon a regalims de color vermell originats pel colorant utilitzat en els líquids retardants de flama en l'extinció d'incendis forestals, els quals no han estat objecte de cap proposta de tractament ni per identificar-ne l'origen.



Figura 5. Seqüència de les diferents fases de treball de les operacions associades a cadascuna que configuren la metodologia del Sistema de Gestió de la Documentació Arqueològica (SgdArq). Pablo del Fresno, 2019.

4. La integració del registre

Com hem assenyalat, el criteri seguit en la nostra proposta és considerar qualsevol actuació que afecti l'estat d'un element patrimonial amb finalitats de conservació i restauració com una part més de la seva història, documentant-la com un conjunt més d'accions. L'aplicació del concepte d'UE amb aquesta finalitat no planteja cap inconvenient ja que, de primer moment, es configura com un identificador únic aplicat a l'element patrimonial, que es pot incrementar tant com calgui. Pel demés, als camps específics bàsics de registre de la UE s'hi poden afegir els que calgui per assolir el nivell de detall que es determini.

Tot i això, una intervenció comporta desplegar un seguit de funcions que, al seu torn, generen una diversitat d'informació, la qual es plasma en documents de tipologia i suports diversos i que donen lloc a unes necessitats de gestió complexes: documentació descriptiva de camp, resultats d'anàlitzes diverses, fotografies, plànols, etc.

La resposta adequada a aquesta complexitat es troba en la configuració d'un sistema de gestió de la informació i la documentació basat en l'anàlisi funcional (figura 5), recolzat en els instruments propis de la gestió documental, com són el quadre de classificació, el mapa de tipologies documentals, el mapa de formats, els esquemes de metadades, els quadres de disposició i conservació, i les directrius de preservació digital³.

L'aplicació **SigArq** (nota 4), per la seva banda, actua com a integradora de dades i element articulador del registre, de la interoperativitat amb altres aplicacions i de presentació d'informació. El sistema requereix d'un suport terminològic sòlid i unívoc, construït interdisciplinàriament, que cal ampliar cap a les altres disciplines que actuen sobre el patrimoni arqueològic i edificat en els processos de conservació i restauració. La clau rau en definir amb claredat i de manera normalitzada els elements ontològics que constitueixen els identificadors mínims

de la informació i llurs relacions (Mosca, 2018) a fi de desenvolupar les eines que permetin l'automatització dels processos.

5. Conclusions

Si bé cadascuna de les disciplines a les quals hem anat fent referència han consolidat metodologies de treball i instruments que els donen suport en l'execució i la documentació de la seva activitat, es fa palesa la necessitat d'aconseguir una major eficiència en els fluxos d'informació entre elles.

A la compartimentació disciplinar s'hi afegeix l'administrativa, que, alhora, no ha definit pautes prou transversals; o, si més no, les existents, com podrien ser els plans directors, presenten limitacions que n'aconsellarien una reformulació, atès que no afronten ni desenvolupen habitualment directrius en relació amb les qüestions tractades en aquesta comunicació.

Paral·lelament, es fa imprescindible implementar eines que permetin accedir a la informació als actors implicats en les actuacions sobre el patrimoni. Els actuals, majoritàriament en forma de cartes arqueològiques, de patrimoni edificat, memòries d'intervencions en format PDF, etc., són insuficients i escassament eficients.

Sens dubte, la proposta i les eines que presentem aquí són perfectibles, però creiem que són un pas més, no perfecte però ja possible, per avançar en la resolució d'un dèficit que perjudica la qualitat de les actuacions i la recerca i que, per altra banda, genera sobre costos.

Bibliografia

ÀBAC CONSERVACIÓ-RESTAURACIÓ. «Estudi de l'estat de conservació». A: TOOLBOX. *Conjunt Monumental Sant Genís de Rocafort*. Martorell

– *Baix Llobregat. Pla Director 2011* [Memòria tècnica]. Barcelona: Ajuntament de Martorell, 2011, Annex 2.

AENOR. «Información y documentación» [en línia]. <<https://www.aenor.com/>>. [Consulta: 18 gener 2020].

ASSOCIACIÓ D'ARXIVERS DE CATALUNYA. *Directrius per al preservador. Preservació de materials digitals: directrius per a organitzacions*. Textos 6. Barcelona: Associació d'Arxivers de Catalunya, 2008a. També disponible en línia a: <<https://arxivers.com/wp-content/uploads/2018/07/Textos-06-Directrius-per-al-preservador.pdf>> [Consulta: 27 abril 2020].

ASSOCIACIÓ D'ARXIVERS DE CATALUNYA. *Directrius per al productor. Producció i manteniment de materials digitals: directrius per a particulars*. Textos 7. Barcelona: Associació d'Arxivers de Catalunya, 2008b. També disponible en línia a: <<https://arxivers.com/wp-content/uploads/2018/07/Textos-07-Directrius-per-al-productor.pdf>> [Consulta: 27 abril 2020].

BAUCELLS, Josep. *El priorat de Sant Genís de Rocafort (Martorell)*. Martorell: Centre d'Estudis Martorellencs, 2007.

DEL FRESNO, Pablo. *Sistema de información arqueológica: propuesta de normalización, desarrollo conceptual e informático* [Tesi doctoral]. Vitòria: Universidad del País Vasco, 2016. També disponible en línia a: <<https://www.academia.edu/23836202>> [Consulta: 15 gener 2020].
HARRIS, Edward C. *Principios de estratigrafía arqueológica*. Barcelona: Editorial Crítica, 1991.

MAURI, Alfred; DEL FRESNO, Pablo; BAENA, David. «L'arqueologia de l'arquitectura aplicada a les esglésies de Santa Margarida i Sant Genís del Priorat Rocafort (Martorell)». A: *Homenatge al Dr. Alberto López Mullor. Estudis sobre ceràmica i arqueologia de l'arquitectura*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona [en premsa].

MAURI, Alfred. *Conèixer Sant Genís de Rocafort*. Martorell: Centre d'Estudis Martorellencs, 2015.

MAURI, Alfred; TRAVÉ, Esther; DEL FRESNO, Pablo. «An Integrated Implementation of Written and Material Sources – Conceptual Challenge and Technological Resources». A: OLLICH, I. (ed.). *Archaeology. New Approaches in Theory and Techniques*. Rijeka: InTech, 2012, p. 41-64.

MILETO, Camila; VEGAS, Fernando. «Lazos entre arqueología, arquitectura y restauración: cuatro casos y una reflexión». *Arqueología de la Arquitectura*. (Vitòria: Universidad del País Vasco, CSIC) [en línia], 16 (2019). <<https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2019.009>> [Consulta: 15 gener 2020].

MOSCA, Alessandro. «Ontology-mediated Data Integration and Access in Research and Innovation Policy». A: BORGIO, S.; KUTZ, O.; LOEBE, F.; NEUHAUS, F. (eds.). *Proceedings of the Joint Ontology Workshops 2017 (JOWO 2017), Episode 3: The Tyrolean Autumn of Ontology. Bozen-Bolzano, Italy, September 21–23, 2017*. Bolzano: CEUR-WS, 2018 [en línia]. <<http://ceur-ws.org/Vol-2050/>> [Consulta: 18 gener 2020].

MOYA, Jaume. «Dictamen tècnic arquitectònic». A: TOOLBOX. *Conjunt Monumental Sant Genís de Rocafort. Martorell – Baix Llobregat. Pla Director 2011* [Memòria tècnica]. Barcelona: Ajuntament de Martorell, 2011, Annex 1.

SISTEMES DE GESTIÓ DE PATRIMONI. «Sistema de informació geoespacial arqueològic» [en línia]. <<http://www.sigarq.es/home/>> [Consulta: 18 gener 2020].

TOOLBOX. *Conjunt Monumental Sant Genís de Rocafort. Martorell – Baix Llobregat. Pla Director 2011* [Memòria tècnica]. Barcelona: Ajuntament de Martorell, 2011.

Notes

1. Vegeu, per exemple, Mileto i Vegas, 2019.
2. El procés ha implicat diverses empreses i professionals: Toolbox. Gestión y comunicación integral va ser responsable de l'elaboració del *Pla director*; Ainoha Pancorbo va dur a terme el primer seguiment arqueològic el 2010; ÀBAC. Conservació – Restauració SL es va fer càrrec de l'*Estudi de l'estat de conservació*; Solumetrics. 3D Laser Scan. Consulting and Services va ser l'encarregat dels treballs de topografia, escanejat 3D i fotografia mètrica; Jaume Moya va elaborar el *Dictamen tècnic arquitectònic*; BCQ. Arquitectura Barcelona va redactar el projecte i dirigir les obres de condicionament de l'entorn i les edificacions; Construccions Guardiola SL va ser responsable de l'execució de l'obra; Sistemes de Gestió de Patrimoni SCCL va dur a terme la intervenció arqueològica del 2014. Els Serveis Tècnics de l'Ajuntament de Martorell van assumir la coordinació de les actuacions. Des del 2018 el Centre d'Estudis Martorellencs està executant el *Projecte de recerca arqueològica integral al Priorat de Rocafort: jaciments de Sant Genís i Santa Margarida (Martorell) 2018 – 2021*, amb el suport de l'ajuntament de Martorell i de la Generalitat de Catalunya.
3. Sobre aquesta qüestió, remetem a les recomanacions i requisits definits a partir del projecte InterPARES (Associació d'Arxivers de Catalunya, 2008a i 2008b) i al conjunt de normes ISO que fan referència a la gestió de la informació i la documentació (AENOR, 2020).
4. Per a més detall podeu consultar el web de l'aplicació (Sistemes de Gestió de Patrimoni, 2020).

Horus Condition Report App ®: Development of a Digital Tool for and by Conservators

ANAÏS GAILHBAUD

Freelance Conservator, France

anaïs.gailhbaud@gmail.com

ABSTRACT

Horus Condition Report is a mobile application to edit condition reports designed and developed by conservators in collaboration with developers. A freelance conservator's experience and a curator's point of view were the starting points of the development of this tool, which was required to gradually adapt to various needs. Condition reporting is about documenting the material condition of collections. It is used at several points in the life of a collection, and even though it is central to conservators' expertise, the responsibility for documenting the general condition of objects, their alterations and recommendations is shared by different museum professionals. Condition reports need to be shared and understood by different experts and to be archived and integrated into institutions' established practices. The development of the app was a chance to create a new standard, bringing professionals together with a common medium, a shared methodology and a single damage glossary. This paper explains the creation and development of Horus Condition Report, emphasizing the various issues and questions that arose at the beginning and later on, following its distribution.

KEYWORDS: condition report, documentation, digital, conservator-restorer, e-transformation

1. Introduction

Writing condition reports in the field of conservation is time-consuming and requires hours of adjusting, printing and importing pictures. This documentation is required at several points in the life of a collection, such as during exhibitions, before and after transportation, or following an accident. For conservators, it is the first step of conservation expertise, a prerequisite in order to consider and decide on the relevant treatments.

Condition reports include:

- Information on the object, such as inventory information, description, technological and historical information.
- Precise description of the alterations, including their mapping.
- Diagnosis.
- Recommendations on treatments and level of priority.
- Preventive conservation information, such as handling, packing, climate control, light exposure, etc.
- Signatures, in cases of loans or shipping.

Condition reports describe the condition of cultural objects kept in collections. In order to cover the diversity of these collections, the terms “cultural objects”, and “objects”, which include artworks, will be used in this article (according to European standard EN 15898:2011 F; Term 3.1.3).

The European Standard for condition reporting (EN 16095:2012) describes this documentation as a record of the condition of the object at a particular point in time; this is of historical interest and deserves to be archived. Condition reports carried out in cases of loans or shipping also have a legal interest.

A digital mobile application is an excellent way to simplify this routine work, as it offers a single app with several tools including a cam-

era, drawing software, a text editor and a mailbox (figure 1). It is therefore a way to improve condition reporting.

This paper will explain the creation process of Horus Condition Report, emphasizing the various issues and questions that have arisen since the first version, as well as following the distribution of the app.



Figure 1. A digital mobile application is an excellent way to simplify condition reporting, as it offers a single app with several tools including a camera, drawing software, a text editor and a mailbox. Drawing by Anaïs Gailhbaud, 2018.

2. An answer to documentation challenges

Digital condition reporting on a tailor-made mobile application offers a solution to many difficulties encountered by conservators and other art and heritage professionals in their daily work. It combines a specific form, based on the European Standard on condition reporting, together with digital picture mapping carried out with an integrated drawing tool (figure 2), specialized and standardized terminology, digital signatures and an automatic layout, and is thus a real time saver. The first trials with the Horus

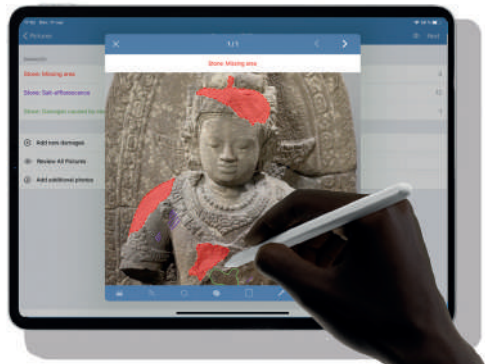


Figure 2. View of the mapping done with the Condition Report App. Anaïs Gailhbaud, 2020.

CR app show that it reduces the time usually spent on condition reporting by two thirds.

However, the project to develop a new mobile digital application has had to adapt to different requirements: demands from freelance conservators, conservators working for private and public companies, collection managers and other professionals. Indeed, condition reports are a communication tool for the museum and heritage community. They are tools enabling knowledge on the material nature of the collection to be shared by professionals with different kinds of expertise. In fact, curators, collection managers and other collection experts all carry out condition reporting, particularly in institutions that do not employ conservators. Condition reports allow conservators to express their specific knowledge on the material nature of objects by:

- Documenting technical information on objects.
- Describing damage and strictly distinguishing it from artistic or technological features or defects.
- Analysing alterations.
- Suggesting preventive conservation guidelines.

Condition reports carried out for loans and exhibitions focus more on describing alterations than on analyzing damage, and detail other information required for transporting the object, such as packing information.

As different professions can be responsible for writing them, these condition reports reflect different fields and levels of knowledge. They can also reflect the idiosyncrasies of professional uses that are specialized to a lesser or greater degree. As a result, they are sometimes difficult to understand and ineffective as a communication tool. Finally, they also need to be shared between experts working in different languages during international loans and exhibitions, where misunderstandings can easily occur.

Distributing a new instrument for condition reporting is an opportunity to standardize the format and terminology of documentation. It can also help to share knowledge between museum professionals.

3. A common tool

In 2016, the first version of the Horus Condition Report app was launched online on the App Store and Google Play. The first version included five languages: English, Spanish, Italian, German and French. Swedish and Dutch versions were added in 2019/2020. Conservators combined their expertise in terminology and methodology in one shared tool for different professionals.

The app relies on a single unique form for all types of objects, which makes it easier for specialists from different fields to understand each other. The design and fields are the same, regardless of the type of collection: paintings, drawings, books, archaeological artifacts, installations, etc. The app's users do not need to choose a discipline in advance, as is usually done with paper forms. Instead, one single form is used for each type of object, allowing classification through the characterization of the materials and techniques of the object, using a customizable list of 22 terms. This harmonization also simplifies descriptions of alterations of mixed media objects, which cannot generally be fully described through preformatted checkboxes. The form includes recommendations from the European standard for condition reporting, which ensures that users do not omit any information on the examination's context and objectives (figure 3).

Finally, the app includes free text areas to add more specific text information and create new fields. In a version launched in 2020, users can create profiles to hide or incorporate the required fields, depending on the purpose of the report (note 1) and are able to report treatments. If treatments are reported, the documentation becomes a treatment report

Separating descriptions of alterations from the analysis of their cause in the methodology is crucial in order to avoid the wrong diagnosis. In the condition report, the description of the alteration is clearly distinguished from its interpretation. This methodology is apparent in the presentation of Horus CR's reports, where diagnosis is only possible in the comments and according to the mappings. As far as possible, the glossary excludes any terms that imply an interpretation of the cause of the damage (figure 4).

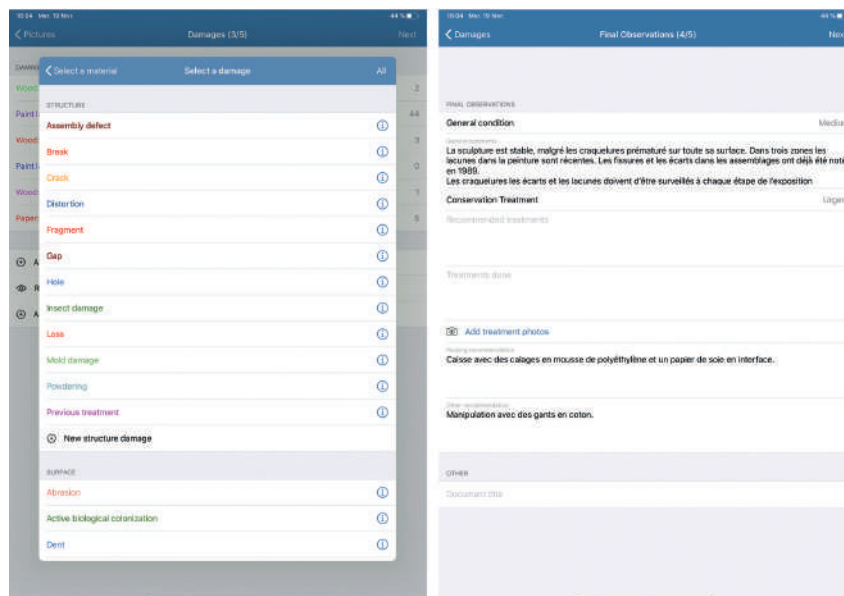


Figure 4. Steps 3 and 4 of the condition report on the Horus CR app: 3. Selecting damages, 4. Adding recommendations. Anaïs Gailhbaud, 2020.

The app's process encourages users to describe the alterations to the object systematically, considering its component materials one after another. It also encourages them to distinguish surface damage from structural damage. These are two key aspects of the method followed by the conservator and help to choose the right terminology and evaluate the risks of degradation.

In addition, a lexicon of damage organized into materials and techniques has been incorporated. It has required exhaustive bibliographic research, including reviews from many conservation experts who have checked and completed it. The app had to be generic and customizable enough to meet the needs of different specialists.

The proposed range of materials and techniques covers a large part of those already in existence in collections. Moreover, users can create new materials or techniques which are not available in the thesaurus (for example, “feather”). They can also hide categories which are absent from their collection or beyond their needs. For example, paper conservators can hide “wood”, “metal”, “ceramic”, etc. and work with a shorter list such as “paper”, “parchment”, “graphic techniques”, etc. They can also make the list of materials even more accurate through a process that duplicates the material type, which is then linked to the list of alterations. For instance: “metal” can be duplicated as “copper alloy” and thus linked to the list of alterations for metals.

A list of 86 alterations is proposed, all of which are linked to specific materials or techniques such as “metal”, “wood”, “painting layers”, “paper”, “graphic techniques”, etc. The app’s glossary is based on published glossaries and conservators’ feedback. The initial list excluded slippery terms or those whose precise meaning is under debate in the community. For example, “patina” has different interpretations among painting specialists, and has yet another meaning when used to describe plaster sculptures. Rare words related to a particular field that have simpler synonyms have also been removed from the list. For example, the term “spalling”, used for stones, can be expressed in a more generic way by “loss”. Thus, terms with a debatable definition and terms which contain not only a descriptive dimension but also a diagnostic dimension have been removed from the final list. Finally, now that the app is offered in 7 languages, the translation process has resulted in an additional simplification of the damage type list.

4. A Multilingual Tool

Condition reporting during international loans often leads to communication difficulties. The stakes are high because experts endorse and accept responsibility for the condition reports, as well as the handling, packing and installation of objects. The use of English as a shared lan-

guage does not entirely solve that issue, and professionals in charge of couriering and condition reporting face many vocabulary challenges. The Horus Condition Report application provides a multilingual digital tool for condition reporting which allows one to write and translate reports in several languages. The reporter can translate standardized terms, terms which often have a legal dimension (such as place, date, reporter, etc.) and terms referring to materials and alterations, mapped on the photos of the object.

Every term was initially translated by a professional translator and then by a conservator fluent with professional practice in at least two languages. This conservator had to work in collaboration with conservators from other specialties to find the most accurate terms (figure 5). User feedback was used to improve online versions. Improving the glossary and working on the multilingual features are still ongoing processes. These are crucial because the quality of the app's lexicon has a big impact on the accuracy of the reports.

5. Adapting the app to high volumes of documentation and archiving

After the launch of the app, new exciting challenges emerged

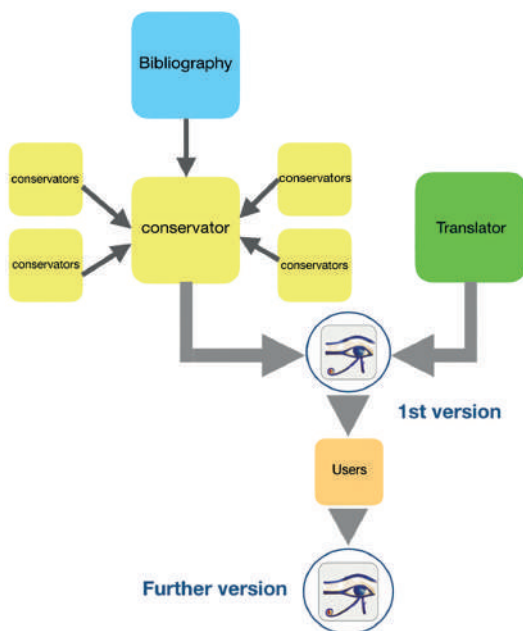


Figure 5. Diagram: methodology for the translation of specialized glossaries. Anaïs Gailhbaud, 2020.

Condition Report

By: Arthur François, conservator

Museum:
Metropolitan Museum of Art
Tel: +12126929500
12, 5th Avenue
Buffalo 4021

Report date: 15/03/2018

Place of the report: M museum, storage

Objectives and content of the condition report: Before exhibition "Art from Burma"
NYC museum
Contact: Laila Hartford
Met: laila.hartford@metmuseum.org

Material conditions of the condition report: Good



Identification

Title: Buddha

Author: Anonymous, Burma

Date of creation: 19th century

Accession number(s): 1995.2.16

Owner: M museum

Collection: Duty

Material, technique: Painted wood

Conservation treatment in 1995, report archived: King of the paring

Actual localization: room: 17b

CRATE: 192



Photos & Damages

Condition Report - Buddha - Anonymous, Burma - 1995.2.16

Paint layer and varnish: Green, Orange

Wood structure: Oak, Oak



Dimensions

Height: 34 cm Width: 12 cm Thickness: 32 cm

By Arthur François, conservator - 15/03/2018 - 19

By Arthur François, conservator - 15/03/2018 - 20

Figure 6. Two first steps of the condition report on the Horus Condition Report App: 1. Information, 2. Photos. Anaïs Gailhbaud, 2020.

that drove the developer far beyond the self-employed conservator's standpoint.

User feedback triggered new developments of the app to meet different professionals' specific needs. A difficult task began: the task of expanding the features of the app, while keeping it efficient, fast, easy to use, available and adapted to potentially low-tech and high security environments.

Museum employees deal with loans and exhibition condition reports, high volumes of documentation and archival procedures. The replacement of paper condition reports with digital condition reports is an e-transformation that requires a global reflection on the future of archives. It also requires working with museum staff to help them to

adapt to new formats. Finally, there was a need to create links with museums' databases and collection management software.

As a PDF-editor, Horus Condition Report creates documents that are easy to read and share. In order to improve the management of a high volume of condition reports, collection managers in particular needed new features to enable sharing. The second version of the application (advanced version) contains features making the organization of the reports easier:

- Renaming the PDF using a clear nomenclature, including the accession number, the date and time of the report and the “cr” suffix for “condition report”.
- An option to sort the reports based on two criteria (date or accession number)
- The creation of folders to organize reports in the app.
- The possibility of sharing .zip files, including multiple reports.
- Subsequent reporting features, enabling the management of a single PDF which contains every step of the condition report (before and after the loan of an object, for example).

Horus Condition Report is a native application (not a web-based app) and does not rely on a cloud. The decision not to rely on a cloud has been challenged by users who manage tens or hundreds of reports for a single event. For various reasons, including the variable availability of Wi-Fi equipment in institutions and in their storage facilities, it was necessary to be able to work on and share reports off-line. The use of external storage has also been excluded to improve data security and reduce the app footprint.

6. Integrating the app into a Collection Management System

Condition reports are archived by collection professionals in various ways. However, in order to expand the general documentation of a

collection, the best archival system is one which is integrated into the collection management system (CMS). This system can give an overview of the general condition of the whole collection, as well as attaching full reports to the object documentation.

In order to avoid the development of a parallel archive (which would have been counterproductive), it was necessary to integrate the app into the collection management system. Besides, importing data directly from the collection management system in order to prefill information on the object in the Horus condition report allows one to avoid mistakes and increases the reliability of these reports.

Collection management systems are private and independent systems. Integrating the app into such systems requires collaboration between the Horus Condition Report app and other software companies.

The Pro version of the app can receive and share data in a file compatible with most collection management systems; it is also able to receive information on the artwork in .CSV (UTF-08), a generic format available on many collection management systems, as well as spreadsheet software such as Excel® or database applications like FileMaker®.

7. Considering the digital transformation

Changing the condition reporting process requires adaptation to new archiving practices. The ease of such a transformation may vary from one collection professional to another. Previous practices in the museum and the individual's familiarity with technological equipment such as tablets are essential criteria which will have an impact on the adoption of a new tool or procedure. The Horus Condition Report app for museums, organizations and conservators in private practice can offer training, technical support and debriefings. The Collection Management System secures the long-term conservation of the new

documentation. However, new questions have emerged, most notably regarding the long-term security of data stored by these CMS.

Sustainability was also considered during the development of the Horus app. Firstly, printing condition reports means wasting a great deal of paper and ink, particularly as they contain photos, which require excellent print quality. Secondly, the use of digital photos on tablets dramatically decreases the need for printing. However, digitalization transfers the environmental impact of condition reports to the ecological footprint of tablet production and the electricity used by these devices. In order to reduce that footprint, the app is as compatible as possible with old IOS and Android versions (IOS 9+ and Android 5.0). Moreover, the app does not rely on external servers (which are the biggest energy consumers in a digital workflow). Finally, low-impact practices can be taught during training to minimize data storage through simple habits such as deleting external photos not included in the condition report after a certain period of time (with partners in the case of exhibitions) or limiting the number of photos.

8. Conclusions

The development of a shared tool has meant dealing with the lack of international standards concerning the vocabulary of alterations, the layout of reports and the methodology. However, there are countless reflections and references on these three aspects of documentation. They were paramount to the creation, development and evolution of the Horus Condition Report app.

This digital tool achieves many objectives, such as facilitating collection professionals' work process, improving the quality of documentation and facilitating the exchange of cultural heritage knowledge.

The Horus Condition Report app can be easily downloaded and tried out by potential users and there are pedagogical resources available on its website.

Digital catalogs used not to include much information on the material condition of collections. This aspect of knowledge of cultural objects can now be considered to be included in this app. Digitalization will allow collection professionals to facilitate the exchange of information on objects, their technical information and their degradation process. Easy and securitized access to this knowledge will also help conservators better understand damage processes and enable them to make informed decisions. It is expected that the understanding of cultural heritage will be enhanced through this digital tool.

References

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (CEN). *EN 15898:2011 Conservation of Cultural Heritage - Main General Terms and Definitions*. Brussels: European Committee for Standardization, 2011.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (CEN). *EN 16095:2012 Conservation of Cultural Heritage - Condition Recording for Movable Cultural Heritage*. Brussels: European Committee for Standardization, 2012.

INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES (ICOMOS); INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE FOR STONE (ISCS). *Illustrated glossary on stone deterioration patterns. Glossaire illustré sur les formes d'altération de la pierre*. ICOMOS, 2008. Also available online: <https://www.icomos.org/publications/monuments_and_sites/15/pdf/Monuments_and_Sites_15_ISCS_Glossary_Stone.pdf> [Consulted 2/5/2020].

MARTÍNEZ CABETAS, Celia; RICO MARTÍNEZ, Lourdes (dirs.). *Diccionario Técnico Akal de conservación y restauración de bienes culturales. Español - Alemán - Inglés - Italiano - Francés*. Madrid: Akal Ediciones, 2003.

MENDONÇA, Manuela; CARRILHO, Aura. *Cd-ROM Narcisse: glossaire multilangue = Glóssario multilingue*. Lisboa: Arquivos Nacionais, Torre do Tombo, 1993.

SECTION FRANÇAISE DE L'INSTITUT INTERNATIONAL DE CONSERVATION (SFIIC). *Préserver les objets de son patrimoine. Précis de conservation préventive*. Sprimont: Mardaga, 2001.

Footnotes

1. The app offers two default profiles; one for conservator projects to document treatments and one for exhibition projects which includes more features to describe the packing and exhibition project.

Estratègia i Pla d'Acció referent a la documentació generada al Laboratori de Conservació Preventiva i Restauració del Museu de Ciències Naturals de Barcelona

EULÀLIA GARCIA-FRANQUESA

Biòloga. Cap de col·leccions del Museu de Ciències Naturals de Barcelona

egarciafr@bcn.cat

OLGA MUÑOZ BLASCO

Conservadora-restauradora. GROP SL - Museu de Ciències Naturals de Barcelona

omblas@hotmail.com

MARTA PÉREZ-AZCÁRATE

Conservadora-restauradora. GROP SL - Museu de Ciències Naturals de Barcelona

marta.perez.cr@gmail.com

MARIA VILA CASÒLIVA

Conservadora-restauradora. Museu de Ciències Naturals de Barcelona

mvilaca@bcn.cat

RESUM

La documentació que es genera al Laboratori de Conservació Preventiva i Restauració (LCPR) del Museu de Ciències Naturals de Barcelona

(MCNB) és completa i detallada; és fonamental conservar-la a llarg termini i, sobretot, poder-la consultar sempre que calgui. La transició entre la documentació en paper i la documentació digital ha estat progressiva en les darreres dècades. En la major part dels àmbits del museu (administració, biblioteca, activitats, col·leccions, recerca), fa anys que el funcionament és en bona part digital. Els avantatges de la digitalització són evidents i es volen fer arribar també al LCPR. Es presenta l'estratègia plantejada per assolir aquest objectiu.

ABSTRACT

The documentation generated by the MCNB's Preventive Conservation and Restoration Laboratory (LCPR) is complete and detailed. It is essential that it is properly stored so that it can be consulted whenever required. The transition between paper and digital documentation has progressed gradually over the past few decades and most areas of the Museum (administration, library, activities, collections and research,) have been working with digital documents for a number of years. The advantages of digitalization are obvious and we hope to guarantee that the LCPR can benefit from them as well. Here, we describe the strategy designed to ensure the fulfilment of this important task.

PARAULES CLAU: documentació, restauració, conservació, estratègia, digitalització

1. Introducció

Les col·leccions de ciències són molt voluminoses i basen bona part del seu valor en la documentació associada. En aquest sentit, des dels anys vuitanta el museu ha fet un gran esforç en digitalitzar el fons:

fitxes d'espècimens, imatges, bibliografia associada, gestió, etc. Actualment el fons inventariat es troba accessible a Internet i la gestió és digital, amb bases de dades, repositoris d'imatges, gestors bibliogràfics i altres documents digitals.

Els espècimens s'estudien i sovint s'analitzen (raig X, microscòpia, tècniques moleculars, etc.), i això genera nova informació que cal conservar. És important, doncs, conservar la memòria de les actuacions de conservació preventiva i de restauració per conèixer si algun tractament aplicat en el passat pot haver modificat o emmascarat els resultats d'anàlisis actuals (Dollery, 2011).

La col·lecció del MCNB té l'origen a mitjans del segle XIX. Durant dècades els espècimens (esquelets, pells d'estudi i naturalitzades, insectes, conquilles, fòssils, etc.) es preparaven sense que n'hagi quedat cap rastre d'informació sobre els materials utilitzats. A la col·lecció històrica de les taxidèrmies, per exemple, es desconeixen els materials interns. Aquests han anat canviant al llarg del temps, en funció de la disponibilitat de materials i de les tècniques de cada taxidermista. Tampoc no ha quedat constància de les accions de neteja i desinsectació d'espècimens i espais.

Fa quinze anys es van començar a documentar les preparacions de la col·lecció de vertebrats (esquelets, taxidèrmies, etc.) i, per tant, es van elaborar els protocols de preparació de cada tipus de material, amb la descripció de materials i procediments. Des d'aleshores, per cada exemplar preparat s'anota a la base de dades de col·leccions el protocol utilitzat. En el cas de les taxidèrmies i els esquelets muntats, per cada exemplar s'elabora un informe complet que està vinculat com a document adjunt a la fitxa de l'exemplar dins la base de dades de les col·leccions. A partir del 2008, any en què va néixer el Laboratori de Conservació Preventiva i Restauració (LCPR) del Museu, es documenta sempre el que s'ha fet, majoritàriament en paper, en Word i en Excel.

La informació és clau per a una bona gestió de les diferents tasques que es porten a terme al laboratori. Per exemple, pel que fa a la prevenció i el tractament de plagues, s'hauria de centralitzar i recopilar la informació (Excel, llibre de registre, etc.) amb l'objectiu de tenir un dibuix complet de la situació dins l'edifici i del seguiment que se n'ha fet (Pinniger i Winsor, 2011).

La informació solament té valor si és útil. Sovint és molt detallada, però difícilment interpretable, fins al punt que de vegades pot ser més efectiu provar nous materials en un espècimen que no pas trobar la informació dels tractaments aplicats anteriorment (Dollery, 2011).

Les col·leccions de ciències naturals es troben sota la responsabilitat de professionals que habitualment prioritzen el valor científic i la recerca. Per això els esforços de digitalització s'han dedicat més a documentar exemplars que no pas a documentar processos (preparació, conservació preventiva).

El projecte europeu Synthesys –que gestiona recursos per a infraestructures de recerca basades en col·leccions i laboratoris de museus de ciències europeus– va oferir l'eina Synthesys2 (2009-2013) per avaluar l'estat de les instal·lacions, les eines de gestió aplicades al patrimoni, etc. El resultat va mostrar punts febles i punts forts. D'entrada, es van abordar aspectes que no requerien despesa econòmica, i així es van començar a elaborar procediments de conservació preventiva, com aconsellen Rose i Hawks (Rose *et al.*, 1995).

La documentació pot restringir-se a pràctiques bàsiques, com ara neteges, reparacions, restauracions o processos de conservació; pot centrar-se en bones pràctiques, com ara resultats d'inspeccions, informes de restauració interns i externs, registre de paràmetres ambientals, calibratges dels aparells, etc.; o bé poden ser les millors pràctiques, és a dir documentació del manteniment de l'edifici i de reparacions, informacions detallades sobre actes i públic, informació detallada d'actuacions sobre cada objecte o manuals i guies de procediments,

entre d'altres (Museums and Galleries Comission, 2011). Tot i que la bibliografia sobre conservació de col·leccions de ciències naturals és més restringida que en altres àmbits del coneixement, hi ha bones referències que han estat molt inspiradores a les col·leccions del MCNB (Rose i de Torres, 1992; Rose *et al.*, 1995).

És important identificar les informacions que cal conservar de cara al futur per tal que siguin una bona referència útil per a la conservació (Carter i Walker, 1999).

La documentació de la conservació de les col·leccions (Lindsay, 2018):

- es pot utilitzar per conèixer l'impacte de les activitats de conservació;
- amplia el coneixement i la comprensió dels processos de gestió de col·leccions;
- facilita l'anàlisi anual de la informació;
- garanteix que no es perd informació quan algú marxa de l'equip;
- permet identificar i analitzar patrons de risc;
- evita duplicar activitats o tasques;
- aporta dades útils per a la preparació de nous projectes a subvencionar;
- aporta dades per a les memòries anuals o per a altres gestions necessàries.

Per tot això, el MCNB fa el plantejament de com assolir l'objectiu. Aquestes són algunes qüestions clau:

- Com procedim o actuem en la conservació preventiva i la restauració? Polítiques, procediments, protocols, manuals.
- Com documentem i amb quins recursos? Fitxes, informes, guies de documentació, guies de digitalització, base de dades.
- Quins documents generem? Informes, memòries, llistats.
- Com conservem la documentació? Repositori digital, integració a l'arxiu.
- Com fem accessible i transparent l'activitat? Projectes web.

2. La documentació de col·leccions al MCNB

2.1. El sistema de documentació de les col·leccions del MCNB

Als anys vuitanta el Museu de Zoologia de Barcelona crea el sistema de documentació de la col·lecció, que recull tot allò necessari per documentar, així com la descripció de com fer-ho. Als anys noranta, amb l'arribada del programari de col·leccions DAC s'inicia la digitalització de fitxes, i el 2007 es migra a MuseumPlus. En el procés de documentació de col·leccions és fonamental tenir la guia de documentació, que conté tots els camps per documentar un exemplar o un lot d'exemplars. La primera que es va fer va ser la guia de documentació de la col·lecció de zoologia, que ha estat actualitzada. Més tard, s'han elaborat les guies de documentació de la col·lecció de petrologia i de la de registres sonors. Quan s'utilitzen bases de dades, cal aleshores disposar de les guies de digitalització per a cada programari, que contenen totes les indicacions de com passar una fitxa de paper a una fitxa digital.

2.2. La documentació al LCPR

Des de l'inici de l'activitat al LCPR (2008) es porten a terme restauracions i accions de conservació preventiva (seguiments de condicions ambientals, sistema de prevenció de plagues –IPM–, informes de conservació per a moviments d'espècimens, revisions d'espais i revisions d'espècimens, entre d'altres). Totes les feines es documenten amb detall amb diversos models d'informes, es recopila tota la imatge gràfica associada, i es manté un arxiu digital i en paper ordenat per a la consulta interna. L'arxiu en paper està ordenat cronològicament. Les dades bàsiques que hi consten (data, autor, número de registre, etc.) estan digitalitzades en fulls de càlcul que permeten fer cerques. Tot i amb això, la major part de la informació resta dispersa en diferents formats, i bona part encara s'ha de digitalitzar.

3. El projecte de documentació al LCPR

Una de les prioritats del *Pla estratègic del museu 2013-2017* (Museu de Ciències Naturals de Barcelona, 2013) se centra en el perfil i el posicionament científic de la institució. S'hi especifiquen els següents objectius:

- «5.1. Desenvolupar i reforçar les col·leccions naturals i documentals com a recurs clau i eficaç per a l'estudi de la diversitat natural de Catalunya.
- »5.1.1. Dotar el Museu d'instal·lacions adequades per garantir l'ús i la conservació de les col·leccions naturals i documentals del Museu.
- »5.1.2. Modernitzar i desenvolupar les col·leccions mitjançant polítiques, plans i procediments adequats.
- »5.1.3. Donar valor i ús al fons patrimonial, mitjançant l'impuls documental i tecnològic.»

Amb aquests objectius estratègics, el pla d'acció, pel que fa al LCPR, proposa:

«Consolidar el Laboratori de Conservació Preventiva i Restauració de les col·leccions del museu.

»Elaborar el Manual de Bones pràctiques de la conservació i restauració.»

Actualment, el LCPR està consolidat pel que fa al seu funcionament, i entre els anys 2014 i 2019 es van elaborar procediments escrits a manera de manual de bones pràctiques. Redactar l'estratègia i el pla d'acció per a la documentació de les feines de conservació i restauració marca el camí a seguir per tal d'assolir els objectius que es descriuen a continuació.

L'estratègia i el pla d'acció de la documentació del LCPR

Objectius estratègics de la documentació:

1. Tenir escrits els procediments de conservació de patrimoni.
2. Elaborar les guies de documentació.

3. Crear una base de dades apta d'acord amb les necessitats i funcionalitats del LCPR.
4. Organitzar la documentació generada i preservar-la.
5. Aplicar els criteris d'accessibilitat i transparència a la documentació.

Pla d'acció:

1. Tenir escrits els procediments de conservació de patrimoni: revisar els procediments redactats i redactar-ne de nous, si cal.
2. Elaborar les guies de documentació:
 - Guia de documentació de la restauració.
 - Guies de documentació de conservació preventiva.
 - Guia de documentació d'informes sobre l'estat de conservació en préstecs.
 - Guia de documentació de seguiment de condicions ambientals
 - Guia de documentació d'IPM.
 - Guia de documentació de la revisió d'espais.
 - Guia de documentació de la revisió d'espècimens.
3. Crear una base de dades apta i útil; plantejar com es disposa la informació i quines funcionalitats ha de tenir. Documentar retrospec-tivament.
4. Organitzar la documentació generada i preservar-la.
 - Crear o adaptar un sistema d'organització de documents. Disposar d'un manual per nomenar arxius. Establir amb el Centre de Docu-mentació l'estratègia d'arxiu de tota la informació digital en el repo-sitori institucional.
5. Aplicar els criteris d'accessibilitat i transparència a la documentació del LCPR: com s'enllaça a les altres bases de dades del museu; com s'integra la documentació dins el projecte transversal del MCNB-OMNIMUS (portal per explorar de manera transversal diverses bases de dades del MCNB); com es mostra públicament.

Completar la informació i centralitzar-la facilita en el curt termini l'elaboració d'informes i de la memòria anual, per exemple; i a llarg termini genera l'arxiu documental permanent (en paper i digital), que manté la memòria de la trajectòria del LCPR. Finalment, garanteix la possibilitat d'establir un flux d'informació cap a i des de les bases de dades de col·leccions.

Un cop aplicada l'estratègia, es presenten aquí els resultats aconseguits pel que fa a la reorganització de la informació generada en els projectes de restauració i de conservació preventiva des de l'inici del LCPR.

4. Resultats

4.1. Els procediments de conservació de patrimoni

Condicions ambientals

Procediment on s'indiquen els estàndards recomanats per a la conservació de col·leccions de ciències naturals davant d'agents potencialment nocius: humitat relativa, temperatura, il·luminació i contaminació.

Embalatge permanent i manipulació

Procediment on es recullen les directrius per escollir materials d'embalatge i contenidors per a l'emmagatzematge a llarg termini, amb previsió de manipulacions per consulta o altres usos patrimonials.

Embalatge temporal i manipulació

Procediment on es descriu i es fan recomanacions sobre l'embalatge de curta durada adaptat a diferents tipus d'exemplars en previsió de manipulacions i trasllats. Es tracta de situacions de màxim risc per a la integritat física dels espècimens, en què cal prioritzar les mesures de protecció i seguretat.

Marcatge i etiquetatge d'exemplars

L'inventari es troba inacabat, i resta encara per fer una gran tasca de marcatge d'espècimens de diferents tipologies. El 2014 es redacta el procediment de marcatge i etiquetatge, important per garantir que el número de registre, que identifica inequívocament els espècimens, romanguí amb aquests de la manera més permanent possible sense danyar-los, tenint en compte criteris com la llegibilitat, manipulació, durabilitat i reversibilitat.

Mobiliari

El MCNB ha hagut de plantejar la substitució de mobles quan s'han fet millores en espais o se n'han creat de nous (expositius i de reserva). Per aquest motiu es va redactar aquest procediment, que concreta els criteris i especificacions que cal tenir en compte a l'hora d'escollir mobiliari.

Neteja de sales d'exposició i de reserves

El MCNB va inaugurar l'actual exposició permanent el 2011, moment en què es va posar per escrit com havien de ser les neteges a l'exposició i també a les reserves, amb independència de les persones i empreses que hi participen. El procediment s'inclou en els plecs tècnics dels concursos del servei de neteja.

Gestió integrada de plagues

El MCNB i l'Institut Botànic de Barcelona (IBB) es troben a la ciutat, però dins de zones naturals (Parc de la Ciutadella i muntanya de Montjuïc), fet pel qual hi ha un risc alt de plagues. Per aquest motiu, es va redactar el 2016 el procediment d'actuació per a tot el personal que treballa en aquestes institucions.

Guia d'actuació en la manipulació de minerals radioactius i Guia d'actuació en la manipulació d'asbestos i amfibols fibrosos

El 2016, en aplicació del Pla de prevenció de riscos laborals es van agrupar els minerals radioactius i els asbestos i amfibols fibrosos (que contenen amiant), i es van redactar els procediments d'actuació; de fet, el de radioactius ha estat presentat fa poc (Duque *et al.*, 2019).

4.2. Guies de documentació

Una guia de documentació inclou una llista de camps d'informació necessaris per documentar un procés. De cada camp se n'indica una definició clara, l'ús, el tipus (text, numèric, data, llista), i a més se'n presenten alguns exemples. Les persones que documenten, ara o en el futur, han de seguir les indicacions escrites per tal que la documentació sigui completa i homogènia. Les guies redactades són les següents:

- Guia de documentació de la restauració.
- Guia de documentació de l'informe d'estat de conservació per préstec.
- Guia de documentació de seguiment de condicions ambientals.
- Guia de documentació d'IPM.
- Guia de documentació de la revisió d'espais.
- Guia de documentació de la revisió d'espècimens.

4.3. Base de dades

Una base de dades es pot crear de nou a partir de les necessitats i de les reflexions prèvies a la seva creació, amb el suport de la documentació escrita (guies de documentació) i la redacció de les funcionalitats requerides. Es decideix començar de zero a partir de l'experiència amb un Access i diversos Excel i documents en paper que es generen en els projectes. S'opta per una eina flexible, independent de les altres bases de dades i cent per cent adaptada a les necessitats del LCPR.

És important la reflexió sobre les funcionalitats: com ha de ser la cerca, què volem recuperar en una cerca, com s'exportarà i importarà la informació, quins llistats i informes calen, etc. A tall d'exemple, s'haurien de plantejar qüestions com les següents: en alguna exposició s'ha produït alguna incidència enguany o en anys anteriors?, quines van ser les causes de les restauracions d'urgència en un període o espai concret?, qui va revisar la reserva X i quan va fer-ho?, quines anàlisis s'han fet a les restauracions d'enguany?, quants expedients de restauració s'han fet per cada col·lecció?, quines tasques de conservació preventiva s'han fet a la col·lecció X els darrers cinc anys?, etc.

Una base de dades és una eina fonamental per recuperar la informació i fer-la útil al moment, així com per elaborar memòries o conèixer amb detall l'evolució d'un projecte o d'una col·lecció en concret. El LCPR està treballant per implementar una eina informàtica adaptada a les seves necessitats mitjançant una externalització.

4.4. Organització i preservació de la documentació generada al LCPR

Des del 2005 es recullen dades ambientals dels espais de reserva i exposició, que s'analitzen des del 2006 sense interrupció; anualment es generen informes de restauració i conservació preventiva (condicions ambientals, revisions de col·leccions i d'espais, informes de conservació per a préstecs, etc.) També es redacten memòries anuals, es presenten treballs a congressos, es publiquen articles, i es fan i conserven moltes imatges. La documentació és, per tant, diversa.

El criteri d'ordenació de tota aquesta documentació en paper i digital es fa seguint l'estàndard AIDA de l'Ajuntament de Barcelona. S'ha redactat una guia de com nomenar fitxers digitals (fotografies, vídeos, informes, etc.) per tal que se segueixi sempre el mateix criteri i els fitxers es puguin localitzar fàcilment.

Tota la informació digital es diposita i es conserva al repositori institucional ClipFiles. El projecte es porta a terme en coordinació amb el Centre de Documentació del MCNB, el qual gestiona l'arxiu. Els documents que es generen a les col·leccions seran descrits amb Atom i l'arxiu serà consultable digitalment.

4.5. Aplicació de criteris d'accessibilitat i transparència a la documentació generada

Des de fa anys la informació digitalitzada dels espècimens del MCNB-IBB és accessible al web i en portals internacionals. Cada any va aug-

mentant el volum d'informació disponible i se'n millora la qualitat (depuració de dades).

La informació de les col·leccions i del Centre de Documentació té una sortida conjunta al web del MCNB dins el projecte OMNIMUS, partint d'una necessària interoperabilitat, en un espai on la informació pot ser interpellada amb criteris diversos.

El projecte s'adiu amb la definició de museu aprovada el 2019 per l'ICOM, així com amb els objectius de desenvolupament sostenible (ODS), especialment els objectius 4 (educació de qualitat), 8 (ocupació digna i creixement econòmic) i 17 (aliances per als objectius mundials). Tenir la informació digitalitzada permet fer-la accessible a la consulta interna, així com publicar-la a Internet i fer-la accessible a la consulta externa. Per tot això, compleix les premisses inherents a l'administració pública.

5. Conclusions

Tenir els procediments escrits que indiquen com s'han de portar a terme les feines principals de conservació preventiva permet unificar criteris, replicar la tasca quan s'incorpora nou personal i millorar procediments provats, entre d'altres.

Disposar de les guies de documentació de les feines de restauració i conservació preventiva dona l'oportunitat de revisar i millorar els procediments de documentació, pensar des de zero com la informació s'hauria d'aplegar en una base de dades i com s'hauria de recuperar per tal de fer útil el conjunt d'informació o una part.

La informació digitalitzada és el pas indispensable per fer accessible la documentació a la consulta interna i a l'externa, publicant-la a Internet.

Bibliografia

CARTER, David J.; WALKER, Annete K. «Appendix I. Documentation». A: CARTER, D.; WALKER, A. (eds.). *Care and Conservation of Natural History Collections*. Oxford: Butterwoth Heinemann, 1999, p. 193-197. També disponible en línia a: <<http://www.natsca.org/sites/default/files/publications/books/Appendix1-Documentation.pdf>> [Consulta: 4 maig 2020].

DOLLERY, Diane. A. «Methodology of Preventive Conservation for a Large, Expanding and Mixed Archaeological Collection». A: CAPLE, Chris (ed.). *Preventive Conservation in Museums*. Londres, Nova York: Routledge, 2011, p. 420-429.

DUQUE-VALERO, Susana; CAMPENY, Marc; GARCIA-FRANQUESA, Eulàlia. «Sistemas de gestión de muestras radioactivas y tóxicas en la colección de mineralogía del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona (MCNB)». A: MARTÍN-GONZÁLEZ, Esther; COELLO BRAVO, Juan J.; VEGAS, Juana (eds.). *Actas de la XIII Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico. Cuadernos del Museo Geominero*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2019 (30), p. 199-204. També disponible en línia a: <<https://www.igme.es/museo/publicaciones/cuadernos/PATRIMONIO%20GEOMINERO%20Sin%20NIPO.pdf>>.

LINDSAY, Helen. «Evidencing the Case for Preventive Conservation: The Role of Collections Care Documentation». *Studies in Conservation* (Londres, Nova York: Routledge), 63 (2018), p. 175-180.

MUSEU DE CIÈNCIES NATURALS DE BARCELONA. «Pla Estratègic 2013-2017» [en línia]. Barcelona: Museu de Ciències Naturals de Barcelona, 2013. <<https://museuciencies.cat/el-nat/que-som/pla-estrategic/>> [Consulta: 12 febrer 2020].

MUSEU DE CIÈNCIES NATURALS DE BARCELONA. «OMNIMUS» [en línia]. <<https://www.bioexplora.cat/OMNIMUS/?lang=ca#/>> [Consulta: 4 maig 2020].

MUSEUMS AND GALLERIES COMMISSION. «Levels of Collections Care: A Self-Assessment Checklist». A: CAPLE, Chris (ed.). *Preventive Conservation in Museums*. Londres, Nova York: Routledge, 2011, p. 473-491.

PINNIGER, Dave; WINSOR, Pete. «Integrated Pest Management». A: CAPLE, Chris (ed.). *Preventive Conservation in Museums*. Londres, Nova York: Routledge, 2011, p.169-196.

ROSE, Carolyn L.; HAWKS, Catharine A.; GENOWAYS, Hugh H. (eds.). *Storage of Natural History Collections: A Preventive Conservation Approach*. Vol. 1. Iowa: Society for the Preservation of Natural History Collections, 1995.

ROSE, Carolyn L.; DE TORRES, Amparo R. (eds.). *Storage of Natural History Collections: Ideas and Practical Solutions*. Vol. 2. Washington: Society for the Preservation of Natural History Collections, 1992.

SYNTHESSYS2. «Collections Self-Assessment Tool (CSAT)» [en línia], 2009-2013. <<https://www.synthesys.info/network-activities/synthesys3-na2/self-assessment.html>> [Consulta: 4 maig 2020].

Proposta metodològica per a l'estudi i la documentació dels paviments conservats a la Neàpolis i la ciutat romana d'Empúries

SÍLVIA LLOBET I FONT

Conservadora-restauradora. ÀBAC Conservació-Restauració SL
silvia@abac-sl.cat

JAIME SALGUERO MARTÍNEZ

Conservador-restaurador independent
jaimosalguer@gmail.com

ROGER SALA

Arqueòleg geofísic, SOT Prospecció Arqueològica
roger_sala_bar@yahoo.es

PABLO DEL FRESNO BERNAL

Arqueòleg. Sistemes de Gestió de Patrimoni SCCL. Grup de Recerca d'Arqueologia Medieval i Postmedieval-UB
pdfsgp@gmail.com

RESUM

L'any 1908 s'iniciaren les excavacions sistemàtiques a Empúries i des de llavors s'ha exhumat un important conjunt de paviments. La major part de la informació que en tenim resta inèdita; per aquest motiu, amb voluntat d'iniciar un canvi de rumb, hem engegat un pro-

jecte d'estudi que en generarà un coneixement profund. Per dur-lo a terme, durant els darrers anys ens hem centrat en la recollida sistemàtica d'informació descriptiva, gràfica i cartogràfica dels paviments atenent a les seves característiques formals. Això ens ha permès definir els requeriments bàsics del sistema d'informació que gestionarà de manera normalitzada la gran varietat i quantitat de documentació produïda en un estudi de caràcter interdisciplinari com aquest.

ABSTRACT

The systematic excavation of Empúries began in 1908, and since then a substantial number of mosaics have been exhumed. Nonetheless, information on most of these mosaics remains unpublished. With a view to bringing about a change of course, we have begun a study project that will provide an in-depth understanding of the floors. To perform the study, during the past few years we have focused on the systematic collection of descriptive, graphic and cartographic information from the pavements, with consideration for their formal characteristics. This has helped us define the basic requirements for the information system that will manage the large variety and quantity of documentation generated as part of this interdisciplinary study in a standardised manner.

PARAULES CLAU: paviment, registre, documentació, fotogrametria, georadar

1. Introducció

Des dels inicis de les excavacions sistemàtiques a Empúries (Aquilué i Monturiol, 2008), s'ha recuperat un important conjunt de paviments romans; la informació sobre la major part d'aquests paviments resta inèdita.

Amb voluntat de revertir aquesta situació i poder finalment presentar el catàleg complet dels paviments conservats, s'ha definit un projecte d'estudi interdisciplinari per tal de documentar cada sòl de manera individual i alhora establir relacions entre ells situant-los dintre de les cases o espais públics per als quals van ser construïts, i elaborar repertoris de motius decoratius, de tècniques constructives i de tipologies. Alhora, el coneixement profund dels paviments permetrà endegar nous estudis, definir-ne el pla de conservació i plantejar noves estratègies de museïtzació.

2. Un conjunt de paviments d'entre els segles II aC i II dC

La major part dels paviments conservats a la Neàpolis o ciutat grega es troben en àmbits domèstics i poden ubicar-se dins la gran reforma urbanística iniciada a mitjans del segle II aC. Les cases presenten sovint una disposició de les habitacions al voltant de patis, encara que es documenten models més complexes organitzats a l'entorn de porticats (Mar i Ruiz de Arbulo, 1993, p. 353-390; Tang, 2005, p. 117-133; Cortés, 2014, p. 26-77). La principal tipologia són els paviments de morter decorats amb simples tesselles blanques o bé amb decoracions més complexes, que reproduïxen motius bàsicament geomètrics, però també presenten motius vegetals o figurats, insercions de fragments lítics o inscripcions en grec.

Durant aquesta etapa de reformes també es modifiquen les àrees públiques, on es conserven exemples de paviments als edicles situats a la terrassa superior del santuari meridional de la ciutat i a l'edifici termal de la zona nord-est de la *stoa*.

El que fins avui s'ha excavat de la ciutat romana ens ha permès conèixer diversos exemples d'arquitectura domèstica. De les tres *domus* situades a la part oriental, dues corresponen a grans habitatges senyorials que responen al tipus de casa itàlica d'atri i peristil (Santos, 1991, p. 19-34; Mar i Ruiz de Arbulo, 1993, p. 390-402; Tang,

2005, p. 113-126; Cortés, 2014, p. 77-99). Totes dues van estar sotmeses a successives etapes de reforma i d'ampliació entre la primera meitat del segle I aC i finals del segle I dC, que s'evidencien a través dels nombrosos sòls de diferents tipologies. Altres paviments rellevants els trobem als espais públics, com l'edifici termal de la Insula 30 o el fòrum, escenari de l'activitat política, econòmica i religiosa de la ciutat.

3. Proposta metodològica d'estudi i recollida de dades *in situ*

Davant d'aquesta falta de coneixement, per la situació en què es troben els paviments, pel gran nombre de sòls que caldrà documentar¹, per la complexitat de la recollida de dades *in situ* i per la gran quantitat d'informació que es generarà, ha estat necessari fer una reflexió profunda sobre com fer la recollida de dades i quins treballs previs calen, i establir la temporització dels processos a seguir.

La situació dels paviments en iniciar l'estudi era molt diversa. Alguns es trobaven coberts des de feia anys o es descobrien estacionalment per mostrar-los durant els mesos més càlids; d'altres eren semiprotegits o a la intempèrie. Aquesta diversitat de situacions ens obliga prèviament a documentar-los fent treballs de destapat i de neteja mecànica per obtenir una bona qualitat de la documentació gràfica (figura 1). Finalitzat l'estudi, es cobreixen de nou com a mesura de conservació preventiva. Molts són de grans dimensions, en especial a les cases romanes, per la qual cosa cal comptar amb suport del personal d'arqueologia i manteniment del Museu d'Arqueologia de Catalunya (MAC) - Empúries.

Els treballs s'han iniciat a la Neàpolis i, mentre hem anat recollint tota la informació de camp, hem definit les necessitats i els requeriments bàsics del sistema d'informació que gestionarà de manera normalitzada la gran varietat i quantitat de documentació produïda (Del Fresno, 2015).



Figura 1. Paviment de morter d'una de les cases de la Neàpolis abans de l'estudi i dels treballs de neteja, i ortofotografia final. Sílvia Llobet, 2019.

En el moment actual de desenvolupament del sistema, aquests requeriments els podem concretar fonamentalment en els punts següents:

- Identificació de la unitat d'informació que garanteixi la individualització de la informació recollida i permeti una gestió normalitzada i integrada en el context d'un jaciment arqueològic. Aquesta unitat d'informació no és altra que la unitat estratigràfica (UE).
- Elaboració d'un glossari terminològic que permetrà la descripció normalitzada tant de les UE, mitjançant els diferents formularis de camp, com de tota la documentació produïda en registrar-les.
- Gràcies al treball de camp fet fins avui, podrem identificar els atributs informatius que garantiran la correcta caracterització morfològica de les diferents UE en funció de la casuística que puguin presentar, fet que ens permetrà abordar el disseny de la base de dades (BD) del sistema.
- Identificació dels requeriments funcionals del sistema d'informació que ha de donar suport a la gestió de tota la informació i la documentació produïda.
- Identificació de la documentació produïda per al registre de les UE. Aquesta documentació podem classificar-la en funció del seu llenguatge de producció (documentació descriptiva, gràfica i cartogràfica).
- Planificació d'estudis complementaris.

3.1. Glossari terminològic

Ha calgut definir la terminologia que s'emprarà en tots els àmbits de la documentació, com ara a les fitxes de registre, a les metadades del registre fotogràfic o a les llegendes de la cartografia. Aquesta terminologia s'ha fixat mitjançant un glossari terminològic dividit en diverses seccions temàtiques per facilitar el nostre estudi.

La primera secció estableix els diversos tipus de paviments equiparant els exemples emporitans a les propostes recents plantejades en els àmbits italià (Grandi i Guidobaldi, 2006, p. 31-38) i francès (Vassal, 2016, p. 95-119), davant la confusió que generen alguns termes emprats tradicionalment en el nostre context d'estudi.

La segona se centra en normalitzar els termes que s'empraran per descriure les àrees, els sectors, els àmbits o la ubicació de cada UE, seguint el sistema creat per l'equip d'arqueologia d'Empúries.

Finalment, pel que fa a la terminologia específica de l'àmbit de la conservació, s'han definint aspectes com els tipus d'intervencions anteriors, l'estat de conservació estructural i superficial i els processos de conservació i restauració.

3.2. La documentació descriptiva

Els paviments es troben en un jaciment arqueològic avui encara en fase d'excavació. Per aquest motiu, plantegem que les fitxes de registre que recullin la informació de cada paviment segueixin el sistema de registre de l'arqueologia basat en la identificació d'UE, que comparà amb el suport del sistema de gestió de la informació.

Ha calgut fer un treball de reflexió per definir tota la informació que necessitem per documentar de manera rigorosa cada paviment, partint de l'experiència prèvia al lloc, així com d'altres exemples bàsica-

ment de l'àrea italiana. D'aquesta manera, per iniciar el disseny de la base de dades (BD) que ha de permetre gestionar la documentació de la nostra activitat, hem definit totes les respostes que volem obtenir de l'explotació de dades.

De manera immediata, això ens ha permès identificar la informació que obligatòriament hem de recollir en el camp mitjançant les diferents fitxes, però, a més, suposa l'elaboració d'un primer esborrany del disseny de la BD del sistema que, com ja hem dit, girarà al voltant del concepte d'UE.

La fitxa emprada en el registre de camp s'organitza en cinc blocs per desenvolupar l'estudi de manera detallada; en una segona fase l'ampliarem amb dos blocs addicionals que faran referència als treballs de conservació.

El primer bloc, comú per a tots els paviments, fa referència al context arquitectònic, tant de l'edifici on s'ubiquen com de la tipologia d'àmbit que revesteixen; també inclou la localització topogràfica del sector i la bibliografia.

El segon és també comú per a tots els paviments, i fa referència a les dades generals d'aquests: tipologia, cronologia, localització, any d'excavació, georeferència, dimensions, estat de conservació, altres elements decoratius de l'àmbit, bibliografia específica, paral·lels i ortoimatge.

El tercer bloc correspon a la descripció de la tècnica constructiva i és específic per a cada tipologia de paviment. S'hi descriuen les diferents capes de preparació i superficial, els materials emprats, i inclou també fotografies macroscòpiques i microscòpiques de cada capa i un apartat final dedicat al resultat dels estudis dels materials.

El quart fa referència als dissenys decoratius, i és específic també per a cada tipologia, ja que cadascuna té una forma d'estudi particular.

S'hi descriuen els diversos motius dels paviments i el lloc on s'ubiquen; s'indica quins models i classificacions segueixen i s'aporta la documentació gràfica corresponent.

Finalment, el darrer bloc se centra en la descripció de les intervencions de conservació i restauració des que es va exhumar cada paviment amb l'objectiu de conèixer-ne les parts originals i les reintegrades i, sobretot, les peces que han estat arrencades i recol·locades i amb quins materials s'han construït els nous suports.

3.3 La documentació gràfica

Un altre aspecte que ens preocupava en iniciar els nostres estudis era la recollida de la documentació fotogràfica. Sabíem d'antuvi que caldria gestionar moltes imatges i que a mesura que avancés la recollida de dades *in situ* caldria definir els termes que permetran etiquetar les fotografies amb metadades normalitzades.

Alhora, era molt important establir des de bon començament uns protocols que garantissin una homogeneïtzació dels resultats en un espai complicat com és un jaciment arqueològic sense cobertes. Per tant, calia prioritzar els dies ennuvolats i les hores de menys insolació, amb la llum el més difusa possible, i evitar les zones d'ombres.

La recollida de documentació gràfica l'hem definit i organitzat en dos nivells. En el primer, centrat en la digitalització dels paviments i dels sectors on es troben ubicats mitjançant fotogrametria, se n'obtenen models 3D i ortoimatges. La fotogrametria és la tècnica que s'empra per determinar les propietats geomètriques dels objectes i les situacions espacials d'aquests a partir d'imatges fotogràfiques preses des de diferents punts de vista, que després es gestionen amb un programari específic que dona com a resultats models 3D amb qualitat fotogràfica. A banda de presentar imatges completes dels paviments, ens ofereix la possibilitat d'obtenir imatges o models que després podem

situar en planimetries del jaciment, i vincular-les amb punts de referència mètrica o georeferenciar-les. A més, els models obtinguts esdevenen una eina d'estudi molt potent encara que el paviment estigui novament cobert, ja que ens permeten prendre mesures, documentar certs detalls o revisar la recollida de dades.

La presa d'imatges dels paviments es fa directament amb la càmera i un trípod a peu pla, i s'inclouen també els murs de l'estança on es troben ubicats. Les fotogrametries fetes d'aquesta manera ens permeten obtenir uns models de gran definició de la superfície i una resolució fotogràfica de qualitat. Per georeferenciar els paviments s'utilitzaran les dades que generi l'equip d'arqueologia o emprarem un equip GPS.

D'altra banda, per poder crear els models i les ortoimatges del sector on es troben els paviments hem emprat dos tipus de dron² (figura 2). Les fotogrametries ens permeten abastar zones més àmplies i georeferenciar-les gràcies al sistema de GPS inclòs en la navegació del dron.

La digitalització i el processament de les ortoimatges s'ha dut a terme amb el programa especialitzat en fotogrametria Agisoft Metashape i amb el programa de llicència lliure Blender per editar, retocar i muntar els models 3D.

Altres programes ens ajuden a obtenir més rendiment dels models



Figura 2. Ortofotografia del paviment de les termes de la Neàpolis, feta amb dron. Jaime Salguero, 2019.

obtinguts. Per exemple, l'aplicació lliure CloudCompare és molt útil en el nostre cas per comparar i monitoritzar alteracions dels núvols de punts d'un mateix paviment preses al llarg del temps, i d'aquesta manera detectar possibles moviments produïts per problemes estructurals i poder-ne controlar l'evolució (figura 3). A més, ens permet crear models digitals d'elevacions (MDE).

Un altre programa de gran utilitat és Nexus, de Visual Computing Lab-Cnr, que ens permet proporcionar virtualment una il·luminació ra-

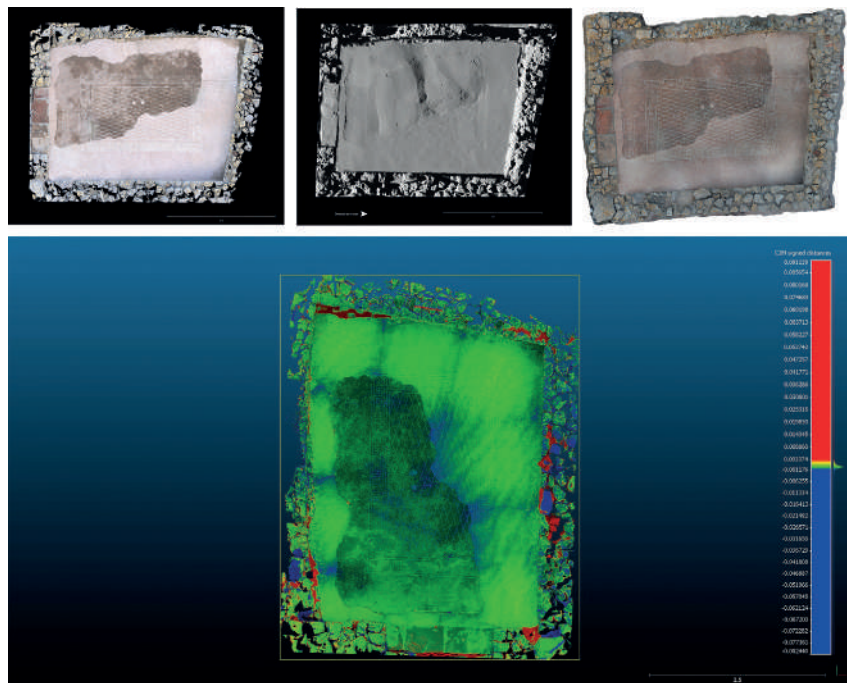


Figura 3. Treballs de documentació gràfica d'un paviment de la Neàpolis. A la part superior, ortofotografies (2016 i 2019) i tractament amb llum rasant. A la part inferior, comparació dels dos núvols de punts amb l'aplicació CloudCompare. Jaime Salguero i Sílvia Llobet, 2016 i 2019.

sant dels models 3D per accentuar-ne les irregularitats i les deformacions de les superfícies.

El segon nivell de recollida de documentació gràfica se centra en l'obtenció de fotografies de detall dels paviments. Amb les fotografies macroscòpiques recollim informació sobre les tècniques constructives, les diverses capes de preparació, els materials emprats i els acabats superficials, així com de cada motiu decoratiu, mentre que les imatges preses amb microscopi digital portàtil (20x~50x, 200x) ens serveixen per aproximar-nos a la composició dels morters o detectar patologies com l'afectació per microorganismes (figura 4).



Figura 4. Exemple de la documentació fotogràfica duta a terme en cada paviment: orto fotografia, detall de l'estratigrafia i dels motius decoratius i fotografia realitzada amb microscòpic portàtil. Sílvia Llobet, 2018.

3.4. La documentació cartogràfica

Amb les ortoimatges generades es treballarà la documentació cartogràfica. D'una banda, s'elaboraran mapes generals on es recolliran aspectes com les diverses tipologies de paviments, cronologies, mosaics recol·locats o zones de risc. De l'altra, els mapes individuals de cada paviment documentaran aspectes tècnics, la presa de mostres, l'estat de conservació i els tractaments aplicats. La biblioteca de llegendes s'ha creat mitjançant el glossari.

Una vegada georeferenciades totes les ortoimatges, procedirem a digitalitzar les UE que siguin visibles en planta. D'aquesta manera, la informació generada es podrà creuar amb tota aquella que vingui de la documentació arqueològica. Pel que fa a la presentació dels resultats, la gestió integrada de la informació produïda a través del sistema d'informació permetrà fer cerques en les dades i mostrar les respostes obtingudes mitjançant representacions cartogràfiques.

3.5. Planificació d'estudis complementaris

Paral·lelament a la recollida de dades *in situ*, amb l'objectiu d'augmentar el coneixement dels paviments, hem plantejat diversos estudis que han requerit col·laboracions interdisciplinàries.

De cada paviment, si és possible, es recullen mostres dels morters que en formen les diverses capes de preparació i superficials (figura 5); es dona prioritat als fragments despresos i de difícil recol·locació.

Hem iniciat l'estudi en els paviments de la Neàpolis dels quals es disposa de gran quantitat de mostres; per això, s'ha fet una selecció representativa dels diversos àmbits, cronologies i tipologies. Es planteja seguir dos mètodes. El primer, emprat en els morters de calç i picadís ceràmic, se centra en la dissolució de la fracció aglutinant



Figura 5. Detall de l'estratigrafia del paviment de les termes de la Neàpolis, construït amb set capes de preparació més els fragments de marbre. S'ha recollit una mostra de cada morter per estudiar-lo. Sílvia Llobet, 2019.

carbonatada per calcular la dosificació aproximada del morter; els agregats corresponents als residus insolubles es garbellen, s'observen amb lupa binocular, es fotografien i se n'estudia la morfologia i la granulometria. Pel que fa als morters els àrids dels quals són sorres i fragments de calcària, la disgregació es fa per via seca, i posteriorment se segueix la mateixa metodologia descrita.

D'una selecció de les mostres se'n fan làmines primes, que s'observaran al microscopi òptic per fer el comptatge d'unitats, establir la relació conglomerat-àrids i analitzar-ne característiques com la mida, la morfologia i naturalesa dels àrids, el grau de dispersió de mida o la classificació i el grau d'empaquetament³.

Així mateix, plantegem estudis lítics de les tesselles i dels fragments inserits en paviments de morter o mosaics o dels que formen paviments continus i, finalment, dels marbres emprats en els *opus sectile*.

El darrer estudi de materials té l'objectiu d'estudiar les tècniques emprades en les capes pictòriques identificades en alguns paviments, ja sigui per traçar els dibuixos preparatoris o com a capa pictòrica superficial polida.

Altres estudis destinats a augmentar el coneixement dels paviments es plantegen amb la prospecció basada en l'obtenció de dades amb georadar d'alta freqüència⁴. S'han emprat dos sistemes de freqüència diferents per adquirir les dades: 2.1 i 2.0 GHz.

Aquest estudi ha servit per caracteritzar la resposta dels materials dels diferents tipus de paviments i aprofundir en la tècnica constructiva, mesurar el gruix de les diverses capes de preparació, l'adherència entre capes i l'estat de compactació dels morters originals.

També ha permès caracteritzar la resposta dels materials emprats durant les restauracions dutes a terme entre les dècades dels cinquanta i els noranta del segle passat. Estem parlant bàsicament dels mosaics

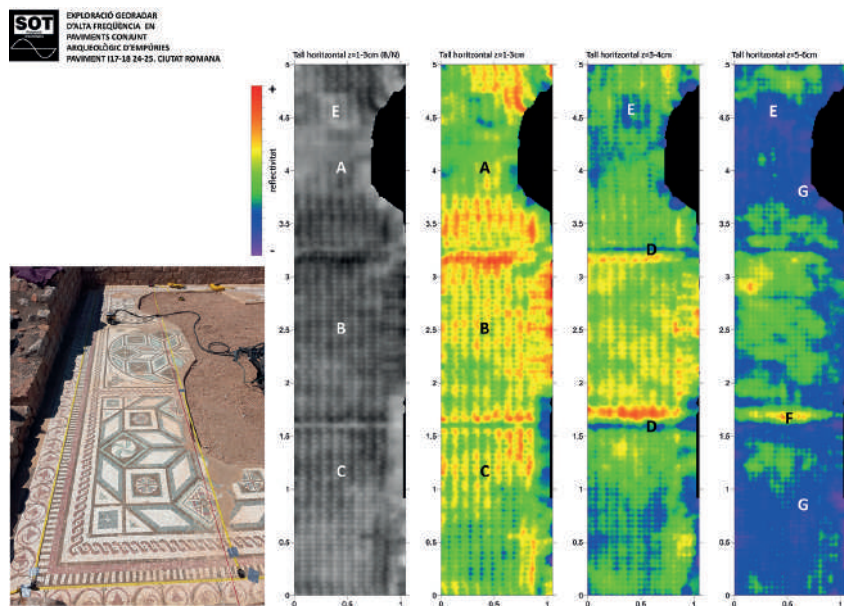


Figura 6. Resultats de l'exploració amb georadar d'alta freqüència d'un mosaic policrom conservat al fòrum de la ciutat romana, per caracteritzar la malla del suport de ciment i avaluar-ne l'estat de conservació. Sot. Prospecció Arqueològica, 2017.

que es varen arrencar, restaurar i recol·locar *in situ*, treballs dels quals en tenim escassa documentació. Bàsicament, pretenem identificar en quants fragments es van extreure i recol·locar, així com l'estat de conservació dels nous suports de ciment i dels elements metàl·lics dels de ciment armat (figura 6).

Recentment hem identificat en els paviments de morter decorats amb tesselles un seguit de greus patologies derivades del creixement d'arrels d'arbres propers, que han penetrat a través de les capes de preparació i han provocat bombaments i depressions que generen greus problemes estructurals. Identificar el punt d'entrada d'aquestes arrels i el circuit que segueixen exactament per les capes de preparació és

de gran ajut per poder eliminar-les en els punts d'entrada, controlar l'evolució del paviment durant l'assecat de les arrels i plantejar treballs de recol·locació de les zones malmeses.

4. Consideracions finals

La metodologia d'estudi que hem iniciat per documentar els paviments conservats a la Neàpolis i la ciutat romana d'Empúries permetrà, per fi, elaborar el catàleg complet d'aquest important conjunt que avui encara resta en part inèdit, i estudiar, per a cada sòl, la tècnica constructiva, la decoració i la història des que va ser exhumat. També permetrà conèixer l'estat de conservació i planificar els treballs de conservació preventiva, curativa i de restauració, així com plantejar noves museïtzacions, ja que només un grup molt reduït de paviments es mostren estacionalment als visitants.

La recollida sistemàtica d'informació que hem iniciat ens ha permès fins ara definir els requeriments bàsics que tindrà el futur sistema d'informació, que serà l'eina de gestió de la informació referida a un gran conjunt de paviments i que podria esdevenir un model per d'altres jaciments amb característiques similars.

Bibliografia

AQUILUÉ, Xavier; MONTURIOL, Joaquim. (coord.). *1908-2008. 100 anys d'excavacions arqueològiques a Empúries*. Girona: MAC-Empúries, 2008.

CORTÉS, Ada. *L'arquitectura domèstica d'època tardorepublicana i altimperial a les ciutats romanes de Catalunya*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, Universitat Autònoma de Barcelona, 2014.

DEL FRESNO, Pablo. *Sistema de Información Arqueológica: propuesta de normalización, desarrollo conceptual e informático* [Tesi doctoral].

Vitòria: Universidad del País Vasco, 2015 [en línia]. <<http://www.academia.edu/23836202/>> [Consulta: 11 juliol 2020].

GRANDI, Monica; GUIDOBALDI, Federico. «Proposta di classificazione dei cementizi e mosaici omogenei ed eterogenei». A: ANGELELLI, C. (ed.). *Atti dell'XI Colloquio dell'Associazione Italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico*. Tívoli: AISCOM, 2006, p. 31-38.

MAR, Ricardo; RUIZ DE ARBULO, Joaquín. *Ampúrias romana. Historia, arquitectura y arqueología*. Sabadell: Editorial Ausa, 1993.

SANTOS, Marta. «Distribución y evolución de la vivienda urbana tardor-republicana y altoimperial en Ampúrias». A: *La casa urbana hispanorromana*. Saragossa: Institución Fernando el Católico, 1991, p. 19-34.

TANG, Birgit. *Delos, Carthage, Ampurias: The Housing of Three Mediterranean Trading Centers*. Roma: L'Erma di Bretschneider, 2005.

VASSAL, Véronique. «Opus Signinum, Terrazzo, mortier et béton de sol: un état de la question». *Journal of Mosaic Research* (Bursa: Uludag University), 9 (novembre 2016), p. 95-119.

Notes

1. Els paviments documentats a la Neàpolis són 75, i a la ciutat romana preveiem que siguin 100.
2. DJI Mavic Air i Yuneec Typhoon H Plus.
3. Aquests treballs els fem en col·laboració amb la Dra. Antonia Navarro (Laboratori de Materials de l'Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona).
4. Estudis finançats pel Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya.

L'RTI (*Reflectance Transformation Imaging*) al servei del conservador-restaurador

SILVIA MARÍN ORTEGA

Conservadora-restauradora. Professora a l'Escola Superior
de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya
marinortegasilvia@gmail.com

RESUM

L'RTI és un mètode fotogràfic computacional que enregistra informació de gran detall sobre la forma i el color de les superfícies. La tècnica fa visibles tota mena d'incisions, inscripcions, relleus, deformacions i esquerdes que eren imperceptibles *de visu* i al microscopi. Alguns exemples d'ús de l'RTI en l'àmbit de la conservació-restauració són el monitoratge de peces, el control pre i post préstec, el control pre i post tractament en intervencions de fixació-consolidació, i la identificació d'elements afegits, degradacions, mutilacions i intervencions anteriors durant l'examen organolèptic. L'RTI ens aporta nova informació i, per tant, ens facilita la presa de decisions i l'avaluació de riscos.

ABSTRACT

RTI is a computerized photographic method that records highly detailed information about surfaces shape and colour. This technique makes visible all kinds of incisions, inscriptions, reliefs, deformations

and cracks that were imperceptible with the naked eye and under microscope. Some examples of the use of RTI in the field of conservation-restoration are monitoring of works of art, pre- and postlending control, pre- and posttreatment control in fixation-consolidation interventions, and identification of added elements, degradations, mutilations and previous interventions during organoleptic examination. RTI provides us with new information and, therefore, facilitates decision making and risk assessment.

PARAULES CLAU: *Reflectance Transformation Imaging*, noves tecnologies, monitoratge, diagnòstic, conservació preventiva

1. Introducció

L'RTI (*Reflectance Transformation Imaging*) s'està posicionant des de fa temps com a mètode eficaç per estudiar el patrimoni. El seu alt grau de detall destaca relleus pràcticament invisibles a l'ull humà, fet que el fa ideal per descobrir irregularitats en les superfícies patrimonials. Per aquest motiu, l'aplicació de l'RTI en l'àmbit del patrimoni abasta molts camps: des de l'estudi de les tècniques de producció dels objectes (marques d'eina, tècniques artístiques i penediments), fins a la lectura d'informació parcialment esborrada o desgastada, passant per l'estudi de les degradacions i el monitoratge en matèria de conservació preventiva.

Des de l'any 2010, l'ús de l'RTI no ha fet més que expandir-se pels principals museus del món tot i que, fins no fa gaires anys, l'adopció de les noves tecnologies per part dels restauradors era difícil perquè calia dominar complicats programes informàtics. Actualment, els programaris s'estan simplificant i les noves tecnologies són més accessibles per a tots; en conseqüència, l'RTI ha esdevingut una eina econòmica i intuïtiva.

2. Reflectance Transformation Imaging: imatges per transformació de reflectància

2.1. Base teòrica

L'RTI és un mètode fotogràfic digital computacional creat per capturar la superfície dels objectes posant èmfasi en la seva tridimensionalitat. Els models RTI es generen a partir d'una sèrie de fotografies digitals preses amb una càmera en posició fixa. A cada fotografia, la llum es projecta sobre l'objecte des d'una posició diferent coneguda; això dona com a resultat una successió de fotografies estàtiques d'un mateix objecte amb diferents il·luminacions.

La tècnica enregistra informació sobre la geometria de la superfície en prendre un valor per a la normal¹ en cada píxel; amb aquestes dades, el programari estableix uns resultats en calcular l'angle entre la llum i l'objecte en una sèrie de fotografies (CHI, 2020, p. 1). L'RTI, a partir de càlculs matemàtics, millora la visualització de la superfície fotografiada destacant-ne el relleu de forma evident. A diferència d'una fotografia tradicional, la informació de reflectància es deriva de la forma tridimensional de l'objecte, de manera que la imatge RTI coneix la manera en què la llum es reflecteix en cada píxel (Rabinowitz *et al.*, 2009, p. 6). A més, la llum aplicada intencionadament sobre la superfície rebota de tal manera que l'angle d'incidència de la llum i l'angle de la llum reflectida són angles iguals a la normal (figura 1).

El resultat final és un joc de llums i ombres que revela els relleus i les irregularitats de la superfície

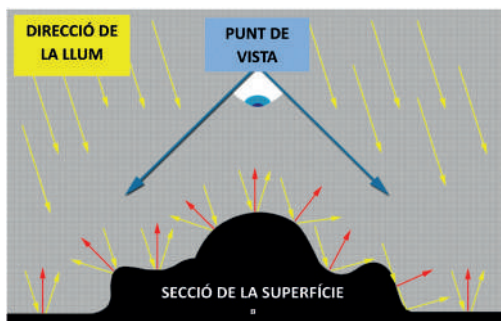


Figura 1. Esquema: angles de reflexió lumínica. Cultural Heritage Imaging, 2020.

fotografiada, ja que genera una imatge amb sensació 3D molt detallada en base a un mapa de normals que es pot visualitzar amb diferents renderitzacions. És per això que la tècnica aporta nova informació de gran detall impossible d'observar a partir d'un examen visual directe i, com que la informació de reflectància deriva de la forma tridimensional de l'objecte, l'RTI fa visibles tota mena d'incisions, inscripcions, formes, relleus, filigranes, grafitis, deformacions, esquerdes i marques que eren imperceptibles o intel·ligibles *de visu* i amb microscopi.

2.2. Sorgiment de la tècnica

Els investigadors Tom Malzbender i Dan Gelb, dels laboratoris Hewlett-Packard, van crear l'any 2000 l'anomenat *Polynomial Texture Mapping* (PTM), un nou mètode fotogràfic que proporcionava una millor percepció de la superfície dels objectes. A partir d'aleshores, la investigació en l'àmbit del PTM va ser molt activa, motiu pel qual es van desenvolupar aplicacions i se'n van derivar usos pràctics en diversos àmbits professionals. L'any 2001 els seus creadors, juntament amb la Universitat de Yale, van presentar a la 28th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (Malzbender *et al.*, 2001) una ponència sobre com aplicar el PTM als estudis de patrimoni.

La tècnica continuaria evolucionant fins que, l'any 2006, l'associació sense ànim de lucre Cultural Heritage Imaging (CHI) va desenvolupar un mètode PTM més intuïtiu, el *Reflectance Transformation Imaging*, que apropiava la tècnica al públic general, ja que funcionava amb il·luminació portàtil i amb un programari senzill i gratuït disponible al seu web².

2.3. Metodologia de la captura d'imatges

Per començar a prendre les imatges, el primer pas és situar l'objecte que es vol fotografiar davant d'un fons de color pla. La tria del

color del fons depèn del color general de l'objecte, ja que cal crear contrast.

Al'enquadrament de la fotografia hi ha d'aparèixer l'objecte acompanyat de dues esferes negres reflectants. Les esferes són les referències que pren el programari per tal de conèixer els angles d'incidència de la llum en cada fotografia. Hem de fer proves amb un focus per tal que les ombres projectades per les esferes quedin fora de l'objecte fotografiat. Les esferes han de quedar al mateix pla que l'objecte per tal que quedin enfocades alhora que enfoquem l'objecte.

Cal situar la càmera en un trípod en posició zenital o frontal en relació amb l'objecte i cal treballar a les fosques, de tal manera que l'única font de llum sigui el focus. Per aconseguir un bon resultat, tant la càmera com l'objecte han d'estar totalment immòbils durant la seqüència fotogràfica (Rabinowitz *et al.*, 2009, p. 7). La il·luminació, en canvi, ha de canviar en cada captura: l'objecte ha de rebre llum des de totes direccions i amb diferents angles d'incidència, per tal de generar fotografies que van des d'una llum molt rasant (15°) fins una llum més propera a la zenital (65°). Per aconseguir aquesta il·luminació seriada podem imaginar una forma de cúpula que proporcioni aquests angles d'incidència i totes les direccions al voltant de l'objecte fotografiat (figura 2). S'ha de fer una fotografia amb el focus en cada posició de la cúpula imaginària, en primer lloc des de l'angle més baix fins al més alt, seguint un eix que va des de l'objecte fins a la lent de la càmera; després es passa al següent eix, i així fins a completar tot el voltant de l'objecte (CHI, 2020, p. 31). El

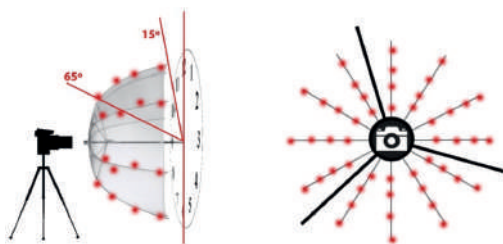


Figura 2. Esquema: il·luminació en els eixos pertinents (dreta) i cúpula imaginària on s'ha de situar la il·luminació per fer cada fotografia (esquerra). Cultural Heritage Imaging, 2020.

focus ha d'estar sempre a la mateixa distància de l'objecte (aproximadament), que ha de ser de dues a quatre vegades la diagonal de l'objecte (CHI, 2020, p. 18).

Amb la càmera en posició manual, establim els paràmetres necessaris per aconseguir una correcta exposició i profunditat de camp tant a les fotografies amb angle rasant de 15° com a les de 65°. Seguidament, efectuem les fotografies amb un comandament remot per tal de no desestabilitzar-la i movem el focus d'acord amb els angles i eixos plantejats.

2.4. L'RTI al servei del conservador-restaurador

Alguns dels principals museus i institucions on es fa servir aquesta tècnica són l'Smithsonian Institution, el MOMA, el Metropolitan Museum, el Fine Arts Museum de San Francisco, el Los Angeles County Museum of Art i el Worcester Art Museum (Mudge *et al.*, 2010, p. 3).

L'aplicabilitat de la tècnica RTI en l'àmbit del patrimoni és àmplia, ja que resulta ideal per descobrir irregularitats superficials, intencionades o no, en els objectes. Les seves característiques en fan una eina versàtil per fer estudis tècnics, artístics i històrics en profunditat i, per tant, per analitzar diverses formes d'expressió humana, com inscripcions, incisions, epigrafies, decoracions, relleus, filigranes, monedes, etc. Aquesta vessant de la tècnica pot ser útil per a historiadors de l'art i arqueòlegs³, però també per al conservador-restaurador durant les fases d'estudi i documentació d'una obra: com millor documentem i coneguem la peça que hem de restaurar, millors decisions podrem prendre de cara a la proposta de restauració.

En la mateixa línia, l'RTI permet analitzar també els fenòmens posteriors a la creació dels objectes: les degradacions, les mutilacions, les intervencions de restauració, el desgast i les deformacions de les

superfícies patrimonials. En materials molt degradats, com els arqueològics, l'RTI pren encara més rellevància, ja que serveix per millorar la llegibilitat d'inscripcions desgastades, de monedes reencunyades, de petroglifs intel·ligibles, de decoracions esborrades, etc. De fet, ens pot fer descobrir decoracions o inscripcions que no havíem advertit fins aquell moment; per tant, l'RTI és molt important durant l'examen organolèptic i, de cara a dissenyar la proposta d'intervenció, ens fa tenir més cura a les zones degradades i ens pot redreçar cap a una altra mena de tractament, perquè disposem d'un coneixement molt més profund de la peça.

D'altra banda, l'RTI és clau per al monitoratge d'obres perquè permet controlar-ne tant l'evolució com el desenvolupament de deformacions, incisions accidentals, corrosions, degradacions, disgregacions, esquerdes i exfoliacions.

Durant el préstec entre institucions, l'RTI pot complementar la tasca de control visual i fotogràfic que efectua el correu o el restaurador en càrrec. Així, el restaurador pot efectuar un RTI just abans de cedir una peça i fer-ne un altre quan la peça hagi estat retornada a la institució emissora. L'RTI esdevé, doncs, una eina de control excepcional, sobretot en obres amb parts mòbils o susceptibles de deformar-se. Per exemple, en una obra gràfica en paper, l'RTI és capaç de detectar totes les ondulacions i canvis que es generin al suport, per imperceptibles que siguin.

Una altra aplicació de l'RTI en l'àmbit de la conservació-restauració és el control de tractaments, ja que podem complementar les fotografies inicials amb imatges RTI per a la comparació abans-després en processos de neteja, fixació i consolidació. L'RTI permet fer una comparació molt afuada, ja que és capaç de detectar canvis micromètrics, de manera que pot ser útil per controlar la neteja de dipòsits o la remoció de capes filmògenes. A més, pot evidenciar els canvis que es puguin produir durant l'aplicació d'un consolidant, o les restes mal esbandides d'un tractament qualsevol.

3. Exemples d'anàlisi RTI en materials diversos

3.1. Gravats del segle XVII sobre paper manual

Com a primer exemple, presentem l'anàlisi RTI d'un gravat de l'any 1628 atribuït a Giacomo Lauro. No se'n coneixien més detalls, i ni tan sols es tenia clara la tècnica del gravat; però gràcies a l'RTI se'n va poder identificar la tècnica amb precisió i fins i tot es va corroborar l'autenticitat de l'obra. El gravat era ple de marques i empremtes, només perceptibles amb l'RTI, que apuntaven a la tècnica de la calco-grafia a l'aiguafort: el traç i la tinta estaven en relleu sobre el paper, la petjada de la planxa de coure s'evidenciava al voltant de la composició, hi havia picadures i la zona compositiva presentava la superfície aplanada respecte als marges. A més de la correcta identificació de l'obra, que sempre ajuda a entomar la futura intervenció amb molta més seguretat, se'n va iniciar el monitoratge de l'estat de conservació. També es va fer un examen organolèptic acuradíssim, en el transcurs del qual l'RTI va detectar fàcilment ondulacions, desgast i zones de fragilitat (figura 3).

3.2. Segellament de cera de la lipsanoteca romànica de Sant Vicenç de Capdella

Com a segon exemple, presentem l'anàlisi RTI d'un recobriment de cera d'època romànica. Es tracta d'una capa de cera i carbonat càlcic (Marín, 2015, p. 9-10) que segellava la lipsanoteca de l'altar major de Sant Vi-



Figura 3. Imatge RTI d'una zona del gravat on es poden apreciar el relleu de les tintes, la petjada de la planxa de coure, la zona compositiva aplanada, els marges verjurats, les ondulacions i el perímetre alterat. Silvia Marín, 2016.

cenç de Capdella. La troballa presentava tretze empremtes circulars. Durant la inspecció visual només vam observar que els cercles semblaven envoltats per una orla de punts, però no vam apreciar cap altra mena de relleu ni a ull nu ni a partir de fotografies amb llum rasant. El fet que les empremtes fossin plenes de sediments i concrecions impedia la correcta visualització de l'objecte, fet pel qual vam decidir analitzar un dels fragments mitjançant RTI per intentar veure qual-sevol tipus de decoració. La tècnica va mostrar uns bustos de perfil a dintre dels cercles, però les concrecions impedièren veure'ls bé, motiu pel qual es va procedir a fer una intervenció de restauració i repetir posteriorment l'RTI (figura 4). En aquest cas, l'RTI va comportar el



Figura 4. Fotografia general del recobriments en el moment de la troballa (dalt esquerra). Primer RTI fet sobre un dels fragments: es descobreixen els bustos, però les concrecions n'impedeixen una correcta visualització (dalt dreta). RTI general després de la neteja (baix esquerra). RTI de detall després de la neteja: s'hi aprecien a la perfecció alguns dels bustos (baix dreta). Silvia Marín, 2015-2017.

descobriment d'una peça única que, a més, aportaria una informació històrica valuositíssima. Les tretze marques semblaven correspondre a tretze impressions sigil·lars fetes a partir d'una pedra entallada amb un bust en negatiu, probablement d'origen romà⁴ i encastada en una muntura d'orfebreria que comptava amb un filet estriat. En aquest cas, és clar que es tracta de la impressió feta, amb el seu anell-segell i damunt la pasta encara fresca, pel bisbe que celebrà la cerimònia de dedicació de l'església a fi i efecte de segellar el contenidor de les relíquies (Marín *et al.*, 2017, p. 649), tal com determina el ritual catalanonarbonès de consagració d'esglésies vigent als segles X-XII⁵. Gràcies al descobriment dels bustos, es van poder relacionar diverses pistes documentals i arqueològiques que van fonamentar la hipòtesi que el bisbe de la consagració fou Sant Ramon de Roda-Barbastre (1104-1126) (Marín *et al.*, 2017, p. 651)⁶.

D'altra banda, l'RTI va complementar l'examen organolèptic i va facilitar la intervenció de neteja, perquè delimitava molt bé les zones cobertes per les concrecions i mostrava com aquestes es relacionaven amb la superfície original (figura 5).



Figura 5. Imatge RTI d'una zona del recobriments on s'observen les concrecions i dipòsits que cobrien la superfície. Silvia Marín, 2016.

3.3. Proves de consolidació sobre material fòssil

El darrer cas d'estudi és un exemple de control pre i post tractament en intervencions de consolidació. Per fer assajos de consolidació, en-

MOSTRA MN-D10

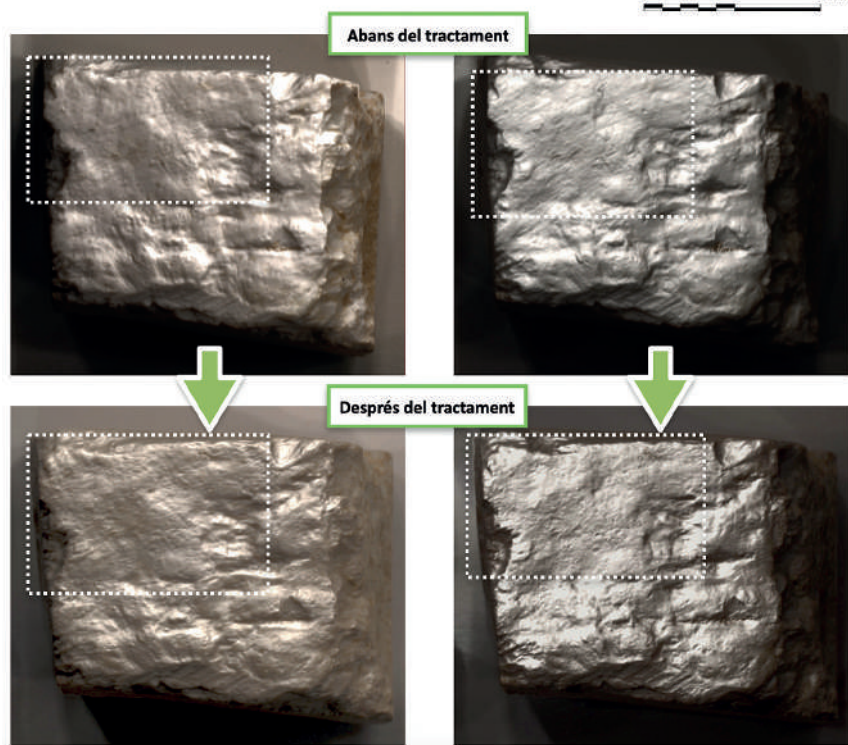


Figura 6. Imatges RTI d'una mostra fòssil abans i després del tractament biocarbonatador. Amb el rectangle blanc indiquem les principals diferències micromètriques que s'hi han format. Silvia Marín, 2016.

tre moltes altres proves, cal estudiar la rugositat de les mostres per després poder comparar els canvis ocasionats pel consolidant a les superfícies. En aquest cas, es van analitzar amb RTI tant abans com després de les consolidacions. L'RTI va permetre avaluar si els tractaments modificaven la textura i el relleu de la superfície del fòssil, si omplien esquerdes o si generaven film (figura 6). Evidentment, l'RTI no mesura les coordenades de rugositat com sí que ho fan el micros-

copi làser confocal, el perfilòmetre 3D o el microscopi estereoscòpic, però pot esdevenir una alternativa accessible quan no es tenen prou recursos econòmics. En aquest cas, l'RTI ens ajudà a detectar els canvis ocasionats per les tres vies de consolidació i a extreure conclusions pel que feia a la idoneïtat dels tractaments.

4. Conclusions: avantatges i limitacions de l'RTI en l'àmbit de la conservació-restauració

Com hem vist, l'RTI pot aportar nova informació i, per tant, facilita la presa de decisions i l'avaluació de riscos en el nostre àmbit. Els seus usos en patrimoni i conservació són il·limitats, i té un potencial encara per explorar. A més, ofereix avantatges de cost i precisió respecte a alguns mètodes d'escaneig 3D. Per començar, la informació de reflectància es pot capturar amb eines de fotografia digital (una simple càmera) i el programari és lliure; per tant, el cost és molt reduït. A més, és un mètode fàcil d'aprendre (per no especialistes), portàtil, ràpid i interactiu.

El nivell de detall i de precisió és molt gran en l'RTI, amb una mitjana de densitat de 4.000 x 5.000 píxels. Alguns experts han afirmat que el grau de detall és similar al d'un microscopi estereoscòpic (Mudge *et al.*, 2010, p. 128), amb una resolució proporcionada de 2 a 8 μm (Payne, 2012). D'altra banda, es poden capturar objectes amb un rang de dimensions molt ampli —des d'escassos mil·límetres fins a dos metres quadrats— amb excel·lents resultats. Tanmateix, l'RTI pot capturar les característiques de la superfície de tota mena de materials, inclosos els més reflectants, com l'or o la plata.

És molt important assenyalar que fer un RTI pot evitar les successives manipulacions de les peces: si obtenim una imatge RTI interactiva, que es pot consultar lliurement, evitarem manipulacions innecessàries. Com a exemple, fins ara havia estat usual calcar, mitjançant pressió, les epigrafies, les monedes, les delicades inscripcions de plom enrotllat o qualsevol altra mena d'inscripció per facilitar-ne la

complicada lectura, mentre que amb l'RTI aquesta operació ja no és necessària.

Com a punts febles, l'RTI no és efectiu en objectes de més de dos metres quadrats i està limitat a analitzar superfícies més o menys planes, amb relleus subtils. En casos complexos, caldrà combinar-lo amb tècniques d'escaneig 3D, fotogrametria i/o microscòpia. També cal dir que, com que l'arxiu RTI obtingut no és un model tridimensional, sinó un mapa de normals, no es pot imprimir ni mesurar, ni s'hi pot treballar de la manera amb què es treballen els models obtinguts amb fotogrametria i escàner 3D.

Bibliografia

BARAUT, Cebrià. «Els documents, dels anys 1036-1050, de l'Arxiu Capítular de la Seu d'Urgell», *Urgellia* (La Seu d'Urgell: Fundació Societat Cultural Urgel·litana), núm. 5 (1982), doc. 527, p. 63-66.

CULTURAL HERITAGE IMAGING (CHI). «Reflectance Transformation Imaging. Guía para la captura de imágenes utilizando luces portátiles» [en línia]. <http://culturalheritageimaging.org/What_We_Offer/Downloads/Spanish/RTI_Hlt_Capture_Guide_v2_SP.pdf> [Consulta: 9 febrer 2020].

GRAELLS, Raimon. «*Dactylothecae Cataloniae*. La col·lecció glíptica del Museu Episcopal de Vic», *Quaderns del Museu Episcopal de Vic* (Vic: MeV editorial), núm. 5 (2012), p. 212-215.

GROS, Miquel dels Sants. «El ordo romano-hispánico de Narbona para la consagración de iglesias», *Hispania Sacra* (Madrid: CSIC), núm. 19 (1966), p. 224 i 392.

MALZBENDER, Tom; GELB, Dan; WOLTERS, Hans. «Polynomial Texture Maps». A: POCKOCK, Lynn (dir.). *Siggraph'01: Proceedings of the 28th Annual Conference Computer Graphics and Interactive Techniques*.

August 2001. Nova York: Association for Computing Machinery, 2001, p. 519-528.

MARÍN, Silvia. *Cobriments segelladors de la lipsanoteca romànica de Sant Vicenç de Capdella. Informe de l'anàlisi efectuada per identificar els materials constituents del cobriment segellador de la relíquia de Capdella* [Informe tècnic FTIR]. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2015.

MARÍN, Silvia [et al.]. «L'RTI (*Reflectance Transformation Imaging*) com a eina clau per a l'estudi del registre material. Exemples d'anàlisi sobre el segellament de cera de la lipsanoteca de Sant Vicenç de Capdella i els grafitis de l'altar major romànic», A: CENTRE D'ESTUDIS HISTÒRICS I POLÍTICS DE L'INSTITUT D'ESTUDIS ANDORRANS. *Actes del III Congrés Internacional d'Història dels Pirineus. La Seu d'Urgell / Andorra la Vella, juny 2017*. Sant Julià de Lòria: Institut d'Estudis Andorrans, 2019, p. 637-654.

MUDGE, Mark [et al.]. «Principles and Practices of Robust, Photography-Based Digital Imaging Techniques for Museums». A: ARTUSI, Alessandro et al. (eds.). *VAST 2010, The 11th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage. Paris, France, September 21-24, 2010*. París: Eurographics Association, 2010, p. 111-137.

PAYNE, Emma Marie. «Imaging Techniques in Conservation». *Journal of Conservation & Museum Studies* (Londres: Ubiquity Press), vol. 10, núm. 2 (setembre 2012), p. 17-29.

RABINOWITZ, Adam; SCHROER, Carla; MUDGE, Mark. «Grass-Roots Imaging: A Case-Study in Sustainable Heritage Documentation at Chersonesos, Ukraine». A: FRISCHER, Bernard; CRAWFORD, Jane Webb; KOLLER, David (eds.). *Making History Interactive. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA) 37th International Conference. Williamsburg, Virginia, United States of America, March 22-26, 2009*. Oxford: Archaeopress, 2010, p. 320-328.

Notes

1. Matemàticament, la direcció que és perpendicular a la superfície en qualsevol punt està representada per un vector anomenat *normal*. Aquest vector és perpendicular al pla tangent de qualsevol punt de la superfície.

2. http://culturalheritageimaging.org/What_We_Offer/Downloads/

3. També resulta idònia per autenticar obres d'art. Mitjançant un estudi de la pinzellada, es pot aconseguir autenticar una obra o declarar-la falsificació, atribuir-la a una escola, etc. També es poden detectar falsificacions i reproduccions en peces arqueològiques mitjançant l'estudi de marques de producció i pàtines.

4. Vegeu, per exemple, peces similars dipositades al Museu Episcopal de Vic (Graells, 2012).

5. «Cum vero diligenter clause [les relíquies] fuerint bitumine figat septies episcopus sigillum super eas» (Gros, 1966).

6. Al testament del bisbe Eriball d'Urgell (1040) consta que el prelat distribueix cinc anells-segell entre diferents beneficiaris, un amb un cap d'home entallat («in quo est caput hominis signatum») i que, precisament, va anar a parar al bisbe de Ribagorça (Baraut, 1982).

Com traduir la documentació 3D a una representació 2D. Un recorregut de la mà del conservador-restaurador

MERCÈ MARQUÈS BALAGUÉ

Conservadora-restauradora. Krom restauració SL, professora associada, Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona
mmarques.krom@gmail.com

JAIME SALGUERO MARTÍNEZ

Conservador-restaurador independent
jaimosalguer@gmail.com

RESUM

La tècnica fotogramètrica ha esdevingut una eina essencial en l'àmbit de la documentació, estudi i difusió del patrimoni cultural. Fem un recorregut per l'evolució dels sistemes de reproducció de les obres d'art fins a arribar a la fotogrametria digital, que és una tècnica basada en l'obtenció d'un model tridimensional d'alta qualitat fotogràfica. S'exposen cinc casos pràctics de documentació basats en la tècnica fotogramètrica. Finalment, es planteja el problema de la traducció de la informació obtinguda en 3D a planimetries 2D, en els casos de superfícies còncaues.

ABSTRACT

Photogrammetry has become an essential tool in the field of documentation, study, and dissemination of cultural heritage. This work

illustrates the evolution of reproduction systems and artwork analysis up to the state-of-the-art digital photogrammetry techniques. Its aim is to build a 3D model with photographic quality. In this study, five different cases of photogrammetry-based documentation are shown. Finally, the difficulties found when dealing with concave surfaces, where 3D images need to be displayed in 2D, are discussed.

PARAULES CLAU: fotogrametria, documentació, patrimoni, restauració, 3D

1. Documentació virtual: del punt en la reproducció escultòrica vers el 3D i el núvol de punts

Al llarg de la història s'han utilitzat diferents sistemes per analitzar i reproduir obres d'art. En aquest apartat, n'exposem breument l'evolució fins a arribar a la generació d'imatges 3D. Situem els antecedents en els sistemes per reproduir còpies d'escultures a partir de prendre uns punts de referència i mesurar les distàncies entre ells, gairebé sempre partint de tres eixos, per situar-los en l'espai.

En el Renaixement, Giorgio Vasari descriu a *Le vite de' più eccellenti pittori, scultori, e architettori* un sistema d'esquadres graduades i plomades utilitzades per prendre referències dels volums de les escultures. Leon Battista Alberti parla també en el seu tractat *De statua* d'un sistema semblant, que ell va anomenar *definitor*: un disc graduat amb un braç extensible i una plomada. Leonardo da Vinci va dissenyar la caixa de varetes, un antecedent de la pinta copiadora de perfils que s'utilitza actualment per reproduir objectes arqueològics o motllures decoratives en la restauració arquitectònica (Alegre *et al.*, 2016).

Al segle XIX l'escultor francès Nicolas-Marie Gatteaux va crear la màquina de treure punts, perfeccionada posteriorment per l'escultor italià Antonio Canova. Aquest aparell consisteix en un braç articulat amb tres colzes i una vareta extensible que mesura les distàncies entre

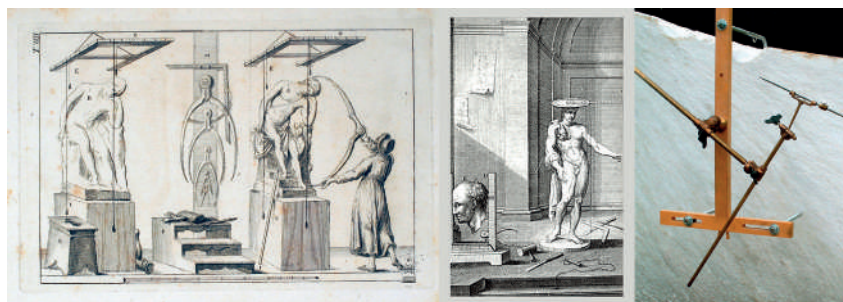


Figura 1. a) «Regole per cavare dalle misure qualunque lavoro di scultura» (Car-radori, 1802, p. 68). b) *Definitor* (Alberti, 1782, p. 502). c) Màquina de traspàs per punts. Satrugna, 2008.

diversos punts d'una superfície (Alegre *et al.*, 2016). Els mètodes de traspàs han anat evolucionant, però l'objectiu bàsic sempre ha estat situar un punt concret de l'espai utilitzant un sistema de tres coordenades (figura 1).

Simultàniament, en altres camps —com els de la navegació, la construcció i la topografia— apareixen nous instruments per calcular distàncies entre diferents punts a partir dels angles de separació des de diferents posicions, com són el quadrant, el sextant, el teodolit o el pantògraf. Però no és fins a mitjan segle XIX, amb l'arribada de les primeres fotografies, que no sorgeixen els nous sistemes de representacions cartogràfics i alçats arquitectònics a partir de les correccions de perspectiva fotogràfica: Aimé Laussedat desenvolupa el sistema metrofotogràfic; posteriorment, Albrecht Meydenbauer, amb la identificació i el càlcul manual de punts homòlegs, és el primer que empra el terme *fotogrametria* (Albertz, 2001). A principis del segle XX apareixen els instruments òptics basats en la visió i les mesures estereoscòpiques, com l'estereocomparador creat per Zeiss a partir dels estudis de Carl Pulfrich o l'esteroautògraf d'Eduard van Orel, que donen lloc a la fotogrametria analògica. El següent pas va ser la fotogrametria analítica, amb l'ús de dades preses per instruments ana-

lògics i processades per ordinadors, que agilitzen els temps i ofereixen millors resultats (Juliá, 2003).

L'any 1972 Edwin Catmull i Fred Parke, estudiants de la Universitat de Utah, van fer la primera digitalització 3D de la història: van reproduir virtualment una mà a partir d'una màquina de mesurar coordenades de punts (Catmull, 1972). Als anys vuitanta s'inicia la digitalització de la fotogrametria partint de fotografies analògiques, però reproduint models simples 3D. Al principi l'aparellament d'aquestes imatges es feia mitjançant punts de control o de suport que després es relacionaven de manera manual; d'aquesta manera s'obtenien uns models molt bàsics (Avşar *et al.*, 2008).

Actualment, el procés s'ha digitalitzat del tot, i s'aplica un sistema fotogramètric anomenat *structure from motion* (SfM) per crear models 3D a partir de diverses imatges 2D preses des de diferents punts de vista. Un algoritme detecta i relaciona punts homòlegs en les diferents imatges sense que calguin punts de control, n'estima la posició i l'orientació a partir d'una perspectiva inversa i de la triangulació dels punts de la superfície de l'objecte, i crea un gran núvol de punts que en defineix la volumetria (Chang, 2017). El núvol de punts genera un model tridimensional que proporciona una visió general de la volumetria de l'obra, així com de les particularitats i detalls de la superfície, policromada o no. La tècnica fotogramètrica pot presentar, però, algunes limitacions; per exemple, determinats materials de composició, la mateixa volumetria, l'espai o la il·luminació poden generar problemes de captació.

A partir del model 3D, es pot obtenir la documentació 2D, sia en plànols vectoritzats a escala en format CAD, o bé confeccionant ortoimatges, que són imatges amb una projecció ortogonal, sense deformació de la perspectiva (Salguero, 2017). L'adequació d'aquesta eina a les necessitats específiques de representació en cada cas requereix l'estreta col·laboració entre un especialista en l'ús d'aquesta tècnica i el conservador-restaurador responsable de l'obra (Marquès, 2018).

2. La documentació gràfica en l'àmbit de la pintura mural i de les intervencions arquitectòniques

Els conjunts de pintura mural i revestiments arquitectònics amb interès històric o artístic tenen dues característiques essencials que els diferencien de la resta de béns mobles: les dimensions de les obres i la interrelació amb l'arquitectura com a continent/receptacle de l'obra. Per tant, a les patologies pròpies que pugui presentar una pintura mural s'hi ha d'afegir les patologies que afecten l'arquitectura que la suporta.

Per comprendre en profunditat el problema des del punt de vista de la conservació-restauració d'una obra mural, és imprescindible tenir una visió de conjunt que n'abasti tota la complexitat. Però les grans dimensions o bé l'emplaçament en espais arquitectònics complexos dificulten sovint una anàlisi objectiva global i impedeixen la quantificació precisa dels danys. Per tant, per assolir un diagnòstic encertat que impliqui l'estudi i la detecció de les causes que han provocat les degradacions, i per poder determinar la correcta elecció dels processos, metodologies i materials per implementar els tractaments curatius per estabilitzar l'obra, cal disposar d'unes eines d'anàlisi que facilitin aquestes tasques. Un projecte d'intervenció derivat de l'anàlisi de l'estat de conservació ha d'incloure partides d'obra amb amidaments precisos per fer-ne una correcta quantificació econòmica. L'observació de les patologies mitjançant les imatges i la possibilitat de calcular les superfícies amb les eines auxiliars de la fotogrametria esdevenen recursos inestimables per guanyar precisió en els projectes de restauració.

En aquest sentit, l'aplicació de la fotogrametria en relació amb la documentació d'obres de restauració i de projectes d'intervenció ha esdevingut per a nosaltres un instrument imprescindible. Considerem que la documentació subministrada per la fotogrametria és una eina de treball que ajuda a detectar les patologies i les seves causes, ja que permet analitzar l'obra en conjunt. Alhora, aquesta és una eina precisa

de quantificació mètrica dels danys en què s'ha d'intervenir, sense oblidar que la fotogrametria pot esdevenir una eina per a l'estudi i la investigació de l'obra que ajuda el professional en les tasques de descoberta de les seves particularitats tècniques. A tall d'exemple, podem esmentar la detecció de les *giornate* de treball en un fresc, les incisions que acompanyen els dibuixos preliminars d'una pintura mural, els empastats de color que identifiquen les pinzellades i la gestualitat de l'artista. L'estudi de l'orografia de la superfície ens aporta lectures complementàries de l'obra diferents i enriquidores.

3. Exemples de documentació amb base fotogramètrica

En diversos projectes de conservació-restauració executats els darrers anys, hem implementat aquesta tècnica de representació gràfica amb diversos objectius, atenent sempre a les necessitats específiques de cada projecte. Mostrem a continuació cinc exemples en els quals hem treballat aplicant la representació fotogramètrica.

3.1. Projecte de restauració dels enteixinats de l'Ajuntament de Barcelona

En el projecte de restauració dels tretze enteixinats policromats de l'edifici històric de l'Ajuntament de Barcelona s'ha utilitzat la tècnica fotogramètrica com a base de tota la documentació gràfica, que ha consistit en ortofotografies de vista nadiral. Aquestes imatges s'han emprat per fer el desplegat dels elements on es veuen les tres cares de les bigues (els dos laterals i el sotabiga); aquesta representació permet veure alhora tots els elements que componen el sostre. A partir de la fotogrametria se n'han extret plànols en format CAD.

Les degradacions anotades en les planimetries, durant el procés d'observació de l'estat de conservació dels enteixinats, han permès quantificar els amidaments per descriure i valorar les partides del projecte de l'obra de restauració (figura 2).



Figura 2. Ortomosaic desplegat a partir de la fotogrametria d'un sostre enteixinat. Ajuntament de Barcelona. Jaime Salguero, Krom Restauració SL, 2017.

3.2. Restauració de la cel·la de dia de la Mare de Déu de les Neus del monestir de Santa Maria de Pedralbes

Aquest espai és una construcció de petites dimensions ubicada dins del claustre superior del monestir. La cel·la està datada en el segle XVI, amb estances afegides més endavant. La construcció, d'estil renaixentista i coronada amb una cúpula de cassetons, plantejava molta dificultat de representació gràfica a causa de la complexitat dels elements arquitectònics, disposats en un espai molt reduït. En aquest cas, la tècnica de digitalització 3D basada en la fotogrametria ha permès fer una representació espacial que copsa les estances sense perdre'n els detalls volumètrics.

En la mateixa cel·la s'havia recuperat un fragment de pintura mural gòtica amagada al darrere d'un armari i encaixonada entre dos murs. Les reduïdes dimensions de l'espai no permetien obtenir una fotografia de la superfície de l'obra sencera ni aplicar-hi una il·luminació rasant. Amb la fotogrametria es va obtenir una imatge completa de la superfície, amb la qual es van poder documentar les degradacions, així com observar les particularitats de la tècnica de l'artista.

3.3. Projecte de restauració del mosaic de J. Josep Tharrats de la plaça Roja de Badalona

L'obra és un paviment mosaic transitable que ocupa 204 m² al centre d'una plaça pública. Està fet amb materials diversos, com ara peces metàl·liques d'engranatges industrials, còdols de riu, fragments de ceràmica de diferents tipus, morters acolorits amb petites incrustacions, etc.

Les arrels dels arbres de la plaça havien provocat el trencament de la base del paviment i l'aixecament de diverses àrees del mosaic. En aquest cas, la fotogrametria es va utilitzar per obtenir una ortoimatge del conjunt amb una gran qualitat de detalls. Per elaborar el projecte d'intervenció es van grafir les patologies i es van quantificar amb precisió els amidaments de les afectacions. La reproducció de la imatge 3D va permetre observar els trencaments de la superfície del mosaic i mesurar el desnivell entre els estrats de les zones deprimides i les zones aixecades (figura 3).

3.4. Informe de l'estat de conservació i projecte de recomposició del conjunt pictòric del saló de ball del palau d'Alexis Mdivani de Venècia

Aquest conjunt, obra de Josep Maria Sert, va ser pintat sobre tela adherida als murs del palau. Posteriorment va ser traslladat des de Venècia a la seva ubicació actual, la sala d'actes del Banco de España a Barcelona. La in-

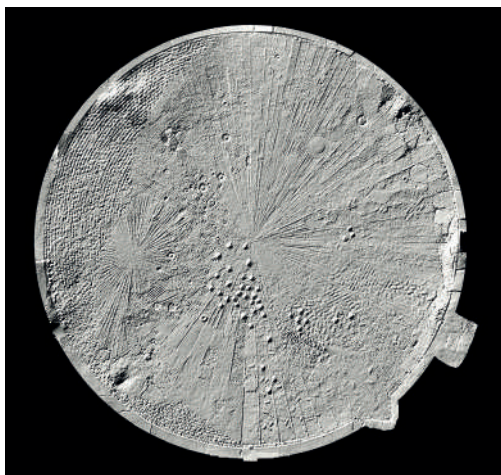


Figura 3. Anàlisi del relleu del mosaic de J. Josep Tharrats. Plaça Roja de Badalona. Jaime Salguero, Krom Restauració SL, 2017.

serció de les diferents escenes del conjunt mural a la nova ubicació va comportar que es retallessin els llenços sobre els quals està pintada i daurada l'obra, i que s'hi fessin afegits per tal d'adequar-los als murs de la nova ubicació. Altres fragments del conjunt s'exposen com a quadres aïllats.

Per al projecte de reconstrucció del conjunt pictòric tal com estava disposat en origen al palau a Venècia, s'ha utilitzat la tècnica fotogramètrica, que ens ha permès conèixer les dimensions exactes de les escenes i, amb l'estudi del relleu, localitzar les costures de les unions de les teles originals amb els afegits adherits posteriorment. També hem pogut documentar la deformació de les teles a causa del destensat, i l'extensió dels repintats que envaeixen zones de l'original (figura 4).

3.5. Projecte de restauració dels paraments de l'església romànica de Sant Vicenç de Capdella (la Vall Fosca)

El projecte de restauració de l'església de Sant Vicenç de Capdella proposa la coexistència de revestiments d'entre setanta i mil anys d'antiguitat. La complexitat de la representació gràfica per elaborar el projecte d'intervenció és considerable, ja que es contempla l'existència de vint-i-dos estrats de revestiments diversos que inclouen



Figura 4. Ortofotografia i estudi de relleu del conjunt mural de J.M. Sert del palau Mdivani. Jaime Salguero, Krom Restauració SL, 2018.

capcs pictòriques d'època romànica i gòtica, entre d'altres. A l'hora de fer el projecte d'intervenció cal, doncs, definir amb precisió les àrees d'actuació en els diferents àmbits de la nau i les capelles laterals.

En aquest cas, la dificultat de la representació gràfica s'ha posat de manifest principalment en la representació d'espais amb una geometria irregular i còncava (figura 5).

4. El repte: traspàs de la informació 3D a la documentació en 2D

Un únic arxiu en 3D d'una obra pot contenir tota la informació recopilada mitjançant una documentació fotogràfica de gran qualitat, a més de la volumetria a escala. Per tant, esdevé el testimoni més fidedigne per documentar-la. La selecció de la informació obtinguda amb el 3D dependrà del criteri del conservador-restaurador: és el professional que intervé, o bé que documenta l'obra, qui en coneix les necessitats, i també les deficiències de coneixements i, per tant, ha de saber destriar de la informació continguda en l'arxiu el que és rellevant o bé és secundari. El conservador-restaurador ha de fer la **valoració crítica** per seleccionar el que considera important i dotar-se dels instruments necessaris per aprofundir en cada cas mitjançant el tractament de les imatges.

En general, l'arxiu en 3D cal traduir-lo a un format 2D. La necessitat de treballar amb imatges bidimensionals es fa palesa en innombrables circumstàncies, com per exemple en intervencions de conservació-restauració de conjunts pictòrics conservats *in situ* o en intervencions en edificis patrimonials. Tot i que no sigui desitjable, es donen circumstàncies en què els mitjans tecnològics no estan a l'abast dels equips d'intervenció per diverses raons. Per tant, la documentació en format 2D és primordial per aconseguir el procés documental *in situ*. Al nostre entendre, en el binomi 3D-2D, un mètode no substitueix l'altre, sinó que, ben al contrari, ambdós es complementen i s'enriqueixen.

Com traduir la documentació 3D a una representació 2D. Un recorregut de la mà
del conservador-restaurador

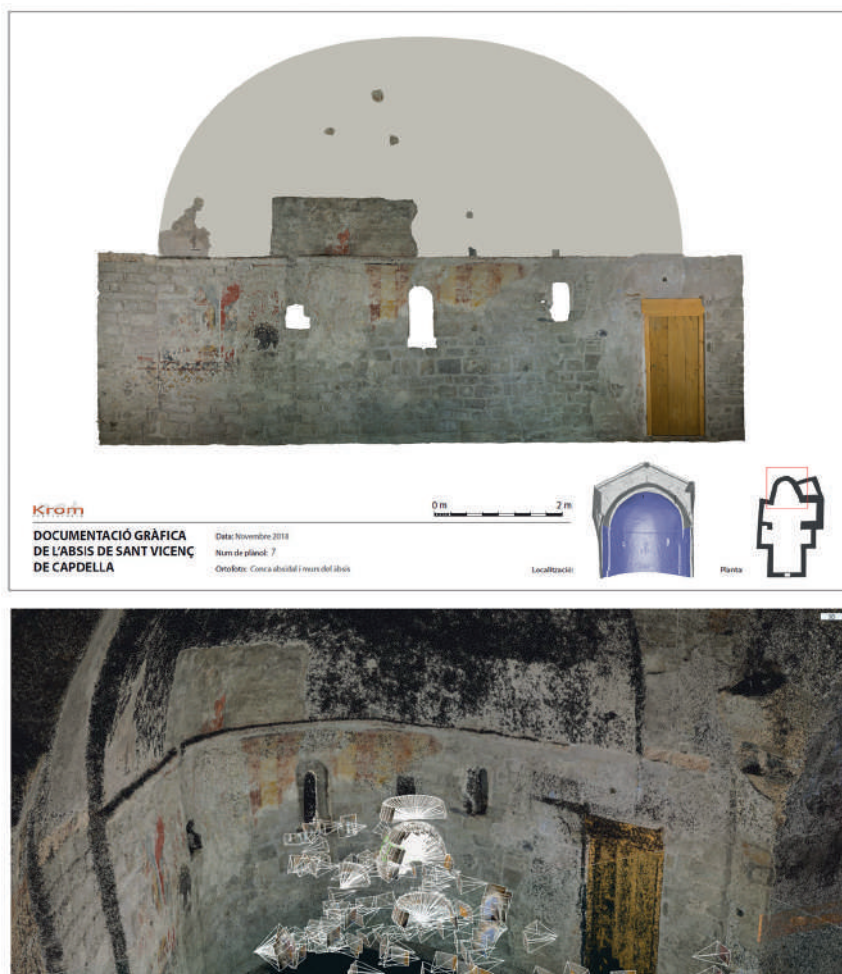


Figura 5. Absis de l'església de Sant Vicenç de Capdella. Enregistrament de les imatges per a l'obtenció del núvol de punts. Jaime Salguero, Krom Restauració SL, 2018.

El traspàs de 3D a 2D requereix un treball de síntesi i de selecció que presenta alguns problemes especialment difícils de resoldre quan

s'han de documentar volums complexos com, per exemple, la superfície semiesfèrica d'una cúpula o bé la conca absidal irregular d'una construcció romànica; en aquests casos, obtenir una ortoimatge amb dimensions reals i sense deformacions és pràcticament impossible. Així doncs, hem d'admetre que es produeixen deformacions en la traducció d'un arxiu 3D a un arxiu 2D. Es tracta de distorsions mètriques i deformacions que han de comunicar-se en el document final. Ha de ser el professional de la conservació-restauració qui decideixi com representar l'obra en funció de les necessitats documentals que s'estableixin en cada circumstància. En algunes ocasions es pot emfasitzar la comprensió narrativa atenent a la iconografia representada, mentre que en d'altres es pot prioritzar la lectura de les patologies o bé documentar les característiques tècniques. En cada circumstància la representació gràfica està sotmesa a la subjectivitat del professional.

Per trobar el millor sistema de representació en les obres que presenten superfícies còncaues, proposem basar-nos en els diferents sistemes de projeccions cartogràfiques que existeixen i en les diverses solucions trobades per representar la superfície terrestre. Cadascun d'aquests sistemes està destinat a un ús concret i té avantatges i inconvenients.

Hi ha diferents tipus de projeccions de la superfície de l'esfera. Les principals són l'azimutal, que la projecta en un pla a partir d'un punt; la cilíndrica, que la projecta en un cilindre desplegat; i la cònica, que la projecta en un con desplegat. Cada projecció dona una visió molt diferent d'un mateix element, perquè en realça unes àrees o unes altres. Al mateix temps, les projeccions es classifiquen per les seves propietats geomètriques: les que conserven els angles i les formes de la superfície terrestre s'anomenen *conformes* i s'utilitzen, per exemple, en la navegació aèria, mentre que les que conserven distàncies reals en sentit horitzontal i/o vertical s'anomenen *afilàctiques* o *equidistants* i s'empren per calcular trajectes d'un punt a un altre. Les projeccions que conserven les àrees reals s'anomenen *equivalents* i s'utilitzen per fer els cadastres (Santamaría, 2011) (figura 6).

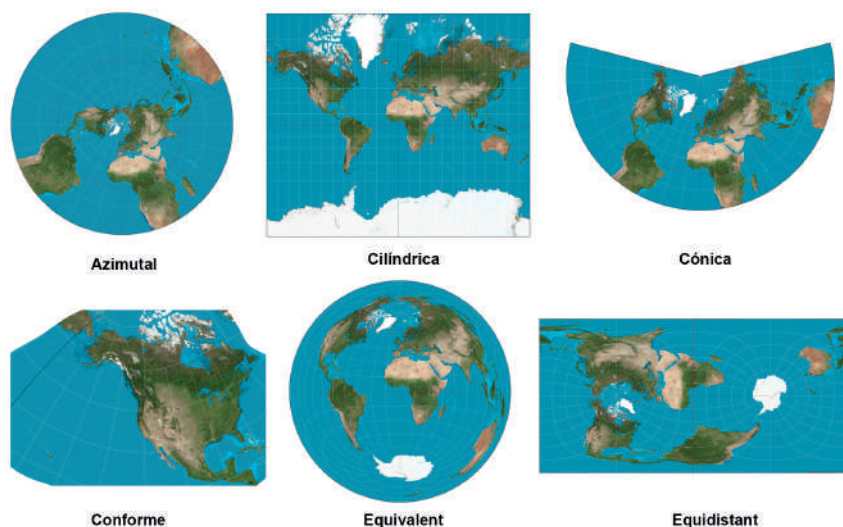


Figura 6. Classificació de les diferents projeccions cartogràfiques. Daniel R. Streb, 2011-2018, © CC BY-SA 3.0.

Amb aquests antecedents, podem optar entre diversos models de projeccions cartogràfiques i adaptar-los al món de la documentació patrimonial de cúpules i conques absidals pintades. Si volguéssim prioritzar en la representació la iconografia narrativa d'una escena, utilitzaríem una projecció conforme per distorsionar el mínim possible els dibuixos, i un desenvolupament cònic o cilíndric en funció de si es representa una màndorla central o bé si és una escena de personatges arrencats. En canvi, si el que es vol fer és una planimetria tècnica o bé un mapa de degradacions, el més apropiat seria utilitzar un sistema equivalent per tal de prioritzar la lectura de la superfície real, encara que comporti deformitats de l'escena pictòrica.

Si es vol documentar una zona concreta per mostrar una intervenció puntual o per assenyalar una línia d'arrencament amb la mínima deformació visual, caldrà utilitzar el sistema azimutal conforme estereogràfic. Aquest

és un dels sistemes de projecció amb menys distorsió que hi ha. Com més petita sigui l'àrea, menor serà l'error de projecció, i una fórmula matemàtica permet calcular el grau de deformació; així, per exemple, en el cas hipotètic d'una conca absidal amb un radi de 3,5 m, documentant una superfície de 30 x 30 cm la deformació provocada en els extrems seria d'uns 3 mm d'encongiment (Chiabrando i Rinaudo, 2014).

Les conclusions a què arribem són les següents: la fotogrametria és una eina imprescindible en la documentació patrimonial, especialment en el cas de les intervencions de conservació-restauració; proposem revisar l'experiència d'altres camps de representació per tal d'implementar-los en la nostra disciplina; el conservador-restaurador és el responsable d'adaptar els models de representació basant-se en un ampli coneixement de l'obra, ha d'admetre que es produeixen distorsions en la traducció dels models en 3D a imatges en 2D i ha de notificar el marge de distorsió al receptor de la documentació generada.

Bibliografia

ALBERTI, Leon Battista. *Della architettura, della pittura e della statua*. Bolonya: Nell' Instituto delle Scienze, 1782 [en línia]. <https://archive.org/details/gri_33125008507838/page/n5/mode/2up?q=statua> [Consulta: 11 juliol 2020].

ALBERTZ, Jörg. «Albrecht Meydenbauer, pioneer of photogrammetric documentation of the cultural heritage». A: ALBERTZ, Jörg (ed.). *Proceedings of the XVIII International Symposium of CIPA 2001 Potsdam (Germany) September 18-21, 2001. Surveying and Documentation of Historic Buildings - Monuments - Sites. Traditional and Modern Methods*. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers, 2002, p. 19-25.

ALEGRE CARBAJAL, Esther [et al.]. *La Materia del Arte: Técnicas y medios*. Madrid: Editorial Centro de Estudios Ramon Areces SA, 2016, p. 266-269.

AVŞAR, Emin Özgür [*et al.*]. «Modeling of the Temple of Apollo Smintheus Using Photogrammetry and Virtual Realty». A: CHEN Jun; JIANG Jie; MAAS Hans-Gerd (eds.). *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Proceedings of the XXI th International Society of Photogrammetry and Remote Sensing Congress, "Silk Road for Information from Imagery", from 3 to 11 July 2008, Beijing, China*, vol. XXXVII, part B5. International Society of Photogrammetry and Remote Sensing Congress, 2008, p. 357-360 [en línia]. <https://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/5_pdf/63.pdf> [Consulta: 28 febrer 2020].

CARRADORI, Francesco. *Istruzione elementare per gli studiosi della scultura*. Florència, 1802 [en línia]. <<https://archive.org/details/istruzioneelemen00cart/page/n67/mode/2up>> [Consulta: 11 juliol 2020].

CATMULL, Edwin. *Computer Animated Hand (1972) - First polygonal 3D animation*. 1972 [en línia]. <<https://youtu.be/fAhyBfLFyNA>> [Consulta: 8 abril 2020].

CHANG, Huan. *Single View Reconstruction Using Refined Vanishing Point Geometry* [Tesi doctoral]. Taoyuan City: National Central University, 2017 [en línia]. <<https://bit.ly/2y137SU>> [Consulta: 8 abril 2020].

CHIABRANDO, F.; RINAUDO, F. «Recovering a Collapsed Medieval Fresco by Using 3D Modeling Techniques». *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* (International Society of Photogrammetry and Remote Sensing), vol. II, núm. 5 (2014), p. 105-112 [en línia]. <<https://www.isprs-ann-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/II-5/105/2014/isprsannals-II-5-105-2014.pdf>> [Consulta: 8 abril 2020].

DORFFNER, Lionel; FORKERT, Gerald. «Generation and Visualization of 3D Photo-Models Using Hybrid Block Adjustment with Assumptions on the Object Shape». *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote*

Sensing (Amsterdam: Elsevier B.V.), vol. 53, núm. 6 (desembre 1998), p. 369-378.

JULIÀ, José. «Las transiciones en la fotogrametría». *DATUM XXI* (Madrid: Ibru), 5 (2003), p. 32-41.

MARQUÈS, Mercè. «La fotogrametria: eina de representació en la conservació-restauració de pintura mural i dels revestiments històrics». A: NUALART TORROJA, A. (ed.). *La recerca en conservació des de la visió del conservador-restaurador III. Setmana de la ciència. Barcelona, 16 de novembre de 2018*. Barcelona: Universitat de Barcelona, Facultat de Belles Arts, Secció de Conservació-Restauració, 2018, p. 15-24 [en línia]. <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/134258/1/Jornades%20RCR_III_baixa.pdf> [Consulta: 8 abril 2020].

SALGUERO, Jaime. «Fotogrametria aplicada a la conservació i la restauració». *Anuari d'Arqueologia i Patrimoni de Barcelona* (Barcelona: Ajuntament de Barcelona), (2015), p. 252-255.

SANTAMARÍA, Jacinto. *La cartografía y las proyecciones cartográficas*. Logroño: Universidad de La Rioja Servicio de Publicaciones, 2011.

Identificar para preservar: caracterización de procesos fotográficos históricos

ALEJANDRA NIETO VILLENA

Conservadora-restauradora. Profesora e investigadora en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México
alejandra.nieto@uaslp.mx

JOSÉ REFUGIO MARTÍNEZ MENDOZA

Físico. Profesor e investigador en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí
flash@fciencias.uaslp.mx

JOSÉ ÁNGEL DE LA CRUZ MENDOZA

Ingeniero en instrumentación electrónica. Profesor e investigador en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí
negro@mail.ifisica.uaslp.mx

GERARDO ORTEGA ZARZOSA

Físico. Profesor e investigador en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí
gortega@fciencias.uaslp.mx

ÁLVARO SOLBES GARCÍA

Conservador-restaurador. Profesor e investigador en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí
alvaro.solbes@uaslp.mx

RESUMEN

A partir de los retos que presentan la conservación y la restauración de la fotografía en la actualidad, explorar y proponer nuevas metodologías de identificación de los procesos fotográficos históricos supone un avance significativo en la preservación de las colecciones que conforman la mayoría de los acervos. Para ello, se propone una guía basada en las características compositivas y superficiales de impresiones fotográficas conformadas por aglutinantes de albúmina, colodión y gelatina, con el objetivo de contribuir al conocimiento científico a través del uso de técnicas analíticas respetuosas con la integridad de los objetos del patrimonio.

ABSTRACT

Facing nowadays challenges in conservation and restoration of photography, exploring and proposing new methodologies for identifying historical photographic processes represents a significant advance in the preservation of the collections that make up most of the archives. To this end, a guide based on compositional and superficial characteristics of photographic prints with albumen, collodion and gelatine binders is proposed with the aim to increase scientific knowledge through the use of analytical techniques that respect the integrity of heritage objects.

PALABRAS CLAVE: fotografía, identificación, procesos fotográficos, conservación, metodología

1. Introducción

El estudio de la fotografía en el campo de la conservación y restauración de los bienes culturales presenta en la actualidad diversos in-

convenientes relacionados con su reconocimiento técnico, los cuales constituyen una importante barrera para el profesional. En general, podemos destacar el escaso conocimiento del conservador sobre los procesos fotográficos históricos, a diferencia de lo que sucede en otros campos de la conservación más extendidos, como la pintura, la escultura o incluso las obras en soporte de papel. Por tanto, conviene re-conocer la fotografía histórica, como muy acertadamente titula Lavedrine (2010), señalando los elementos que la constituyen y también los que la situaron en la historia como una revolución artística y tecnológica.

El principal problema a la hora de proponer acciones conservativas se presenta en la variedad de compuestos empleados para la fijación de la imagen sobre un soporte, que derivó en una amplia y compleja cantidad de procesos fotográficos. Este hecho se une a la vulnerabilidad fisicoquímica de algunos materiales y a la incorporación fortuita de otras capas, derivada de necesidades conservativas, económicas o de coyuntura sociocultural. Para estimar el alcance de la problemática, algunas instituciones con experiencia en amplias colecciones fotográficas afirman que, tras estudiar cientos de artefactos, puede llegarse a confirmar la existencia de hasta 130 procesos diferentes para cuya identificación se precisan técnicas de análisis destructivas (Stulik y Kaplan, 2013). Esta hipótesis nos enfrenta a una difícil situación cuando el objetivo es la identificación de los materiales constitutivos y sus propiedades en el objeto.

De forma extendida y a través de algunas referencias destacadas (Lavedrine, 2009; Reilly, 1986), se ha normalizado la identificación de los procesos fotográficos mediante la observación con lupas o microscopios ópticos, que permite reconocer cualidades relacionadas con deterioros inherentes a algunos compuestos como los aglutinantes de la emulsión o a la presencia (o ausencia) de algunas capas subyacentes a este estrato. Cabe señalar que, para que este método sea exitoso, se hace necesario el entrenamiento previo del ojo del observador, que debe lograr discernir un proceso fotográfico de otro.

Esta práctica resulta muy útil para la clasificación de grandes volúmenes de ejemplares que forman parte de acervos en todo el mundo, a pesar de que en la mayoría de ellos los materiales constitutivos no se tienen en cuenta como criterio para su clasificación. Sin embargo, se vuelve muy problemático cuando necesitamos tomar medidas para la conservación o intervención. Cuando se trata de tareas que influyen directamente en la preservación material del objeto y de su conjunto de valores, debemos responder a sus necesidades y, para ello, proponer acciones específicas que mejoren su estado actual o garanticen su preservación en el tiempo.

Aunque existe fotografía histórica en soportes de vidrio, plástico o lámina metálica, fue el papel el material más extendido para el positivado de las imágenes, al ser menos frágil que el vidrio y más económico y sencillo de comercializar. Esta circunstancia ha dado pie en muchos casos a que las fotografías se intervengan como cualquier otro documento de papel, de forma equivocada y en muchos casos sin considerar el resto de los elementos compositivos, lo que ha ido en perjuicio de la conservación de los compuestos de la imagen final. Además, a lo largo de la historia de la técnica fotográfica, y sobre todo desde mediados del siglo XIX y principios del siglo XX, fueron apareciendo nuevas fórmulas y compuestos que mejoraban la imagen final y su resultado estético, y que optimizaron la preservación de las sustancias formadoras de la imagen. Por lo tanto, es importante señalar que encontrar metodologías de identificación de los artefactos fotográficos supone un factor determinante a la hora de establecer criterios conservativos.

Como hemos afirmado, el problema principal radica en que los métodos utilizados comúnmente para su identificación no se adaptan a su naturaleza y necesidades. Las fotografías son frágiles; su complejidad compositiva frente a la resistencia física no contribuye a facilitar los procesos de reconocimiento e identificación, pero resulta imprescindible realizar esas labores de documentación para conservarlas apropiadamente.

Con el afán de contribuir a mejorar los criterios y fundamentos para la conservación de los artefactos fotográficos, se ha trabajado en una metodología de identificación de los procesos más populares y que con mayor probabilidad conforman los acervos documentales. Para su diseño y elaboración, cabe destacar el trabajo de un equipo interdisciplinar. Sabemos que los conservadores del siglo XXI debemos combinar la formación humanística y artística con la científica, pero también debemos reconocer nuestras limitaciones frente al extenso panorama que nos brinda la ciencia. Este trabajo se ha centrado en explorar algunas técnicas de análisis científico poco extendidas en el campo de la restauración con el fin de reconocer las principales características fisicoquímicas de los procesos fotográficos de albúmina, colodión y gelatina.

2. Metodología

Las técnicas empleadas se seleccionaron partiendo de varios criterios y centrándose en el respeto por la obra. El objetivo es ampliar los métodos de identificación de procesos fotográficos sin alejarnos del objetivo de conservar la fotografía como objeto físico, por lo que las técnicas empleadas deben ser respetuosas y no invasivas. Con estas premisas, se reducen notablemente las posibilidades, pero aquí es donde el trabajo interdisciplinario deviene fundamental en la investigación.

A partir de las características que logramos identificar como cruciales para el reconocimiento de los compuestos principales de la imagen fotográfica, decidimos explorar las técnicas de caracterización superficiales y compositivas. Debido a la fragilidad de los soportes de papel y a la vulnerabilidad total de los estratos fotográficos, se buscaron equipos que se adaptaran a la naturaleza de las muestras.

Para la caracterización superficial, se empleó la microscopía de fuerza atómica (AFM, por sus siglas en inglés *Atomic Force Microscopy*) y la

microscopía confocal (MC). La primera de las técnicas nos permitió reconocer la superficie de las muestras a escala nanométrica a través de un barrido topográfico de áreas de entre 70 x 70, 20 x 20 y 5 x 5 μm , de las que las primeras fueron las que brindaron la información más valiosa. Por otra parte, la microscopía confocal nos permitió reconocer algunas de las características morfológicas de los principales compuestos de las muestras fotográficas, como el aglutinante de la emulsión, las partículas de plata o la presencia de algunos estratos intermedios entre el soporte y la imagen final.

Para las técnicas de análisis compositivas, la espectroscopía infrarroja (Micro-FTIR) nos proporcionó la ventaja de analizar las muestras bajo microscopio óptico y conocer elementos en la composición que nos ayudaran a confirmar o descartar la presencia de algunos compuestos. La elipsometría espectroscópica infrarroja (IRSE) se basa en el mismo mecanismo de excitación que la Micro-FTIR, y nos permitió identificar algunos compuestos con mayor facilidad.

Todas las técnicas se aplicaron a un total de diez muestras fotográficas pertenecientes al acervo del maestro Julián Carrillo, destacado compositor, músico, director y científico mexicano que recogió imágenes fotográficas de todo el mundo y conformó un interesante legado fotográfico. La heterogeneidad del fondo nos ayudó a reconocer las muestras con características apropiadas para el estudio a partir de algunos criterios como su temporalidad, procedencia, características físicas y estado de conservación (Nieto Villena, 2017).

3. Resultados

Con todos los resultados obtenidos, y a partir de la interpretación conjunta de los mismos, se llegó a diseñar un diagrama de flujo y una guía de identificación que constituye un antecedente sobre la información compositiva y formal de fotografías elaboradas a partir de los aglutinantes de albúmina, colodión y gelatina.

A partir de la guía de identificación, en la figura 1 mostramos las imágenes de referencia para el reconocimiento de procesos fotográficos compuestos de albúmina como aglutinante de la emulsión fotográfica que contiene las sustancias formadoras de la imagen. En la imagen superior izquierda encontramos una superficie de barrido obtenida con AFM y conformada por una superficie lisa, que presenta líneas rectas paralelas y perpendiculares entre sí, que se entrecruzan por toda el área. Esas líneas forman surcos que se distinguen en la imagen de la derecha, representada en tres dimensiones, y destacada por presentar bordes posiblemente originados por un fenómeno físico-mecánico relacionado con mecanismos de contracción y dilatación del aglutinante ante factores de alteración extrínsecos tales como la humedad. Los papeles a la albúmina se encuentran comúnmente so-

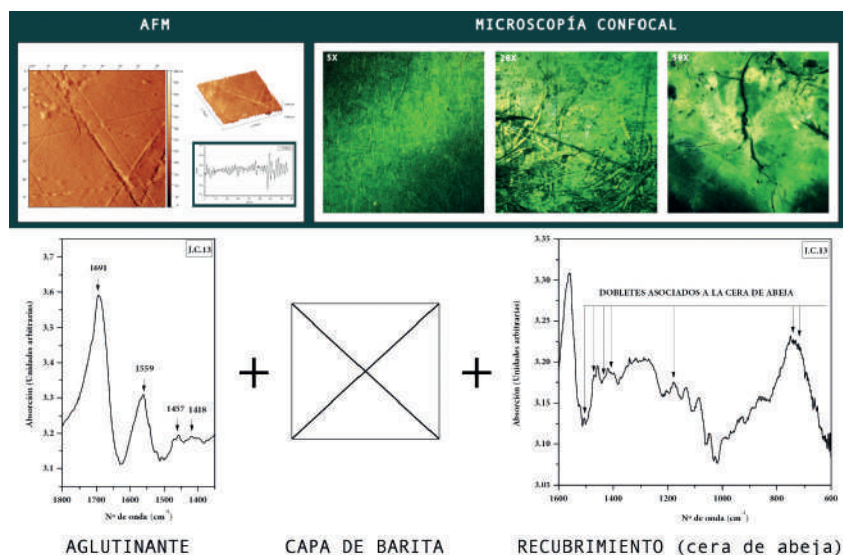


Figura 1. Imágenes de AFM y MC de las muestras compuestas por albúmina como aglutinante de la emulsión fotográfica, espectros Micro-FTIR del aglutinante de albúmina y presencia de un recubrimiento de cera de abeja. Nieto *et al.*, 2017.

bre soportes secundarios de cartón debido a su tendencia a enrollarse sobre su soporte primario ante la presencia de excesiva humedad (Ricci, 2007). Estos surcos también se observan en la figura 1 con MC en 20x y 50x, así como algunas fisuras irregulares relacionadas con craquelados del mismo aglutinante. Atribuimos estos rasgos a las propiedades semihigroscópicas de la albúmina y a diferentes fases de la vida de la muestra (creación y almacenaje). También es importante señalar que en el MC, sobre todo en 5x, observamos la trama fibrosa que compone el soporte de papel y que nos indica la ausencia de un estrato intermedio entre el soporte y el aglutinante, que veremos presente en otros procesos fotográficos.

Para las características compositivas, en los espectros inferiores de la figura 1 encontramos las bandas en Micro-FTIR, donde reconocemos el aglutinante de albúmina en las amidas I y II (1690 y 1550 cm^{-1} aproximadamente) (Casoli y Fornaciari, 2014) y en la amida III alrededor de 1450 y 1410 cm^{-1} , respectivamente. La intensidad de estas últimas dos bandas es determinante para el reconocimiento del aglutinante, y en el caso de la albúmina se presentan con la misma intensidad, si bien también podemos reconocerla cuando la de menor número de onda presenta una mayor intensidad. Otra cualidad distintiva de las impresiones a la albúmina, como señalamos anteriormente, es la ausencia de capa de barita, que sí veremos en las impresiones al colodión y gelatina. En el caso de las muestras estudiadas, encontramos también algunos recubrimientos superficiales como el de cera de abeja, señalado en las bandas del último espectro de la figura 1.

En el caso de las impresiones al colodión, mostramos en la figura 2 la imagen de AFM representativa de este proceso fotográfico. Vemos una superficie plana con un gran surco que la atraviesa. La morfología de los surcos es diferente de la encontrada en el aglutinante de albúmina, pues en este caso muestra un mayor número de irregularidades y se distingue poca profundidad en la imagen en 3D. Las imágenes de MC nos dejan ver estructuras alargadas y surcos o líneas en toda la superficie. La morfología, a diferencia de lo que sucede con la albú-

mina, se presenta a distintos niveles de profundidad, lo que podemos relacionar con algunas de sus propiedades intrínsecas. El colodión no absorbe agua y no se hincha con la humedad, por lo que se mantiene rígido. Sin embargo, solían añadirse plastificantes para aumentar la permeabilidad y mejorar la flexibilidad durante su fabricación, aunque al secarse tendían a volverse quebradizos por su rápida sublimación, además de volverse sensible a la abrasión y reducir su resistencia físico-mecánica (Reilly, 1986).

Otra diferencia con respecto a las impresiones a la albúmina se encuentra en la ausencia de estructuras fibrosas relacionadas con el soporte de papel. Esto nos ayuda a identificar el estrato intermedio de barita que comúnmente encontramos en las impresiones al colodión y que logramos reconocer fácilmente en las imágenes de MC (figura 2).

En el caso de los resultados de Micro-FTIR e IRSE (figura 3), reconocemos en el primer espectro las bandas principales del aglutinante de colodión (nitrato de celulosa) en las señales de 1679, 1297 y 882 cm^{-1} . En el caso del sulfato de bario (BaSO_4), compuesto principal de la capa de barita, encontramos las bandas representativas en 1169, 1120, 1077, 978, 603 y 632 cm^{-1} , y el plastificante que comúnmente se agregaba al aglutinante de colodión lo señalamos en las bandas de 1718, 1268, 1038, 945 y 919 cm^{-1} .

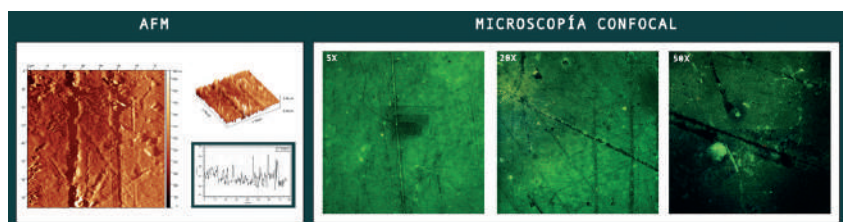


Figura 2. Imágenes de AFM y MC de las muestras compuestas por colodión como aglutinante de la emulsión fotográfica. Nieto *et al.*, 2017.

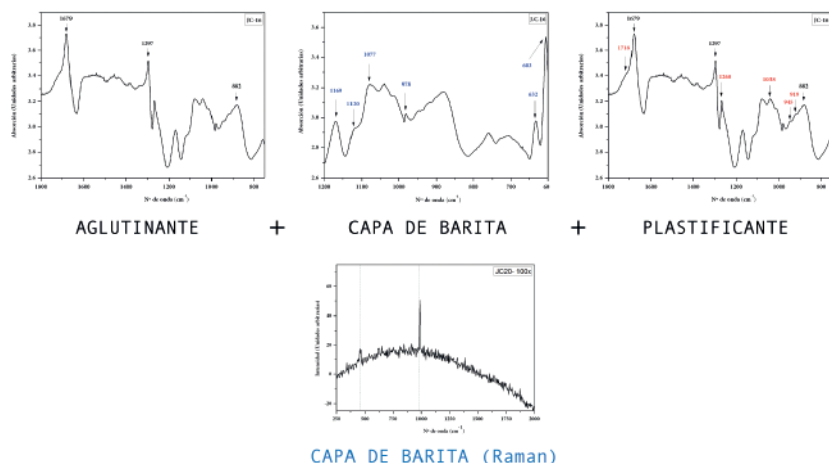


Figura 3. Espectros de Micro-FTIR correspondientes al aglutinante de colodión, la presencia de sulfato de bario del estrato intermedio de barita y el plastificante que se agregaba al nitrato de celulosa para mejorar las propiedades del aglutinante. Abajo, la señal del sulfato de bario para RAMAN. Nieto *et al.*, 2017.

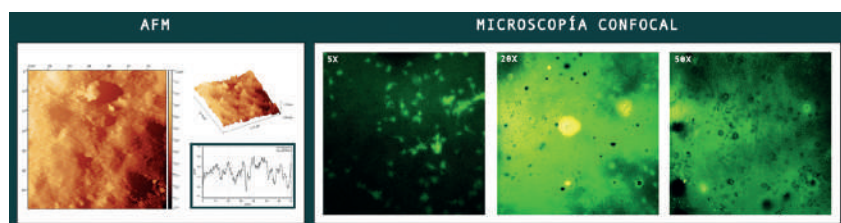


Figura 4. Imágenes de AFM y MC de las muestras compuestas por gelatina como aglutinante de la emulsión fotográfica. Nieto *et al.*, 2017.

En cuanto a las muestras con aglutinante de gelatina, en la figura 4 podemos ver que en AFM se presenta una superficie con aglomerados esféricos de distinto tamaño distribuidos en toda la superficie. Estas estructuras se asocian a la naturaleza higroscópica de la gelatina que, a diferencia de los otros aglutinantes, es el principal factor de degradación intrínseco de este compuesto. Los factores de tipo extrínseco,

como la humedad absorbida por el aglutinante o por el soporte de papel, provocan el hinchamiento de la gelatina y el aumento de su tamaño (Weaver, 2008; Reilly, 1980). En las imágenes de MC podemos observar los patrones esféricos relacionados con la morfología del compuesto y la ausencia de estructuras fibrosas relacionadas con el soporte, debido a la presencia del estrato de barita que encontramos en impresiones de gelatina.

Para los estudios compositivos de la gelatina, en la figura 5 podemos observar las bandas de amida I y II (igual que para la albúmina, alrededor de 1688 y 1570 cm^{-1}), pero debemos fijarnos en que para la amida III, la banda de mayor número de onda se presenta con

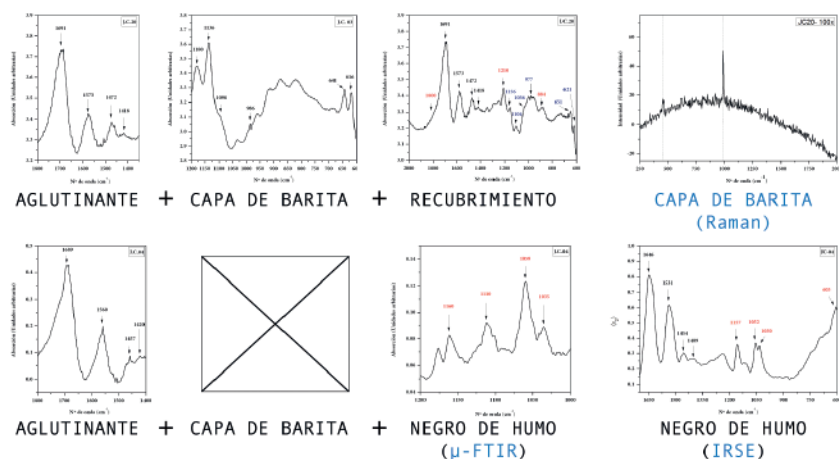


Figura 5. Espectros de Micro-FTIR correspondientes al aglutinante de gelatina, la presencia de sulfato de bario del estrato intermedio de barita y un posible recubrimiento de goma laca. También se observa la señal del sulfato de bario para RAMAN. En las figuras inferiores se muestran los espectros correspondientes a las impresiones al carbón, en las que destaca la presencia de bandas relacionadas con el pigmento negro de humo que podemos ver para Micro-FTIR e IRSE, así como la presencia de aglutinante y la ausencia de capa de barita. Nieto *et al.*, 2017.

mayor intensidad (1471 cm^{-1} y 1419 cm^{-1} , respectivamente). En el segundo espectro encontramos las bandas correspondientes al sulfato de bario, que prueba la presencia de una capa de barita. En el último espectro podemos observar bandas relacionadas con un recubrimiento de uso tradicional, probablemente goma laca (Derrick, 1989; Perron, 1989).

En cuanto a las impresiones al carbón, que observamos en la figura 5, se trata de un proceso fotográfico que emplea la gelatina como aglutinante de la emulsión pero que, sin embargo, no presenta estrato intermedio de barita y utiliza pigmentos fotosensibles para la formación de la imagen fotográfica. A través de los diferentes estudios, logramos determinar en una muestra que el proceso fotográfico se basaba en una impresión al carbón, tras reconocer las características del aglutinante de gelatina en AFM y MC, pero pudimos reconocer en él las fibras del soporte que demostraban la ausencia del estrato de barita. Al confirmar con Micro-FTIR la ausencia de sulfato de bario y encontrar otras bandas desconocidas para los otros procesos, pudimos identificar bandas también en IRSE correspondientes al pigmento negro de humo (entre 1000 y 1100 cm^{-1}), material responsable de formar la imagen fotosensible.

4. Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos con las diferentes técnicas de análisis sobre todas las muestras estudiadas, y tomando en cuenta los resultados obtenidos, logramos plantear un diagrama de flujo que ayudara a identificar los procesos fotográficos compuestos de aglutinante de albúmina, colodión y gelatina. Las principales características se basaban en las cualidades obtenidas mediante AFM y MC relacionadas con la presencia de superficies conformadas por líneas o aglomerados esféricos y en referencia a la intensidad de la fluorescencia respectivamente. Para MC también debemos considerar la presencia de estructuras fibrosas para el reconocimiento de la capa intermedia de barita. En

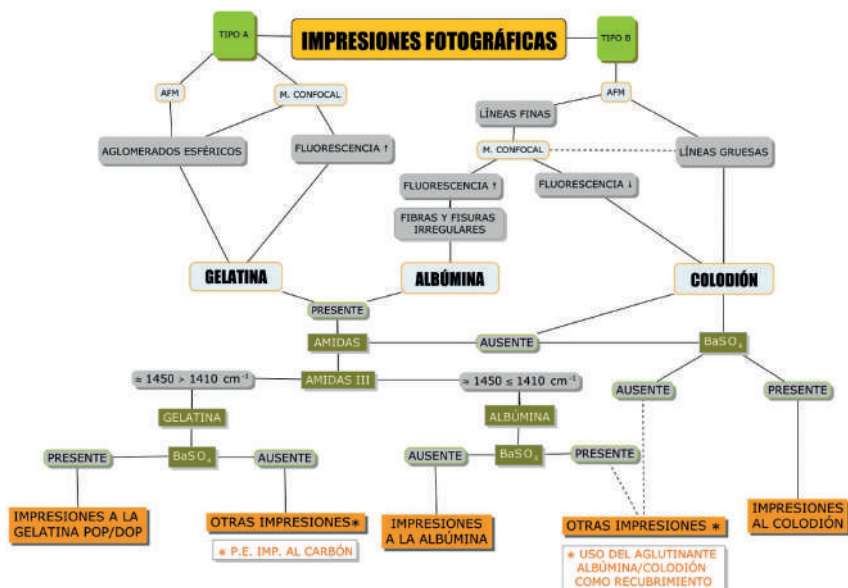


Figura 6. Diagrama de flujo para la identificación de impresiones a la albúmina, colodión y gelatina. Nieto *et al.*, 2017.

la figura 6 podemos observar las características formales en la parte superior, y en la inferior, los valores compositivos que determinan la presencia de uno u otro aglutinante. Las amidas determinarán, según la intensidad de sus bandas, el uso de albúmina o gelatina, mientras que la ausencia de estas y la presencia del sulfato de bario nos ayudarán a determinar si se trata de una impresión al colodión.

Los resultados obtenidos de las diferentes muestras nos ayudaron a conformar esta guía de identificación que permite reconocer las principales características de los compuestos de impresiones fotográficas con aglutinante de albúmina, colodión y gelatina, y algunas de las variables encontradas. El reconocimiento de sus cualidades intrínsecas y la relación con los agentes extrínsecos y su comportamiento nos

ayudan a comprender la morfología, la estructura y los compuestos presentes en los distintos procesos fotográficos. También permiten utilizar con mayor facilidad los métodos de análisis presentados de forma individual sin necesidad de contar con todas las técnicas.

Se considera que los resultados obtenidos en este estudio han logrado proporcionar datos significativos para construir una herramienta de identificación de algunos de los procesos fotográficos más comunes. También se ha conseguido comprobar la efectividad de herramientas no invasivas ni destructivas para el patrimonio cultural, en particular para el fotográfico; y aunque todo ello constituye el primer acercamiento a herramientas poco difundidas, se considera que podemos, de alguna forma, fomentar su aplicación en futuras investigaciones y contribuir al desarrollo del conocimiento científico sobre la fotografía patrimonial.

Bibliografía

CASOLI, Antonella; FORNACIARI, Silvia. «An analytical study on an early twentieth-century Italian photographs collection by means of microscopic and spectroscopic techniques». *Microchemical Journal* (Amsterdam: Elsevier), 116 (septiembre 2014), p. 24-30.

DERRICK, Michelle; STULIK, Dusan; LANDRY, James. *Infrared spectroscopy in conservation science*. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 1999.

LAVEDRINE, Bertrand. *Photographs of the past: process and preservation*. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2009.

LAVEDRINE, Bertrand. *Reconocer y conservar las fotografías antiguas*. París: Comité des travaux historiques et scientifiques, 2010. (Colección orientaciones y métodos 16).

NIETO VILLENA, Alejandra. *Caracterización de impresiones fotográficas históricas. El acervo fotográfico del maestro Julián Carrillo, México* [Tesis doctoral]. Universitat Politècnica de València, 2017.

REILLY, James. *The Albumen & Salted Paper Book: The history and practice of photographic printing 1840-1895*. Rochester: RIT Press, 1980.

REILLY, James. *Care and identification of 19th century photographic prints*. New York: Eastman Kodak Company, 1986.

RICCI, Camilla; BLOXHAM, Simon; KAZARIAN, Sergei G. «ATR-FTIR imaging of albumen photographic prints». *Journal of Cultural Heritage* (Ámsterdam: Elsevier), 8, 4 (2007), p. 387-395.

STULIK, Dusan; KAPLAN, Art. «The Atlas of Analytical Signatures of Photographic Processes: Its Past, Present and the Future». *Topics in Photographic Preservation* (Washington: American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works), vol. 15 (2013), p. 249-263. También disponible en línea en: <http://resources.culturalheritage.org/pmgtopics/2013-volume-fifteen/37-T15_Stulik.pdf> [Consulta: 14 mayo 2020].

WEAVER, Gawain. «A Guide to Fiber-Base Gelatin Silver Print Condition and Deterioration». *Gawain Weaver Art Conservation* [en línea], 2008. <https://gawainweaver.com/images/uploads/Weaver_Guide_to_Gelatin_Silver.pdf> [Consulta: 10 enero 2020].

CollectionCare: un servicio innovador y asequible de monitorización para la conservación preventiva de obras de arte

ANDREA PEIRÓ VITORIA

Arquitecta. Investigadora en la Universitat Politècnica de València,
Instituto ITACA

anpeivi@itaca.upv.es

ANA MARÍA GARCÍA-CASTILLO

Conservadora-restauradora. Investigadora en la Universitat
Politécnica de València, Instituto ITACA

anamgarcia@itaca.upv.es

JAIME LABORDA MACARIO

Ingeniero electrónico industrial. Investigador en la Universitat
Politécnica de València, Instituto ITACA

jlaborda@itaca.upv.es

FERNANDO J. GARCÍA-DIEGO

Ingeniero agrónomo. Profesor titular en la Universitat Politècnica
de València, Departamento de Física Aplicada

ffgarcid@upv.es

ÁNGEL PERLES

Informático. Profesor titular en la Universitat Politècnica de València,
Instituto ITACA

aperles@itaca.upv.es

RESUMEN

El objetivo principal del proyecto CollectionCare es desarrollar un sistema de apoyo a la toma de decisiones sobre conservación preventiva de objetos culturales que resulte asequible para museos de pequeño y mediano tamaño, ya que a menudo estos no pueden contar con sofisticados sistemas de control medioambiental ni con personal cualificado dedicado a su manutenzione. El proyecto integra la investigación actual y los avances tecnológicos en sistemas de monitorización microclimática, comunicación inalámbrica, *big data*, computación en la nube y modelos de degradación de materiales en un único sistema complejo, innovador y de bajo coste.

ABSTRACT

CollectionCare project aims to develop an affordable decision support system for the preventive conservation of cultural objects in small and medium-sized museums that often cannot rely on a sophisticated environmental control system or qualified personnel to maintain them. The project integrates current research and technological advances in microclimate monitoring systems, wireless communication, big data, cloud computing and material degradation models into a single complex, innovative and low-cost system.

PALABRAS CLAVE: conservación preventiva, monitorización, modelos de degradación, conectividad inalámbrica, big data

1. Introducción

El objetivo de la conservación preventiva (CP) es prevenir o minimizar el riesgo de daños irreversibles en los objetos culturales debido a los factores ambientales a los que se encuentran sometidos, como la hu-

edad relativa (HR), la temperatura (T), la luz (L), los contaminantes atmosféricos (CA), las vibraciones (V), etc. Una buena estrategia de CP para colecciones supondría aplicar recomendaciones ambientales para proporcionar entornos que garanticen la estabilidad de los objetos culturales a largo plazo, y además establecer procedimientos de control adecuados para monitorizar dichas condiciones (Lucchi, 2018).

Es necesario registrar y estudiar los datos ambientales para estimar el riesgo que determinadas condiciones conllevan para los objetos culturales expuestos, pero este análisis plantea una gran dificultad debido a la diversidad y heterogeneidad de materiales que suelen presentar las obras. La monitorización ambiental por sí sola no puede considerarse una estrategia de CP eficaz, sino que debería ir vinculada a la existencia de modelos de degradación de los diferentes materiales en relación con los parámetros ambientales mencionados que permitan predecir el daño y, por tanto, establecer los umbrales de tolerancia de la obra o, dicho de otro modo, las condiciones a partir de las cuales puede haber riesgo y puede producirse un daño a menudo irreversible.

En la actualidad se dispone de diferentes soluciones tecnológicas para monitorizar y registrar los parámetros ambientales de los lugares donde se encuentran los objetos culturales en el contexto de los museos (Perles *et al.*, 2018). Sin embargo, estos sistemas carecen de una función predictiva que, por una parte, estime el potencial de degradación futura del objeto causado por su exposición a ese entorno y que, por otra, proporcione recomendaciones para su correcta preservación.

El proyecto CollectionCare, liderado por la Universitat Politècnica de València en el marco del programa Horizonte2020 (www.collectioncare.eu), tiene como propósito diseñar un servicio para la CP de objetos culturales que resulte asequible para museos de pequeño y mediano tamaño, dado que, a menudo, este tipo de instituciones no pueden contar con un sistema de control medioambiental adecuado ni con personal dedicado a su mantenimiento. Para ello, se plantea aunar la investigación actual sobre modelos de degradación de materiales con

los últimos avances tecnológicos en electrónica de sensores, comunicaciones inalámbricas LPWAN (*Low-Power Wide Area Network*), computación en la nube y *big data*, en un complejo sistema que permita predecir cómo se comportarán los materiales a lo largo del tiempo en un entorno determinado y que proporcione recomendaciones de acuerdo a las normas europeas de CP (CEN, 2010).

En las secciones siguientes se expone en detalle el sistema CollectionCare, la estructura y las fases del proyecto, el conjunto de museos como escenarios y algunas de las colecciones seleccionadas como casos de estudio y, por último, se presentan los resultados previstos y las perspectivas de futuro.

2. El sistema CollectionCare

Como se ha comentado en el apartado anterior, el proyecto CollectionCare plantea desarrollar un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la CP de objetos culturales. El proyecto se encuentra en su fase inicial y prevé monitorizar las condiciones ambientales del entorno inmediato de cada objeto seleccionado mediante un nodo sensor IoT (*Internet of Things*), de forma ininterrumpida y en los diferentes escenarios y situaciones en que se encuentre, tanto durante su exposición como durante su manipulación, almacenamiento o transporte.

La monitorización de las condiciones ambientales se podrá realizar, bien a nivel de sala o bien a nivel individual, cuando la vulnerabilidad o sensibilidad del objeto lo requiera. Si no se precisa esta monitorización individualizada, un mismo dispositivo servirá para registrar los datos de varios objetos a la vez, lo cual optimiza los costes. En este caso, cabe tener en cuenta que, a pesar de que se realice la monitorización a nivel de sala, la información recogida se asociará siempre a cada objeto de forma independiente.

Una vez obtenida la información de los sensores, los datos se trans-

fieren, almacenan y analizan en la nube (*big data* y *cloud computing*) mediante algoritmos de computación basados en los modelos de degradación de los materiales y en las normativas microclimáticas de CP. El análisis de los datos permitirá proporcionar al usuario información sobre la degradación futura del objeto, así como advertencias y recomendaciones para asegurar la conservación de las piezas a largo plazo.

En la actualidad, las soluciones más avanzadas de monitorización de parámetros ambientales para CP de objetos culturales en museos son los *dataloggers* inalámbricos que registran principalmente T y HR. Sin embargo, tienen varios inconvenientes, como su elevado precio (que oscila entre 250 y 700 euros), su escasa autonomía (inferior a 18 meses) y la falta de análisis predictivos cruzados con los modelos de degradación y normativa medioambiental que permitan pronosticar la degradación material de los objetos culturales en esas condiciones ambientales. Este último aspecto implica que, para lograr una adecuada conservación de las colecciones, se necesita un especialista que analice los datos recogidos por estos dispositivos.

CollectionCare plantea ofrecer un servicio completo que abarque desde la monitorización del objeto hasta la sugerencia de recomendaciones para su CP: ahí radica su principal innovación. Se trataría de un servicio con una tarifa anual asequible por nodo sensor que proporcione: a) el equipo electrónico necesario (nodo sensor con conectividad inalámbrica); b) un servicio de visualización de las condiciones ambientales a las que se encuentra expuesto el objeto, tanto históricas como actuales en tiempo real; c) información sobre el estado de conservación del objeto, predicción de su degradación a lo largo del tiempo y recomendaciones para su CP; y d) un sistema de alerta que avise a los usuarios cuando los parámetros ambientales estén fuera de los rangos establecidos para su conservación óptima.

La figura 1 presenta el esquema de CollectionCare y muestra cómo se integran en el sistema las diferentes áreas tecnológicas y de investigación previamente mencionadas.

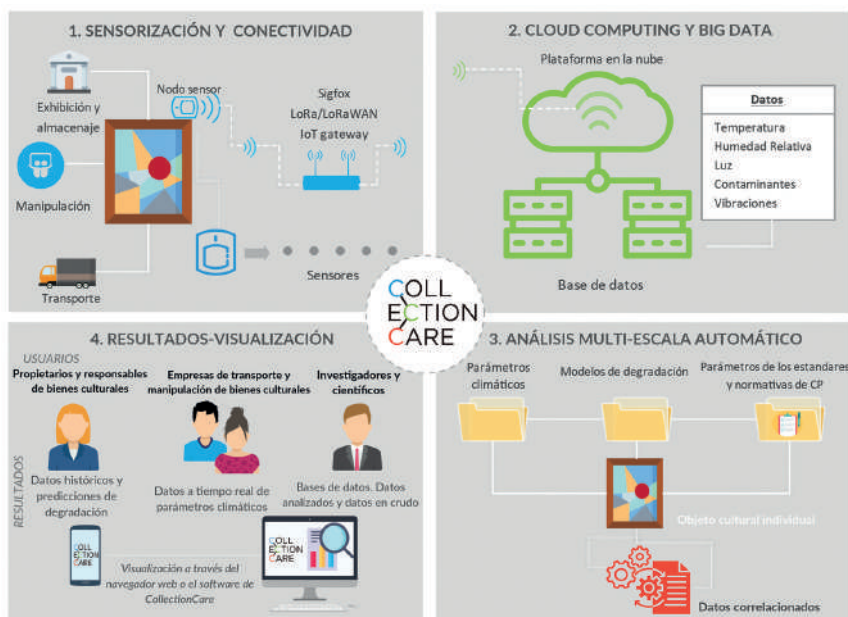


Figura 1. Diagrama del sistema CollectionCare. CollectionCare, 2019.

2.1. Sensores y conectividad

HR, T, L, CA y V son los parámetros de degradación más comunes que afectan al patrimonio cultural (Staniford, 2014; Padfield y Borchersen, 2016). El despliegue de los sensores se hará de forma metódica, centrándose en la obra y siguiendo un protocolo específico que permita estimar el número necesario de sensores para cada sala y cómo deben disponerse. La instalación de los sensores será reversible y la conectividad será *plug-and-play* para facilitar su puesta en marcha.

En caso de monitorizar un solo objeto, el sensor lo acompañará en todo momento: durante su exhibición, almacenaje, manipulación y transporte. Si se monitoriza una habitación con varios objetos o

cuando estos son muy pequeños, como monedas o joyas, el sensor se asignará a todo el conjunto, pero los datos obtenidos se procesarán de manera individual, considerando la naturaleza específica de cada objeto. Así, si la colección cambia de ubicación, los objetos se asignarán a otro sensor sin perder el historial de datos.

El nodo sensor consiste en una pequeña placa electrónica con sensores para los diferentes parámetros físicos, un microcontrolador para gestionarlos y un módulo de radiofrecuencia. Adicionalmente, el nodo implementa un sistema inalámbrico multiprotocolo que permite operar en diferentes escenarios. Para que el nodo sensor sea eficiente y su batería tenga una gran autonomía, será crucial considerar el consumo energético en su diseño, con ciclos de reposo apropiados, baterías de alta densidad y baja autodescarga y técnicas de captura de energía (*energy harvesting*).

La transmisión de los datos a la nube se basa en tecnologías LP-WAN, que se están utilizando de manera satisfactoria en soluciones para ciudades inteligentes. Actualmente, los nodos sensores desarrollados combinan las dos tecnologías LPWAN más exitosas —Sigfox y LoRa/LoRaWAN—, lo que permite la transmisión de datos a través de paredes gruesas y a largas distancias (700 m), que son las limitaciones más comunes en escenarios como museos y edificios históricos.

2.2. Cloud computing y big data

En el marco del proyecto se va a desarrollar una plataforma de computación en la nube que garantice interoperabilidad, independencia y su propia evolución futura. Como requisito, debe permitir el despliegue y el funcionamiento automatizados de grandes grupos de datos y el aprendizaje automático sobre diversas tecnologías y proveedores de nubes.

Teniendo en cuenta el elevado volumen de datos a tratar (10 megabytes por año y objeto) y que los tipos de datos cambiarán según avance

el conocimiento y la definición del problema, se necesita un almacenamiento de datos centrado en bases de datos HDFS y NoSQL, ya que estas no imponen una estructura de tabla predefinida, lo que permitirá adaptarse a nuevos tipos de datos sin necesidad de redefinir la base.

Por otro lado, como el análisis de datos mediante algoritmos numéricos es complejo, se requerirán grandes capacidades de cálculo. Para ello, se emplearán las herramientas de Atos, socio del proyecto, conocidas como Data Analytics y Atos Codex, que permiten desplegar grandes marcos de datos y bibliotecas de aprendizaje automático compatibles, lo que facilitará el tratamiento de grandes cantidades de datos para predecir comportamientos y patrones.

2.3. Modelos de degradación de materiales

Para predecir el alcance de los daños que las condiciones climáticas pueden causar a los objetos culturales, el sistema CollectionCare se basa en el análisis de los datos ambientales cruzados con los modelos de degradación. El punto de partida será considerar los modelos existentes, ampliarlos y adaptarlos para describir la naturaleza específica de los objetos (material) y el agente de degradación considerado, como las fluctuaciones de HR, T, L, CA o V (Bratasz y Vaziri, 2018; Bosco *et al.*, 2017; Irbe *et al.*, 2017; Walaszek *et al.*, 2014). El proceso de degradación depende en gran medida de las propiedades de los materiales de los objetos y de las condiciones ambientales a los que están sometidos (Mecklenburg, 2007). En el marco del proyecto se consideran solo cuatro tipos de materiales —pinturas sobre lienzo, objetos de madera, papel y objetos de metal—, que son los que se encuentran con más frecuencia en las colecciones y, por lo tanto, son escenarios comunes y representativos de degradación. La información del historial ambiental proporcionado por los museos se utilizará como parámetro de entrada previo.

El pronóstico de las condiciones de conservación de los objetos supervisados y las recomendaciones para su CP serán el resultado de

un proceso de análisis automatizado de los datos recogidos mediante algoritmos numéricos basados en los diferentes modelos, que describirán la cinética de envejecimiento y degradación de los materiales.

Antes de someter al análisis los datos ambientales, el objeto deberá describirse en un lenguaje común preestablecido para especificar su multimaterialidad, lo que asegurará un vínculo entre el nodo sensor, el objeto y sus características materiales en el sistema informático. Los datos recogidos de cada objeto se cotejarán automáticamente en la nube con los datos de los modelos de degradación o los parámetros de degradación de cada material transcritos en los algoritmos de computación. Además, se correlacionarán con las actuales normativas, como la norma EN 15757:2010 y las directrices ASHRAE 2015, a fin de obtener predicciones de su degradación de la forma más veraz posible, así como recomendaciones para su adecuada conservación.

3. Organización y fases del proyecto

La figura 2 muestra la estructura y la organización del proyecto. El plan de trabajo se organiza en diez paquetes (WP) que integran el desarrollo completo del sistema (WP1-WP6), la gestión del proyecto (WP9) y otras actividades vinculadas (WP7, WP8 y WP10), como la difusión del proyecto y la definición de un plan de explotación para la futura inserción del servicio CollectionCare en el mercado.

El WP1, «Definición de los requisitos iniciales del sistema CollectionCare», tiene por objeto realizar un análisis exhaustivo de las bases y requisitos técnicos específicos para desarrollar los diferentes elementos que componen el sistema y establecer el lenguaje técnico común a utilizar durante todo el proyecto. El WP1 establece el punto de partida.

El objetivo principal del WP2 es avanzar en el conocimiento y adaptar los modelos de degradación ya existentes que se centran en la predic-

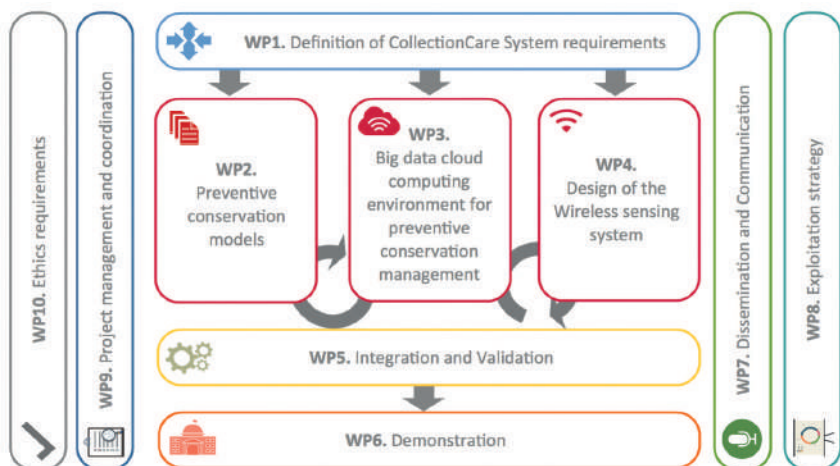


Figura 2. Organización del proyecto en paquetes de trabajo (WP). CollectionCare, 2019.

ción de la degradación de los diferentes tipos de objetos culturales, como pinturas sobre lienzo, objetos de madera, papel o metal.

El WP3 se centra en el diseño, partiendo de las tecnologías existentes, de una infraestructura en la nube basada en *big data* para almacenar grandes cantidades de información sobre las condiciones ambientales de las obras, para su posterior análisis.

El WP4 se enfoca en diseñar el nodo sensor, para que recoja de manera continua los parámetros físicos establecidos (T, RH, L, CA, V), así como en asegurar la comunicación inalámbrica para la transmisión de datos, teniendo en cuenta todos los obstáculos que puedan surgir en los diferentes espacios donde los objetos se exhiben, almacenan o transportan.

Posteriormente se iniciarán las tareas de validación (WP5) y demostración (WP6), que se llevarán a cabo en siete museos asociados al proyecto. Las diferentes tecnologías y los modelos desarrollados se

integrarán en el sistema para comprobar su correcto funcionamiento en un escenario real.

4. Casos de estudio: museos y colecciones

El consorcio del proyecto está compuesto por dieciocho socios, de los cuales seis son o engloban museos, que actuarán como sitios de demostración para validar el sistema:

- Museo de Armería y Museo de Bellas Artes de la Diputación Foral de Álava (Vitoria, España)
- Brīvdabas Muzejs, The Ethnographic Open-Air Museum of Latvia (Riga, Letonia)
- Filmoteca, Institut Valencià de Cultura (Valencia, España)
- Art and History Museum (Bruselas, Bélgica)
- National Historical Museum, Historical and Ethnological Society of Greece (Atenas, Grecia)
- Rosenborg, Kongernes Samling. The Royal Danish Collection (Copenhague, Dinamarca).

En esta primera etapa, se han seleccionado los objetos culturales de cada museo para la futura etapa de validación. Para ello, se definieron unas directrices y unos criterios basados en los requisitos técnicos establecidos durante los primeros meses del proyecto (WP1), y se priorizaron las obras que tenían un historial de conservación documentado, una composición material conocida y un registro histórico de parámetros ambientales. Por otro lado, también se tuvo en cuenta que se incluyeran objetos de diferentes condiciones, con distintos niveles de sensibilidad a las variaciones ambientales, y que estuvieran ubicados en diferentes tipos de espacios.

Los criterios para la selección de obras fueron los siguientes:

- Cuarenta objetos por institución y, dentro de lo posible, diez de cada tipo de material

- Objetos que tengan un historial de conservación conocido, preferentemente documentado
- Objetos que hayan formado parte de la colección durante mucho tiempo
- Objetos que, si es posible, cuenten con un registro histórico de datos ambientales
- Objetos tanto tratados como no tratados
- Objetos tanto en préstamo o tránsito constante como en exposición permanente
- Objetos de varios tamaños y características.

Para evaluar los diferentes escenarios y espacios en los que se exhiben o almacenan los objetos, también se tuvieron en cuenta las características constructivas de los edificios y los factores de conectividad inalámbrica.

Entre junio y agosto de 2019 se seleccionaron, pues, los diferentes objetos de cada institución y se elaboró un informe de conservación para cada uno de ellos. La selección final consta de 215 objetos, entre ellos 50 de madera (23 %), 62 de papel (29 %), 44 pinturas sobre lienzo (21 %) y 59 piezas de metal (27 %). En las figuras 3-6 se muestran varios objetos representativos de los diferentes tipos y se indica su origen y el escenario de exposición.

5. Conclusiones. Perspectivas y resultados esperados

En el primer año del proyecto, se han hecho progresos significativos definiendo los requisitos para iniciar el desarrollo y la adaptación de los modelos de degradación (WP2), la infraestructura en la nube para computación y almacenamiento de datos (WP3) y el diseño de los nodos sensores inalámbricos (WP4). En cuanto a los modelos de degradación, se ha identificado toda la información con los detalles necesarios sobre los actuales modelos de pintura sobre lienzo, papel, madera y metal. Para el almacenamiento de datos y la computación en

la nube, se han llevado a cabo investigaciones preliminares para evaluar la carga de datos históricos en diferentes tipos de bases de datos y se ha seleccionado Amazon DynamoDB como resultado de ese estudio. Por último, se han definido los requisitos necesarios para diseñar el nodo sensor y se ha desarrollado un primer prototipo.

Durante los próximos dos años del proyecto se continuará trabajando en el desarrollo de las tres áreas principales del sistema CollectionCare: la conectividad y los sensores, la computación en la nube y los modelos de degradación. El objetivo es integrar estos componentes en un único sistema a principios de 2021 e iniciar los procedimientos de validación, cuyo fin es identificar cualquier corrección o mejora que deba realizarse antes de que comience la fase de demostración. Durante los últimos seis meses del proyecto, se realizarán las actividades de demostración en las diferentes instituciones para evaluar



Figura 3. Escuela Dalcroze Hellerau. Pintura sobre lienzo atribuida a José Garnelo y Alda, 1993. Museo de Bellas Artes de Álava, Diputación Foral de Álava (Vitoria, España), 2019.



Figura 4. Conjunto de 52 cartas de papel de celulosa del siglo XVIII, pertenecientes a la reina Anna Sophie Reventlow de Dinamarca. The Royal Danish Collection, Rosenborg (Copenhague, Dinamarca), 2019.



Figura 5. Cofre de madera pintado. The Ethnographic Open-Air Museum of Latvia (Riga, Letonia), 2019.



Figura 6. Arma de fuego del siglo XVI. Museo de Armería de Álava, Diputación Foral de Álava (Vitoria, España), 2019.

la utilidad, la eficacia y la eficiencia de las funcionalidades que ofrece el sistema, así como la satisfacción de los usuarios finales.

Por último, a principios de 2022 se celebrará en Valencia una reunión denominada *Research & Innovation Actions for Preventive Conservation of Cultural Heritage* para difundir los resultados de la investigación del proyecto y evaluar las posibilidades de CollectionCare en relación con los museos y colecciones, con especial atención a los servicios de CP del patrimonio cultural. Asimismo, en el marco de dicho congreso se pre-

tende crear un foro en el que los investigadores, los profesionales de los museos y las empresas intercambien ideas y exploren posibles áreas de investigación en el futuro.

Agradecimientos

El proyecto CollectionCare ha sido financiado por el programa Horizon2020 Innovative Action – Industrial Sustainability de la Unión Europea mediante el acuerdo de subvención nº 814624.

Bibliografía

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). «Chapter 23: Museums, Galleries, Archives, and Libraries». En: *ASHRAE Handbook HVAC Applications*. Atlanta: ASHRAE, 2015, p. 23.1-23.22.

BOSCO, Emanuela; PEERLINGS, Ron; GEERS, Mark. «Asymptotic homogenization of hygro-thermo-mechanical properties of fibrous networks». *International Journal of Solids and Structures* (Texas: Elsevier), 115-116 (1 junio 2017), p. 180-189.

BRATASZ, Łukasz; VAZIRI SERESHK, Mohammad Reza. «Crack Saturation as a Mechanism of Acclimatization of Panel Paintings to Unstable Environments». *Studies in Conservation* (Londres: International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works), 63, 1 (11 septiembre 2018) p. 27.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (CEN). *EN 15757:2010 Conservation of Cultural Property-Specifications for Temperature and Relative Humidity to Limit Climate-Induced Mechanical damage in Organic Hygroscopic Materials*. Bruselas: European Committee for Standardization, 2010.

IRBE, Ilze [et al.] «Susceptibility of thermo-hydro-treated birch plywood to mould and blue stain fungi». *Wood Material Science & Engineering* (London: Taylor & Francis), 13, 5 (7 junio 2017), p. 296-304.

LUCCHI, Elena. «Review of preventive conservation in museum buildings». *Journal of Cultural Heritage* (Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson SAS), 29 (enero-febrero 2018), p. 180-193.

MECKLENBURG, Marion F. «Determining the acceptable ranges of relative humidity and temperature in museums and galleries, Part 2, structural response to temperature». *Smithsonian Libraries* (Wash-

ington D.C: Smithsonian Institute) [en línea], (2007). <<https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/7055/Mecklenburg-Part2-Temp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consulta: 19 noviembre 2019].

PADFIELD, Timothy; BORCHERSEN, Karen (eds.). *Museum microclimate: contribution to the Copenhagen conference, 19-23 November 2007*. Copenhagen: National Museum of Denmark, 2007.

PERLES, Angel [*et al.*] «An energy-efficient internet of things (IoT) architecture for preventive conservation of cultural heritage». *Future Generation Computer Systems* (Amsterdam: Elsevier B.V.), 81 (abril 2018), p. 566-581.

STANIFORD, Sara. «Environmental conditions for the safeguarding of collections: Future trends». *Studies in Conservation* (Londres: International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works), 59, 4 (24 junio 2014), p. 213-217.

WALASZEK, Damian [*et al.*] «Minimally-invasive Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry analysis of model ancient copper alloys». *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* (Oxford: Elsevier B.V.), 99, (septiembre 2014), p. 115-120.

Documentación y propuesta de conservación de cuatro obras de arte contemporáneo en el espacio público. El legado de Expo'92: Ettore Spalletti, Eva Lootz, Per Kirkeby y Stephan Balkenhol

LARA RODRÍGUEZ SEARA
Conservadora-restauradora independiente
larrod03@ucm.es

RESUMEN

La exposición universal Expo'92, celebrada en Sevilla, acogió obras de arte contemporáneo en su programa «Arte actual en los espacios públicos», entre las que destacan las instalaciones de Spalletti, Lootz, Kirkeby y Balkenhol, ubicadas en los Jardines del Guadalquivir. Desde entonces, las esculturas han sido víctimas pacientes de la falta de mantenimiento, las inclemencias meteorológicas y el vandalismo. El presente estudio reúne la documentación de las obras y propone la búsqueda de soluciones óptimas de conservación y difusión de las esculturas y de su ajardinado entorno, contando con la opinión de los artistas, recogida a través de entrevistas. Es fundamental actuar con urgencia para salvaguardar el legado artístico de Expo'92, que perece bajo la responsabilidad de un ente que actúa con desidia y contraviene las leyes.

Abstract

Expo'92, held in Seville, presented works of contemporary art within its programme «Arte actual en los espacios públicos». Standing out among them there were works of Ettore Spalletti, Eva Lootz, Per Kirkeby and Stephan Balkenhol, all of them located in the Jardines del Guadalquivir park. Since then, the sculptures were victim of the lack of maintenance, in addition to the weather conditions and vandalism. This text presents the documentation of the above-mentioned works and proposes the search for optimum solutions regarding conservation and diffusion of the sculptures and their landscaped environment, having in mind the artists' opinion from different interviews. It is fundamental to act urgently in order to safeguard the artistic legacy of Expo'92 that is silently perishing, under the responsibility of an entity that acts with apathy and contravenes the law.

PALABRAS CLAVE: arte contemporáneo, arte público, conservación, Expo'92, Jardín del Guadalquivir

1. La Exposición Universal de Sevilla 1992 y su programa «Arte actual en los espacios públicos»

En el marco de la exposición universal Expo'92, el programa «Arte Actual en espacios públicos» acercó el arte contemporáneo a la capital hispalense.

Un comité internacional de expertos seleccionó a diez artistas de reconocido prestigio para que enriqueciesen los espacios públicos con la incorporación de sus obras de arte a Isla de la Cartuja, lugar donde se celebró el evento. Esta es la relación de obras y su ubicación dentro del recinto:

- Jardines del Guadalquivir: Ettore Spalletti, *Fuente para pájaros*; Eva Lootz, *No-ma-de-ja-do*; Per Kirkeby, *Escultura de ladrillo*; y

- Stephan Balkenhol, *Hombre con camisa blanca y pantalón negro*
- Puerta de Triana: Jesús Soto, *Media esfera azul y verde*
 - Puerta de la Barqueta: Roberto Matta, *Verbo América*
 - Avenida 3: Matt Mullican, *Sin título*
 - Avenida 4: Ilya Kabakov, *Plato azul*
 - Borde del lago: Anish Kapoor, *Edificio para un vacío*
 - Sin especificar: Rogelio López Cuenca, *Decret N°1*¹.

Finalizada la muestra universal, el 23 de febrero de 1993 Expo'92 y la Junta de Andalucía firmaron un convenio por el que la primera entregaba a la segunda «los viales, espacios libres de uso público, redes de servicio y demás obras» (Sociedad Estatal, 1992a), que relacionaban en un anexo.

Actualmente no existe ninguna memoria que muestre el devenir de las relevantes obras de arte que adornaban los viales y que fueron abandonadas a su suerte, si bien se encuentran referencias a ellas en las publicaciones de asociaciones defensoras del legado de Expo'92 y en trabajos realizados por estudiantes.

Cabe mencionar que esta investigación es una continuación del trabajo de fin de grado (TFG) titulado *Metodología para la puesta en valor de una pieza de arte contemporáneo en espacio público. Roberto Matta y el mural Verbo América*, desarrollado en la Universidad de Sevilla en el año 2016 dentro del Grado de Conservación-Restauración de Bienes Culturales y presentado en la 18ª Jornada de Arte contemporáneo del Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía (MNCARS) (Rodríguez-Seara, 2017); este TFG supuso el inicio de la elaboración de una memoria para la salvaguardia de las mencionadas obras de arte público que forman parte del legado de la muestra universal. La presente investigación es fruto del trabajo de final de máster desarrollado en la Universidad Complutense de Madrid dentro del Máster de Conservación de Patrimonio Cultural.

2. Los Jardines del Guadalquivir, un pequeño museo al aire libre

Los Jardines del Guadalquivir, catalogados como patrimonio inmueble andaluz, ocupan una superficie de casi 8 ha y fueron creados para la Expo'92. Se componen de diversos espacios ajardinados en los que la vegetación se combina con las esculturas, tal como se puede apreciar en el mapa de la figura 1².

Cuando finalizó la muestra universal, el jardín fue abandonado y permaneció cerrado durante diecisiete años, puesto que carecía de una buena tutela. En el año 2010 se reabrió y se realizaron diversas intervenciones, que están recogidas en la ficha técnica de la base de datos del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico (IAPH). Sin embargo, no se recuperó la totalidad de uno de los pulmones verdes de la capital hispalense, puesto que las fuentes y otros elementos no fueron restaurados y, por otra parte, el reacondicionamiento del jardín duró poco, al no existir labores de mantenimiento y seguridad. En consecuencia, su estado de conservación se debilitó hasta caer en el abandono: una casa

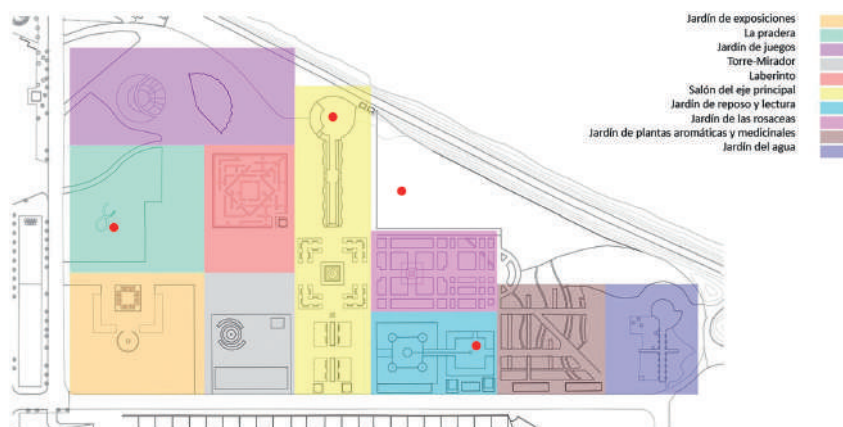


Figura 1. Mapa de los Jardines del Guadalquivir en el que se pueden observar los distintos espacios. Legado de la Expo'92, 2015.

okupa, desperfectos, botellones y grafitis son los nuevos ocupantes de la zona verde.

3. Obras estudiadas. Características, antiguas intervenciones y estado de conservación

3.1. Ettore Spalletti: Fuente para pájaros

Esta obra de Ettore Spalletti (1940-2019, Italia) consta de tres elementos de distintas dimensiones (figura 2): un disco negro de mármol de Bélgica de 1,15 m de diámetro incrustado en el suelo; un tronco-cono invertido de mármol de Carrara con una altura de 3,70 m, 34 cm de diámetro en la base y 50 cm en el corte superior, en el que hay



Figura 2. Estado actual de *Fuente para pájaros*. Lara Rodríguez Seara, 2018.

una pequeña cavidad con agua que hace la función de fuente para los pájaros; y un tercer elemento, de cemento armado blanco con mezcla de polvo de óxido férrico, con una base cuadrada de 57 cm y una altura de 4,30 m, rematado con un elemento a dos aguas.

Ubicada en perspectiva al final de un paseo de cipreses y fuentes, la obra añadía una nota de color al paisaje, ya que estaba situada en el punto de fuga de las miradas de los asistentes. En la memoria de actividades del programa «Arte actual en espacios públicos», que se encuentra en el Archivo de la Sociedad Estatal de Gestión de Activos (Agesa), se indica que el mantenimiento de la obra se limitó a limpiar con agua a presión la plaza y pulir el disco de mármol situado a ras

del suelo «para que recobre el sentido de espejo o lámina de agua que tenía el proyecto» (Sociedad Estatal, 1992a).

Cuando se reacondicionó el jardín tras su cierre, un operario de mantenimiento repintó de color blanco el obelisco de hormigón.

Los años transcurridos, acompañados de un continuo abandono del parque y de numerosos actos vandálicos, han propiciado la aparición de una serie de patologías en el recinto. El estado que presenta poco tiene que ver con el que lucía en aquel año milagroso para Sevilla: las cascadas de agua situadas en el paseo de cipreses dejaron de funcionar, la plaza elíptica está decorada con grafitis y el pavimento está cubierto de hierbas, tierra y residuos. *Fuente para pájaros* también participa en esta imagen desoladora: las esbeltas figuras presentan gran cantidad de pintadas, pegatinas adheridas, biocolonizaciones, fisuras, repintes, suciedad superficial y pérdidas de material.

Según parece, se practicó una pequeña intervención sobre la losa de mármol negro, pues en una fotografía publicada en el año 2010 (Molina, 2010) los fragmentos estaban desprendidos del suelo y el pavimento que la rodea presentaba oquedades. Actualmente los fragmentos están adheridos, pero hay pequeñas pérdidas de material. El mantenimiento de la obra de Spalletti se limitó a repintar de blanco la pieza monolítica para ocultar los grafitis, perceptibles a pesar de ello.

3.2. Eva Lootz: No-Ma-De-Ja-Do

La obra de Eva Emma Lootz Pater (1940, Austria) es una madeja, un muro de ladrillo que vuelve sobre sí mismo y se atraviesa, erigido en un manto de césped, con una rampa y una escalera en forma de lazo o No-Do (figura 3). Eva Lootz afirma que la madeja del No-Do sevillano encierra un tema recurrente en su trabajo: el bucle, del camino o lazo que vuelve sobre sí mismo, al que se puede acceder y del que se puede descender por el punto deseado (Lootz, 1990). La artista adjuntó

un proyecto de jardinería en el que solicitaba la plantación de césped y de diez palmeras coco plumoso de entre 4 y 6 m de altura y nueve palmeras *Cycas revoluta*. Además, la instalación contaba con un pequeño estanque de hormigón en forma serpentina y un proyecto de iluminación específico.



Figura 3. Estado actual de *No-Ma-De-Ja-Do*. Lara Rodríguez Seara, 2018.

La madeja de Lootz se convirtió en el foco principal de actos vandálicos una vez clausurada la muestra universal. En la memoria de actividades del programa figura que, durante la celebración de la Expo'92, la instalación requería la limpieza del pequeño estanque en forma serpentina situado cerca de las escaleras, así como el mantenimiento del ajardinamiento del entorno, especialmente del césped (Sociedad Estatal, 1992a).

Actualmente *No-Ma-De-Ja-Do* presenta un estado poco aceptable. Hay numerosos grafitis por todas las caras de la obra; algunos ladrillos han desaparecido y otros se encuentran desprendidos a los pies de la obra, además de presentar eflorescencias y biocolonizaciones. La iluminación instalada por la artista ya no está operativa: el foco tiene los cristales rotos y gran acumulación de hierbas y tierra. El entorno está descuidado y una palmera ha sido mutilada.

3.3. Per Kirkeby: Escultura de ladrillo

La obra de Per Kirkeby (1938-2019, Dinamarca) consiste en una base cuadrada de 6,37 m formada por ladrillos, con la que profundiza en



Figura 4. Estado actual de *Escultura de ladrillo*.
Lara Rodríguez Seara, 2018.

la artesanía de la albañilería. Mediante una serie de huecos dispuestos en forma de arcos (figura 4) se generan espacios a los que se puede acceder, lo que convierte la estructura en un juego geométrico de luces y sombras.

Escultura de ladrillo se integró perfectamente en el espacio; daba la sensación de haber formado

parte del jardín del Guadalquivir desde siempre. Se encuentra en un lugar poco habitual para el paso del público, por lo que se trata de un emplazamiento idóneo para disfrutar de la tranquilidad del parque, pero también para atentar contra la obra.

En la memoria de actividades del programa de Expo'92 se afirma que la obra «no requiere de mantenimiento específico alguno a excepción de la limpieza de la zona y mantenimiento de ajardinamiento» (Sociedad Estatal, 1992a). Se trataba de un mantenimiento con fecha de caducidad puesto que, con el ya mencionado cierre del jardín, el ente se despreocupó y el entorno se transformó en un espacio asilvestrado.

Cabe decir que Vibeke Windeløv, exmujer del artista, en una carta con fecha del 27 de marzo de 1991, señaló que no contemplaba un mantenimiento específico de la obra, salvo que sufriera actos vandálicos, en cuyo caso tendrían que contactar con ellos (Sociedad Estatal, 1992b). Pero en vista del estado de conservación que presenta, ni la organización ni el propietario se pusieron en contacto con el artista. En los últimos ocho años la escultura se ha convertido en diana de los actos vandálicos: numerosos grafitis cubren la textura de los ladrillos en el exterior y en el interior, los pasadizos están repletos de escombros,

se encienden fogatas en su interior y presenta biocolonizaciones que se manifiestan en forma de chorreones, además de algunas pérdidas de material. Por otra parte, la administración instaló unos tubos de aluminio y cajas de luz en el interior de las paredes para aportar algún tipo de iluminación puntual, cuando el artista no quería iluminación.

3.4. Stephan Balkenhol: Hombre con camisa blanca y pantalón negro

Balkenhol (1957, Alemania) seleccionó como emplazamiento para su escultura una plaza en la que había cinco naranjos; su *Hombre con el pedestal* (2,40 m en total), realizado en madera de teca y pintado con pinturas impermeables, ocupaba el lugar de un sexto árbol ausente (figura 5).

La escala humana de la figura, que dirigía su mirada impasible hacia el Pabellón del Futuro, tardó poco tiempo en desaparecer del enclave del que formaba parte por su relación con los naranjos: cuando se cerró el jardín del Guadalquivir, en 1995, alguien la asaltó y dejó tan solo el pedestal. Años más tarde también desapareció la placa identificativa que estaba a sus pies.



Figura 5. Estado actual de *Hombre con camisa blanca y pantalón negro*. Lara Rodríguez Seara, 2018.

Cabe decir que Balkenhol, desde un inicio, se mostró muy interesado en la conservación de su escultura. Así, mediante una carta fechada en Edelbach (Alemania) el 17 de noviembre de 1991, solicitaba que permaneciese guardada has-

ta su llegada a la capital hispalense. Posteriormente envió otra carta, con fecha del 5 de enero de 1992, para asegurarse de que su escultura permanecía guardada y sin daños. A pesar de ello, semanas después de la inauguración de Expo'92, la figura sufrió la mutilación de uno de los pulgares, perpetrada por algún desaprensivo (Sociedad Estatal, 1992b).

En la memoria de actividades del programa consta que, durante la celebración del evento, la situación de la escultura fue estable «no requiriendo de mantenimiento específico», aunque de vez en cuando convenía «repintar el pantalón negro con la pintura entregada por el artista a tal efecto» (Sociedad Estatal, 1992b).

El *Hombre* de Balkenhol jamás apareció, y su pedestal se encuentra en un estado de conservación lamentable, puesto que continúa siendo azotado por las inclemencias meteorológicas y los actos vandálicos, y presenta grafitis, líquenes, grietas y algunas hierbas que revisten la base.

4. Propuesta de un plan de actuación, conservación, mantenimiento y seguridad para los Jardines del Guadalquivir y sus obras de arte

4.1. Jardines del Guadalquivir

El abandono de los jardines se ve reflejado en su evidente estado de degradación; solamente podrían revivir llevando a cabo en ellos constantes labores de seguridad y mantenimiento (jardines, iluminación, mobiliario, etc.). Además, sería fundamental la creación de un programa educativo que sensibilice a los niños para respetar el patrimonio verde, por medio de entidades medioambientales como la Asociación de Parques y Jardines de Sevilla.

El acondicionamiento y/o la rehabilitación de los jardines donde están ubicadas las obras referenciadas debería efectuarse contando con la

participación de expertos en la materia, aunque bajo el control y la supervisión de personal cualificado y, por supuesto, con la correspondiente titulación de conservación-restauración de bienes culturales.

Asimismo, en los casos en que sea necesario, los expertos en jardinería deberían recibir instrucciones de los autores de las obras relativas a los proyectos de los jardines situados junto a ellas. A manera de ejemplo, Eva Lootz no acepta que junto a su obra no estén las diez palmeras que en su día exigió que se ubicaran con ella (comunicación personal, 17 julio 2018).

4.2. Las obras de arte

Las esculturas fueron diseñadas expresamente para el emplazamiento, por lo que sus valores dependen del entorno que las rodea. Son un arte *site-specific*; por lo tanto, sería inviable plantear el traslado de las piezas artísticas, pues su conservación debe llevarse a cabo en el lugar en el que se encuentran, el mismo que fue seleccionado en su día por los cuatro artistas.

El plan de mantenimiento y seguimiento preventivo de las esculturas en espacios públicos requiere elaborar una guía y un protocolo de obligado cumplimiento por parte de las instituciones que incluya:

- Cámaras de videovigilancia con sistema de grabación continua
- Carteles indicativos con la señalización de la situación de las obras
- Contratar a una empresa de seguridad, con vigilantes jurados en contacto con la policía local y/o policía nacional
- Firmar un convenio con los diferentes centros de enseñanza, con el objeto de que los alumnos visiten las obras y de esta manera adquieran conciencia sobre ellas
- Colocar un panel explicativo cercano a las obras que informe de sus datos básicos: artista, material e intencionalidad de la obra y motivo de su creación

- Realizar diversas actividades culturales en los jardines, tales como conciertos, visitas guiadas, etc., para dar a conocer a la ciudadanía este rico patrimonio
- Visitas periódicas de personal con conocimientos técnicos en la materia, con el objeto de elaborar informes que reporten el estado de las obras y su entorno, que deberán ser remitidos a las autoridades competentes.

La situación actual de los jardines y las esculturas requiere de una cooperación entre artistas, conservadores-restauradores y expertos en jardinería. En primer lugar, hay que rehabilitar los jardines, y posteriormente las obras de arte, documentadas y estudiadas previamente, tienen que ser debidamente restauradas respetando los criterios de intervención. Para ello deben realizarse tratamientos de limpieza, eliminación de agentes causantes de biodeterioro, tratamientos de sales solubles, consolidación, reintegración de partes faltantes y capa de protección. Debido a que los actos vandálicos son el mayor problema de las obras de arte, es fundamental aplicar un protector con propiedades antigrafiti, que permita la limpieza de las pintadas con procesos no abrasivos, evitando la eliminación con máquinas de hidrolimpieza, que degradan considerablemente el material, ya que lo desgastan y crean diferencias cromáticas.



Figura 6. Eva Lootz: estado actual (izquierda) y simulación con un correcto mantenimiento (derecha). Lara Rodríguez Seara, 2018.

En la figura 6, a modo de ejemplo, se muestra una comparación del estado actual de conservación de la obra de Spalletti y su estado siguiendo las actuaciones de conservación sugeridas.

5. Conclusiones

Las obras de arte contemporáneo ubicadas en los espacios públicos están sometidas a múltiples factores de riesgo que las amenazan, como son la falta de documentación, el efecto de la intemperie, las acciones antropogénicas, una mala tutela y las carencias económicas para desarrollar un plan de conservación preventiva, que resulta absolutamente necesario para este tipo de bienes. La conservación es un factor fundamental para asegurar la perdurabilidad de una obra y su reconocimiento por parte de la sociedad. El proceso comienza por la recogida de documentación fotográfica (memoria visual) y de la información que obra en archivos, así como del testimonio de los propios artistas.

Es imprescindible elaborar un protocolo de conservación preventiva y mantenimiento, que sea de obligado cumplimiento para las instituciones, en un trabajo de cooperación interdisciplinar en el que participen técnicos de patrimonio. Cada vez que se proyecte una intervención de modificación del entorno donde se encuentren las obras, debe someterse a la supervisión y la aprobación de los diferentes técnicos y, de manera especial, contando siempre con un conservador-restaurador, a fin de evitar lo que ya ha sucedido con el mural de Roberto Matta, que sufrió la mutilación de uno de sus muros, y con la torre-mirador de Anish Kapoor, demolida para construir un parque temático, presumiblemente por iniciativa de quien o quienes no conocían el valor que tenían ni el marco legislativo.

La mala gestión por parte de las administraciones públicas y la falta de entendimiento por parte de la sociedad son determinantes para que este legado artístico permanezca abandonado y olvidado, lo que pone en peligro su conservación. Esta investigación es un buen ejemplo de

trabajo para la urgente recuperación de un legado con gran importancia histórico-artística, y marca las pautas metodológicas a seguir para su puesta en valor con el fin de transmitirlo a generaciones venideras antes de llegar al punto de no retorno. El patrimonio del futuro depende de nuestras acciones del presente.

Bibliografía

IAPH, Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico [en línea]. <<https://guiadigital.iaph.es/bien/inmueble/176697/sevilla/sevilla/jardines-del-guadalquivir-de-la-isla-de-la-cartuja>> [Consulta: 5 enero 2020].

LOOTZ, Eva. *Memoria. Proyecto de intervención Expo'92* [Memoria]. Madrid, 1990.

MOLINA, Margot. «En Sevilla reina el arte... de la desidia». *El País* (20 enero 2010) [en línea]. <https://elpais.com/diario/2010/01/20/cultura/1263942001_850215.html> [Consulta: 5 enero 2020].

RODRÍGUEZ-SEARA, Lara. «Metodología para la puesta en valor de una pieza de arte contemporáneo en espacio público. Roberto Matta y el Verbo América». En: MUSEO NACIONAL CENTRO DE ARTE REINA SOFÍA (ed.). *Conservación de Arte Contemporáneo 18ª jornada. Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, Departamento de conservación-restauración. Febrero 2017*. Madrid: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, 2017, p. 179-191 [en línea]. <<https://www.museoreina-sofia.es/publicaciones/conservacion-arte-contemporaneo-18a-jornada>> [Consulta: 5 enero 2020].

SOCIEDAD ESTATAL EXPO92. DIVISIÓN DE EXPOSICIONES. OCTUBRE92. *Arte Actual en los espacios públicos. Memoria de actividades. Fotos y prensa*. Sevilla: Sociedad Estatal Expo92, 1992a.

Documentación y propuesta de conservación de cuatro obras de arte contemporáneo en el espacio público. El legado de Expo'92: Ettore Spalletti, Eva Lootz, Per Kirkeby y Stephan Balkenhol

SOCIEDAD ESTATAL EXPO92. DIVISIÓN DE EXPOSICIONES. OCTUBRE92. *Arte Actual en los espacios públicos I: Actas de recepción única y definitiva. Expediente 001/180407*. Sevilla: Sociedad Estatal Expo92, 1992b.

Notas

1. La obra de López Cuenca fue retirada tras considerar que podría desorientar al público. Actualmente sus paneles de señalización se encuentran repartidos en el Centro Andaluz de Arte Contemporáneo y el Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía.

2. En el mapa, extraído de la dirección web <https://htca3expo92.wordpress.com/2015/05/17/1_jardin-del-guadalquivir/>, no figura el nombre de la estancia, que sí consta en la documentación de Agesa (Sociedad Estatal, 1992a).

Aplicacions del georadar d'alta freqüència per a la caracterització no destructiva d'elements constructius

ROGER SALA

Arqueòleg geofísic. SOT Prospecció Arqueològica

roger_sala_bar@yahoo.es

HELENA ORTIZ-QUINTANA

Geòloga. SOT Prospecció Arqueològica

helenortizquintana@gmail.com

PEDRO RODRÍGUEZ SIMÓN

Arqueòleg. SOT Prospecció Arqueològica

prsarqueologia@gmail.com

EKHINE GARCÍA

Física. SOT Prospecció Arqueològica

ekhinegarcia@yahoo.com

SÍLVIA LLOBET I FONT

Conservadora-restauradora. ÀBAC Conservació-Restauració SL

silvia@abac-sl.cat

ROBERT TAMBA

Enginyer independent

tamba_of@yahoo.fr

RESUM

El treball exposa els fonaments bàsics de l'aplicació del georadar d'alta freqüència a la descripció i l'anàlisi d'objectes i estructures patrimonials. Malgrat l'evolució recent dels sistemes de georadar i de les eines de tractament i visualització de les dades en l'àmbit de l'enginyeria civil, aquests tenen encara un ús limitat en el món de la restauració i conservació. Però la versatilitat d'aquestes noves metodologies proporciona una eina amb un important potencial. La diversitat d'objectes i estructures que es poden analitzar amb georadar s'il·lustra amb resultats d'aplicacions sobre una mostra de mosaics del conjunt arqueològic d'Empúries (l'Escala) i en els treballs d'exploració en espais del Recinte Modernista Sant Pau.

ABSTRACT

This work presents the basic concepts around the application of high-frequency GPR in description and analysis of heritage objects and building structures. Despite its recent evolution, GPR systems and processing and imaging software tools promoted from civil engineering are still not frequently used in heritage conservation. However, the versatility of these new methodologies and systems brings a tool with a wide potential. The diversity of objects and structures that can be analysed using GPR is exposed using results from applications on a group of roman pavements in the archaeological site of Empúries (L'Escala) and presenting works carried out in modernist buildings of the Hospital de la Santa Creu i Sant Pau (Barcelona).

PARAULES CLAU: georadar, alta freqüència, mosaic

1. Introducció

Els especialistes en la conservació i la restauració d'elements patrimonials s'enfronten sovint a la necessitat de conèixer l'estructura interna de tota mena d'objectes i elements constructius, ja sigui com a forma de diagnòstic o com a pas previ a l'establiment d'estratègies de conservació o restauració.

Hi ha múltiples mètodes i tècniques d'exploració no destructiva que cobreixen aquestes funcions, basats en la mesura de diferents propietats físiques dels objectes i la seva variació en l'espai. Els mètodes radiològics (raigs X) i els sensors tèrmics o de llum no visible, per exemple, s'han fet un lloc a la *caixa d'eines* dels professionals.

El georadar s'ha associat a l'estudi del subsol des que va irrompre en el món de l'enginyeria i el patrimoni. Però des de la dècada dels dos mil, s'han anat perfeccionant els sistemes d'exploració d'alta freqüència de mides molt més reduïdes i pensats per a aplicacions murals o treballs de precisió.

El georadar d'alta freqüència i les seves aplicacions d'imatge 3D ofereixen un ventall d'opcions per a la caracterització interna d'objectes patrimonials i de l'arquitectura, sorgides sobretot de l'enginyeria civil, que són encara poc corrents en els projectes del nostre entorn.

2. Georadar d'alta freqüència, una aproximació tècnica

El georadar es pot definir com un aparell d'exploració no destructiva que es basa en l'emissió i la recepció de polsos electromagnètics vers un medi sòlid, típicament en un rang de freqüències d'entre 40 MHz i 3.000 MHz (3 GHz) (Utsi, 2014). Els canvis de composició d'aquest medi provoquen reflexions dels polsos emesos pel sistema que s'enregistren mitjançant una antena i s'emmagatzemen en un suport numèric.

La repetició d'aquest procés en sentit lineal permet obtenir perfils de reflexió o radargrames, que representen seccions del subsol. L'eix horitzontal representa l'avenç del sistema i l'eix vertical, la profunditat o el temps transcorregut des de l'emissió fins a la recepció dels impulsos electromagnètics (figura 1).

De manera simplificada, es pot dir que els polsos electromagnètics que viatgen direccionalment a través del medi generen reflexions quan canvien les propietats dielèctriques o de conductivitat en el medi (Conyers i Goodman, 1997). Per tant, el georadar permet obtenir seccions d'un espai o d'un objecte de manera no destructiva, en les quals es veuran representades les reflexions dels objectes interiors amb característiques físiques diferenciades.

Els polsos d'un georadar s'emeten i es reben a través d'una antena centrada en una freqüència determinada. Les freqüències més baixes permeten més abast però menys detall, mentre que les freqüències altes tendeixen proporcionar un abast menor, però una millor precisió.

Si ens centrem en les aplicacions d'alta freqüència, en un rang d'entre 900 MHz i 3 GHz, l'abast dels sistemes és reduït (a l'entorn de 40-80 cm), però són sensibles a objectes de mida subcentimètrica (Utsi, 2014).

Els sistemes de georadar d'alta freqüència es van usar per primera vegada al final de la dècada dels noranta en l'enginyeria civil, que va veure en les seves capacitats de descriure objectes a diferents profunditats una oportunitat per monitoritzar la disposició de les armadures en estructures de formigó armat (Utsi i Utsi, 2004). Posteriorment, amb el desenvolupament de nous mètodes d'anàlisi de dades, es van establir procediments per estudiar-ne també l'estat de conservació.

En les dècades dels anys dos mil i dos mil deu, diferents fabricants de georadar van crear sistemes específics pensats per a aquestes funcions o per a l'estudi en la disposició de capes de paviments.

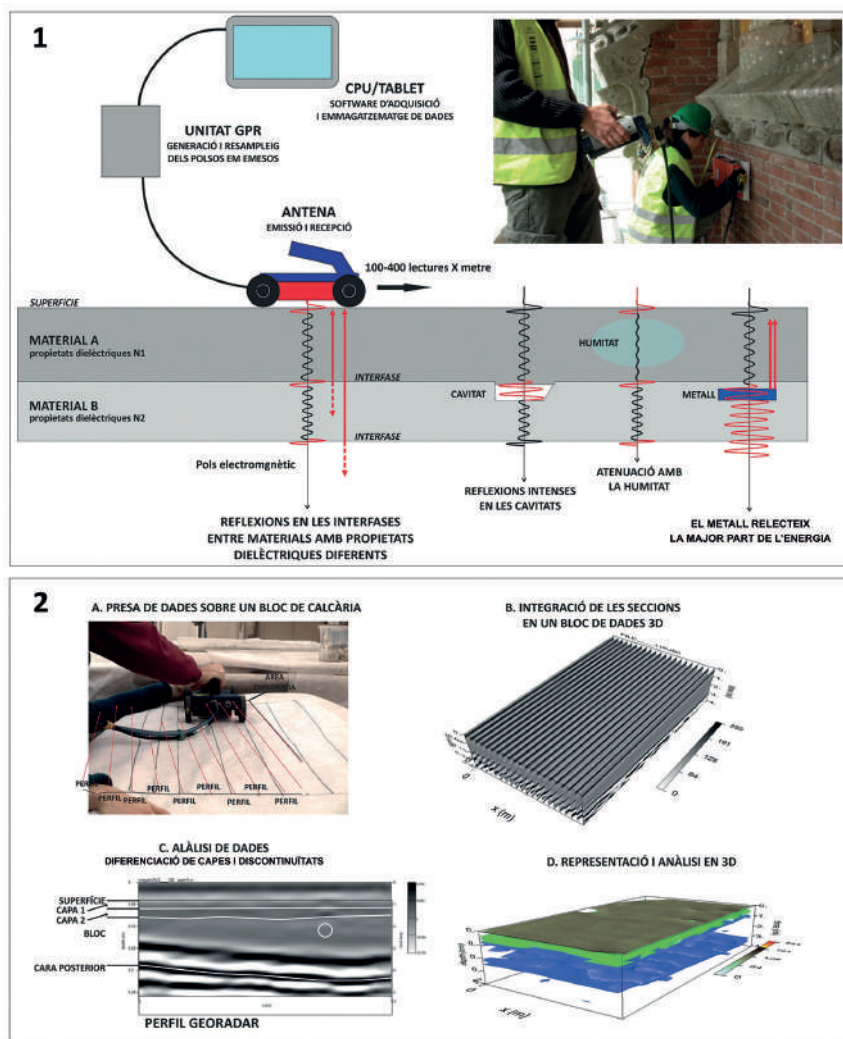


Figura 1. Funcionament i metodologia del georadar. A dalt (1) es mostra de manera esquemàtica el funcionament del georadar d'alta freqüència i la seva resposta en diferents medis. A baix (2), seqüència de treball d'una exploració amb georadar. SOT Prospecció Arqueològica/ÀBAC Conservació-Restauració, 2014.

Les aplicacions del georadar d'alta freqüència a elements patrimonials han mostrat progressivament l'efectivitat d'aquest mètode en la descripció d'elements constructius o d'objectes, però es tracta encara d'una metodologia poc desenvolupada (Sala *et al.*, 2016).

3. Expressió de les dades de georadar i interpretació

De manera similar a moltes altres tècniques d'investigació no destructiva, el georadar ofereix una visió parcial de l'interior dels objectes o del subsol, ja que se centra en la detecció d'una magnitud física determinada. En conseqüència, les dades són subjectes a interpretació.

La interpretació de les dades del georadar és complexa. Les reflexions enregistrades en una secció del subsol o d'un objecte rares vegades es poden atribuir de manera inequívoca a una causa precisa (Sala *et al.*, 2012). A més, les seccions o radargrames representen seccions aparents; es tracta de gràfics que mostren les reflexions captades per l'antena, i no els objectes en si. Per tant, l'evolució de les eines informàtiques utilitzades per analitzar, representar i comunicar les dades ha estat essencial per a la millora de les aplicacions del georadar.

Un dels factors decisius en l'avenç de les aplicacions del georadar es va produir a finals de la dècada de 1990, amb l'aparició de les aplicacions 3D (Goodman *et al.*, 1995). És a dir, quan es van desenvolupar programes informàtics que permetien integrar conjunts de dades complexos cobrint una extensió, en lloc de les seccions simples o radargrames que s'havien emprat fins llavors (figura 2).

Aquests nous programes van produir un canvi en l'expressió dels resultats, perquè permetien integrar les dades d'un conjunt de perfils en un sol bloc tridimensional, que a la vegada es podien expressar en talls o noves seccions en altres eixos. Això va fer més fàcil la interpretació de les dades, ja que aquesta nova expressió visual permetia una major aproximació a la definició de la forma dels objectes detectats.

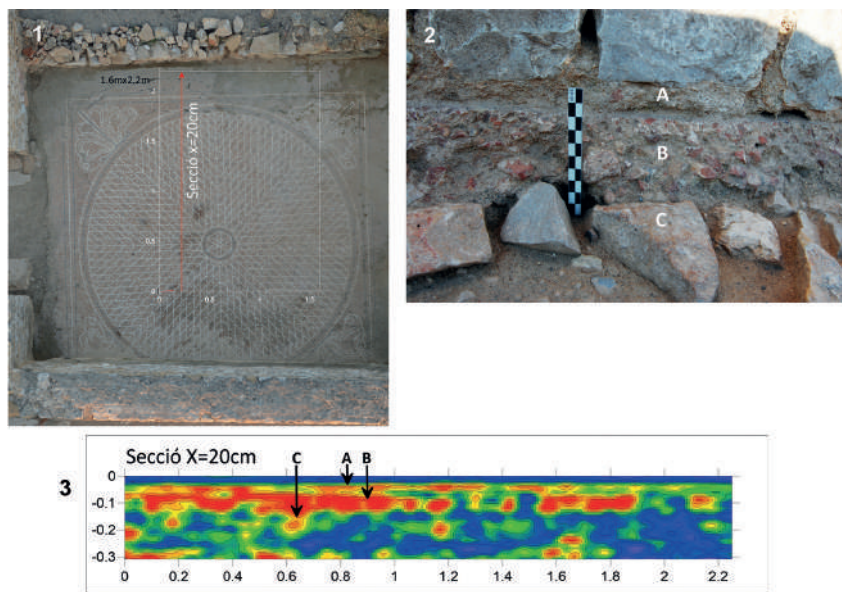


Figura 2. Exploració del paviment 36-34 de la ciutat romana d'Empúries. 1. Ortoimatge amb indicació de l'àrea explorada i de la secció. 2. Secció transversal del paviment (Sílvia Llobet). 3. Pseudosecció del paviment amb indicació de les tres capes identificades: s'aprecia un decreixement en la base de *rudus* a la dreta de la secció. SOT Prospecció Arqueològica/Sílvia Llobet, 2017.

Les aplicacions actuals del georadar s'han centrat els darrers anys en l'augment de la resolució de les prospeccions per assolir representacions cada vegada més properes a la forma i posició dels objectes detectats.

4. Aplicacions

Com apuntàvem més amunt, el georadar és sensible a les variacions dielèctriques i de conductivitat en el medi on s'aplica. Per tant, permetrà detectar canvis de composició relacionats amb la porositat i la

saturació dels materials sòlids. De manera inversa, cal tenir en compte que si no hi ha contrast de propietats, no es produeixen reflexions. També és important la capacitat de detectar objectes metàl·lics (molt conductius) o cavitats (l'aire ofereix una conductivitat quasi nul·la).

Atenent a aquestes capacitats i a la discriminació de la profunditat dels objectes detectats, es poden inferir diferents tipus d'aplicacions al camp de la restauració i l'anàlisi arquitectònica.

Ja són populars les aplicacions de les prospeccions amb georadar en l'àmbit de l'arqueologia, on han esdevingut una eina de reconeixement del subsol que permet delimitar jaciments o plantejar amb més informació les excavacions.

De manera similar, el georadar d'alta freqüència pot tenir una funció semblant en la restauració i l'arquitectura, encara que a una escala espacial més reduïda i amb problemes metodològics específics.

Les antenes de freqüències més altes són útils en la descripció interna d'objectes com paviments, estructures constructives massives o bé determinades peces escultòriques.

Cal també tenir presents, però, les limitacions de l'aplicació d'aquesta eina. En primer lloc, el georadar no pot travessar materials metàl·lics, ja que aquests reflecteixen la major part de l'energia dels polsos electromagnètics. En segon lloc, la viabilitat de les exploracions depèn en bona mesura del fet que es disposi o no d'una superfície llisa, ja que la direccionalitat dels polsos emesos pel georadar fa més fiables les aplicacions sobre un pla. Com veurem, aquest darrer aspecte es troba en procés d'evolució tècnica, amb noves aplicacions que permeten el modelatge de les dades obtingudes sobre objectes complexos per corregir-ne les distorsions geomètriques.

A continuació s'exposen de manera sumària alguns exemples d'aplicacions a la descripció d'objectes o estructures constructives,

algunes d'elles en un pla gairebé experimental, que posen de manifest el potencial, però també els límits, de l'ús del georadar.

5. Mosaics romans d'Empúries

En una iniciativa conjunta de l'empresa ÀBAC Conservació-Restauració, el Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya (CRBMC) i l'empresa SOT Prospecció Arqueològica en col·laboració amb el Museu d'Arqueologia de Catalunya - Empúries, el 2016 es va fer un test d'aplicació del georadar d'alta freqüència sobre diferents mosaics del conjunt arqueològic d'Empúries (l'Escala, Alt Empordà).

L'objectiu d'aquestes exploracions consistia en avaluar la capacitat de les prospeccions per proporcionar dades internes dels mosaics, la disposició de les capes de materials i la seva conservació.

Sota la coordinació de Sílvia Llobet (ÀBAC Conservació-Restauració), es van seleccionar cinc paviments conservats a l'exterior, tots ells consolidats i restaurats en diferents moments. L'exploració va consistir en la cobertura de parts d'aquests paviments amb un sistema de georadar d'alta freqüència del fabricant IDS, aplicant-hi una antena de 2.1 GHz i utilitzant resolucions diferents segons cada cas. En la definició d'estructures més simples es va aplicar una cobertura de 5 x 1 cm, mentre que en un fragment de paviment amb malla metàl·lica interior es van obtenir dades en eixos perpendiculars en una resolució de 2,5 x 1 cm.

Els resultats de les exploracions van proporcionar un interessant ventall de dades sobre casos amb característiques ben diferenciades i van permetre constatar les capacitats del georadar en la descripció de paviments complexos.

Per il·lustrar aquest ventall, es presenten tres casos. En el mosaic 36-34, situat a l'illa 36 de la ciutat romana, l'aplicació d'una prospecció

en extensió va permetre fer el seguiment de les tres capes de materials identificades en un extrem del paviment en treballs previs. Tal com mostra la figura 2, les dades de les seccions de georadar van permetre apreciar la continuïtat de les capes, però també la variació dels seus valors de reflexió, que es van interpretar com a variacions internes de la composició en les capes A i B, i com a una distribució irregular de la capa base C o *rudus*.

Un segon cas en què les dades van oferir resultats interessants és en l'exploració del paviment 36-40, també ubicat a l'illa 36 (figura 3).

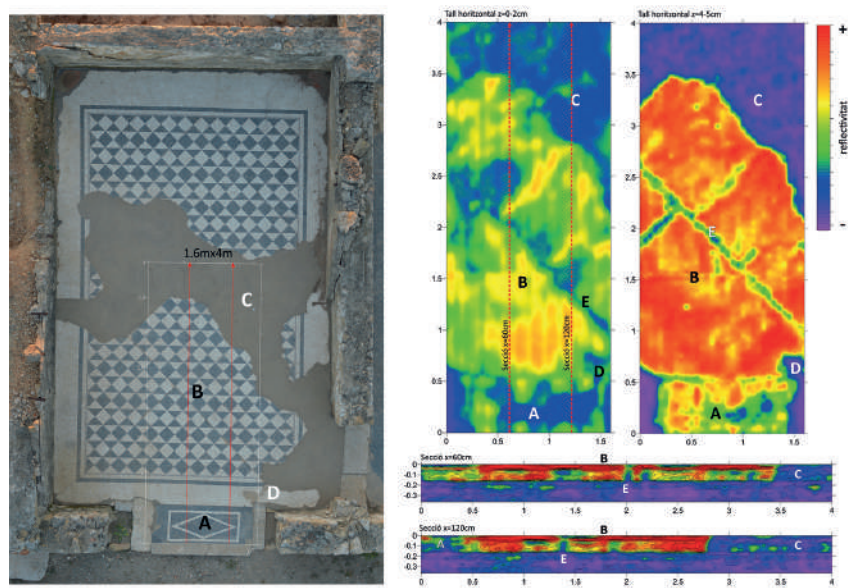


Figura 3. Exploració del paviment 36-40 de la ciutat romana d'Empúries. 1. Ortoimatge (ÀBAC Conservació-Restauració) amb indicació de l'àrea explorada i les seccions representades. 2. Talls horitzontals corresponents a 0-2 cm i 4-5 cm sota superfície: s'aprecien les reflexions diferenciades del paviment original (A i B) i les restitucions (C); s'aprecia també la junta entre les diferents parts del mosaic (E). 3. Seccions verticals on s'aprecia la diferència de resposta dels elements descrits. SOT Prospecció Arqueològica/ÀBAC Conservació-Restauració, 2017.

L'exploració d'una part del mosaic va permetre generar imatges en extensió dels nivells més superficials, on s'aprecien amb claredat les diferències de resposta entre els morters aplicats en la consolidació. Però la detecció d'aquesta diferència de resposta va resultar més interessant en les unions de les peces o panells en els quals s'havia desmuntat el mosaic, invisibles a ull nu. En altres paraules, les dades van permetre apreciar les costures entre panells i la seva geometria, fet que obre la porta a una interessant tècnica per monitoritzar la conservació de paviments consolidats.

En un cas més complex, el del mosaic S17-2, situat a la ciutat grega, es pretenia estudiar la disposició d'elements en un paviment amb seriosos problemes de conservació, aparentment relacionats amb la cohesió entre els fragments originals i les restitucions modernes. A més de la presència d'esquerdes en el paviment, s'hi apreciaven importants deformacions.

Els resultats de l'exploració van permetre advertir una vegada més la diferència de propietats entre els morters originals i els de les restitucions, però també constatar que en les restitucions s'havia emprat una disposició de capes diferenciada, ja que s'havia prescindit de la densa capa de *rudus* de l'original i s'havia aplicat una base homogènia, probablement sorrenca (figura 4). En investigacions més recents, s'ha apuntat el problema afegit de la infiltració d'arrels d'un arbre proper per sota del paviment, encara que en el moment de les exploracions no hi ha proves que aquestes arrels puguin tenir una influència decisiva en les deformacions.

6. Exploració de sistemes constructius. Recinte Modernista Sant Pau

Un segon grup d'exemples correspon a aplicacions del georadar de diferents freqüències a la descripció i l'anàlisi d'elements constructius del Recinte Modernista Sant Pau (Barcelona).

Una de les patologies més usuals en la conservació del conjunt és la difícil convivència entre el ferro i els morters en els sistemes constructius, derivada de la corrosió i la posterior expansió del ferro.

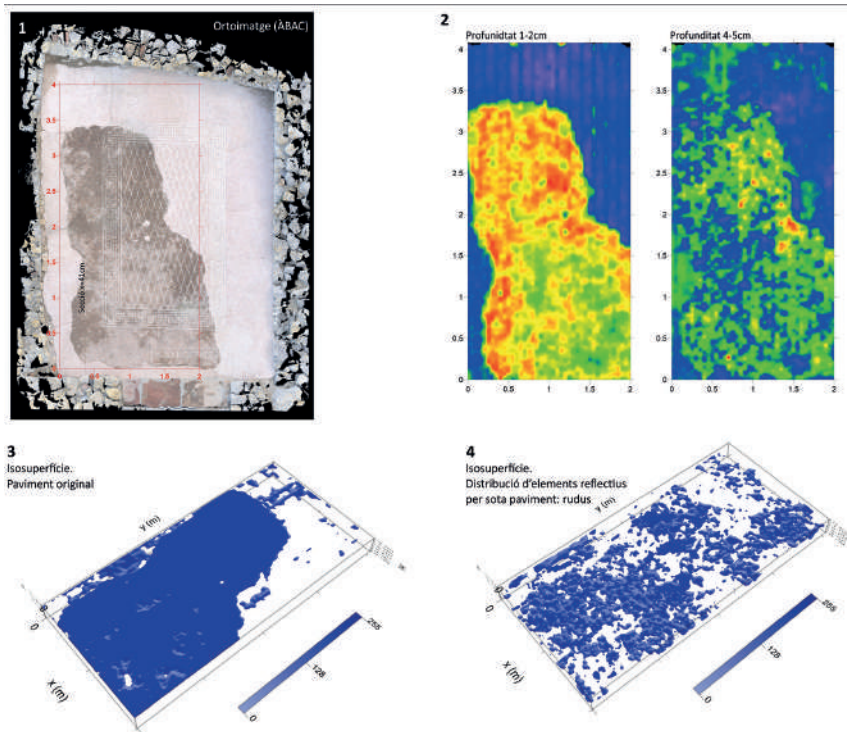


Figura 4. Exploració del paviment 17-3 de la ciutat grega d'Empúries. 1. Ortoimatge del mosaic amb indicació de l'àrea explorada. 2. Talls horitzontals entre 1-2 cm i 4-5 cm sota superfície: s'aprecia la diferència de resposta entre la peça original i la restitució, també en les capes inferiors. 3 i 4. Vistes en 3D d'isosuperfícies segons la intensitat de la reflexió; 3 mostra els nivells de paviment i 4 mostra els elements reflexius detectats per sota, que indiquen una base diferenciada entre el paviment original i la restitució. SOT Prospecció Arqueològica/ÀBAC Conservació-Restauració, 2017.

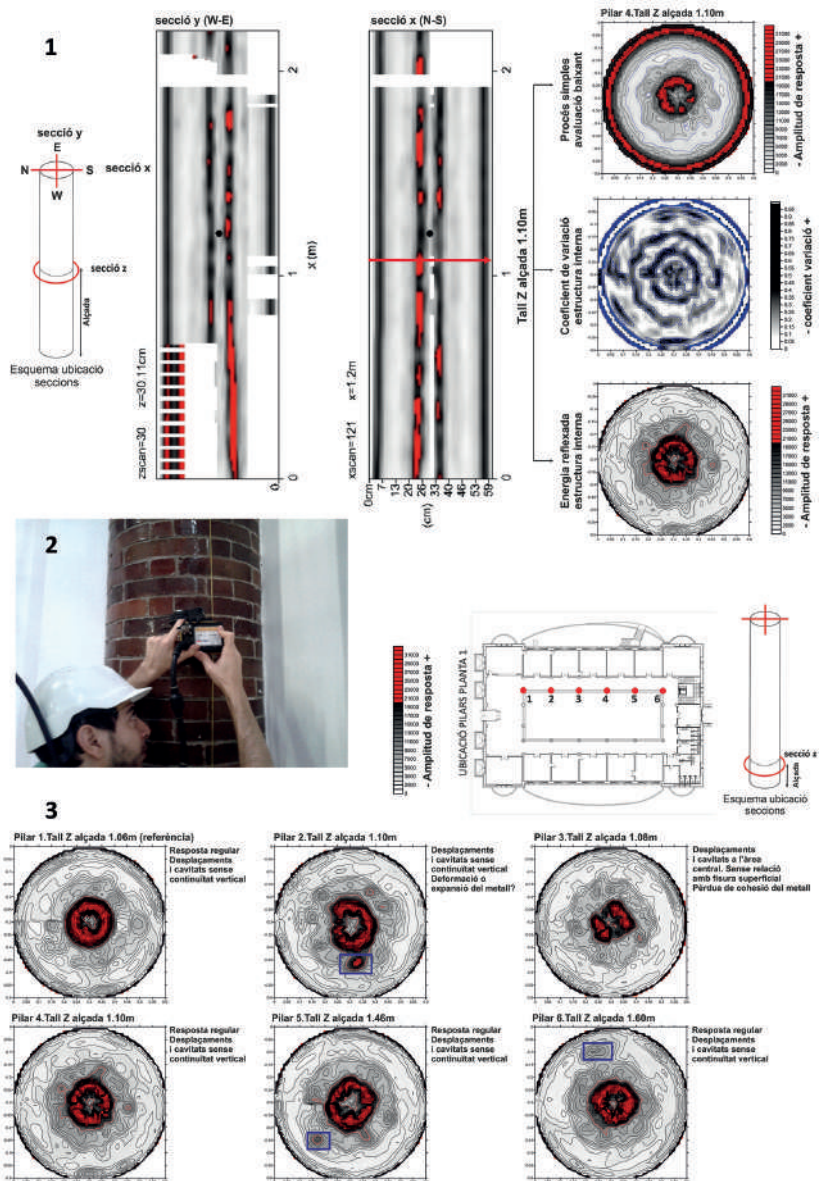
L'aplicació del georadar en la descripció d'elements metàl·lics no visibles és efectiva sobretot per l'alta reflectivitat dels metalls a les ones electromagnètiques, però també cal destacar que aquesta reflectivitat s'atenueja quan el ferro es degrada. Aquest fenomen ha portat a l'ús habitual del georadar en la monitorització de la conservació de formigons armats en enginyeria civil.

La figura 5 mostra un dels casos de l'aplicació del georadar a la detecció d'estructures metàl·liques i a l'anàlisi comparativa de la seva resposta. En el marc de les actuacions dutes a terme per Rafael Vila al pavelló de Farmàcia, es va fer una exploració sobre pilars cilíndrics d'obra que mostraven esquerdes, que es van relacionar amb la possible expansió dels baixants metàl·lics situats a l'interior.

Aplicant una prospecció amb georadar d'alta freqüència (2.1 GHz), es van generar models de resposta de l'interior dels pilars, on s'aprecia un cos reflectiu al centre, identificat amb el baixant de ferro. Comparant els models de catorze pilars es van poder apreciar les diferències del volum aparent d'aquests baixants, que es van relacionar amb l'expansió dels ferros produïda per l'oxidació.

Un segon exemple del mateix Recinte Modernista Sant Pau és la descripció d'un sistema constructiu de voltes situat a la sala d'actes del Pavelló d'Administració, duta a terme per a l'empresa SAPIC l'any 2011 amb la coordinació de Pep Brazo i Clàudia Sanmartí (Sala *et al.*, 2011) (figura 6).

En aquest cas, l'objectiu consistia a descriure el sistema constructiu emprat per sustentar la sala per sobre de les voltes del vestíbul i detectar els elements metàl·lics de l'estructura. Amb la utilització d'un sistema de georadar de freqüència més baixa (600 MHz) es va assolir una penetració suficient per generar una seqüència d'imatges a profunditats creixents que mostren de manera extensiva els elements de sustentació del paviment i les bigues metàl·liques que lliguen els pilars del pis inferior (Sala *et al.*, 2011).



Pàgina anterior:

Figura 5. Exploració de pilars al pavelló de Farmàcia del Recinte Modernista Sant Pau per un projecte de Rafael Vila. 1. Seccions verticals i horitzontals de pilars construïdes a partir d'una exploració radial amb georadar de 2.1 GHz. 2. Tasques d'adquisició de dades. 3. Anàlisi comparativa entre les seccions de sis pilars de la planta 1. SOT Prospecció Arqueològica, 2014.

7. Conclusions

L'ús del georadar per obtenir imatges no destructives d'elements patrimonials o arquitectònics és encara una disciplina en evolució. La versatilitat en l'aplicació que ofereixen els sistemes moderns i el programari específic comporten un camp obert, atès que el nombre de casos en què s'ha emprat és encara reduït en el món de la restauració i conservació. En contrast, en l'àmbit de l'enginyeria civil, sobretot als països anglosaxons, l'increment de l'ús d'aquesta metodologia s'ha traduït en un cos de coneixements consistent en la imatge d'estructures de formigó armat i la caracterització de formigons.

Probablement, el desenvolupament d'aplicacions més avançades en el camp de l'arqueologia i la restauració consistirà en la transferència i l'adaptació d'aquest cos de coneixements provinents de l'enginyeria, però cal tenir en compte que els objectes d'estudi d'aquestes disciplines són molt variats i els objectius de les exploracions obeeixen a problemes més diversos que no pas la descripció d'una malla metàl·lica o la diferenciació entre formigons de diferent composició.

Efectivament, la varietat de casos d'aplicació del georadar en què ha participat el nostre equip ha permès establir metodologies de tractament de dades específiques per generar imatges de l'interior d'objectes i estructures, però també ha aportat lliçons sobre els límits dels sistemes i ha permès valorar l'efectivitat d'alguns aspectes metodològics que s'han revelat decisius.

Interpretació 0-0.53m s.s.

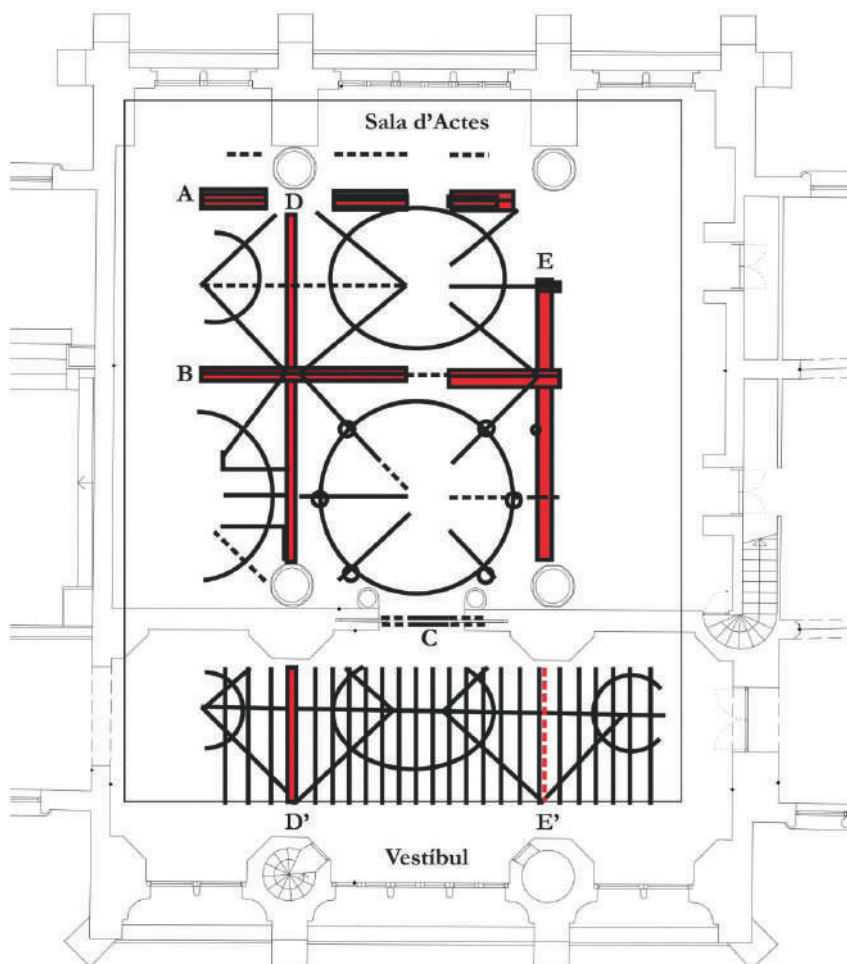


Figura 6. Descripció d'un sistema de voltes al Recinte Modernista Sant Pau per sota de la sala d'actes del pavelló de recepció. Es mostra l'esquema d'interpretació. Els elements en vermell s'identifiquen amb bigues metàl·liques. SOT Prospecció Arqueològica, 2014.

En definitiva, doncs, cal contemplar l'ús del georadar d'alta freqüència com una eina amb grans possibilitats, però sense perdre de vista dos aspectes fonamentals. D'una banda, que ofereix una mostra parcial de la realitat, basada únicament en la descripció de les propietats dielèctriques dels objectes que estudiem; per tant, abans de res cal plantejar si l'objecte que es vol explorar oferirà un contrast de propietats detectable pel georadar. De l'altra, que cal plantejar-ne l'ús sempre en col·laboració amb els professionals que coneixen els objectes d'estudi, per tal d'establir metodologies d'exploració i de tractament de les dades realment efectives i adaptades a cada cas.

Agraïments

L'obtenció de bona part de les dades i els projectes que es mostren en aquest treball no hauria estat possible sense la col·laboració d'aquest equip amb professionals de la restauració i l'arquitectura. Volem agrair especialment l'ajuda de Pere Rovira (CRBMC) pel seu mestratge i l'equip del MAC - Empúries per totes les facilitats en les tasques realitzades. També donem les gràcies als clients i professionals que han apostat per la innovació en els seus projectes professionals, com Pep Brazo, Clàudia Sanmartí o Rafael Vila, entre molts d'altres.

Bibliografia

CONYERS, Laurence; GOODMAN, Dean. *Ground Penetrating Radar: An Introduction for Archaeologists*. Walnut Creek: AltaMira Press, 1997.

GOODMAN, Dean; NISHIMURA, Yasushi; ROGERS, Daniel J. «GPR Time-Slices in Archaeological Prospection». *Archaeological Prospection* (Hoboken: John Wiley & Sons), vol. 2, núm. 2 (juny 1995), p. 85-89.
SALA, Roger; TAMBA, Robert; GARCÍA, Ekhine. «GPR Imaging of Structural Elements. Case Study of the Restoration Project of the Modernist Historic Site of Sant Pau». A: DRAHOR, Mahmut G.; BERGE,

Meriç A. (eds.). *Extended Abstracts of the 9th International Conference on Archaeological Prospection. 19 - 24 September 2011, Izmir, Turkey*. Istanbul: Archaeology and Art Publications, 2011, p. 19-25.

SALA, Roger; TAMBA, Robert; GARCÍA, Ekhine. «Application of Geophysical Methods to Cultural Heritage». *Elements, An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and Petrology*, vol. 12, núm. 1 (febrer 2016), p. 19-25.

SALA, Roger; GARCÍA, Ekhine; TAMBA, Robert. «Archaeological Geophysics. From Basics to New Perspectives». A: OLLICH-CASTANYER, Inma (ed.). *Archaeology, New Approaches in Theory and Techniques* [en línia]. IntechOpen, 2012, p. 133-166. <<http://www.intechopen.com/books/archaeology-new-approaches-in-theory-and-techniques/archaeological-geophysics-from-basics-to-new-perspectives>> [Consulta: 1 abril 2020].

UTSI, Erica. «Target Resolution Using Very High Frequency GPR». A: FORDE, M. (ed.). *Proceedings of the Structural Faults and Repair Conference 2014, London, UK, 8-10 July 2014*. Pennington: The Electrochemical Society, 2014, p. 1-11.

UTSI, Vincent; UTSI, Erica. «Measurement of Reinforcement Bar Depths and Diameters in Concrete». A: SLOPE, Evert; YAROVY, Alex; RHEBERGEN, Jan (eds.). *Proceedings of the Tenth International Conference on Grounds Penetrating Radar, June 21-24, 2004, Delft, The Netherlands*. Piscataway: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2004, p. 659-662.

L'Arxiu del taller Amigó i la seva importància durant la restauració de la rosassa de l'església de Sant Esteve de Bordils

ANNA SANTOLARIA TURA

Conservadora-restauradora independent. Can Pinyonaire Vitralls
annasantolaria@gmail.com

RESUM

L'estudi previ a la restauració del conjunt de vitralls de l'església de Sant Esteve de Bordils va permetre atribuir quatre de les cinc obres al taller barceloní Amigó, especialment actiu al tombant del segle XIX. L'estat de conservació era molt fragmentari i gran part de les peces originals havien estat reemplaçades per vidre incolor, que era especialment molest a la rosassa oest, on bona part de la peça havia desaparegut. La intervenció de conservació era controvertida, però l'arxiu Amigó i la clara identificació de les noves peces van permetre un resultat que equilibrava els valors estètics, històrics, comunals i evidencials de la peça, sense allunyar-la del seu obrador.

ABSTRACT

The preliminary report for the restoration of the stained-glass in the church of Sant Esteve de Bordils resulted in the attribution of four of the five windows to the Amigó Studio in Barcelona, which was es-

pecially active in the period around the turn of the 20th century. The state of preservation of the windows was fragmentary and much of the original glass had been replaced with colourless glass, which was especially disturbing on the west rose window, where many pieces disappeared. The conservation intervention could perhaps be considered controversial, but the Amigó archive and the clear identification of the new pieces allowed a result that balanced the aesthetic, historical, communal and evidential values of the window, essential in 21st century conservation.

PARAULES CLAU: vitrall, Amigó, conservació, restauració, Bordils

1. Introducció

L'església d'estil gòtic tardà de Sant Esteve de Bordils no conserva cap fragment dels seus vitralls originals. De fet, el conjunt de vitralls que llueix des de finals del segle XIX és un bon exemple de l'estètica historicista i de la gran qualitat tècnica i artística d'aquest període. L'església conserva els tres vitralls de la nau i una gran rosassa a la façana oest, tots ells del taller Amigó.

2. Estat de conservació i estudi històric

La restauració dels vitralls de l'església es va iniciar l'any 2016, després que la caiguda de fragments de vidre sobre l'altar fes saltar totes les alarmes sobre l'estat del conjunt. La inspecció duta a terme a principis del 2015 va fer palès el mal estat general dels vitralls de l'església de Sant Esteve, i va servir també per posar en valor la qualitat d'algunes de les peces conservades. Gràcies a la reutilització de models de vitrall comú als grans obradors d'aquest període, i a la col·laboració de la doctora Cañellas en la redacció de l'informe preliminar, es van poder atribuir les peces al prestigiós taller Amigó (Cañellas, 2013).

El programa iconogràfic del conjunt és un clar indicador del culte local: al costat de l'altar major, sant Josep i el nen Jesús (S-II); al centre de la nau, el patró de l'església, sant Esteve (S-III); i tocant a la façana oest, sant Bartomeu (S-IV), patró del municipi. La iconografia del vitrall situat sobre l'altar major, fet pels volts del 1980, no concorda amb l'esmentat programa iconogràfic i repeteix la representació del patró de l'església. A la façana oest (O-I), les pèrdues iconogràfiques han estat irreversibles. Els plafons conservats mostren elements que són clarament atribuïbles al conjunt Amigó, malgrat que la part central de l'òcul polilobat va patir pèrdues importants i que la iconografia original que presentava va ser substituïda per vidre incolor. Aquesta mena de vidre va reemplaçar també els sis lòbuls del plafó central de l'òcul i moltes de les peces dels vitralls de la nau, en una intervenció d'emergència feta en algun moment posterior a la Guerra Civil.

A més dels danys als vitralls, la guerra va comportar grans pèrdues a l'església de Bordils. Així, en van desaparèixer el retaule gòtic i tots els llibres d'obra anteriors al 1934. Aquesta pèrdua de la documentació havia impedit datar i identificar prèviament l'autoria dels vitralls de l'església de Sant Esteve. No obstant, la reutilització del model per part del taller Amigó ens en va proporcionar no només l'evidència de l'autoria, sinó també una aproximació a la data de realització. Pels volts de 1890, els Amigó van reaprofitar el projecte del pintor natzarè Claudio Lorenzale per al model de sant Bartomeu com a mínim en tres ocasions: a l'església de Sant Ramon de Penyafort de Barcelona, a l'església de Sant Pere de Terol i a l'església de Sant Esteve de Bordils.

Per una altra banda, la conservació dels altres vitralls elaborats partint del mateix cartró va ser clau per a la intervenció sobre el vitrall S-IV, que havia perdut gran quantitat de material original a la part inferior, inclosa la major part de la inscripció (figura 1). Moltes de les peces desaparegudes dels vitralls de la nau van ser recuperades als ampits dels finestrals i es van poder retornar al seu emplaçament original. De la inscripció amb el nom de sant Bartomeu se'n van poder recuperar



Figura 1. Plafó inferior del vitrall S-IV. Anna Santolaria, 2016.

tres fragments que componien part d'una lletra B, una AR i part d'una T. L'únic fragment conservat *in situ* a l'inici de la inscripció mostrava les lletres SA, però les dues parts originals no casaven en l'espai total de la inscripció. L'única solució possible era escriure «SAN BARTOLOMEV», inscripció incorrecta perquè es tractaria de dues llengües distintes. Observant l'única inscripció completa conservada a l'església i els altres vitralls de sant Bartomeu fets amb el mateix cartró, es va arribar a la conclusió que el fragment conservat *in situ* devia haver-se col·locat erròniament en el moment d'intervenir d'emergència sobre el vitrall: no es tractava de les lletres SA, sinó de les darreres lletres del nom del sant, VS.; així doncs, la inscripció original hauria estat «S. BARTOMEVS».

3. Intervenció de conservació-restauració

La intervenció sobre els vitralls de la nau buscava retornar l'estabilitat als plafons, que no havien estat mai desinstal·lats, però que mostraven

gran quantitat de reparacions realitzades *in situ*, sovint amb materials inadequats o amb criteris poc respectuosos. El nombrós material vítric perdut impedia la correcta lectura de les parts conservades, i la llum sense filtre que entrava pels tapaforats de vidre incolor enlluernava l'espectador, fet que allunyava els vitralls de la seva funció estètica i litúrgica original.

Un cop estudiat tot el material conservat, es va arribar a la conclusió que el tractament de les llacunes s'havia de fer considerant la integració de les noves peces dins de l'obra, per tal d'evitar que poguessin llegir-se com elements estranys al conjunt. Es va plantejar posar-hi peces del color pertinent en cada cas, cobertes amb una capa gairebé opaca de grisalla o pintura de vidre (per evitar l'entrada excessiva de llum), però les pèrdues en les inscripcions, així com les abundants pèrdues del finestral central, haurien creat àrees excessivament fosques que haurien absorbit l'ull de l'espectador. També va descartar-se la identificació de les noves peces per mitjà de l'aplicació d'un estil pictòric clarament diferenciable de l'original, perquè l'aparició de peces diferents dins de les sèries repetitives dels marges hauria estat igualment un reclam a l'ull distant.

La supervivència dels elements essencials de totes les obres (caps, mans, peus, atributs, decoracions a les draperies, etc.) feia possible considerar la reproducció mimètica dels materials perduts. Aquesta solució permetia integrar les noves parts a la xarxa original del plom, de manera que passessin a formar part de l'obra, però era essencial identificar clarament les peces no originals incorporades. Inspirats per la tècnica emprada en la restauració del gran vitrall est de la catedral de York (1408), duta a terme entre els anys 2005 i 2018 (Brown, 2014), es va determinar que les peces s'identificarien mitjançant línies de grisalla blanca aplicades a la part exterior dels nous vidres. Igual que els detalls pictòrics de la superfície interior, les línies serien totalment permanents, ja que s'empraria pintura de vidre tradicional, que s'ha de coure a altes temperatures. A més, la signatura del taller i l'any de la intervenció es podrien gravar en una de les línies de cada

peça. D'altra banda, per tal de poder assegurar la reversibilitat de la intervenció, tot el material no original extret dels plafons es va identificar en els diagrames previs a la intervenció i va ser correctament embalat per tornar-lo a la parròquia.

La intervenció va permetre retornar als vitralls una gran quantitat de petits fragments del vidre original que s'havien conservat als ampits dels finestrals. Conservar el material original va ser també una prioritat en el tractament dels ploms i les varetes de suport dels tres vitralls de la nau. Així, la intervenció sobre el plom va consistir en la consolidació (per mitjà de soldadures d'estany) de les fractures i l'aportació de nous perfils només en els espais en què els ploms havien desaparegut completament. Les peces originals fracturades, que havien perdut part de la integritat, es van completar amb noves peces, però mai adherides al vidre original, sinó connectades per un plom de només 3 mm, que ajuda a identificar la part nova sense interferir en la lectura de la peça.

Els tres vitralls es van massillar manualment i es van reintroduir amb els materials tradicionals als marcs de pedra i ferro originals (figura 2). La instal·lació dels vitralls en el sistema de protecció EPG va aprovar-se en una tercera fase, encara pendent d'implementar.



Figura 2. Vitralls de la nau abans i després de la restauració. Anna Santolaria, 2016-2017.

La segona fase dels treballs de restauració del conjunt Amigó consistia en la intervenció sobre els vitralls de la rosassa. Es tractava, sens dubte, d'una intervenció en què les directrius recomanades pel Corpus Vitrearum Medii Aevi (CVMA) haurien d'aplicar-se amb indulgència, atès que el requeriment principal de la parròquia era la recuperació del color a la part central del finestral. Els vidres incolors utilitzats per tapar els forats arreu del conjunt havien adquirit a la rosassa principal un protagonisme desmesurat; el plafó central polilobat havia perdut la iconografia central i els elements que originalment haurien format els lòbuls; del plafó central només se'n conservava una sanefa, en alguns trams també reemplaçada per vidre incolor; i, finalment, la llum enlluernadora que entrava pels tapaforats no deixava llegir les poques peces originals conservades al plafó central i, conseqüentment, deteriorava la lectura del conjunt del finestral (figura 3).

El requeriment de la parròquia i els arquitectes encarregats del projecte van posar de manifest que Sant Esteve de Bordils mantenia forts els seus valors comunals. L'entrada excessiva de llum hauria pertorbat l'ús litúrgic de l'espai i alhora hauria afectat el valor artístic de la peça. La proposta d'intervenció, no obstant, es veia abocada a traspassar els codis ètics establerts pel CVMA. Per aquest motiu, la documentació esdevenia novament un element clau i indispensable per dissenyar i justificar una proposta que equilibrés el valor històric, estètic, evidencial i comunal de la rosassa Amigó de l'església de Sant Esteve de Bordils.

Després de consultar l'arxiu històric i descartar l'existència de fotografies de l'interior de l'església prèvies a la Guerra Civil que mostressin l'aspecte original de la rosassa, es va fer una crida a la col·laboració ciutadana. Algunes de les imatges que vam recollir contenien informació sobre el vitrall est perdut, reemplaçat als anys vuitanta pel taller irunès Vitroluz. L'existència d'un vitrall que representa una creu a l'absis de l'església lligava amb la lògica del programa iconogràfic que els Amigó haurien fet per a l'església de Bordils. Malaauradament, no va aparèixer cap imatge del cor de l'església on poguéssim llegir quin era el motiu central de la rosassa.

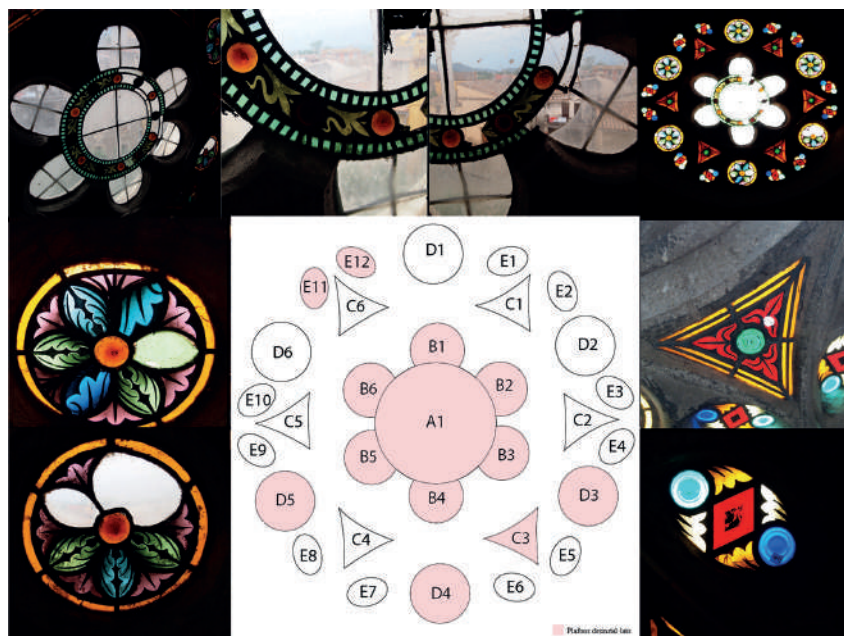


Figura 3. Detalls de la rosassa *in situ* abans de la restauració. Anna Santolaria, 2016.

Les úniques alternatives que podrien acostar-nos al disseny perdut de la rosassa eren la possible conservació d'un altre vitrall fet amb el mateix cartró, o la possibilitat que el disseny a escala reduïda del vitrall (*vidimus*) es conservés en el recull de dissenys que els Amigó havien anat fent al llarg de la seva existència com a taller, ja que els historiadors del Corpus Vitrearum Catalunya no van trobar paral·lelismes amb cap dels altres vitralls Amigó identificats arreu. Per aquesta raó, es va iniciar la recerca del disseny entre els projectes Amigó, conservats al taller de la vitrallera Paloma Somacarrera.

L'accés al fons Amigó hauria pogut ser una oportunitat única per recuperar el disseny central de la rosassa de Bordils en el moment de

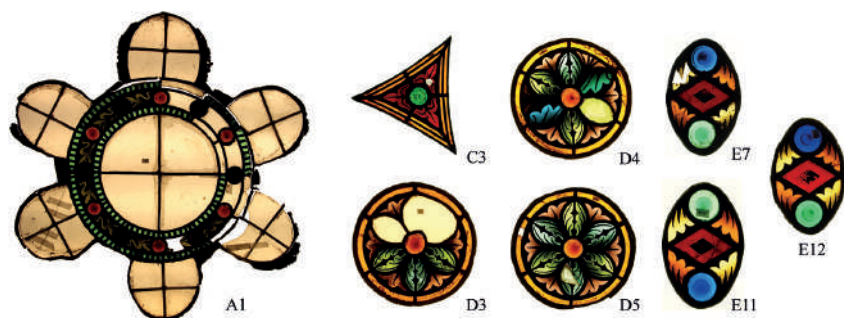


Figura 4. Plafons desinstal·lats de la rosassa abans de la intervenció. Anna Santolaria, 2016.

restaurar-lo. Malauradament, els àlbums són incomplets en relació al volum total de treballs duts a terme pel taller i, tot i que s'han conservat diversos projectes de rosassa, el de l'església de Sant Esteve de Bordils no va aparèixer entre els documents.

La possibilitat de trobar proves documentals s'havia exhaurit del tot i el projecte es trobava en una situació complexa. Altra vegada es van posar sobre la taula les possibles solucions per reemplaçar l'enlluernador vidre incolor que omplia les grans pèrdues del plafó central: l'ús de peces opaques crearia una superfície fosca de dimensions excessives, que alhora disminuiria la llegibilitat de la forma polilobada de la pedra des de l'interior de l'església; d'altra banda, les peces incolores de la rosassa no havien comportat tan sols la pèrdua total de color, sinó també la desaparició de les línies de plom originals, pèrdua que es feia especialment evident en el plafó D3 (figura 4). El cercle central havia estat dividit en quatre grans peces subjectades per perfils de plom. Els lòbuls eren peces úniques de vidre, sobre les quals s'havien adherit creus d'alumini que imitaven la creu del nou disseny central. La conservació de les actuals línies de plom (i alumini) es va considerar una opció, però les dimensions de les peces eren excessives respecte a la resta d'elements conservats i el reemplaçament dels quarts incolores per quarts de color (amb o sense

grisalla) hauria donat com a resultat una peça distorsionada sense argumentació possible.

La parròquia i els arquitectes havien proposat des de l'inici la realització d'un nou disseny central que s'integrés mimèticament en la peça. Aquesta idea, que havia estat descartada en un primer informe per manca de documentació, va anar agafant força a mesura que tota la recerca esdevenia estèril. L'estudi de la peça al taller i l'accés als àlbums Amigó van donar algunes pistes, que ara esdevenien clau per fer una proposta que retornés el valor estètic i comunal a una peça mutilada per la guerra. A més de la gran intervenció feta amb vidre incolor, la rosassa mostrava indicis d'haver estat intervinguda per altres mans: alguns fragments perduts s'havien reemplaçat, amb més sensibilitat, per vidres de color sense pintura; i trobarem també que dues de les peces perdudes del plafó D4 havien estat substituïdes per peces reutilitzades; concretament, eren dues peces de vidre pintat que no es conservaven enlloc més del conjunt però que, tant pel color del vidre com per l'estil pictòric, haurien format part del conjunt Amigó; es tractava de dues mitges fulles pintades sobre vidre blau, que només podien pertànyer al disseny perdut de la rosassa.

Es feia evident, doncs, que si s'havia de fer una proposta de disseny, hauria de basar-se en aquesta única prova. Amb aquesta idea, es van estudiar novament els dissenys de rosasses Amigó conservats als àlbums de Somacarrera. L'única pista apuntava cap a una peça formada únicament per elements vegetals. Per tant, es va descartar introduir al centre de la rosassa cap element iconogràfic, com els que veiem en alguns dels projectes de rosassa Amigó, ja que aquest element hauria atret l'ull de l'espectador a la part no original del finestral, i les poques proves conservades no apuntaven a aquest tipus de disseny. Descartant les rosasses amb elements iconogràfics, doncs, els models disponibles es reduïren considerablement (figura 5). D'entre els *vidimus* restants es va fer una proposta per a la part central basada en les formes d'un dels detalls, que donava importància a un element



Figura 5. Projectes de rosassa Amigó. Paloma Somacarrera, 2016.

ja existent a la part conservada: la ciba (peça de vidre bufat de forma circular, molt comuna en el període modernista i premodernista). Els lòbuls eren l'espai on la peça original es podria reproduir més vegades i, basant-nos en les formes d'un altre detall d'un projecte Amigó, es va proposar un disseny simètric per als lòbuls que permetia introduir dues rèpliques de la peça original a cadascun.

Una vegada traçades les línies de tall i dibuixats els detalls pictòrics sobre les rèpliques, es va treballar en la gamma de colors i la pintura de cadascun dels vidres. El color de la rèplica no es va modificar, i es va acordar que no s'introduiria cap color ni cap motiu en grisalla que no existís en els plafons conservats a la rosassa. D'aquesta manera estàvem creant un disseny clarament diferent de l'original perdut, però que buscava ser respectuós amb el seu obrador. La proposta se sustentava en l'ús de formes projectades pel taller Amigó i en l'aplicació de colors i motius pictòrics basats en les proves conservades dins de la mateixa peça.

Una gran ciba del mateix taronja que les cibes dels plafons circulars (D) seria la peça central del plafó A1. Al voltant, s'hi reproduirien les sanefes verdes, conservades al mateix plafó central. Un triangle i un trilobat entrelaçats sobre el cercle central reproduirien el marc taronja amb línia de grisalla dels plafons triangulars (C). El triangle i la peça en forma d'arc apuntat dibuixats per les peces taronja re-

produirien els detalls pictòrics dels pètals dels plafons circulars (D) i els trilobats dibuixats dins dels triangles vermells dels plafons (C). El color d'aquests dos elements, així com el dels fons dels lòbuls, seria un groc clar que es repetiria en els plafons ovalats (E). La part més externa del cercle central estaria composta per sis cibes del mateix diàmetre que les conservades a la part original del plafó central, del verd clar de la sanefa. Acabant de tancar la part central del plafó, unes peces vermelles abraçarien les cibes amb el disseny pictòric de les fulles repetides als plafons ovalats.

Els lòbuls dibuixarien un triangle amb el groc ataronjat dels marges dels plafons circulars, que també incorporariem al perímetre d'aquesta part del plafó. Els triangles dibuixats als lòbuls imitarien la curvatura i el disseny pictòric dels plafons triangulars (C). La part interior de cada triangle presentaria una peça ovalada de disseny similar als pètals, acompanyada per una peça verd oliva que només mostraria un treball de modelat de grisalla, imitant el conservat a les peces del mateix color conservades a la sanefa original del plafó central. Per últim, l'espai exterior del triangle mostraria les dues peces blaves rèpliques de les peces conservades al plafó D4, envoltades de dues peces amb la fulla conservada als plafons ovalats.

Tota aquesta proposta, una vegada aprovada per la comissió de patrimoni, es va elaborar sobre vidre i va quedar clarament identificada amb el mateix sistema emprat en els vitralls de la nau (figura 6). Les línies de grisalla blanca són avui fàcilment llegibles des del



Figura 6. Plafons desinstal·lats de la rosassa després de la intervenció. Anna Santolaria, 2016.

cor de l'església, així com la inscripció «RESTAURACIÓ'16 CAN PINYONAIRE» al marge perimetral d'un dels lòbuls del plafó central.

D'altra banda, les marques identificadores no són visibles des de la nau sense l'ajut d'uns binocles i les noves peces queden del tot integrades a la rosassa. La funció litúrgica del vitrall ha estat retornada a la parròquia, així com la possibilitat de llegir els elements conservats sense la dificultat causada per la llum enlluernadora que travessava el vidre incolor.

4. Conclusió

La restauració dels vitralls de Bordils ha permès identificar l'autoria de les peces i ha posat en valor un conjunt de vitralls que havia restat en l'anonimat i en un estat de conservació que el posava en risc, i que no permetia gaudir de la seva bellesa i de la delicada tècnica pictòrica d'aquest taller premodernista.

Avui l'església i el poble de Bordils valoren més que mai el seu patrimoni vitrallístic i organitzen visites per donar a conèixer els vitralls. És evident que el valor comunal de les peces no pot posar-se en dubte, quan els que treballem per conservar-les podem recórrer a la recerca i la documentació existent per trobar un balanç que ens permeti seguir els criteris establerts en la conservació de patrimoni del segle XXI i retornar valors i funcions a les obres amb què treballem.

Bibliografia

BROWN, Sarah. *Apocalypse: The Great East Window of York Minster*. Londres: Third Millennium Publishing, 2014.

CAÑELLAS, Sílvia; GIL, Núria. «El taller Amigó: de la tradició al progrés. El camí cap al vitrall modernista». A: BOSCH, Lluís; FREIXA,

Mireia (coords.). *I coupDefouet International Congress. Barcelona, Jun. 2013. Proceedings*. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 2015, p. 635-642. També disponible en línia a: <http://www.artnouveau.eu/admin_ponencies/functions/upload/uploads/Canelas_Gil_Paper.pdf> [Consulta: 25 abril 2020].

Fons Amigó. Col·lecció particular de Paloma Somacarrera.

La microscopía digital 3D para evaluar los tratamientos de limpieza en el material óseo arqueológico

NOÉ VALTIERRA

Conservador-restaurador independiente. Colaborador predoctoral del Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social, Universitat Rovira i Virgili
noe.valtierra.pereiro@gmail.com

LLOYD A. COURTENAY

Arqueólogo. Doctorando en la Universidad de Salamanca, Escuela Politécnica Superior de Ávila
ladc1995@gmail.com

LUCÍA LÓPEZ-POLÍN

Conservadora-restauradora. Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social, Universitat Rovira i Virgili
lucia.lopezpolin@iphes.cat

RESUMEN

En este trabajo se ha buscado una manera de evaluar los efectos de distintas herramientas empleadas en la limpieza mecánica sobre material óseo (pincel, bisturí e hisopo), para identificar las modificaciones que introducen. Para ello, se han usado muestras esqueléticas actuales

y arqueológicas. Se ha utilizado como medio de documentación el microscopio digital 3D HIROX KH-8700, y se han analizado imágenes y modelos 3D. Las modificaciones generadas se han identificado como faltas volumétricas, erosión/pulido y estrías, y se han podido correlacionar con cada herramienta. La microscopía digital 3D ha sido un método válido de estudio, que permite documentar con resolución y rapidez las modificaciones generadas.

ABSTRACT

This study presents an attempt at evaluating the effects of different tools used in the mechanical cleaning of osteological materials (using brushes, scalpels and swabs). Special attention has been paid to the modifications they may produce. For this purpose, contemporary and archaeological skeletal samples have been used. The 3D HIROX KH-8700 digital microscope has been used as a means of documentation, analysing images as well as 3D models. Modifications observed have been found in the form of general loss in cortical volume, erosion/polishing and striations, each of which are correlated with the tool used. 3D digital microscopy has proven a valuable method for the purpose of this study, allowing for the documentation of surface modifications with exceptional resolution and speed.

PALABRAS CLAVE: microscopía digital 3D, limpieza mecánica, HIROX KH-8700, material óseo, arqueología

1. Introducción

En la conservación-restauración (CR) la microscopía se ha usado tanto para caracterizar como para documentar materiales. Actualmente, se distinguen diferentes tipos de microscopios en función

del haz y del detector que se utilice. Cada sistema ofrece ventajas y desventajas en función de los objetos de estudio, por lo que se debe valorar cuál es el medio que se ajusta mejor a cada caso (Pluta, 1989). Recientemente se han incorporado a la microscopía las cámaras digitales y sistemas automáticos de enfoque y de automatización computarizada del procesamiento de las imágenes. Esto hace que los microscopios digitales puedan procesar imágenes de áreas con rangos de enfoque muy amplios y extraer modelizaciones 3D rápidamente. Este recurso es especialmente útil en estudios que buscan medir y evaluar de forma precisa microtopografías del material. A su vez, se puede combinar con otros tipos de microscopía como la electrónica (SEM), la confocal o incluso la microfotogrametría para alcanzar una mejor resolución y un estudio más detallado (Bello y Galway-Witham, 2019).

La microscopía digital se ha usado en la CR para documentar y caracterizar bienes patrimoniales (Ashkenazi y Cvikel, 2020; Popowich *et al.*, 2018) y para evaluar y caracterizar mecanismos de alteración (Falchi *et al.*, 2019; Kouldeková *et al.*, 2019). En la arqueología, ha demostrado ser efectiva en la documentación y análisis de la superficie del material óseo arqueológico y las marcas de corte tafonómicas (Duches *et al.*, 2018; Moclán *et al.*, 2018; Pérez *et al.*, 2017), basándose en la caracterización cualitativa de Domínguez-Rodrigo *et al.* (2009) y especialmente en su estudio morfológico (Courtenay *et al.*, 2018a). Este tipo de microscopía presenta la gran ventaja de acortar mucho el tiempo de trabajo en comparación con otros equipos (Maté-González *et al.*, 2015).

Otros autores han utilizado la microscopía SEM para la evaluación cualitativa de los efectos de las limpiezas mecánicas sobre el material óseo (Fernández-Jalvo y Marín-Monfort, 2008; Marín-Monfort *et al.*, 2018; Wiest *et al.*, 2018). En este estudio se pretende introducir un punto de vista cuantitativo a esta evaluación, para lo que se ha incorporado la microscopía digital 3D.

2. Materiales y métodos

2.1. Muestra ósea experimental y arqueológica

Se ha usado material óseo actual y de dos yacimientos arqueológicos (figura 1). Las piezas de estos tres conjuntos presentan diferencias de conservación y, por lo tanto, aportan a este estudio tres tipos de superficies óseas con distintas propiedades mecánicas.

El material reciente estaba compuesto por seis costillas de individuos adultos de oveja (*Ovis aries*) de la colección de referencia del Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES). Estos huesos han permanecido expuestos durante cuatro años a la intemperie, lo que ha deteriorado sus características mecánicas y ha generado descamaciones y fisuras en la superficie (figura 1A).

Las muestras óseas arqueológicas consisten en restos de fauna indeterminados. Proceden de diferentes sitios arqueológicos: cuatro de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos) (Rodríguez-Hidalgo *et al.*, 2015) y seis del conjunto arqueológico del Barranc de la Boella: tres del yacimiento Cala 1 y tres del yacimiento de La Mina

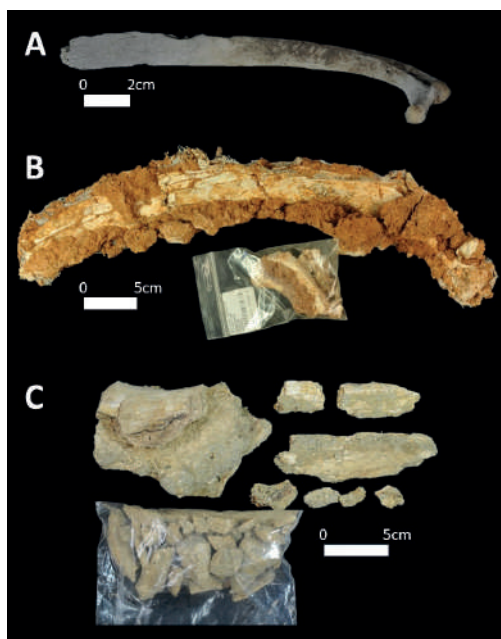


Figura 1. Ejemplos de la muestra utilizada. A) Material actual; B) Fósil de Gran Dolina TD10; C) Fósil del Barranc de la Boella. Noé Valtierra, 2020.

(La Canonja, Tarragona) (Vallverdú *et al.*, 2014). Existen diferencias acusadas entre ambos conjuntos: los restos de la Sierra de Atapuerca suelen presentar matrices carbonatadas muy adheridas a la superficie del material, que provocan su fragmentación durante la excavación (figura 1B), mientras que el material del Barranc de la Boella presenta un estado de conservación mucho peor debido a procesos de lixiviación de elementos solubles del hueso y abrasión hídrica (figura 1C).

2.2. Preparación de las muestras y ensayos de limpieza mecánica

Se ha ensayado la limpieza con bisturí en seco y húmedo, pincel de cerda natural e hisopo de algodón. Estas herramientas se han usado de forma aislada y combinada en áreas delimitadas de cada muestra ósea.

Las seis costillas de oveja se dividieron en diez secciones y en cada una de ellas se practicó una marca de corte con una lasca de cuarcita. Las sesenta marcas y superficies resultantes se documentaron al microscopio. Después, para simular los restos de sedimento presentes en el material arqueológico, se cubrieron las superficies con un mortero de tierra y cal (3:1), combinado con consolidante a base de silicato de etilo (Estel 1000). Cada área se limpió bien con una de las herramientas mencionadas, o con una combinación de todas (figura 2). Tras ello se documentaron de nuevo siguiendo el mismo método.

Las diez muestras arqueológicas se dividieron en cinco secciones. Las cincuenta áreas resultantes se limpiaron con las herramientas por separado y combinadas. Tras la limpieza, se realizó el estudio microscópico de la superficie.

2.3. Análisis microscópico y tratamiento estadístico

Las superficies óseas se analizaron con el microscopio digital 3D HIROX KH-8700, con la lente giratoria de triple objetivo MXG-

5000REZ. Este trabajo siguió la metodología recomendada por Courtenay *et al.* (2018b) para reconstrucciones 3D, trabajando entre 35 x y 600 x con la luz cenital (tabla 1).

Las superficies de todas las muestras se documentaron mediante la función «Mosaico» (figura 3). Con esta función no se ensamblaban bien las imágenes, ya que el material era muy uniforme. Para solucionarlo, en lugar de usar el *software* del HIROX, las imágenes se unieron con un programa externo siguiendo la metodología *Gigapixel Image Concept* (Vergés y Morales, 2014).

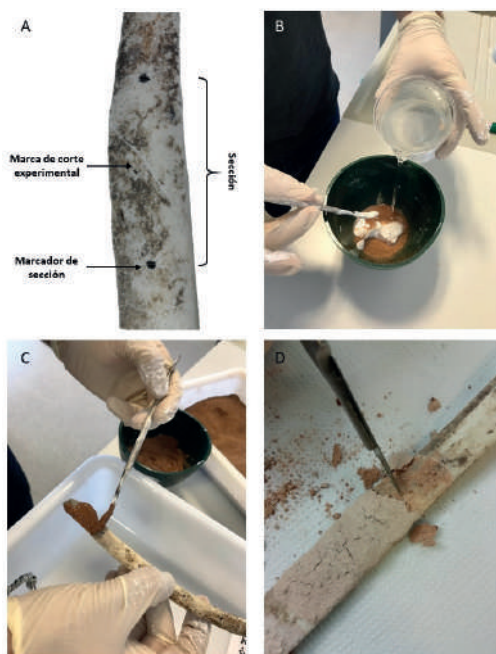


Figura 2. Preparación de la muestra actual. A) Sección de limpieza y marca de corte; B) Preparación de concreciones artificiales; C) Aplicación; D) Limpieza con bisturí. Noé Valtierra, 2020.

Las marcas de corte se documentaron también mediante mosaico y además se generó un modelo 3D a partir del cual se obtuvieron los perfiles de las zonas centrales de las marcas (figura 3). En los perfiles se situaron siete *landmarks* con el programa tpsDig v.2.3.2 para extraer siete medidas empleadas para su análisis (Bello y Soligo, 2008; Maté-González *et al.*, 2015).

La documentación de la muestra ósea experimental, previa y posterior a la limpieza, permitió identificar las modificaciones producidas por

HIROX KH-8700 3D Digital Microscope				
Tamaño de sensor	7.18 x 5.32 mm, 2.11 MP CCD sensor			
Tamaño de píxel	0.248 (H) x 0.248 (V) mm			
Tamaño de imagen	225 MP – 15 000 pixels (H) x 15 000 pixels (V) (imagen mosaico)			
Número de píxeles total	2.11 MP 1688 (H) x 1248 (V)			
Ratio de contraste LCD	10001			
Brillo del LCD	300 cd/m ²			
Procesador gráfico	Genex Engine			
Longitud focal	10 mm			
Distancia de enfoque al objeto	8.71–1.22 mm			
Lámpara	LED de Alta Intensidad			
Temperatura del color	5700k			
MXG-2500REZ Revolver Zoom Lens				
Rango	Magnificación de las lentes	Distancia de trabajo	Campo de visión horizontal	Profundidad de campo
Low-range	35-250x	10 mm	8.76-1.22 mm	0.72 - 0.072 mm
Mid-range	140-1000x	10 mm	2.18-0.31 mm	0.09 - 0.007 mm
High-range	700-5000x	3.5 mm	0.44-0.06 mm	0.01 - 0.0007 mm

Tabla 1. Especificaciones técnicas del HIROX KH-8700 y la lente MXG-50000REZ. Noé Valtierra, 2020.

los tratamientos de limpieza y sirvió de referencia para identificarlas en el material arqueológico (en el cual es imposible documentar la superficie ósea antes de la limpieza, necesaria para descubrirla).



Figura 3. Documentación con el HIROX KH-8700. (1, 2) Mediante la función autofocus se obtienen imágenes con síntesis de profundidad. (2.1, 2.2) A partir de estas imágenes se generan modelos 3D con los que se caracterizan los perfiles de las marcas. (3, 3.1) Ensamblando imágenes obtenidas con autofocus, se crean imágenes en mosaico de las superficies. Noé Valtierra, 2020.

Estas modificaciones se han contabilizado en una tabla de porcentajes sobre la que se ha aplicado un test de proporciones (*2-sample t test for equality proportions*) para ver qué alteraciones son significativas. Se ha realizado también un análisis de correspondencias (AC) para relacionar estas modificaciones con las herramientas utilizadas.

En las marcas de corte, se ha aplicado el mismo test de proporciones para ver qué rasgos cualitativos desaparecen con la limpieza. Además, las medidas extraídas de los perfiles de las marcas antes y después de la limpieza se han comparado mediante un estudio multivariante al que se ha aplicado un análisis de componentes

principales (ACP) y un *two one-sided equivalence test* (TOST) para ver su nivel de similitud.

2.4. Resultados

Tanto en la muestra experimental como en la arqueológica se han documentado cuatro tipos de modificaciones causadas por las herra-

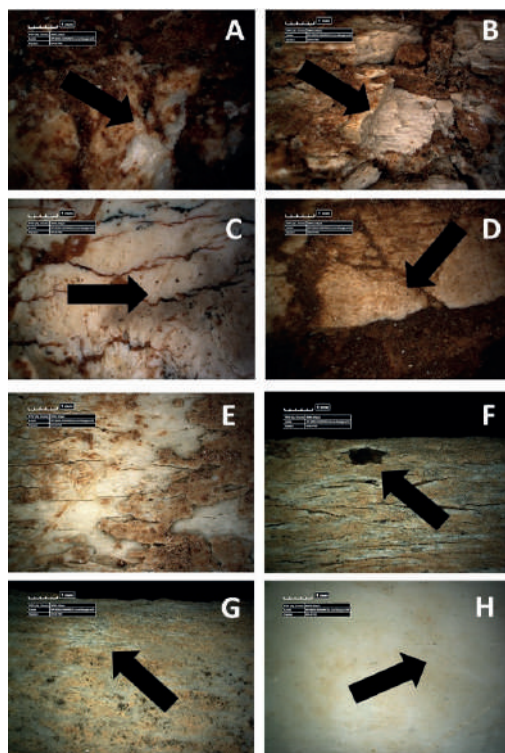


Figura 4. Resultados del estudio. Material arqueológico: A) Faltas volumétricas leves; B) Faltas volumétricas masivas; C) Estrías; D) Erosión/pulido. Material actual: E) Faltas volumétricas leves; F) Faltas volumétricas masivas; G) Erosión/pulido; H) Estrías. Noé Valtierra, 2020.

mientas de limpieza: faltas volumétricas en los bordes (más masivas), faltas volumétricas en superficie (menos acentuadas), pulido/erosión y estrías (figura 4). Todas las herramientas causan pulido/erosión. En el material experimental, tanto el test de proporciones como el AC señalan al bisturí como el causante de faltas volumétricas masivas en los bordes de las costillas. En el material arqueológico, el test de proporciones relaciona la aparición de estrías con el uso del pincel y el AC relaciona el hisopo con los daños de pulido/erosión (figura 5).

En las marcas de corte, el test de proporciones ha mostrado la desaparición significativa de los rasgos cualitativos, incluido el aumento de la

asimetría en los perfiles. En cuanto al estudio cuantitativo, tanto en el ACP (figura 5) como en el test TOST ($p=0,00115$), la similitud entre la prelimpieza y la poslimpieza es significativa, es decir, los tratamientos de limpieza no han afectado al estudio tafonómico cuantitativo de estas marcas de corte.

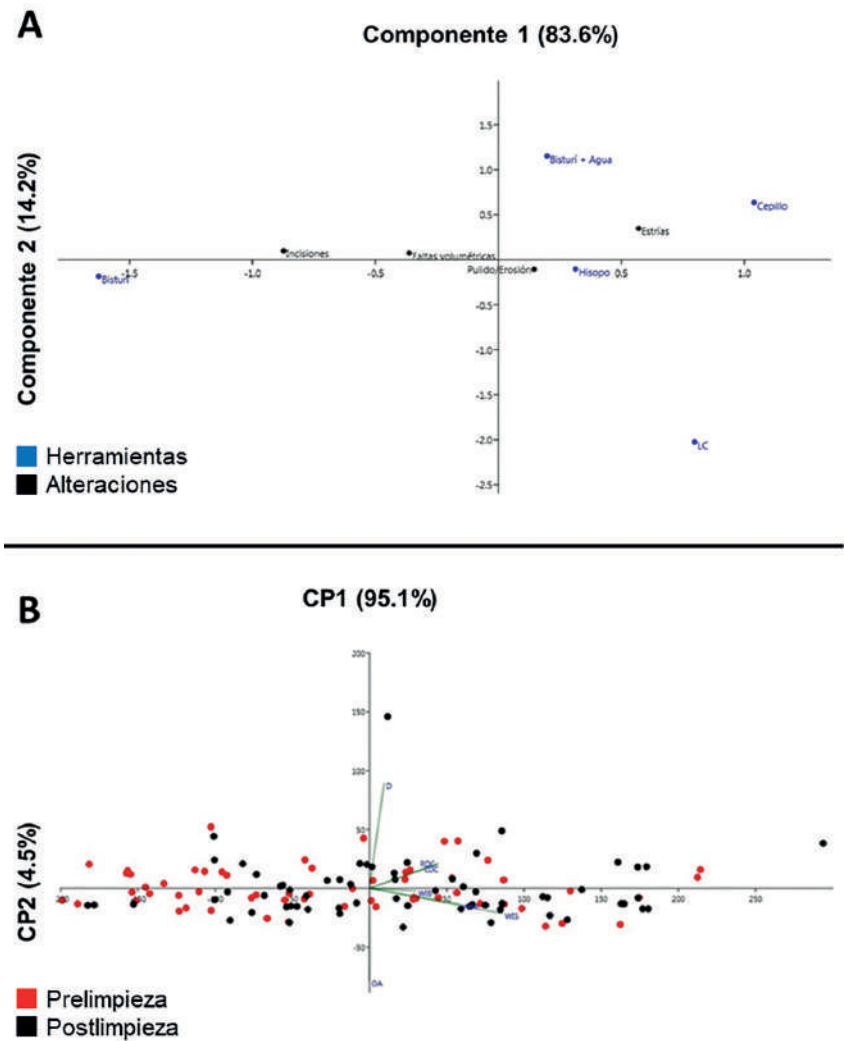


Figura 5. Resultados estadísticos. A) AC que relaciona modificaciones y herramientas en el material arqueológico. B) ACP que compara valores prelimpieza y poslimpieza de las marcas de corte. Noé Valtierra, 2020.

3. Discusión

En este trabajo se han evaluado los efectos de distintas herramientas empleadas en limpieza sobre material óseo utilizando la microscopía digital 3D. Estos resultados no son extrapolables a otros materiales sin la realización de un estudio específico sobre ellos. La muestra experimental ha permitido la documentación previa y posterior a la limpieza y ha ayudado a identificar los efectos ocasionados en la muestra arqueológica. La microscopía digital 3D y el procesamiento estadístico han permitido evaluar los métodos de limpieza mecánica con mayor resolución e introducir el análisis cuantitativo en la búsqueda de elementos objetivos de evaluación.

En este estudio se ha usado el microscopio digital HIROX KH-8700, que se ha elegido por disponibilidad y porque estudios previos lo han validado como medio de estudio de marcas tafonómicas en superficies óseas, comparándolo con otros medios y evaluando su eficacia (Courtenay *et al.*, 2018b).

En otros trabajos se ha empleado el SEM para evaluar la limpieza en restos óseos (Fernández-Jalvo y Marín-Monfort, 2008; Wiest *et al.*, 2018). Sin embargo, este microscopio digital HIROX ofrece el rango de aumentos suficiente para abordar un estudio de estas características. Además, con este equipo se acelera mucho el proceso de documentación. Aunque se han elaborado algunos modelos 3D a partir de las imágenes obtenidas mediante el SEM (Eulitz y Reiss, 2015; Tafti *et al.*, 2015), con el microscopio digital HIROX el trabajo es más sencillo, puesto que este sistema está ya integrado en el equipo y se realiza automáticamente. El SEM, por su parte, permite en general observar las microtopografías con mayor nitidez, ya que el HIROX, como cualquier equipo que utilice luz visible, puede producir imágenes con brillos, lo que puede conllevar que se pierda detalle. En futuros trabajos se debería valorar si el análisis mediante microscopía confocal, que ofrece herramientas similares a las del HIROX, pero con mayor resolución (Maté-González *et al.*, 2017), supone una mejora para este tipo de estudio.

La documentación mediante la técnica del mosaico aplicada en trabajos de otras disciplinas requiere que las imágenes individuales se solapen en torno a un 20-25 % (Bello y Galway-Whitman, 2019; Fernández-Marchena *et al.*, 2016). Como ha ocurrido en este estudio, pueden faltar referencias claras de anclaje entre las imágenes, lo cual afecta al proceso de ensamblado y genera imágenes mosaico defectuosas. Esto se puede suplir con la técnica *Gigapixel*, creando el mosaico de forma semi-manual al combinar el HIROX con el uso de programas informáticos externos. Aunque esto ralentiza el proceso, sigue siendo más rápido, sencillo y barato que si se lleva a cabo con el SEM (Vergès y Morales, 2014). Otra posible dificultad para obtener mosaicos válidos es la sensibilidad del microscopio frente a las vibraciones. El riesgo aumenta con tiempos de trabajo largos, como los de este estudio (unos 15-20 minutos para las marcas de corte y unos 30 para las superficies), pero se puede paliar utilizando una mesa antivibración.

En cuanto a la evaluación de la limpieza de materiales óseos, los resultados de este estudio indican que la limpieza mecánica genera alteraciones en las superficies óseas y modifica características de las marcas de corte. Estas modificaciones no han afectado significativamente al estudio cuantitativo, pero podrían dificultar otro tipo de análisis de carácter cualitativo. El estudio de los efectos de las herramientas por separado muestra que la que menos ha modificado las superficies ha sido el pincel, mientras que el hisopo ha sido la más erosiva. El bisturí puede generar daños más masivos, aunque no son los más frecuentes. También se ha comprobado que cualquier acción de limpieza produce pulido/erosión. Al practicar las limpiezas, hay que limitar dentro de lo posible el uso de herramientas como el hisopo o el bisturí, e intentar aplicar limpiezas más suaves y respetuosas con las superficies óseas. Avanzar en el conocimiento de los efectos de cada método y herramienta servirá para aportar criterios de actuación para cada situación concreta, siempre teniendo en cuenta la diversidad de variables (objetos, problemas, condiciones y objetivos de la intervención) y sin olvidar que, en realidad, el primer efecto de la limpieza es que permite ver y entender el objeto tratado.

4. Conclusiones

Se han caracterizado los efectos y el nivel de agresividad de distintas herramientas de limpieza en superficies óseas y se ha valorado si interfieren en el estudio de marcas de corte de interés tafonómico. La microscopía digital 3D ha sido una herramienta válida para este tipo de estudio, frente a la alternativa de la microscopía electrónica, que puede ofrecer más resolución pero no su rapidez y facilidad para generar modelos 3D. Además, tomar datos cuantitativos con los que aplicar procesamientos estadísticos permite reducir la subjetividad de los estudios basados únicamente en la interpretación de las imágenes. Por lo tanto, se considera probada la utilidad de este método para realizar el seguimiento, la documentación y la evaluación de los tratamientos de limpieza sobre el material óseo. Futuros trabajos tendrán que analizar su potencial para otro tipo de materiales.

Agradecimientos

El equipo microscópico se encuentra en el IPHES (programa CERCA, Generalitat de Catalunya). La investigación se ha financiado mediante proyectos del Ministerio de Ciencia, Innovación e Universidades (MICINU-FEDER PGC2018-093925-B-C32), de la AGAUR (2017 SGR 1040), de la URV (2018PFR-URV-B2-91) y de la DGABMP (CLT009/18/00053). Gracias a los equipos de investigación de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca y el Barranc de la Boella. También a Isabel Cáceres, por aportar el material actual del estudio, y a Andreu Ollé por el asesoramiento con el HIROX.

Bibliografía

ASHKENAZI, Dana; CVIKEL, Deborah. «A journey into the microstructure: Using a multifocal 3D digital light microscope to study archaeological artefacts retrieved from shipwrecks». *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* (Amsterdam: Elsevier), 16 (marzo 2020), p. 1-11.

BELLO, Silvia, M.; SOLIGO, Christophe. «A new method for the quantitative analysis of cut mark micromorphology». *Journal of Archaeological Science* (Amsterdam: Elsevier), 35 (junio 2008), p. 1542-1552.

BELLO, Silvia, M.; GALWAY-WHITMAN, Julia. «Bone taphonomy inside and out: Application of 3-dimensional microscopy, scanning electron microscopy and micro-computed tomography to the study of humanly modified faunal assemblages». *Quaternary International* (Amsterdam: Elsevier), 517 (mayo 2019), p. 16-32.

COURTENAY, Lloyd A. [et al.]. «Testing Accuracy in 2D and 3D Geometric Morphometric Methods for Cut Mark Identification and Classification». *PeerJ* (Corte Madera: PeerJ), 6 (julio 2018a), p. 2-24.

COURTENAY, Lloyd A. [et al.]. «New taphonomic advances in 3D digital microscopy: A morphological characterization of trampling marks». *Quaternary International* (Amsterdam: Elsevier), 517 (mayo 2018b), p. 55-66.

DOMÍNGUEZ-RODRIGO, Manuel [et al.]. «A new protocol to differentiate trampling marks from butchery cut marks». *Journal of Archaeological Science* (Amsterdam: Elsevier), 36 (diciembre 2009), p. 2643-2654.

DUCHES, Rossella [et al.]. «Archeological bone injuries by lithic backed projectiles: new evidence on bear hunting from the Late Epigravettian site of Cornafessa rock shelter (Italy)». *Archaeological and Anthropological Sciences* (Berlín: Springer), 11 (julio 2018), p. 2249-2270.

EULITZ, Mona; REISS, Gebhard. «3D reconstruction of SEM images by use of optical photogrammetry». *Journal of Structural Biology* (Amsterdam: Elsevier), 191 (agosto 2015), p. 190-196.

FALCHI, Laura [et al.]. «Investigation on the relationship between the environment and Istria stone surface in Venice». *Atmospheric Environment* (Amsterdam: Elsevier), 210 (agosto 2019), p. 76-85.

FERNÁNDEZ-JALVO, Yolanda; MARÍN-MONFORT, M. Dolores. «Experimental taphonomy in museums: Preparation protocols for skeletons and fossil vertebrates under the scanning electron microscopy». *Geobios* (Amsterdam: Elsevier), 41 (enero-febrero 2008), p. 157-181.

FERNÁNDEZ-MARCHENA, Juan Luis [*et al.*]. «Traceological analysis of a singular artefact: The rock crystal point from O Achadizo (Boiro, A Coruña, Galicia)». *Journal of Lithic Studies* (Edimburgo: University of Edinburgh), 3(2) (septiembre 2016), p. 2-19.

KOULDEKOVÁ, Veronika [*et al.*]. «Experimental measurement of disjoining force at the glass-salt interface: A direct evidence of salt degradation potential caused by crystallization pressure». *Journal of Cultural Heritage* (Amsterdam: Elsevier), 42 (marzo-abril 2020), p. 1-7.

MARÍN-MONFORT, M. Dolores; SUÑER, Maite; FERNÁNDEZ-JALVO, Yolanda. «Characterization of recent marks produced on fossil bone surface during sullegic and trephic processes and their influence on taphonomic studies». *Quaternary International* (Amsterdam: Elsevier), 481 (julio 2018), p. 3-13.

MATÉ-GONZÁLEZ, Miguel A. [*et al.*]. «Micro-photogrammetric characterization of cut marks on bones». *Journal of Archaeological Science* (Amsterdam: Elsevier), 62 (octubre 2015), p. 128-142.

MATÉ-GONZÁLEZ, Miguel A. [*et al.*]. «Statistical comparison between low-cost methods for 3D characterization of cut-marks on bones». *Remote Sensing* (Basilea: Multidisciplinary Digital Publishing Institute), 9 (agosto 2017), p. 873.

MOCLÁN, Abel [*et al.*]. «Cut marks made with quartz tools: An experimental framework for understanding cut mark morphology, and its use at the Middle Paleolithic site of the Navalmaillo Rock Shelter (Pinilla del Valle, Madrid, Spain)». *Quaternary International* (Amsterdam: Elsevier), 493 (noviembre 2018), p. 1-18

PÉREZ, Leopoldo [et al.]. «Hearts and bones: An experimental study to explore temporality in archaeological contexts based on taphonomical changes in burnt bones». *Journal of Archeological Science: Reports* (Amsterdam: Elsevier), 11 (febrero 2017), p. 287-309.

PLUTA, Maksymilian. *Advanced Light Microscopy. Vol. 2. Specialized Methods*. Amsterdam: Elsevier, 1989.

POPOWICH, Aleksandra K.; CLELAND, Timothy P.; SOLAZZO, Caroline. «Characterization of membrane metal threads by proteomics and analysis of a 14th c. thread from an Italian textile». *Journal of Cultural Heritage* (Amsterdam: Elsevier), 33 (septiembre-octubre 2018), p. 10-17.

RODRÍGUEZ-HIDALGO, Antonio [et al.]. «Hominin subsistence and site function of TD10.1 bone level at Gran Dolina site (Atapuerca) during the late Acheulean». *Journal of Quaternary Science* (Hoboken: John Wiley and Sons), 30 (noviembre 2015), p. 679-701.

TAFTI, Ahmad P. [et al.]. «Recent advances in 3D SEM surface reconstruction». *Micron* (Amsterdam: Elsevier), 78 (noviembre 2015), p. 54-66.

VALLVERDÚ, Josep [et al.]. «Age and date for early arrival of the Acheulian in Europe (Barranc de la Boella, La Canonja, Spain)». *PLoS ONE* (San Francisco: PLOS), 9 (julio 2014), p. 1-15.

VERGÈS, Josep M.; MORALES, Juan I. «The gigapixel image concept for graphic SEM documentation. Applications in archaeological use-wear studies». *Micron* (Amsterdam: Elsevier), 65 (octubre 2014), p. 15-19.

WIEST, Logan A. [et al.]. «Morphological characteristics of preparator air-scribe marks: Implications for taphonomic research». *PloS One* (San Francisco: PLOS) 13 (diciembre 2018), p. 1-13.

Documentar el color: la colorimetria aplicada a la conservació-restauració de mosaics

LORENA ANDINO POL

Conservadora-restauradora independent

andino.lorena@gmail.com

RESUM

En aquest pòster es reivindica la importància de la colorimetria en la conservació-restauració de mosaics, com una eina de rigor en la documentació de la peça. Partint d'un estudi teòric-pràctic, desenvolupat seguint una metodologia científica, s'han emprat diversos mètodes de caracterització del color: cartes físiques, lector-comparador, colorímetre de sobretaula i espectrofotòmetre. Els resultats obtinguts han permès posar en valor les possibles aplicacions de la colorimetria en l'estudi de mosaics.

ABSTRACT

This poster claims the importance of colorimetry in the preservation-restoration of mosaics, as a tool for documenting the pieces. Based on a theoretical-practical study, and using scientific methodology, several methods of colour characterization have been tested: physical charts, reader-comparator, benchtop colorimeter and spectrophotometer. The results obtained enabled the evaluation of the applications of colorimetry in the study of mosaics.

PARAULES CLAU: colorimetria, color, mosaic, tessell·la, pedra

1. Introducció

Quan es redacta una fitxa o informe d'un mosaic, el color és un dels apartats presents però sovint oblidat. Si juntament amb la decoració és una de les característiques que defineixen l'obra artística, per què no se li dona la transcendència que mereix? Com es pot definir de manera objectiva el color? Existeix un mètode de caracterització idoni per als mosaics? Quina aplicació se li pot donar a la informació obtinguda?

Gràcies a la participació en un estudi colorimètric de tessell·les de pedra i ceràmica (Andino Pol, 2016)¹ i a la vinculació del treball final de grau a la caracterització d'aquest tipus de material (Andino Pol, 2020), s'han obtingut respostes a les qüestions anteriorment plantejades.

2. Objectius

- Estudiar els mètodes de caracterització del color emprats en conservació-restauració.
- Documentar el color d'un mosaic de manera objectiva i rigorosa.
- Identificar les possibles aplicacions de cada mètode en la intervenció de mosaics.

3. Metodologia

L'objecte d'estudi han estat tessell·les de pedra i ceràmica procedents de dos mosaics policroms ja restaurats, de gamma cromàtica i dimensions similars (10 mm² aproximadament):

- mosaic de la vil·la del Pont del Treball, Barcelona (Alcubierre *et al.*, 2016, p. 298)

- restes d'un mosaic descobert al jaciment de Can Cabassa, Sant Cugat.

L'utilitat emprat ha estat condicionat per la recerca bibliogràfica i els aparells disponibles a l'Escola Superior de Conservació i restauració de béns culturals de Catalunya:

- Munsell® Soil Color Charts
- lector-comparador X-Rite® Capsure
- aparells de mesura de color i llum:
 - colorímetre de sobretaula Color Tester LFM1
 - espectrofotòmetre X-Rite® CI62L+RTL.

Atesa la metodologia científica de l'experiment, s'ha pres en consideració la norma espanyola UNE-EN 15886², «Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Medición del color en superficies». El procediment ha consistit en la selecció de les tesselles i les cares idònies, la presa de mides, la documentació fotogràfica i la caracterització del color amb els quatre mètodes³.

4. Resultats

- Munsell® Soil Color Charts. Permet comparar la mostra amb un color patró, i se n'obté un valor alfanumèric relacionat amb els atributs del color (tonalitat, saturació i lluminositat) i una denominació verbal. Tanmateix, la carta és limitada⁴ i el procediment és subjectiu, ja que és l'ull humà qui decideix.
- Lector-comparador. Compta amb diverses opcions d'àrea de mesurament i cartes de colors, entre elles la Munsell® Color Book⁵ i l'NCS⁶, les quals proporcionen resultats alfanumèrics. L'NCS, a més a més, dona l'equivalència en valors $L^*a^*b^*$ ⁷.

En ambdós casos els valors assolits corresponen al color patró més semblant a la mostra. En canvi, amb els aparells de mesura de color i llum s'obtenen resultats que responen al color real de la mostra i que, per tant, són valors més precisos. No obstant això, l'ús o l'adquisició

d'aquests aparells demana un major coneixement i una inversió econòmica més elevada.

- Colorímetre de sobretaula Color Tester LFM1. Es tracta d'un aparell de laboratori de certa antiguitat, incompatible amb aquesta mena de mostres tant per la seva naturalesa (mida i superfície irregular), com per la morfologia de l'aparell (àrea de mesurament) i la imprecisió de l'espai de color CIE 1931 en què s'ubiquen els resultats obtinguts.
- Espectrofotòmetre X-Rite® CI62L+RTL. És de fàcil funcionament i manipulació. Tanmateix, les dimensions de l'àrea de mesurament han resultat incompatibles amb les mides de certes tessel·les.

5. Aplicacions

5.1. Descripció del color del mosaic

La Munsell® Soil Color Charts permet determinar la paleta cromàtica utilitzada pel mosaïcista. Una proposta de presentació de la informació podria ser mostrar la fotografia general del mosaic, acompanyada per les de les tessel·les que en conformen la gamma cromàtica (Boubaya, 2006), complementades amb la informació obtinguda amb la Munsell® Soil Color Charts. D'aquesta manera el color es pot descriure numèricament i/o verbalment (figura 1).

5.2. Classificació de material

L'elaboració de la paleta de color o mostrari a partir de la Munsell® Soil Color Charts o del lector comparador de color (seleccionant la carta Munsell® Color Book) permet classificar material desubicat corresponent a tessel·les soltes, que poden ser comptabilitzades de manera més precisa i referides en memòries arqueològiques, o bé classificades per emprar-les en futures reintegracions de petites llacunes.

5.3. *Recreacions gràfiques i virtuals*

Quan cal fer hipòtesis gràfiques sobre la decoració original d'un mosaic, la colorimetria pot ser una eina de precisió. L'Adobe® Photoshop permet a l'usuari introduir valors CIE L*a*b* obtinguts a partir d'un colorímetre o espectrofotòmetre (figura 2). Tanmateix, aquest programa no admet la introducció de decimals, fet que obliga a arrodonir la dada que s'ha d'inserir.



Figura 1. Proposta de presentació de la paleta cromàtica del mosaic de la vil·la del Pont del Treball. Lorena Andino, Servei d'Arqueologia de Barcelona, 2019.

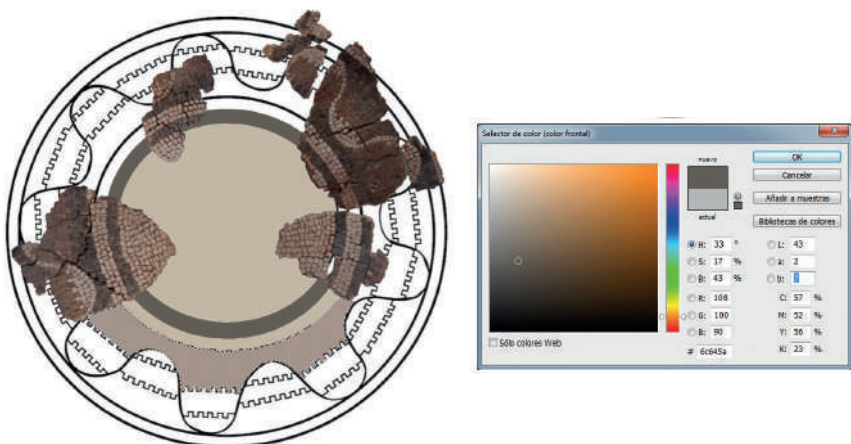


Figura 2. Prova de recreació gràfica d'un motiu del mosaic de Can Cabassa. Gràfic: Marina Ramisa, 2014. Imatge modificada amb Adobe® Photoshop: Lorena Andino, 2019.

Pel que fa a les recreacions virtuals i les adquisicions fotogramètriques (Cipriani *et al.*, 2015, p. 23), la colorimetria s'ha utilitzat com a mètode de control per ajustar colors obtinguts mitjançant la fotografia.

6. Conclusions

Fet l'estudi, es pot concloure que la colorimetria és una eina bàsica si es pretén documentar el color d'un mosaic de manera precisa, i que la tria del mètode de caracterització del color ha de tenir en compte els següents condicionants:

- les dimensions de les mostres en estudi i l'àrea de mesurament de l'aparell
- el rigor requerit
- el pressupost econòmic
- l'aplicació de la informació obtinguda.

Bibliografia

ALCUBIERRE, Daniel [et al.]. «Resultats preliminars de la nova intervenció arqueològica a la vil·la del Pont del Treball a Barcelona». *Tribuna d'Arqueologia 2013-2014*, (Barcelona: Generalitat de Catalunya), [en línia] (2016), p. 271-312. <<http://calaix.gencat.cat/handle/10687/230931#page=1>> [Consulta: 28 novembre 2019].

ANDINO POL, Lorena. *Informe sobre l'estudi colorimètric de tesselles de pedra i ceràmica pel catàleg de mosaics de Barcelona. Desenvolupament i metodologia d'un protocol de treball* [Informe]. Barcelona: Servei d'Arqueologia de Barcelona, 2016.

ANDINO POL, Lorena. «Colorimetria aplicada a la conservació-restauració de mosaics: la caracterització del color de tesselles pètries i ceràmiques». *Unicum* (Barcelona: Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya), 19 (2020), p. 71-88.

BOUBAYA, Ali Faïz. «Définition des couleurs dans la restauration des mosaïques romaines». A: SECTION FRANÇAISE DE L'INSTITUT INTERNATIONAL DE CONSERVATION (SFIIC). *Couleur et temps. La couleur en conservation et restauration. 12es journées d'études de la SFIIC, Paris, Institut National du Patrimoine, 21-24 juin 2006*. Paris: SFIIC, 2006, p. 169-176.

CIPRIANI, Luca [et al.]. «Dalla texture del colore apparente alla BRDF delle superfici dei mosaici: il caso di studio della pavimentazione del Duomo di Ravenna». A: ROSSI, M; MASCHIAFAVA, V. (coords.). *Colore e colorimetria. Contributi multidisciplinari. Vol. XI. Atti della Undicesima Conferenza del Colore. Milano, 10-11 settembre di 2015*. Milano: Gruppo del Colore. Associazione Italiana Colore, 2015, p. 51-62. (Quaderni di ottica e fotonica; 6). També disponible en línia a: <http://www.gruppodelcolore.it/Docs/ColoreEcolorimetriaVOLI-XIA_ITA_REV_pro.pdf> [Consulta: 28 novembre 2019].

Notes

1. Estudi encarregat pel Servei d'Arqueologia de Barcelona.
2. Versió oficial en espanyol de la norma europea EN 15886:2010.
3. Fent tres mesuraments per cada punt de color que s'ha d'identificar.
4. L'edició de l'any 2000, utilitzada en l'estudi, compta amb 322 colors.
5. Compila 1.602 colors mats i 1.301 colors brillants. No té les denominacions verbals, presents únicament a les cartes de color Munsell® Soil Color Charts, Rock Color Book i Bead Color Book.
6. El Natural Colour System (NCS) està basat en els tres atributs del color. En conservació-restauració s'ha emprat sovint en patrimoni arquitectònic.
7. En l'espai de color CIE 1976, L^* representa la lluminositat, mentre la tonalitat s'indica amb a^* (quantitat de vermell i verd) i b^* (quantitat de groc i blau).

L'estudi de la documentació com a tasca imprescindible per conèixer l'estat actual d'un bé cultural: el cas del mausoleu de Bellpuig

PAU ARROYO CASALS

Conservador-restaurador. Lesena Servei Integral al Patrimoni, SLU
lesena@lesena.net

ADRIÀ ARROYO MONTAGUT

Conservador-restaurador. Lesena Servei Integral al Patrimoni, SLU
lesena@lesena.net

RESUM

Aquest treball vol destacar la importància dels estudis previs a qualsevol intervenció de conservació-restauració d'un bé cultural per conèixer, d'una manera exhaustiva, tots aquells esdeveniments succeïts al llarg de la història que n'han determinat l'estat actual. En el cas del mausoleu de Bellpuig, l'estudi de la documentació escrita, gràfica i fotogràfica ha estat fonamental per poder plantejar una proposta d'actuació concreta i específica, que ofereixi una resposta clara als problemes que presenta. En aquest cas, a més, també s'ha generat nova documentació mitjançant l'ús dels recursos tecnològics disponibles.

ABSTRACT

The aim of this document is to highlight the importance of carrying previous studies out before any conservation-restoration intervention. These prior studies will be very useful to comprehensively understand all those events that have taken place throughout history determining the monument current state. For instance, studying the written, graphic and photographic documentation of Bellpuig mausoleum has been essential to be able to propose a concrete and specific plan of action, which offers a clear answer to the problems the monument is presenting. In addition, thanks to new technological resources we had used, new documentation has also been generated, which has been incorporated on this study.

PARAULES CLAU: estudi, documentació, conservació, mausoleu, Bellpuig

1. Introducció

El mausoleu de Bellpuig és una obra monumental del renaixement italià que ha patit un seguit de vicissituds al llarg de la història. L'estudi de diversos textos, de fotografies antigues i d'exàmens científics, juntament amb un minuciós treball de camp *in situ*, ha estat fonamental per determinar el sistema constructiu i l'estat de conservació d'aquesta magnífica obra d'escultura. Amb totes les dades recollides s'ha pogut redactar un projecte d'execució de conservació-restauració. El projecte, alhora, s'ha servit de les noves tecnologies relacionades amb la producció d'imatges, l'ús de les quals ha esdevingut un complement imprescindible per generar nova documentació.

2. El coneixement del monument

El sepulcre de Ramon Folc de Cardona-Anglesola i Requesens –conegut habitualment com a *mausoleu de Bellpuig*– es troba a l'interior de

l'església parroquial de Sant Nicolau de Bari, al municipi de Bellpuig (Urgell). Es tracta d'un monument funerari en forma d'arc de triomf romà, adossat a un dels costats de la nau principal de l'edifici. El sepulcre va ser obrat a Nàpols per l'escultor Giovanni da Nola entre els anys 1523 i 1528 amb marbre de Carrara.

Aquesta obra d'art ha estat profusament estudiada, especialment per Joan Yeguas (Yeguas, 2001, 2009), en tot allò relacionat amb la seva història i des de la vessant artística. Igualment, des del punt de vista de la conservació patrimonial, cal destacar els treballs fets des del Centre de Restauració de Béns Mobles de Catalunya (CRBMC), especialment els encarregats a Montserrat Artigau i Eduard Porta (Artigau i Porta, 2001, 2002).

És important conèixer els esdeveniments que van afectar el mausoleu des que va ser instal·lat, el 1531, a l'església del convent de Sant Bartomeu de Bellpuig. En aquest lloc va haver de patir els efectes de la Guerra del Francès i, posteriorment, de l'abandonament i el saqueig de l'edifici conventual a partir del 1835. Atesa la situació, i gràcies a les accions de l'escriptor i periodista Pau Piferrer, els anys 1841 i 1842 es va desmuntar i traslladar el sepulcre a l'església parroquial de Bellpuig. El 1925 el govern de l'Estat (Gaceta de Madrid, 1925), a instàncies de la Mancomunitat de Catalunya, va declarar-lo monument nacional. Això no va servir, però, per evitar els estralls causats per l'incendi de l'església el juliol del 1936 i el posterior trencament del sarcòfag, en el context de la Guerra Civil (figura 1).

Segons Francesc-Xavier Mingorance (Mingorance, 1999), el 1939, acabada la guerra, l'arquitecte Cèsar Martinell va fer-ne recollir els fragments i va fer una prova per valorar la possibilitat d'unir-los. Posteriorment, el 1942, va presentar un projecte de restauració del sepulcre, el qual no es va executar. Finalment, el 1952 l'arquitecte Alejandro Ferrant presentà un nou projecte de restauració, que sí que es va aprovar i executar. Els treballs els va dur a terme l'escultor madrileny Antonio Cruz Collado (Cruz Collado, 1954) amb la col·laboració de Fernando Pau. La intervenció va finalitzar el 1954.

3. El projecte de conservació-restauració

Cal comentar que aquest text s'ha preparat a partir del document titulat *Estudi i projecte de conservació-restauració del mausoleu de Bellpuig*, redactat per Pau Arroyo Casals, datat el gener del 2018. El treball es va dur a terme, a partir de l'encàrrec del Bisbat de Solsona, amb l'objectiu fonamental de conèixer l'estat de conservació del mausoleu per tal de determinar el tipus d'intervenció de conservació-restauració que caldria dur a terme per garantir-ne la preservació, i també per millorar la lectura de l'obra, cosa que ha de fer-ne més perceptibles els valors històrics, tècnics i artístics.



Figura 1. Estat del monument després de la destrucció soferta durant la Guerra Civil. Josep Gudiol Ricard, 1938-1939, © Fundació Institut Amatller d'Art Hispànic.

Així, doncs, el treball va consistir a estudiar els diversos aspectes relacionats amb la construcció i les posteriors vicissituds sofertes pel monument i a analitzar-ne la documentació fotogràfica antiga existent (específicament la conservada a l'Arxiu Mas i al fons Pont-Albiol). Igualment, es va dur a terme un reconeixement exhaustiu mitjançant l'anàlisi organolèptica de totes les superfícies de l'obra, cales prospectives, croquis acotats i cartografies. També es van analitzar mostres de diversos materials extrets del mausoleu.

És important comentar que va ser fonamental disposar dels aixecaments de totes les cares del monument a partir de les ortofotografies fetes per Jaime Salguero. Aquests aixecaments van servir de suport per localitzar, d'una manera precisa, tots aquells aspectes que es van considerar d'utilitat per redactar el projecte d'intervenció, com ara l'estereotomia i les formes d'alteració que mostra el mausoleu (figura 2). Fins i tot, la vista frontal del mausoleu va servir per demostrar la modulació usada per l'escultor en el moment de compondre'l, la qual es basa en la raó àuria.

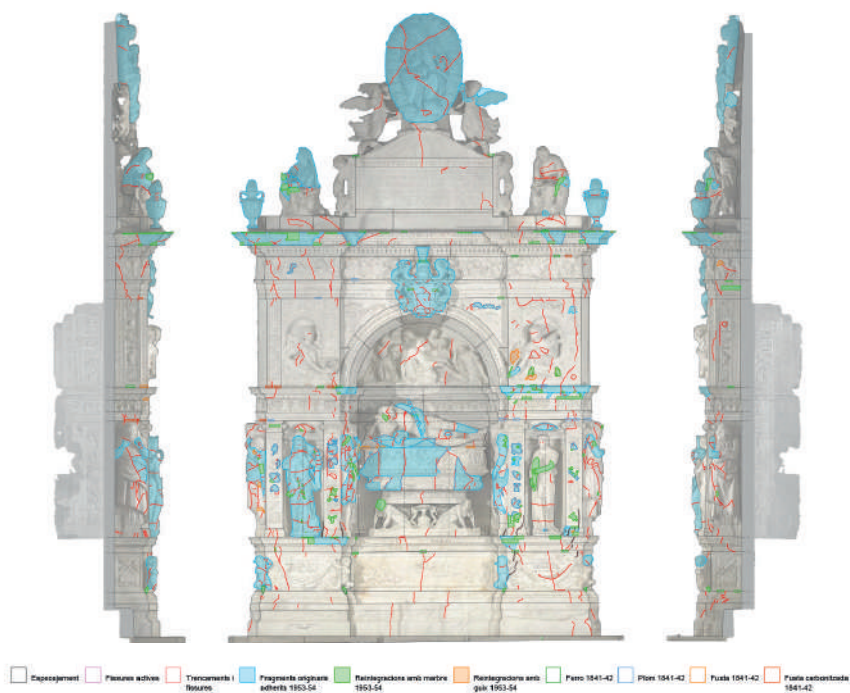


Figura 2. Cartografia de l'estereotomia, de les actuacions anteriors i dels deterioraments existents sobre una ortofotografia del monument. Jaime Salguero ortofotografia, Pau Arroyo i Oriol Martín cartografia, 2018.

4. Conclusions

L'estudi de la documentació escrita i gràfica ha permès obtenir un coneixement detallat de la vida del monument, la qual ha incidit específicament en el seu estat actual. Així, les operacions de desmuntatge, trasllat i remuntatge del mausoleu en el nou emplaçament van comportar una modificació de la concepció original de l'obra, tant pel que fa al sentit com a la manera de percebre-la. Però potser fou més important la modificació de caràcter estructural introduïda, ja que va obligar a complementar el mausoleu construint-hi un mur al revers.

El treball de camp ha fet possible contrastar moltes de les dades documentades, sobretot aquelles relacionades amb les intervencions dutes a terme després de la Guerra Civil per Cruz Collado, les quals s'han pogut identificar i cartografiar sobre els aixecaments. També ha servit per entendre el sistema constructiu de l'obra, formada per 182 peces de marbre perfectament tallades i encaixades, algunes de les quals, situades estratègicament, determinen l'estructura resistent del mausoleu.

Finalment, el treball ha servit per actualitzar els estudis d'Artigau i Porta relatius a les lesions que presenta el monument, concretament pel que fa a l'obertura de junts i a l'aparició de fissures i de taques causades per l'oxidació dels elements de ferro.

Bibliografia

ARTIGAU, Montserrat; PORTA, Eduard. «La conservació del mausoleu renaixentista de Ramon III Folc de Cardona, a Bellpuig d'Urgell». *Rescat* (Barcelona: Servei de Restauració del Béns Mobles), 11 (maig 2002), p. 3-4.

ARTIGAU, Montserrat; PORTA, Eduard. «Mausoleo de Ramón de Cardona en Bellpuig. Una joya desconocida». *Restauración & Rehabilitación* (Madrid: América Ibérica), 57 (octubre 2001), p. 64-69.

CRUZ COLLADO, Antonio. «La restauración del Panteón de Don Ramón Folch de Cardona». *El Heraldo de Urgel* (Bellpuig: Saladrígues), 56 (1954), p. 2-3.

GACETA DE MADRID. «Informes de la Reales Academias de Bellas Artes de San Fernando y de la Historia a que se refiere la Real Orden anterior». *Gaceta de Madrid*, núm. 339 (5 desembre 1925), p. 1271-1273.

MINGORANCE, Francesc-Xavier. «Un projecte de restauració del sepulcre de Ramon Folch de Cardona-Anglesola a Bellpuig». *Quaderns de "El Pregoner d'Urgell"* (Bellpuig: Saladrígues), 12 (1999), p. 10-12.

YEGUAS, Joan. *El mausoleu de Bellpuig. Història i art del Renaixement entre Nàpols i Catalunya*. Bellpuig: Saladrígues, 2009.

YEGUAS, Joan. «Sobre Beatriu Fernández de Córdoba (1523-1553) i la seva família». *Quaderns de "El Pregoner d'Urgell"* (Bellpuig: Saladrígues), 14 (2001), p. 69-80.

Modelatge 3D per a la documentació del suport de taules policromades

IRIS BAUTISTA MORENILLA

Conservadora-restauradora. Professora associada en conservació-restauració de la Universitat de Barcelona

ibautista@ub.edu

ANNA NUALART TORROJA

Conservadora-restauradora. Professora agregada en conservació-restauració de la Universitat de Barcelona

anualart@ub.edu

RESUM

L'ús del dibuix 3D en la documentació del suport de taules policromades permet representar-ne virtualment l'estructura i mostrar informació que es troba oculta sota la policromia i a l'interior del mateix suport, desglossar el suport en totes les seves parts i mostrar-ne o ocultar-ne algunes per visualitzar les solucions tecnològiques emprades en la seva confecció.

La descomposició virtual facilita la comprensió del sistema constructiu i en permet l'estudi i la comparació. El dibuix 3D també facilita la reconstrucció virtual del suport original sense haver d'intervenir directament sobre l'obra, part de la qual es pot haver perdut, modificat i/o falsejat al llarg dels anys.

ABSTRACT

3D drawing virtually represents the support structure of polychrome panels, and shows information that is hidden under the polychromy and inside the support itself. It allows the support to be displayed in all its parts, showing or hiding some of them to visualize the technological solutions used in their manufacture.

The virtual decomposition simplifies the understanding of the construction system and allows its study and comparison. 3D drawing also facilitates the virtual reconstruction of the support, without having to intervene directly on the artwork, part of which may have been lost, modified, and/or falsified over the years.

PARAULES CLAU: taula policromada, suport, sistema constructiu, dibuix 3D, documentació

1. Introducció

La reproducció de frontals i retaules a partir del dibuix en 3D com a mètode de documentació i estudi s'utilitza en una de les línies de recerca que es duu a terme al grup de recerca consolidat Conservació-Restauració del Patrimoni de la Universitat de Barcelona.

La tridimensionalitat del suport i les capes sobreposades que configuren les taules policromades fan que l'estructura del suport no sigui fàcil de veure, ni en conjunt ni en relació amb la superfície de policromia. L'observació completa de la superfície d'una taula es fa en dos moments diferents, per l'anvers i pel revers. Tanmateix, els objectes tridimensionals es comprenen quan es veuen en conjunt, i per visualitzar l'estructura interna d'una taula hauríem de desmuntar-la, reduir-ne les dimensions i dividir-la en totes les seves parts. Com que això és inviable, per entendre com està confeccionat el

suport d'una taula policromada cal recórrer a fer-ne una representació gràfica.

2. Objectius

Des de fa uns anys s'estudien de manera específica els suports de fusta de les obres del patrimoni amb la finalitat de posar-los en valor com a documents amb una importància històrica fonamental per a l'estudi de la tecnologia i l'execució material de les obres. L'objectiu principal del projecte és obtenir dades objectives del suport que contribueixin a datar les obres i determinar-ne l'autoria.

3. Metodologia

Actualment, la fotografia digital permet fer fotomuntatges que poden ser útils per comprendre l'estructura de taules de grans dimensions, però sense exactitud, ja que només presenten la visió exterior de la taula, sense mostrar-ne el volum ni el sistema constructiu.

La representació virtual en 3D del suport, mitjançant el dibuix assistit per ordinador¹, és fidel a la realitat i té per objectiu desglossar-lo en totes les parts que el constitueixen.

Aquesta representació, però, requereix un estudi exhaustiu previ. La presa d'amidaments i la utilització de les imatges que proporcionen les diferents radiacions electromagnètiques (llum natural, ultraviolada, infraroja i raigs X) és fonamental per comprendre les estructures de les taules policromades. Aquestes tècniques s'apliquen *in situ* i no cal que s'extreguin mostres. S'utilitzen equips mòbils com el microscopi digital de mà, amb temps breus d'operativitat, i els resultats són immediats: s'observa el nombre i la posició de les posts, la tipologia dels encaixos, els elements de reforç, l'aspecte macroscòpic de la fusta i les marques o incisions (Nualart Torroja *et al.*, 2014), i també es detecten

restes d'elements aplicats en superfície i inscripcions amb la modalitat de llum ultraviolada o infraroja.

D'altra banda, les imatges obtingudes de la resposta dels materials als raigs X permeten veure elements de l'estructura interna dels suports —per exemple, encaixos, claus, vetes, fissures, intervencions i afegits—, però en 2D i sense diferenciar l'anvers del revers.

4. Resultats

Per tant, l'observació detallada i la suma de recursos per a la documentació del suport n'acaba desxifrant l'estructura oculta i en permet la reconstrucció virtual com a sistema de documentació que engloba tota la informació parcial recollida prèviament.

El programari utilitzat permet reconstruir virtualment l'estructura del suport amb la forma que tenia en origen, part de la qual es pot haver perdut o modificat al llarg dels anys a causa de les condicions ambientals i els factors humans. Un cop fet el dibuix, es pot ocultar part de les peces, i així és possible mostrar les parts de l'estructura que són impossibles d'apreciar a simple vista, com ara els encaixos amb reforços interns (figura 1); de tot aquest procés se n'extreu una documentació molt valuosa.

5. Conclusions

La descomposició virtual de les parts del suport ajuda a comprendre el sistema de construcció de les estructures i en permet l'anàlisi i la comparació.

Els resultats d'aquesta línia d'estudi, que se centra en les taules policromades d'estil romànic i gòtic, han permès identificar i classificar les solucions tecnològiques dels suports segons l'estil artístic (Mascarella



Figura 1. Frontal d'altar d'Orellà. Representació en 3D de les parts que formen el suport de fusta. Semitransparència de les posts 1, 2, 5 i 7 del plafó central, unides amb encaix d'espiga. Semitransparència dels muntants del marc verticals, que permet veure l'encaix de caixa i dues espigues amb els muntants horitzontals. Iris Bautista, 2019.

Vilageliu, 2012; Bautista Morenilla, 2015). Aquesta classificació és una dada objectiva que cal tenir en compte, juntament amb l'estudi de la policromia, a l'hora de datar les obres i determinar-ne l'autoria (Bautista Morenilla i Nualart Torroja, 2016 i 2017b; Mascarella Vilageliu *et al.*, 2017 i 2018).

A més, l'obtenció de dades objectives comparables ha permès confirmar la unió de conjunts originals de frontals amb laterals d'altar que actualment es conserven com a peces aïllades. N'és un exemple el conjunt gòtic de sant Cristòfol de Toses (figura 2) (Bautista Morenilla i Nualart Torroja, 2017a i 2017b).



Figura 2. Recreació virtual en 3D del conjunt de Toses. Semitransparència del muntant vertical que comparteixen el frontal i el lateral dret per veure la posició dels encaixos de caixa i espiga. I visió policromada del conjunt. Iris Bautista, 2019.

Agraïments

Volem expressar el nostre agraïment a totes les institucions que van accedir a permetre'ns fer els estudis de les obres que custodien, i molt especialment entre elles al Museu Nacional d'Art de Catalunya i al Centre de Restauration et de Conservation du Patrimoine des Pyrénées-Orientales.

Bibliografia

BAUTISTA MORENILLA, Iris. *Del frontal d'altar al retaule primitiu. Anàlisi científica de l'evolució tecnològica dels suports de fusta del gòtic lineal català* [Tesi doctoral]. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2015.

BAUTISTA MORENILLA, Iris; NUALART TORROJA, Anna. «Frontal y laterales de altar de san Cristóbal de Toses. Confirmación del conjunto gótico mediante el estudio del soporte». *Archivo Español de Arte* (Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas), vol. 90, núm. 359 (2017a), p. 301-310.

BAUTISTA MORENILLA, Iris; NUALART TORROJA, Anna. «Estudi del suport dels laterals d'altar de Toses, Ribes i Montgrony. A l'entorn del Mestre de Soriguerola». *Quaderns del MEV* (Vic: Museu Episcopal de Vic), vol. VIII (2015-2016) (2017b), p. 113-124.

BAUTISTA MORENILLA, Iris; NUALART TORROJA, Anna. «Del frontal d'altar al retaule primitiu: evolució estructural dels suports de fusta». *Síntesi. Quaderns dels Seminaris de Besalú* (Besalú: Amics de Besalú i el seu Comptat. Centre d'Estudis), núm. 1, vol. 3 (2016), p. 81-94.

MASCARELLA VILAGELIU, Marina. *Els suports dels frontals d'altar romànics atribuïts als tallers de Vic i Ripoll. Documentació i estudi tècnic* [Tesi doctoral]. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2012.

MASCARELLA VILAGELIU, Marina; NUALART TORROJA, Anna. «Research on the technology behind the support structure of two Catalan Romanesque altar frontals». A: NEVIN, A; SAWICKI, M.; SEYMOUR, K. (eds.). *Heritage Wood: Research in Conservation in the 21st Century*. Berlin: Springer International Publishing AG, 2018, p. 101-113.

MASCARELLA VILAGELIU, Marina; NUALART TORROJA, Anna. «The Catalan romaneseque altar frontal with sculptural relief from Sant Pere de Ripoll, Spain». A: LITJENS, Stefanie; SEYMOUR, Kate (eds.). *Polychrome Sculpture: Decorative Practice and Artistic Tradition*. Vol. III. Tomar: International Council Of Museums - Committee for Conservation, 2017, p. 145-146.

NUALART TORROJA, Anna; MASCARELLA VILAGELIU, Marina; BAUTISTA MORENILLA, Iris. «Frontals d'altar medievals: marques d'eina a la fusta

i tecnologia de construcció del suport». A: UNIVERSITAT DE BARCELONA. FACULTAT DE BELLES ARTS. SECCIÓ DE CONSERVACIÓ-RESTAURACIÓ. *La Recerca en conservació des de la visió del C-R II. Setmana de la Ciència. Barcelona 20 i 21 de novembre de 2014*. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2014, p. 29-36.

Notes

1. El programari CAD escollit per dibuixar l'estructura de suport de les taules és Rhinoceros®. Aquesta aplicació permet crear, editar i analitzar corbes, superfícies i sòlids de forma precisa i intuïtiva (Mc-Neel®).

Protocol de registre, documentació i difusió en un taller privat

BERTA BLASI ROIG

Conservadora-restauradora i documentalista. BBlasi - conservació i restauració

taller@bertablasi.com

RESUM

La visió romàntica de la restauració dista molt de la realitat quotidiana, al menys en un taller privat. Documentar exhaustivament el volum de tasques alienes al propi procés d'intervenció pot arribar a provocar una sensació de descontrol, apatia i abandonament de la documentació rellevant per a memòries o informes. Aquest article exposa l'estructuració de la documentació relacionada amb la intervenció d'una peça en un taller privat de conservació-restauració de document gràfic.

ABSTRACT

Restoration is often seen as a romantic discipline, a perception that is far away from reality, at least in a private workshop. Exhaustive reporting of the restoration works carried out involves a sheer amount of tasks unrelated to the intervention process itself, which can lead to a lack of control of the business, apathy, and neglect of the essential process of documentation. This article lays out the organization of the documentation related to an object intervention in an independent studio of conservation of works on paper.

PARAULES CLAU: gestió, documentació, registre, protocol, emprenedoria

1. Introducció

La visió més romàntica de la professió evoca la restauradora amb una lupa i un pinzell als dits. Però aviat s'aprèn que el procés d'intervenció de qualsevol bé cultural es veu reflectit en la documentació generada (ECCO, 2003) des que se'n fa un pressupost fins que es retorna al responsable de custòdia.

Un cop restaurada i retornada, una peça pot deteriorar-se per diversos factors (ambientals, biològics, etc.), però la documentació és el testimoni que evidencia la qualitat de la feina feta, i justifica i explica els processos duts a terme. Si no tenim en compte modificacions deliberades, és el més inalterable.

Quan es desenvolupa la carrera en l'àmbit públic, el flux de documentació ve predefinit amb un procediment intern protocol·litzat que se segueix estrictament. En l'àmbit privat, la gestió, la documentació i la difusió estan per definir i poden fer-se molt feixugues.

Amb la finalitat de proporcionar una possible pauta i facilitar el procés a d'altres professionals, exposem el protocol que apliquem des de la primera visita fins que retornem la peça.

2. Metodologia

La memòria d'intervenció és el reflex exhaustiu de l'estat de la peça abans d'intervenir, del tractament que s'hi aplicarà i del resultat final però, tant abans com després d'elaborar-la, es genera documentació addicional que no hi queda reflectida, que caldrà classificar i que comporta una important inversió de temps.

Diferenciem quatre fases: de gestió, d'abans, de durant i de després de la intervenció. Cadascuna té les tasques i documents associats següents (figura 1):

1. Gestions prèvies

- 1.1. Visita a la peça, amb documentació visual bàsica.
- 1.2. Obertura d'expedient [2020001_NOMCLIENT_nompeça]: crea una carpeta amb el número de registre, format per l'any i un número correlatiu. S'afegeix el nom del client i el títol de la peça al nom del fitxer. Aquesta carpeta contindrà:
 - 1.2.1. el pressupost
 - 1.2.2. la documentació relacionada (adjudicacions, assegurances, etc.)
 - 1.2.3. les subcarpetes «Abans», «Durant» i «Després», amb fotografies
 - 1.2.4. la memòria.
- 1.3. Elaboració del pressupost [P-2020001_NOMCLIENT_nompeça.odt/pdf]: el fitxer tindrà com a nom el número de registre de l'expedient amb una P davant. Si hi ha múltiples peces, s'hi afegeix un número o una lletra.

2. Abans de la intervenció

- 2.1. Impressió de la taula de treball (figura 2): es genera tan bon punt s'aprova el pressupost. Té com a objectius facilitar l'exhaustivitat en la redacció de la memòria (ja que és un document de suport on es registren els processos i materials) i controlar la dedicació d'hores per procés. Es divideix en tres parts:
 - 2.1.1. una amb informació rellevant d'identificació, dates d'entrada, inici i finalització, o caselles de fotografies i anàlisis
 - 2.1.2. una taula amb quatre columnes: 1) intervencions previstes; 2) materials i tècniques a emprar per la restauradora; 3) hores previstes; 4) hores destinades
 - 2.1.3. una fitxa de patologies, que facilita la redacció de l'examen organolèptic.

- 2.2. Redacció de l'examen organolèptic: permet comprendre la peça en profunditat i determina quines imatges són rellevants per tal que l'estat de conservació quedi ben reflectit visualment.
 - 2.3. Documentació visual exhaustiva: fotografies fetes al plató, incloent-hi el número de registre, l'escala i la carta de colors. Si es tracta de peces en dues dimensions, se'n fotografia, com a mínim, l'anvers i el revers (si és rellevant, amb llum rasant); en el cas d'enquadernacions, se segueix un ordre preestablert: cobertes, llom i talls, portada i guardes. Les fotografies de detall es basen en el coneixement adquirit durant l'anàlisi organolèptica.
 - 2.4. Realització d'anàlisis: algunes es poden dur a terme al taller (pH, conductivitat, solubilitat, UV, etc.); d'altres s'externalitzen. Les primeres seran més àgils i les segones comportaran més gestió.
3. Durant la intervenció
 - 3.1. Documentació visual del procés de restauració.
 - 3.2. Emplenat exhaustiu de la taula de treball.
 - 3.3. Difusió durant el procés: tant de les peces com dels processos, tenint present el dret d'explotació (Macías Castillo, 2008).
4. Després de la intervenció
 - 4.1. Documentació visual després del tractament, seguint les pautes del punt 2.3.
 - 4.2. Selecció, edició de fotografies i maquetació d'imatges [consolidacio_2020001.raw/jpg] d'abans, durant i després de la intervenció, ajustant-ne la mida i la resolució. S'inclou una paraula clau al nom del fitxer per facilitar-ne la recuperació. S'inclouen a la memòria.
 - 4.3. Redacció de la memòria [M-2020001_NOMCLIENT_nom-peça.odt/pdf]: partint de les anotacions de la taula de treball, es redacten els processos. La memòria té un usuari final que no sempre és expert en la matèria; així doncs, es procura faci-

litar-ne la comprensió utilitzant llenguatge divulgatiu i es fa constar a peu de pàgina les dades tècniques, com ara productes o proporcions.

- 4.4. Difusió: la memòria i les fotografies editades nodreixen el contingut de la pàgina web, que a la vegada alimenta altres vies de difusió considerades satèl·lits (Blasi Roig, 2011):
 - 4.4.1. a l'apartat de projectes de la web s'hi publiquen els més destacats, sia per la rellevància de la peça o per la metodologia emprada
 - 4.4.2. al bloc, s'hi fa difusió dels materials i les tècniques apreses durant els processos d'intervenció, ja que des de l'inici s'ha apostat per difondre els esforços d'investigació que es fan per a determinades peces i se'n publiquen les conclusions per tal de facilitar el dia a dia d'altres professionals.
- 4.5. Impressió i signatura del document de retorn de peça: és de vital importància, perquè deixa constància que s'ha retornat la peça al propietari. Inclou un paràgraf on es reconeix la conformitat amb les actuacions realitzades, així com amb els resultats obtinguts.
- 4.6. Facturació [F-2020001001_NOMCLIENT_nompeça.pdf]: analògica o electrònica, té numeració pròpia formada per l'any d'emissió, el mes i un número correlatiu.
- 4.7. Emissió i signatura del document de protecció de dades (Llei orgànica 3/2018, Reglament (UE) núm. 2016/679).

3. Conclusions

Estandarditzar els processos en un taller privat és tan important com fer-ho en una institució pública. La sistematització ajuda a generar els documents i a classificar-los, i fa més eficients les hores que hom hi dedica.

Quan es desenvolupa la carrera professional en l'àmbit privat, el client no sempre té el mateix grau d'exigència, i fins i tot dins les instituci-

ons públiques hi ha divergències malgrat el codi ètic de la professió. Per això, l'exhaustivitat en la documentació en un taller privat és una decisió empresarial, professional i de compromís adoptat envers la professió.



Figura 1. Flux de tasques i documents generats. Berta Blasi, 2020.



Document de treball per a P-2020001		
Procedència: <u>Client particular</u>		
Data d'entrada: <u>01 / 01 / 20</u>		
Nom de la peça: <u>Ars inventiva veritatis</u>		
Restauradora: <u>Berta Blasi</u>		
Data d'inici: <u>20 / 01 / 20</u>		Data final: <u> / / </u> HD: <u>-1h</u>
☒ Fotografies abans	☐ Fotografies després	HP: <u>24h30</u>
☒ Mides <u>295 x 220 x 50</u>	☒ pH <u>5</u>	HR: <u>23h30</u>
☒ Examen organolèptic previ	☐ Memòria final	
☒ Vermell: <u>no soluble</u>		

Procés + tècnica + material	HP	Hores reals
Numerat i desmuntat de l'enquadernació - Llapis de grafit - Tisores, bisturi - -	1.5h	1h + 30'
Neteja mecànica en sec - Paletina de pel fi - Aspirador amb filtres HEPA - Esponja de fum - Bisturi -	2h	1h
Neteja humida - Immersió H ₂ O: 2 x 15' - Desacidificació: hidròxid càlcic 8pH - Reaprest: engrut midó de blat en humit - Assecat reemay + tint + pes Heuger -	4h	5h30
Consolidació d'estrips i llacunes - Engrut de midó de blat - Ohban bunkamiso (múltiples capes) - Pes Heuger reemay + tint -	16h	8h + 3h + 3h30'
Re-enquadernació - Cosit seguit - Nervis i ànima capçada: badana - Fil vegetal de lli, agulla - Ohban bunkamiso reforç llom - Eng: Cartró Premier blanc/beix	1h	1h

Figura 2. Primera part de la taula de treball. Berta Blasi, 2020.

Bibliografia

BLASI ROIG, Berta. «Internet y redes sociales aplicadas a difundir la conservación y la restauración de patrimonio documental». A: UNIVERSIDAD DE GRANADA. *XVIII Congreso Internacional Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Granada 9-11 de noviembre de 2011*. Granada: Universidad de Granada, 2011, p. 271-274.

EUROPEAN CONFEDERATION OF CONSERVATOR-RESTORERS' ORGANISATIONS. *ECCO Professional Guidelines (II): Code of Ethics* [en línia]. <http://www.ecco-eu.org/fileadmin/user_upload/ECCO_professional_guidelines_II.pdf> [Consulta: 29 d'abril de 2020].

Llei orgànica 3/2018, del 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals. *Boletín Oficial del Estado* (Madrid: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado), 6 de desembre de 2018, núm. 294, p. 68. També disponible en línia a: <https://www.boe.es/boe_catalan/dias/2018/12/06/pdfs/BOE-A-2018-16673-C.pdf> [Consulta: 6 maig 2020].

MACÍAS CASTILLO, Agustín; HERNÁNDEZ ROBLEDO, Miguel Ángel (coords.). *El derecho de autor y las nuevas tecnologías: reflexiones sobre la reciente reforma de la Ley de Propiedad Intelectual*. Madrid: La Ley, 2008.

Reglament (UE) 2016/679 del Parlament Europeu i del Consell, de 27 d'abril de 2016, relatiu a la protecció de les persones físiques en el que respecte al tractament de dades personals i a la lliure circulació d'aquestes dades i pel que es deroga al Directiva 95/46/CE (Reglament general de protecció de dades). *Diari Oficial de la Unió Europea* (Luxemburg: Oficina de Publicacions Oficials de la Unió Europea), 27 d'abril de 2016, p. 88. També disponible en línia a: <<https://www.boe.es/doue/2016/119/L00001-00088.pdf>> [Consulta: 6 maig 2020].

Uso de rayos X y tomografía computerizada para la documentación y estudio del sistema constructivo del Cristo articulado de Almazora (Castellón)

M^a ANTONIA BODÍ SEPÚLVEDA

Conservadora-restauradora. Servei de Restauració de la Diputació de Castelló

mbodi@dipcas.es

DAVID JUANES BARBER

Técnico superior de estudios físicos. Institut Valencià de Conservació, Restauració i Investigació

juanes_dav@gva.es

M^a PILAR JUÁREZ SÁNCHEZ

Conservadora-restauradora. Servei de Restauració de la Diputació de Castelló

pjuarez@dipcas.es

OLGA M^a MEDINA LORENTE

Conservadora-restauradora. Convenio restauración Diputación de Castellón y Obispado Segorbe-Castellón

olmediloren@gmail.com

MANUEL MORAGUES SANTACREU

Conservador-restaurador. Convenio restauración Diputación de Castellón y Obispado Segorbe-Castellón

noloragues@hotmail.com

RESUMEN

Este póster pretende dar a conocer la importancia de los registros de los rayos X y la tomografía computerizada en escultura policroma para documentar y estudiar la estructura interna y el estado de conservación de la pieza. En este caso concreto, resulta imprescindible este estudio debido a que se trata de un Cristo articulado y que sus deterioros son fruto del uso devocional como Cristo crucificado y Cristo yacente durante el acto del descendimiento. Para diseñar una propuesta de intervención de restauración satisfactoria, es necesario identificar la estructura interna y la técnica de ensamblaje de las diversas partes de la escultura.

ABSTRACT

This poster aims to report the importance of X-ray records and computerized tomography in polychrome sculptures to document and study the internal structure and conditions of the piece. In this specific case, this study is essential because it is about an articulated Christ whose deterioration has been originated by its devotional use as crucified Christ and lying Christ during the act of the Descent. To design a proposal for a successful restoration intervention, it is necessary to identify the internal and technical structure assembly of the different parts of the sculpture.

PALABRAS CLAVE: escultura, sistema constructivo, rayos X, tomografía computerizada

1. Introducción

El Departamento de Conservación y Restauración de Escultura Policromada perteneciente al Servicio de Restauración de la Diputación de Castellón ha desarrollado, desde hace más de 15 años, un proto-

colo de actuación de documentación y registro para la preservación y estudio del patrimonio escultórico. Dentro de los estudios previos de las obras, destaca el empleo de un equipo médico de rayos X (RX) Siemens AXION Iconos R 200) y un equipo de tomografía computerizada (TC) de uso médico, Siemens Somatom Definition Flash, ubicado en el Consorcio Hospitalario Provincial de Castellón. Los registros obtenidos se enmarcan en los estudios previos y, junto con el estudio fotográfico de las obras, constituyen una importante fuente de información sobre la escultura. El registro fotográfico incluye fotos iniciales, de proceso y finales generales y de detalle. Aparte de las fotografías con luz natural, se suelen tomar fotografías con luz ultravioleta con la intención de documentar el estado de conservación y las alteraciones de los elementos constituyentes.

2. Estudio y discusión

El caso particular que aquí se expone es el del Cristo articulado del escultor Julio Pascual Fuster, perteneciente a la iglesia de la Natividad de Almazora (Castellón). Se trata de una obra del siglo xx ejecutada con una técnica constructiva común en la posguerra, pero con un sistema articulado en los hombros que la convierte en una de las pocas obras que se conservan en la provincia con estas características. Debido a su uso devocional (se utiliza como Cristo yacente y como Cristo crucificado), la obra presentaba una serie de deterioros, especialmente en la zona mecanizada localizada en las axilas del Cristo, realizadas en cuero policromado para permitir su flexión y extensión. El objetivo principal de la utilización de RX y TC ha sido profundizar en el conocimiento y estudiar el sistema constructivo de la obra y, sobre todo, el sistema de articulación de los hombros, ya que por medio de dichas técnicas es posible conocer de forma más precisa la estructura interna de la figura y los materiales que la componen.

La toma de RX y TC se llevó a cabo en las dependencias del Consorcio Hospitalario Provincial de Castellón con la ayuda del personal del

Parque Móvil para trasladar la pieza desde el laboratorio de restauración hasta el centro hospitalario.

Mediante el estudio de las imágenes de RX podemos verificar que el Cristo articulado de Almazora está elaborado mediante el encolado de listones de madera y reforzado con numerosos clavos, lo que crea un armazón de madera a modo de embón madre. La parte central del tórax está vaciada con gubias, tal como podemos observar en las imágenes de RX, con la finalidad de aligerar peso y evitar movimientos del soporte leñoso (figura 1). Esta técnica constructiva es la misma que utiliza Pascual Amorós (maestro de Fuster) en la Inmaculada de Sant Joan de Moró restaurada en el Servicio de Restauración provincial, de la que se tienen registros de RX y TC. Gracias a los datos obtenidos en ambas obras, podemos corroborar que utilizan la misma técnica constructiva. Los problemas que presentan son similares y consisten básicamente en el movimiento de los listones de madera y la oxidación de los clavos, que produce levantamientos de las capas de preparación y policromías.

Por otro lado, gracias a los registros obtenidos con la TC practicada al Cristo articulado de Almazora se ha podido identificar el tipo de articulación de los brazos, y se ha verificado que el sistema de articu-



Figura 1. Imagen de RX donde se aprecian, aparte de una gran cantidad de clavos, las marcas de vaciado con gubia (indicadas con la flecha). Institut Valencià de Conservació Restauració i Investigació, 2019.

lación de este Cristo es similar al de fosa y bola, combinado con el sistema de galleta. El primero consiste en un orificio en el interior de la axila en el que encaja el brazo, cuya terminación presenta una forma redonda a modo de bola. La bola que une el brazo al torso en este caso utiliza el sistema llamado *de galleta*, ya que dicha

bola tiene una hendidura central que permite encastrar un cilindro de madera cuya zona de unión encaja en la hendidura de la bola (figura 2). Cuando se extiende el brazo, el cilindro de madera penetra en la fosa situada en el torso, lo que permite el movimiento. Este sistema de articulación mixto se presenta cubierto por piel encurtida policromada y claveteada con tachuelas en el perímetro de unión del cuero con la madera de la escultura.

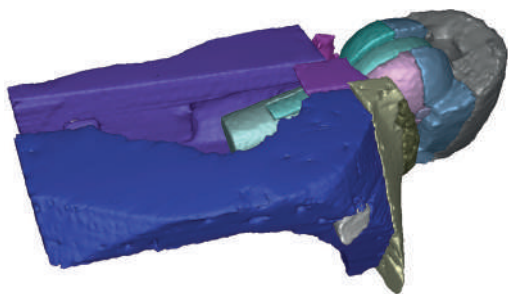


Figura 2. Imagen de TC con segmentaciones del sistema de articulación. Los colores indican el número de piezas que lo componen. Institut Valencià de Conservació Restauració i Investigació, 2019.

3. Conclusiones

La aplicación de estas tecnologías proporciona una mejor documentación de la pieza, lo cual nos permite realizar estudios comparativos con otras obras de características similares (Pachón Acero, 2017), especialmente con los sistemas articulados en Cristos de descendimientos (Fernández González, 2012).

Los estudios previos, análisis científicos y registros de las piezas son una fuente de información de vital importancia para el estudio, la investigación y la posterior restauración de las obras de arte. La información generada nos permite documentar los sistemas constructivos

de las esculturas y crear una base de datos con información de las técnicas de ejecución de diferentes épocas, escultores, regiones, etc.

Bibliografía

FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, Ruth. *Sistemas de articulación en Cristos del Descendimiento* [Trabajo final de máster]. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2012.

PACHÓN ACERO, Yolanda. *Caracterización técnica de la escultura policromada en la Nueva Granada*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia, 2017.

Gestión de la documentación generada en la conservación-restauración del documento gráfico y aplicación de nuevas tecnologías en dos casos prácticos

MARÍA DOLORES DÍAZ DE MIRANDA MACÍAS

Conservadora-restauradora. Taller-laboratorio de restauración de documento gráfico, Fundación Casa Ducal de Medinaceli
diazdemiranda@fundacionmedinaceli.org

RESUMEN

Presentamos, en primer lugar, la creación de una base de datos que cumple la doble función de elemento descriptivo a nivel archivístico y de documento de conservación-restauración. En segundo lugar, exponemos la utilización de nuevas técnicas restauradoras: la determinación de la especie animal del pergamino por medio de la espectrometría de masas (MALDI-TOF) y la reconstrucción virtual en 3D de las encuadernaciones restauradas.

ABSTRACT

We present, first of all, the creation of a database that fulfils the double function of a descriptive element at an archival level and of a conservation-restoration document. Secondly, we show the use of new restorative techniques: the determination of the animal species of the

parchment by means of mass spectrometry (MALDI-TOF), and the virtual reconstruction in 3D of the restored bindings.

PALABRAS CLAVE: conservación, restauración, base de datos, encuadernación, documento gráfico

1. Introducción

La documentación de nuestras intervenciones toma formas muy diversas en función de múltiples factores. Presentamos dos casos prácticos que permiten comprender esta diversidad. Las obras pertenecen a instituciones privadas que no tienen informatizados sus fondos, y se inscriben como intervenciones hechas por restauradores autónomos. Ni la documentación generada durante la intervención ni su gestión han estado sometidas a ningún protocolo de la institución propietaria, sino que ambas son fruto de la propia iniciativa del restaurador.

2. Casos prácticos

El primer grupo de documentos restaurados pertenece al fondo denominado *Cartas de profesión* del archivo del monasterio de Sant Pere de les Puel·les de Barcelona; está formado por poco más de 400 documentos datados entre 1142 y 2018, que testifican la vinculación de las monjas a la vida monástica y que permiten reconstruir la genealogía del monasterio. Algunos incluyen motivos heráldicos que relacionan a las monjas con su estirpe familiar, lo que permite seguir a través de ellos la evolución de los distintos estilos decorativos empleados.

El registro de estos documentos se basaba en un sencillo listado mecanografiado con la signatura, el nombre de la monja y la fecha de emisión. Al documentar la intervención consideramos necesario solventar las lagunas de carácter archivístico, para lo cual creamos una base de

datos que recogiera sus características archivístico-documentales, el estado de conservación, el proceso de conservación-restauración y las medidas preventivas. La finalidad de esta base de datos era disponer de una única herramienta que ofreciera la informatización archivística y garantizara la correcta descripción del proceso de conservación-restauración, además de facilitar el acceso a usuarios e investigadores.

La base de datos tiene cuatro pestañas, está confeccionada en Access y permite la migración de los datos a otros sistemas, ya que se puede exportar a una tabla Excel. Los campos de la base de datos son muy específicos, puesto que responden a las características propias de los documentos intervenidos, y no al conjunto de la documentación de la institución a la que pertenecen, pues dicha institución no cuenta con ningún protocolo de conservación-restauración.

La primera pestaña contiene los datos documentales, incluye una fotografía del documento y diversos campos con las características del soporte y de las técnicas empleadas, entre otros. Para los elementos descriptivos del documento hemos seguido la Norma de Descripción Archivística de Cataluña (NODAC) (Bernal Cercós *et al.*, 2007).

En la segunda pestaña se describen los elementos sustentados: tintas y elementos decorativos, con una fotografía de algún detalle (figura. 1).

La tercera pestaña, que refleja el estado de conservación, se divide en tres apartados: soporte, tintas y pigmentos. El soporte consta de seis secciones: agentes externos, pérdidas, manchas, consistencia, decoloración y restauraciones anteriores.

La cuarta pestaña describe el proceso de restauración: recoge los resultados de los análisis de estabilidad de tintas y de los elementos pictóricos; el pH del soporte; el proceso de limpieza y desacidificación; la hidratación y alisamiento; la solución de desgarros, roturas y zonas perdidas; el análisis de las tintas y pigmentos; el proceso de consolidación de tintas y capas pictóricas; las técnicas de reintegra-

Base de Datos de Restauraciones

Datos Generales

Elementos Sustentados

Estado de Conservación

Restauración

Texto:

Tinta Metalizada

Decoración:

Letra capital decorada con motivos vegetales, enmarcada. Olla en plateado con motivos vegetales. Escudo decorado

Plumilla

Tinta

Temporera

Purpurina

Oro

Otros:

Plata

Registro:

Tinta China Azul y Negra

Tintas Temporeras:

Si

Imagen Detalle:

64r_ escudo

Observaciones, Características del Escudo:

Ovalado, de azul con tres fajas jaqueadas de gules y oro en dos órdenes. Tiene fillos de gules

Registro:

16

de 16

Base de Datos de Restauraciones

Datos Generales

Elementos Sustentados

Estado de Conservación

Restauración

Estabilidad de las tintas y elementos pictóricos:

Estables en ambiente saturado de humedad al 99%. Hay pigmentos inestables en agua al 100% inestabilidad pigmento

PH del soporte:

Limpieza mecánica con:

Brochas y goma de borrar blanda

Limpieza en húmedo con:

Otras (limpiezas):

Eliminación arandelas metálicas

Desacidificación:

PH Obstruido:

Hidratación en cámara de humidificación:

Grado de 81,3%-85% HR

Temperatura en cámara de humidificación:

30°C

Tiempo en cámara de humidificación:

6 horas

Hidratación local:

Por masaje en zonas de pliegues y arrugas resistentes. Agua y alcohol (1:1), por el reverso.

Alineado y estabilización higroscópica:

Entre secantes, en prensa manual, con almohadillado entre secante y secante. Cambio de secantes a la hora. Cambio de secantes a las 24 horas y se pone bajo el peso de peras. Cambio de secantes a la semana y vino. Cambio de secantes a los 15 días, al mes y a los 2 meses.

Solución de Desgarros y Cortes:

Solución de Pérdidas:

Otras (soluciones):

Análisis de Tintas y Pigmentos:

Consolidación de Tintas:

Consolidación de la capa pictórica. Zona que se consolida:

Cela de estallido al 5% aplicada por pincelación. Humedada antes el pengamino con etanol. Se repitió dos veces

Consolidación de la capa pictórica. Otros detalles:

Reintegración de la capa pictórica. Zona que se reintegra:

Reintegración de la capa pictórica. Técnica empleada:

Sistema de conservación:

Carpetas de soporte neutro y passe-partout. Soportes: cartón microperforado con recubrimiento de cartulina. Grosor: 1,8 mm, resistente al envejecimiento según la norma DIN ISO 9706. Passe-partout: cartón contraplastado M1 Teletex (Canson) con algodón 60%, libre de ácido. Colón Star de Iva, última blanca. Espesor: 1,8 mm. Montaje: tira de montaje de Mylar sobre cartón neutro. Cubierta anterior: cartulina de archivo. Espesor: 0,35 mm. Gramaje: 330 g/m².

Fotografías proceso restauración:

Nº 25-10, 32-64

Antes restaurar. Durante restauración (con lupa)

Registro:

16

de 16

Figura 1. Base de datos, pestañas 2 y 4: «Elementos sustentados» y «Restauración». Díaz de Miranda, 2009.

308

ción; el sistema de conservación preventiva, y, por último, la relación de fotografías hechas durante la restauración, que están codificadas alfanuméricamente atendiendo a su signatura y a la fase del proceso de restauración.

Para elaborar la tercera pestaña y la cuarta hicimos primero un protocolo, que fuimos ajustando hasta poder reflejar en la base de datos los campos específicos de los elementos que aparecían habitualmente. Además, en cada sección dejamos un campo abierto para introducir las características ocasionales de algunos documentos.

Del proceso de restauración destacamos las técnicas fotográficas utilizadas durante el diagnóstico y el seguimiento de la intervención. Con un objetivo macro tomamos fotografías con luz directa, rasante y transmitida. En algunos casos la imagen se tomó a través de una lupa binocular de tres aumentos y en otros se usó un microscopio USB de 40-200 aumentos, que permitió también grabar el proceso de consolidación de las capas pictóricas. Dicha consolidación, tras un minucioso y contrastado estudio, se hizo con cola de esturión, con gelatina o con Klucel G, según los casos.

Por lo que respecta a la conservación preventiva, estudiamos las condiciones medioambientales del archivo que alberga estos documentos, señalamos los aspectos que se debían corregir y para cada uno abrimos una carpeta de conservación con una ventana *passe-partout*. Para facilitar la consulta y la difusión de las imágenes, las guardamos en tres formatos diferentes: TIFF, JPG y PDF.

El segundo grupo de documentos deriva de la restauración de 20 cantorales del fondo de cantorales de canto llano de la catedral de Toledo, uno de los más importantes y completos de la península ibérica. La documentación generada se recogió en un amplio protocolo de dos volúmenes y se digitalizó cada cantoral. En este caso no creamos una base de datos, pues el estudio de esta colección está sin acabar (Noon, sf.) y es de tal complejidad que requiere la concurrencia de musicólogos.

La aportación más importante, e inédita por ahora, de nuestra intervención fue la identificación y el estudio de las estructuras constructivas de las tapas de las encuadernaciones. Primero, dibujamos a mano los esquemas constructivos y después, utilizando un programa de AutoCAD, hicimos los esquemas en 2D y en 3D, que permiten la visualización tridimensional de las distintas piezas que forman las tapas de la encuadernación y de los ensamblajes entre ellas. En esta publicación solo podemos incluir una imagen (figura 2); sin embargo, recientemente se ha publicado un estudio más completo (Díaz de Miranda Macías y Díaz de Miranda Fernández de Molina, 2019) y estamos preparando un vídeo divulgativo.

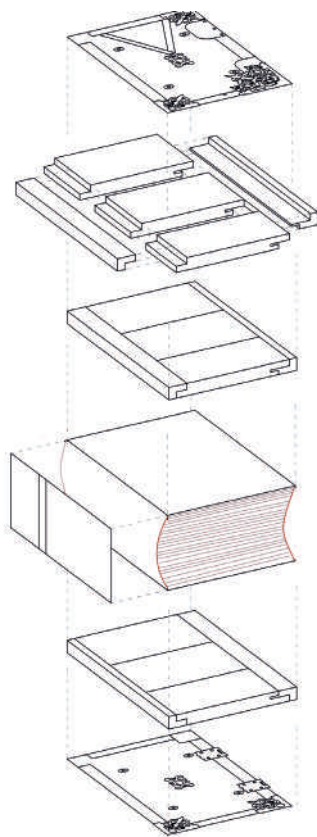


Figura 2. Cantoral 19.7. Esquema constructivo. Díaz de Miranda, 2019.

En los dos grupos de documentos intervenidos, a través de un convenio de colaboración con el Departamento de Arqueología y el BioArCh Institute de la Universidad de York, se determinó, con la técnica de espectrometría de masas MALDI-TOF, *Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization/Time-Of-Flight* (Fiddymment *et al.*, 2015), que la especie animal de los pergaminos era mayoritariamente la oveja.

3. Conclusiones

Proponemos que la documentación generada en el proceso de restauración se vincule a la información archivística, bibliotecaria, etc. que exista sobre la obra restaurada, y creemos que el mejor modo de presentarla es mediante una base de datos conjunta, a la que puedan tener acceso los usuarios. En este sentido, el archivo de la Fundación Casa Ducal de Medinaceli, institución en la que actualmente trabajo, está comenzado a incorporar en su base de datos archivística el protocolo de intervención que generamos de cada obra en el taller-laboratorio de restauración.

El sistema de reconstrucción 3D aplicado a las encuadernaciones es insólito en este tipo de estudios y logra dar respuesta al porqué y el para qué del uso de los diversos sistemas constructivos empleados en cada encuadernación.

La participación en convenios internacionales de investigación es una herramienta eficaz y necesaria que incorpora el trabajo de «pequeñas» instituciones o de los autónomos en favor de grandes proyectos de investigación.

Bibliografía

BERNAL CERCÓS, Àngels; MAGRINYÀ RULL, Anna; PLANES ALBETS, Ramon (eds.). *Norma de Descripció Archivística de Catalunya (NODAC)* 2007. Barcelona: Departament de Cultura i Mitjans de Comunicació, 2007.

DÍAZ DE MIRANDA MACÍAS, M^a Dolores; DÍAZ DE MIRANDA FERNÁNDEZ DE MOLINA, Felipe. «Catedral de Toledo características, estructura constructiva y reconstrucción virtual de la encuadernación de diez cantoriales, s. XVI-XVIII». *Titivillus. Revista internacional sobre el libro antiguo* (Zaragoza: Universidad de Zaragoza), 5 (2019), p. 139-163.

FIDDYMENT, Sarah [*et al.*]. «Animal Origin of 13th-Century Uterine Vellum Revealed Using Noninvasive Peptide Fingerprinting». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (Washington: National Academy of Sciences), vol. 122, núm. 49, (8 diciembre 2015), p. 15066-15071.

NOONE, Michael. *Toledo Cathedral's Plain song Choirbooks: A Preliminary catalogue* [Informe]. Toledo: Archivo Capitular de la Catedral de Toledo.

La realidad virtual como herramienta de registro, difusión y conservación del patrimonio industrial: el caso de la Aduana Marítima en Progreso de Castro, Yucatán

EMILIO DE JESÚS FERNÁNDEZ GAMBOA

Arquitecto, independiente

emiliofdez1789@gmail.com

RESUMEN

Ante la acelerada pérdida del patrimonio industrial, el conservador debe implementar nuevas metodologías que incorporen avances tecnológicos para su registro, catalogación y difusión. El público actual constituye un reto para la conservación por su búsqueda de nuevas experiencias mediante medios digitales que permitan una mayor interacción con la cultura y el patrimonio.

ABSTRACT

In the face of the accelerated loss of industrial heritage, curators must implement new methodologies that incorporate technological advances for its registration, cataloguing and dissemination. Today's audiences are a greater challenge to conservation by seeking new experiences through digital means that allow greater interaction with culture and heritage.

PALABRAS CLAVE: patrimonio, gestión, Aduana Marítima, 3D, realidad virtual

1. Introducción

Ubicada en el sureste mexicano, la ciudad de Progreso de Castro presenta un grave problema por la pérdida de identidad y de sus bienes patrimoniales. Siendo la ciudad más joven de Yucatán, fundada en 1870, sus pobladores la consideran un espacio con nulo valor histórico, pensamiento a menudo reforzado por políticas gubernamentales que generan dinámicas de desarraigo, y que aceleran la pérdida del patrimonio y aminoran la cohesión social.

Progreso de Castro fue fundamental durante el desarrollo de la industria henequenera, para la que fue el principal puerto comercial; sin embargo, no existen espacios que conmemoren su relevancia histórica.

Las mejoras en la infraestructura portuaria para el turismo de cruceros evidencian la necesidad de servicios y espacios para los visitantes; por ello, el patrimonio se constituye como un posible medio de fortalecimiento de la cohesión social y la identidad colectiva.

2. La situación del patrimonio edificado

Persisten en la ciudad diversos inmuebles de valor patrimonial con características arquitectónicas excepcionales, resultado del intercambio cultural que tuvo lugar de 1890 a 1910 por las exportaciones e importaciones hacia La Habana, Nueva Orleans, Baltimore, Nueva York, Londres, Liverpool, Le Havre, Burdeos, Santander, Bilbao, Cádiz, Málaga y Barcelona (Trujillo, 2005, p. 10). Sin embargo, ningún órgano oficial local, regional o nacional dispone de un inventario o catálogo de dichos inmuebles; tampoco existe una declaratoria para

protegerlos. Debido a la carencia de fundamentos legales, en 2014 una cadena de tiendas de autoservicio demolió parcialmente la Casa Escalante. Posteriormente, a raíz de las denuncias de pobladores y medios locales, y tras la intervención del Instituto Nacional de Antropología e Historia, se llevó el caso a juicio y se dictaminó su reconstrucción.

3. La Aduana Marítima, el primer edificio en Progreso de Castro

Construido entre 1870 y 1871, su inauguración e inicio de labores representó el abandono parcial del primer puerto comercial de la región, Sisal (Archivo Notarial Yucateco, 1892, p. 141-143).

Este edificio se construyó en un período histórico de cambios económicos, políticos, sociales y territoriales; en el imaginario colectivo es uno de los inmuebles más emblemáticos de dicho período. Su construcción inició el 16 de septiembre de 1870 y concluyó en diez meses, lo que la hizo merecedora de una descripción detallada de Alice Le Plongeon en 1873 (Le Plongeon, 2008, p. 22-23).

En 1880 la industria henequenera ocupaba el 60 % de la superficie sembrada de Yucatán y exportaba anualmente 40.000 toneladas de fibra, con un beneficio industrial del 170 % hacia 1890 (Suárez, 1977, p. 66). En 1891 se llevó a cabo la ampliación del inmueble, bajo la dirección del ingeniero José Larrondo, para almacenar las mercancías que llegaban al puerto (figura 1).



Figura 1. Ilustración de la Aduana Marítima. Ober, 1885.

A inicios del siglo xx aumentó el tráfico comercial, por lo que se cedieron los terrenos aledaños (Archivo General del Estado de Yucatán, 1902, p. 1) y se construyó un cobertizo de estructura metálica, a cargo de la empresa Bridge de Pittsburgh, para almacenamiento (La Revista de Mérida, 1902, p. 2).

El crecimiento de la ciudad evidenció que la ubicación de la aduana rompía con las nuevas dinámicas del puerto, ya que ocasionaba problemas al obstruir vías aledañas. Por esta razón, en 1937 comenzó a gestarse el desmantelamiento del cobertizo y los terrenos próximos se donaron para nuevos usos (Diario de Yucatán, 1937, p. 5).

Por la alta demanda de fibra durante la Segunda Guerra Mundial, se promovió la construcción de un nuevo muelle fiscal; el proyecto contempló la construcción de un nuevo edificio para la aduana, por lo que el inmueble original fue oficialmente abandonado en 1951 (Diario de Yucatán, 1951, p.8). Posteriormente se inició la fragmentación de la manzana que ocupaba para la construcción de escuelas, oficinas gubernamentales, servicios del faro y predios particulares (Diario de Yucatán, 1950, p. 8).

Tras la desocupación, el inmueble tuvo diversos usos; así, por ejemplo, alojó la Junta Federal de Mejoras, partidas militares y la Secretaría de Marina (Chac, 1991, comunicación personal), y se sometió a diversas adecuaciones para albergar instalaciones hospitalarias y sanitarias. Entre 1980 y 1990, la plazuela frontal fue empleada como depósito de vehículos decomisados, mientras el inmueble permanecía abandonado.

En 1989 comenzó a gestionarse un nuevo uso para el edificio. Por este motivo, fue intervenido y explorado arqueológicamente por instituciones gubernamentales antes de establecerlo como Casa de la Cultura en 1995; las modificaciones realizadas configuraron la forma actual del inmueble. Actualmente la plazuela frontal se encuentra en remodelación.

Sin embargo, las administraciones municipales han destinado diversos espacios a oficinas gubernamentales no afines y cada vez se desarrollan menos actividades culturales, lo que ha conllevado un alto grado de deterioro y subutilización, con trabajos de mantenimiento austeros y no adecuados a causa de las limitaciones presupuestarias y del desinterés de sus ocupantes.

4. La participación de los diversos actores sociales

La Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Yucatán, mediante la Maestría en Conservación del Patrimonio Arquitectónico, impulsó proyectos académicos como respuesta a las necesidades económico-culturales de la ciudad, la subutilización de inmuebles históricos y la pérdida de identidad.

Se buscó la participación de los actores involucrados activa o pasivamente con el inmueble para socializarlo y revalorizarlo con el fin de transmitir a los usuarios un sentido de identidad y apropiación.

Se llevaron a cabo encuestas en la zona, talleres educativos y ponencias sobre los procesos históricos de la ciudad. Participaron en ellos asociaciones civiles, el cronista Romeo Frías Bobadilla, direcciones gubernamentales municipales, directores de cultura, instituciones académicas básicas y superiores, empleados del inmueble, instituciones federales, grupos empresariales y público en general.

Para una mayor sensibilización, las actividades se desarrollaron en el inmueble; así se demostró que la población se preocupa por la situación actual de su patrimonio arquitectónico y que veía en él un área de oportunidad generadora de bienestar social mediante la creación de programas culturales y de desarrollo económico, para recuperar su identidad y la convivencia comunal.

5. El aprovechamiento de los estudios históricos en la antigua Aduana Marítima como herramienta de difusión mediante la visualización digital

Durante las conferencias y talleres se diseñaron cédulas informativas con formato gráfico e ilustrativo, para facilitar la comprensión de cada período constructivo.

Se realizaron modelos 3D mediante el software 3D StudioMax por etapa constructiva del inmueble y la manzana, fundamentados en investigación de archivo mediante imagen y fotografía histórica, datos hemerográficos, crónicas de especialistas y reportes del Instituto Nacional de Antropología e Historia (Burgos, 1990, p. 72-97).

Elaborados los modelos 3D, se diseñó un guion para una animación y se incorporaron texturas, ambientación, textos e información complementaria, con recorridos virtuales que permitieran comprender la evolución del inmueble y la elaboración de un proyecto de reutilización (figura 2).



Figura 2. Proyecto de reutilización. E. Fernández, 2017.

6. Conclusiones

La participación multisectorial complementó nuestra visión como gestores de proyectos atendiendo integralmente las problemáticas patrimoniales involucradas. Algunos sectores fueron menos participativos; a pesar de la diversidad de actividades realizadas, se deben implementar otras estrategias en el futuro.

Con la generación de nuevos productos turísticos, debemos implementar métodos novedosos para llegar a las audiencias generando modelos dinámicos de difusión que eviten el desapego al patrimonio edificado.

Con vistas al futuro, se pretende elaborar renders 360° por etapa constructiva para visualizar los espacios mediante realidad virtual, buscando un mayor vínculo entre los visitantes y el sitio para su conservación. Estas técnicas representan una gran oportunidad para la conservación, difusión y musealización del patrimonio cultural; implementarlas a corto plazo busca detener las nuevas amenazas y generar un nuevo sentimiento de identidad entre sus usuarios.

Bibliografía

ARCHIVO NOTARIAL YUCATECO. Libro 63, 1892.

BURGOS, Rafael. *Informe de actividades Ex-aduana Marítima de Progreso*. [Inédito]. Yucatán: 1990.

DIARIO DE YUCATÁN. *Diario de Yucatán* (25 enero 1937), p. 5.

DIARIO DE YUCATÁN. *Diario de Yucatán* (12 junio 1950), p. 8.

DIARIO DE YUCATÁN. *Diario de Yucatán* (27 febrero 1951), p. 8.

LA REVISTA DE MÉRIDA. *La revista de Mérida* (2 marzo 1902), p. 2.

LE PLONGEON, Alice. *Yucatán en 1873*. Mérida: Fondo Editorial Ayuntamiento de Mérida, 2008.

OBER, Frederick Albion. *Travels in Mexico and Life Among the Mexicans*. Boston: Estes & Lauriat, 1885.

SUÁREZ, Víctor. *La evolución económica de Yucatán a través del siglo XIX*. México: Ediciones de la Universidad de Yucatán, 1977.

TRUJILLO, Mario. *El Golfo de México en la centuria decimonónica: entornos geográficos, formación portuaria y configuración marítima*. México: Cámara de Diputados, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Miguel Ángel Porrúa, 2005.

La preservació de l'art urbà a través de la documentació

ROSA M. GASOL

Conservadora-restauradora. Oficina de Patrimoni Cultural,
Diputació de Barcelona
rmgasolf@gmail.com

ROSA SENSERRICH

Conservadora-restauradora independent
rosa.senserrich@gmail.com

RESUM

L'acció de documentar s'entén com una forma de preservar l'art urbà, especialment quan es tracta d'una intervenció artística efímera. Es repassen els sistemes de documentació i les metodologies que es poden utilitzar amb l'ajuda de les noves tecnologies, emmarcant-los dins del context del que s'està duent a terme a Catalunya, a la resta de l'estat i en l'àmbit internacional.

ABSTRACT

The process of recording is understood as a way to preserve street art, particularly when dealing with an ephemeral artistic intervention. The systems of recording and the methodology which can be used with the

help of new technologies will be reviewed, framed by the context of what is being done in Catalonia, in Spain and internationally.

PARAULES CLAU: documentació, art urbà, street art, graffiti

1. Introducció

La pintura mural al carrer, art urbà o *street art*, és una de les manifestacions artístiques generades a finals del segle xx amb una gran vitalitat i que suscita força polèmica. En tractar-se d'un art sovint il·legal i de naturalesa eminentment efímera, la seva conservació futura queda compromesa. Per aquest motiu, la documentació es perfila com una eina de conservació preventiva per garantir la memòria col·lectiva futura¹.

2. Objectius

Els objectius principals són documentar per conservar la memòria de l'objecte, en cas que es tracti d'una obra efímera i, d'altra banda, documentar com a eina de conservació preventiva en el cas de les obres permanents.

En una primera fase, la pervivència de l'obra va lligada a la tria dels materials per part dels artistes, cada cop més oberts i sensibles a les recomanacions dels especialistes. Al mateix temps, el coneixement de les tècniques utilitzades pot assegurar la preservació futura de les obres que es decideixi conservar.

3. Metodologia

Es desenvolupa la metodologia de documentació de les obres per a la seva conservació futura, material o no, que implica:

- la realització d'entrevistes a artistes sobre els materials i tècniques utilitzats i sobre la seva voluntat de conservar les obres
- el disseny d'una fitxa per enregistrar les dades
- la difusió al públic mitjançant diverses accions: votacions, enquestes, etc.
- l'assessorament tècnic als artistes
- el recull de dades sobre formes innovadores de documentar l'art urbà, amb l'ajut de les noves tecnologies, implementades per diferents museus de *street art* arreu del món.

4. Exposició d'estudis de casos i experiències

4.1. Antecedents

Dins del Grau de Conservació-Restauració de Béns Culturals de la Universitat de Barcelona, durant el període 2011-2014 es va dur a terme un projecte inicial de registre d'obres d'art mural al carrer, centrat al barri de Gràcia de Barcelona, amb l'elaboració d'una fitxa de documentació i de control de l'estat de conservació² (figura 1). Prèviament s'havia ençetat una col·laboració amb l'Aquàrium de Barcelona per avaluar l'estat de conservació del mural de Philip Stanton³ (Admella i Senserrich, 2015). Durant

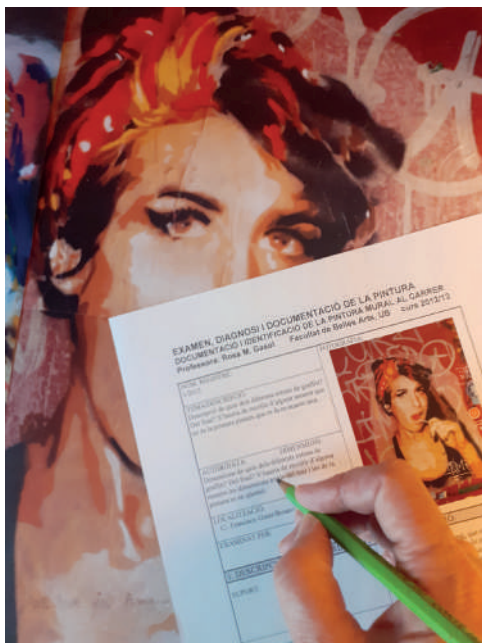


Figura 1. Documentació d'obra de BTOY al barri de Gràcia. R. Gasol, 2016.

els cursos posteriors, la iniciativa de documentar l'art mural al carrer ha tingut continuïtat⁴ i s'han dut a terme treballs de final de grau i de màster sobre l'art urbà⁵.

A partir de la creació del Grup d'Art Urbà del GE-IIC, l'any 2015, es duen a terme diverses experiències de documentació, tant a Barcelona com a d'altres ciutats de l'estat espanyol. El grup el componen principalment professionals de la conservació-restauració de pintura mural i d'art contemporani, però també especialistes de disciplines com l'antropologia, la història i la crítica de l'art. S'inicien diverses dinàmiques de difusió de la conservació de l'art urbà entre els diferents agents culturals i el públic, i es presenta un model de documentació per recollir les dades tècniques i fer el registre de l'estat de conservació dels murals (Úbeda García, 2016).

4.2. Experiències al nostre entorn

S'han fet entrevistes a artistes urbans com a manera directa d'enregistrar la tècnica d'execució de les obres i la visió que tenen de cara a la conveniència o no de conservar-les.

En el marc d'alguns festivals d'art urbà —com l'Asalto de Saragossa, els festivals Open Walls i B-Murals de Barcelona o La Casa Encendida de Madrid—, s'han efectuat accions consistents en la difusió de les obres i s'han promogut debats per conèixer l'opinió del públic assistent sobre la conservació de diversos murals (Gasol Fargas i Senserrich Espuñes, 2016; Open Walls Conference, 2015) (figura 2).

Durant la darrera edició del Congreso de Conservación-Restauración del GE-IIC (Vitòria, 2018), l'organització va convidar l'artista Gonzalo Borondo a pintar una de les parets mitgeres del barri antic. Des del Grup d'Art Urbà del GE-IIC es va aprofitar l'avinentsa per fer el seguiment del procés creatiu i per dur a terme una acció conjunta de modificació de l'obra uns mesos després. Així mateix, s'ha as-

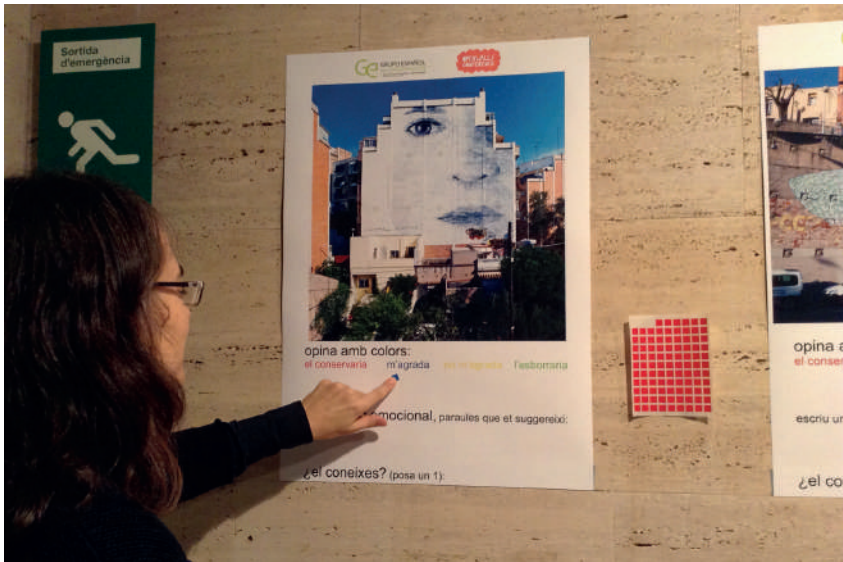


Figura 2. Votació del públic assistent al festival Open Walls 2015 (CCCB, Barcelona) sobre alguns murals urbans a Catalunya (obra de J.R.Gerada). R.M. Ruiz, 2015.

essorat diversos artistes, responent-los qüestions tècniques sobre la preservació dels materials dels seus murals, i se n'ha enregistrat les dades⁶.

4.3. Casos de documentació en el context internacional

Els museus d'art urbà existents arreu del món solen incorporar tasques de documentació de les seves col·leccions; en són alguns exemples el SAMA d'Amsterdam, el MAUA a Milà-Torí-Palerm, el MAUP de Rio de Janeiro, el PSA a Tenerife, La Pincoya de Santiago de Xile, el MAAM a Roma o el museu-web tMoUA (Senserrich Espuñes i Garcia Gayo, 2019).

Alguns d'aquests museus empen sistemes tradicionals de catalogació —publicacions impreses, arxius físics i/o digitals—, i d'altres ho combinen amb les noves tecnologies —geolocalització, realitat augmentada o virtual, fotogrametria, vídeo 360°—, a més de fer difusió d'aquesta informació a través dels seus webs i xarxes socials.

5. Propostes de futur

- Fer el seguiment de les obres i elaborar un catàleg d'art urbà a Barcelona i Catalunya, amb la col·laboració del món acadèmic o d'institucions interessades.
- Emprar noves tecnologies ja testades, com els codis QR, la geolocalització o la fotogrametria (Moral Ruiz i Luque Rodrigo, 2019).
- Col·laborar amb museus d'art urbà internacionals que tinguin noves tecnologies de documentació desenvolupades, com el SAMA d'Amsterdam o el MAUA de Milà, per incorporar-les al nostre entorn.
- Fer propostes de difusió a través dels festivals i les rutes d'art urbà.

6. Conclusions

La documentació tècnica de les obres d'art urbà, l'arxiu i la difusió d'aquesta documentació, així com el diàleg amb els seus creadors o gestors, permetran recollir dades sobre la tecnologia artística de finals del segle xx i del segle xxi, i assegurar-ne la pervivència futura.

Els conservadors-restauradors tenim un paper fonamental en la preservació d'aquest patrimoni contemporani, tant pels coneixements tècnics com per la formació de què disposem en relació amb els criteris d'intervenció.

L'ús de les noves tecnologies posa al nostre abast el coneixement, l'enregistrament, la difusió i l'accessibilitat d'una de les manifestacions artístiques amb més projecció en l'actualitat.

Notes

1. Els treballs de fotoperiodisme de Martha Cooper als trens de Nova York en la dècada dels setanta són un precursor de la documentació com a registre de l'obra efímera.
2. Dins de les assignatures Examen, Diagnòstic i Documentació dels Béns Culturals I, de 2n curs, impartida per Rosa Gasol, i Tractaments Aplicats als Béns Culturals III, de 3r, a càrrec de Rosa Senserrich.
3. Col·laboració amb l'assignatura de 3r curs Conservació Preventiva, impartida per Carmina Admella.
4. Dins de l'assignatura Examen, Diagnòstic i Documentació dels Béns Culturals I, dirigida actualment per Marta Vilà i Sònia Berrocal.
5. Vegeu, per exemple, els treballs de final de màster de Zara Rodríguez i Francisco Justícia (2015), i el treball de final de grau d'Anna Querol (2019).
6. Per exemple, amb l'artista Jorge Rodríguez Gerada en relació amb els suports de la seva sèrie *Fragments* (2020), i amb la plataforma Difusor per assessorar sobre els materials d'execució pel concurs del mural de la plaça de la Salut de Sant Feliu de Llobregat (2016).

Bibliografia

ADMELLA, Carmina; SENSERRICH, Rosa. «La Persistencia de lo efímero: el mural de Philip Stanton en el Aquàrium de Barcelona». A: FUSTER, Laura [et. al.]. *Conservation Issues in Modern and Contemporary Murals*. Cambridge: Scholars Publishing, 2015, p.143-155.

GASOL FARGAS, Rosa Maria; SENSERRICH ESPUÑES, Rosa. «El papel del conservador-restaurador en el arte urbano comisionado. Reflexiones entorno al festival Open Walls en Barcelona». *Ge-Conservación* (Madrid: Grupo Español del IIC) [en línea], 10 (2016), p. 109-116. <<https://doi.org/10.37558/gec.v10i0.403>> [Consulta: 20 gener 2020].

MORAL RUIZ, Carmen; LUQUE RODRIGO, Laura. «Técnicas de investigación y catalogación del arte urbano desde la transdisciplinariedad». A: ICO-MOS. *I Simposio de Patrimonio Natural y Cultural. Madrid, 2019* [en premsa].

OPEN WALLS CONFERENCE. “About” [en línea]. <<http://www.conference2015.openwalls.info/about/>> [Consulta: 20 gener 2020].

SENSERRICH ESPUÑES, Rosa; GARCIA GAYO, Elena. «Museos de arte urbano. Estado de la cuestión». *Ge-Conservación* (Madrid: Grupo Español del IIC) [en línea], 16, (2019), p. 244-254. <<https://doi.org/10.37558/gec.v16i0.713>> [Consulta: 20 gener 2020].

ÚBEDA GARCÍA, María Isabel. «Propuesta de un modelo de registro para el análisis y documentación de obras de arte urbano». *Ge-Conservación* (Madrid: Grupo Español del IIC) [en línea], 10 (2016), p. 169-179. <<https://doi.org/10.37558/gec.v10i0.410>> [Consulta: 20 gener 2020].

Documentació 2D i 3D dels mosaics modernistes de la Casa Francesc Burés i Borràs

SÍLVIA LLOBET I FONT

Conservadora-restauradora. ÀBAC Conservació-Restauració SL
silvia@abac-sl.cat

JAIME SALGUERO MARTÍNEZ

Conservador-restaurador independent
jaimesalguer@gmail.com

RESUM

La Casa Francesc Burés i Borràs, construïda entre els anys 1900 i 1905, conserva un conjunt de magnífics paviments modernistes de diverses tipologies. L'any 2018 vam dur a terme la conservació dels mosaics de la planta principal. Durant aquests treballs, l'obtenció de models 3D i d'ortofotografies a partir de la fotogrametria va resultar una excel·lent eina per elaborar la documentació inicial, per tenir una millor comprensió global de l'obra i de la seva tècnica constructiva i per analitzar l'abast de les patologies. També per planificar els processos de conservació i restauració, així com les zones d'actuació, i calcular les àrees de reintegració.

ABSTRACT

Casa Francesc Burés i Borràs, built between 1900 and 1905, is home to a magnificent set of various types of modernist pavements. In 2018,

we performed conservation work on the mosaics located on the main floor. During these tasks, 3D models and orthophotos created using photogrammetry proved to be extremely useful tools for compiling the initial documentation, gaining a better overall understanding of the pavements and their construction technique, and analysing the extent of their deterioration. They were also of assistance in planning the conservation and restoration processes, determining where to intervene and calculating the areas of reintegration.

PARAULES CLAU: mosaic, documentació, fotogrametria, ortofotografia, model 3D

1. Introducció

La Casa Burés, obra de l'arquitecte Francesc Berenguer catalogada com a BCIL, conserva una decoració interior eclèctica elaborada per importants artesans i artistes de l'època modernista.

L'Ajuntament de Barcelona comprà l'edifici l'any 2007 per convertir-lo en un centre d'interpretació del modernisme, però l'any 2008 el va vendre a la Generalitat de Catalunya, que volia instal·lar-hi dependències administratives. Passats cinc anys, havent partit nombrosos actes vandàlics i després que alguns veïns interposessin reclamacions per l'abandonament de l'edifici, el govern convocà una subhasta pública i l'adquirí un fons d'inversions immobiliàries per transformar-lo en apartaments de luxe, motiu pel qual s'hi dugué a terme una rehabilitació integral entre els anys 2015 i 2018 (Reverter, 2019).

2. Els paviments conservats a la planta principal

La planta principal de l'edifici conserva un magnífic conjunt de paviments de diverses tipologies. Els mosaics són a l'oratori, a la sala

Lluís XV, al vestíbul, al corredor principal i a l'imponent saló Hänsel i Gretel. Hi ha un únic *opus sectile* a la sala Secessionista, i sòls de terratzo en corredors i estances més petites. Tots els paviments van ser construïts pel taller de Domingo Guerrini entre els anys 1904 i 1905, segons indiquen les certificacions d'obra i factures conservades al fons documental de la família Burés.

L'estat de conservació inicial dels paviments no era bo a causa dels anys d'abandonament i de les nombroses reformes de l'edifici. Podem destacar com a principals patologies estructurals la presència d'esquerdes i llacunes, l'obertura de nombroses regates, zones bombades, despreniments de tesselles i pèrdua del morter de junt. Pel que fa a les condicions superficials, vam constatar l'abundant presència de dipòsits com coles, resines i cintes adhesives, així com el deteriorament de tesselles i diverses reintegracions amb materials com ciments o resines.

3. La documentació gràfica i cartogràfica dels paviments

El nostre equip va restaurar els mosaics i el *sectile* durant l'any 2018. Els treballs es van iniciar amb la documentació gràfica i cartogràfica per analitzar-ne l'estat de conservació. Com que es tractava de sòls de grans dimensions, calia emprar una tècnica amb la qual obtenir visions ortofotogràfiques de cada peça i generar imatges de gran qualitat per dur a terme l'estudi i la cartografia. La fotogrametria va resultar la tècnica més apropiada per aconseguir aquests objectius.

La fotogrametria permet crear un model virtual tridimensional dels diferents paviments a partir d'imatges fotogràfiques preses des de diversos punts de vista (Schouteden *et al.*, 2001), que un programa informàtic processa: mitjançant càlculs de triangulació i comparació entre elles, dona forma a un núvol de punts que posteriorment es transforma en una superfície formada per una malla de triangles amb textura fotogràfica, anomenada *model fotorealista 3D* (Dorffner *et al.*, 1998).

La ràpida evolució en poc temps de les eines utilitzades en el procés fotogramètric ha permès arribar a unes qualitats d'enregistrament de les superfícies amb uns marges d'error inferiors a 0,3 mm en superfícies de 60 m² aproximadament i una resolució fotogràfica de 0,08 píxels per mil·límetre, de manera que s'obtenen ortomosaics d'una gran definició.

Per obtenir els models fotorealistes es va fer una mitjana de 400 fotografies a cada estança, amb una il·luminació artificial uniforme. La presa de fotografies es va fer amb una càmera Sony A7rII i un objectiu Zeiss 1,4/50 mm. Els programes utilitzats van ser Agisoft Metashape i Blender, i la resolució mitjana de cada model 3D aproximadament és de 50 milions de punts / 30 milions de cares.

El fotomodel 3D, a banda de proporcionar informació visual, ens permet analitzar les irregularitats de les superfícies aplicant una llum rasant virtual mitjançant el programa Nexus de Visual Computing Lab d'ISTI-CNR, per evidenciar-ne els problemes estructurals. Aquest estudi va ser molt útil, per exemple, a la sala Secessionista, on es va poder documentar un gran bombament causat pel mal estat de les capes de preparació i per les oxidacions de les biguetes del sòl (figura 1, i definir la zona d'afectació per procedir a l'aixecament i la posterior recol·locació dels fragments de marbre.

Un altre paviment amb problemes estructurals era el mosaic del vestíbul, una gran àrea del qual (figura 2 presentava bombaments per problemes similars al del cas anterior. Aquestes afectacions es localitzaven amb claredat amb l'anàlisi del relleu, però vàrem considerar oportú aprofundir en l'estudi mitjançant cartografies anomenades *models digitals d'elevació* (MDE), en què podem assignar colors en funció del relleu per mesurar i delimitar amb precisió la zona bombada del paviment —que en el model apareix en tons blaus— per procedir a fer-hi el tractament. Aquestes cartografies alhora ens van permetre documentar altres aspectes com la falta i la degradació dels morters de junt o l'abast de les esquerdes.

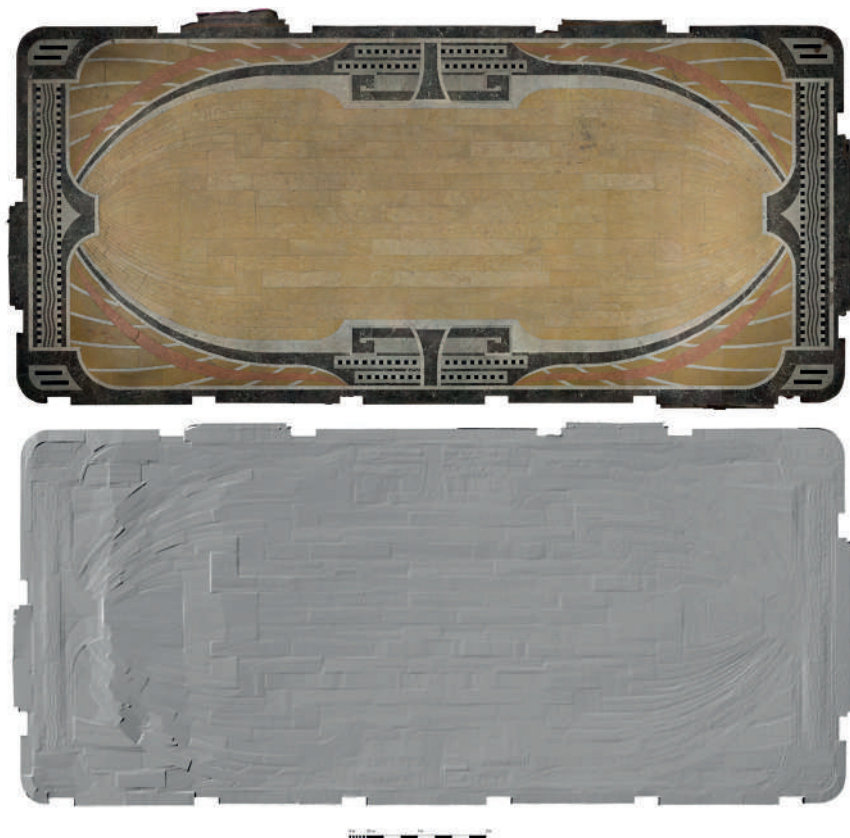


Figura 1. Ortofotografia i estudi del relleu del paviment de la sala Secessionista. Jaime Salguero, 2018.

Acabats els treballs de conservació, calia valorar el problema de les llacunes i les zones que calia reintegrar amb noves tesselles, tal com la direcció facultativa demanava. A partir de les ortofotografies vam poder calcular les àrees de les pèrdues i les tesselles que calien per dur a terme la reintegració, així com determinar la quantitat de peces de cada tonalitat per complementar els diversos motius decoratius. El nostre equip es va incorporar als treballs quan les obres de rehabi-

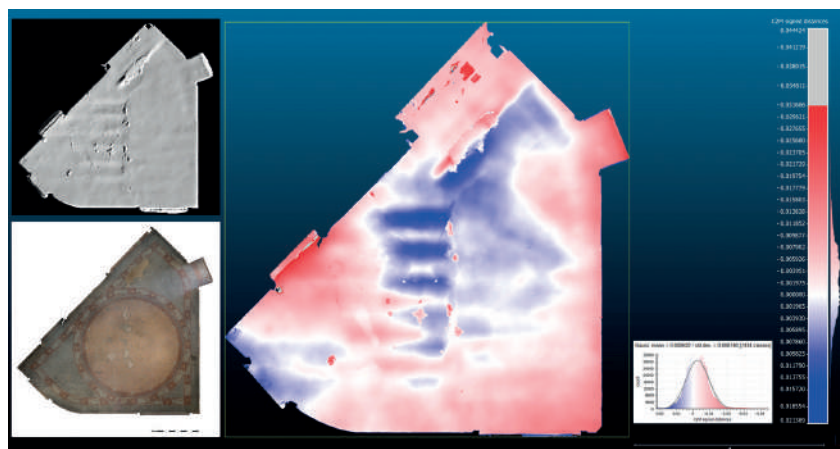


Figura 2. Ortofotografia, estudi del relleu i model digital de la superfície del mosaic del vestíbul. Jaime Salguero, 2018.

litació ja feia dos anys que s'havien iniciat i gran part dels terratzos amb sanefes de mosaic havien estat —incomprensiblement— arrencats: vam trobar només 24 fragments de sanefa extrets i engassats de manera poc apropiada, apilats els uns sobre els altres i en mal estat de conservació. Se'ns va encarregar la restauració i la preparació de les peces per col·locar-les en un espai diferent de l'original com a conseqüència de la nova distribució dels pisos. Els ortomosaics en aquest cas ens van ajudar a posicionar els fragments arrencats, que no conservaven cap numeració, ni mides, ni estaven correctament ordenats. Mitjançant les ortofotografies de cada peça, es va cercar digitalment els punts d'unió i la disposició més lògica i per crear una nova numeració sense haver de manipular els fràgils i pesats fragments.

4. Conclusions

Els últims avenços i millores tècniques, tant en el programari fotogràfic com en els equips informàtics i fotogràfics, estan convertint

aquest sistema de digitalització 3D en una eina de gran utilitat per als conservadors-restauradors que, a banda d'obtenir una documentació de gran precisió, abans i després de les intervencions poden estudiar i analitzar les obres per obtenir una diagnosi més precisa dels danys i fer més acurades les previsions de les intervencions.

Bibliografia

DORFFNER, Lionel; FORKERT, Gerald. «Generation and Visualization of 3D Photo-Models Using Hybrid Block Adjustment with Assumptions on the Object Shape». *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* (Amsterdam: Elsevier B.V.), 53, 6 (desembre 1998), p. 369-378.

REVERTER, Emma. *Casa Burés. Barcelona. La Restauració 2015-2018*. Barcelona: Bonavista Developments, 2019.

SCHOUTEDEN, Joris [*et al.*]. «Image Based 3D Acquisition Tool for Architectural Conservation». *The International Archive of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* (Göttingen: Copernicus Publications), 34, Part 5/C7 (gener 2001), p. 301-305.

Documentar el context. L'art contemporani més enllà de l'objecte

SÍLVIA NOGUER TORRELL

Conservadora-restauradora. Responsable del Departament de Conservació-restauració del Museu d'Art Contemporani de Barcelona
snoguer@macba.cat

LLUÍS ROQUÉ COMAS

Conservador-restaurador. Museu d'Art Contemporani de Barcelona
lroque@macba.cat

RESUM

La informació que cal per a la correcta preservació de les obres d'art contemporani té orígens molt diversos i abasta molts àmbits, que el conservador-restaurador, en el context d'una col·lecció d'art contemporani, ha de tenir presents. En aquest treball s'indiquen les fonts més habituals d'on s'extreu aquesta informació i les eines que s'utilitzen per generar documentació rellevant de context per a la correcta preservació de les obres. També es descriuen les eines que s'empren per a la sistematització, l'accés, la conservació i la divulgació de tota aquesta documentació.

ABSTRACT

The information needed to preserve contemporary works of art properly has very diverse origins and encompasses many areas that con-

servators need to keep in mind in the context of a contemporary art collection. This work identifies the most common sources from which this information is extracted and the tools that are used to generate relevant contextual documentation for the correct preservation of the works. It also describes the tools used to systematize, access, conserve and disseminate all this documentation.

PARAULES CLAU: art contemporani, conservació, documentació, entrevista, repositori

1. Introducció

La utilització dins el camp de l'art de materials industrials com poden ser els plàstics, els objectes d'ús domèstic o, fins i tot, aliments presents en la nostra taula, a vegades combinats amb materials artístics tradicionals, i la incorporació de nous mitjans d'expressió que englobem dins el terme *media art*, fan de l'art contemporani un objecte sovint molt delicat. Aquesta diversitat però, va molt més enllà dels materials constitutius de l'obra, ja que la creació artística contemporània, depenent de la voluntat de l'artista, contempla qualsevol possibilitat. Això inclou, entre d'altres, l'obra efímera que només es presenta una vegada en forma d'acció, l'obra en la qual la degradació forma part del procés creatiu, la que s'adapta a l'espai expositiu, la que es produeix en cada ocasió que es mostra o aquella que s'activa amb la interacció del públic. La forma en què es mostra esdevé un element determinant per a la lectura la peça. Per tant, la conservació preventiva en art contemporani, a més de preservar els materials constitutius, ha de preservar la intenció de l'artista en l'obra objecte d'estudi. Així doncs, es fa imprescindible el coneixement que s'extreu de l'estudi i la documentació exhaustiva de l'obra, de tot el que l'envolta i de la voluntat de l'artista. Sense aquest coneixement, els conservadors-restauradors fem passes en fals. Tal com expliquen Tatja Scholte i Karen te Brake-Baldock, «les instal·lacions requereixen comunicació

amb l'artista o amb els seus representats al llarg de la seva vida, i cal una àmplia expertesa en comparació amb altres tipus d'obres d'art» (Scholte i Brake-Baldock, 2000, p. 5).

Aquesta mena d'informació pot provenir de fonts primàries, com pot ser el propi autor, o es pot generar al museu a mesura que l'obra va adquirint història dins la col·lecció. És, doncs, imprescindible que el conservador-restaurador tingui present la diversitat de fonts i àmbits en el context d'una col·lecció d'art contemporani.

2. Àmbit administratiu

La documentació administrativa que es genera al voltant d'una obra arriba a la institució abans que l'obra en si. Sovint la institució rep correspondència, informes d'estat de conservació vinculats a propostes d'adquisició, imatges, articles, etc. molt abans de l'arribada de les obres. En l'àmbit administratiu apareixen els contractes que, de manera vinculant i gairebé sempre, indiquen requeriments a l'hora de plantejar la presentació, el préstec i la reproducció de les obres i, per tant, es tracta de documents significativament importants per a la tasca del conservador-restaurador. En aquest àmbit s'hi inclouen també els certificats d'autenticitat, els números d'edició i el llistat d'elements lliurats en l'adquisició de l'obra.

3. Àmbit tècnic

A part de l'evident necessitat d'identificar i documentar els materials constitutius de l'obra i el seu estat de conservació, cal fer informes tècnics de les instruccions de muntatge, que inclouen aspectes relacionats amb els sistemes de presentació de les obres i amb el manteniment durant el temps d'exhibició. S'elaboren en col·laboració entre diferents departaments del museu i basant-se en la informació proporcionada per tots els interlocutors implicats en la presentació de les obres.

A aquest efecte, es parteix d'un document d'instruccions genèric que inclou quatre apartats:

1. Descripció: tipus d'obra, llistat dels elements constitutius i llista d'elements necessaris per a la instal·lació que no formen part de l'obra (suports, equips, reproductors, etc.).
2. Instruccions de muntatge: descripció exhaustiva de totes les fases del procés de muntatge de l'obra.
3. Requisits: necessitats de temps, d'espai, d'electricitat, d'aigua o d'altres subministraments; necessitats de personal i qualsevol altre requeriment.
4. Recanvis i manteniment: elements que cal substituir, periodicitat, tasques de manteniment i personal necessari.

Aquest document s'emptra en futures instal·lacions de l'obra i es valida amb tants agents implicats com sigui possible. Descriu tècnicament la peça amb el màxim detall i esdevé la base per fer els informes de manipulació i muntatge cada vegada que s'instal·la. D'aquesta manera hom acaba disposant d'un històric que documenta les diferents presentacions que ha tingut una mateixa obra. Tots aquests informes van acompanyats de documentació fotogràfica, plànols, pressupostos, informació tècnica d'equips i de tota la documentació relacionada necessària. En



Figura 1. Gravació del procés d'instal·lació de l'obra de Latifa Echakhch *À chaque stencil une révolution*. Sílvia Noguer, 2017.

alguns casos s'elaboren documents audiovisuals (figura 1) de caràcter tècnic com a suport documental dels processos d'instal·lació.

4. Àmbit de context: entrevistes, qüestionaris, altres

Una entrevista amb l'autor de l'obra, feta per entendre tant els processos de realització com la seva voluntat a l'hora de relacionar-se

amb el natural envelliment de les creacions, és absolutament necessària per a la conservació de l'art contemporani. Per aquest motiu el Departament de Conservació-restauració del Museu d'Art Contemporani de Barcelona (MACBA) sol entrevistar els autors representats a la col·lecció. Aquestes entrevistes, que s'han anat fent des dels inicis de la institució, es van dissenyar a partir de l'estudi i les experiències dins l'àmbit de la conservació-restauració d'art contemporani (Weyer i Heydenreich, 1999, p. 385-388).



Figura 2. Fotogrames de tres entrevistes, fetes en vídeo, a Esther Ferrer, Francesc Torres i Carlos Aires. MACBA, 2016-2018.

Les entrevistes s'han enregistrat tant en format d'àudio com, més recentment, en vídeo (figura 2). Una altra font documental

important són els qüestionaris d'adquisició que emplenen els autors mateixos o les persones autoritzades durant el procés d'incorporació de les obres a la col·lecció. Aquests qüestionaris s'utilitzen des del 2010 i es van desenvolupar arrel del taller impartit al MACBA el maig de 2010 per Alain Depocas, director d'investigació del projecte DOCAM, 2005-2010.

També cal documentar la interacció dels visitants amb les obres, per tal d'entendre-les des de l'òptica de l'ús i adaptar-ne les necessitats amb les voluntats. Actualment els museus d'art contemporani tenen cada cop més present documentar l'experiència del visitant.

5. Preservar, gestionar i difondre la documentació

Tota la documentació relacionada amb les obres s'ha de poder organitzar per tal de permetre accedir-hi a diferents nivells dins de l'estructura de la institució, ja que han de poder compartir-la els diferents equips del museu. L'eina utilitzada al MACBA és la base de dades MuseumPlus, que centralitza l'accés a la majoria de la informació. L'accés es vehicula a partir de les activitats informades a la base de dades, i també mitjançant enllaços que encaminen l'usuari cap al document digital de referència. Els documents estan emmagatzemats en una cabina de discs durs en RAID, sistema d'emmagatzematge redundat, dels quals n'existeix una còpia clon de seguretat i dels quals se'n fa també una altra còpia de seguretat en cinta magnètica.

L'altra gran eina emprada per a la preservació, la gestió i la difusió de la documentació és el repositori digital del MACBA. Es tracta d'un magatzem d'informació digital format per objectes digitals i les metadades que els descriuen. Aquesta eina permet accedir en obert a continguts seleccionats, a través d'internet i des de qualsevol lloc. El repositori s'organitza en dos grans grups: el fons artístic, format per les obres de la col·lecció nascudes digitals o digitalitzades, i el

fons documental, que inclou fons d'artistes, el fons històric i les col·leccions documentals de l'arxiu i la biblioteca.

Tenint present que una de les tasques principals d'un museu és conservar el patrimoni per a les generacions futures, la documentació acurada de les obres esdevé un dels elements imprescindibles per assolir aquest propòsit. En l'art contemporani aquesta documentació resulta clau per mantenir-ne viu i intacte el significat i el valor cultural.

Bibliografia

SCHOLTE, Tatja; BRAKE-BALDOCK, Karen. «Introduction». A: SCHOLTE, Tatja; WARTON, Glenn (eds). *Inside Installations. Theory and Practice in the Care of Complex Artworks*. Amsterdam: Amsterdam University Press, 2011, p. 5.

WEYER, Cornelia; HEYDENREICH, Gunar. «Documentation and registration of artist's materials and techniques». A: HUMMELEN, Ijbrand; SILLÉ, Dionne (eds.). *Modern Art: Who Cares? An Interdisciplinary Research Project and an International Symposium on the Conservation of Modern and Contemporary Art*. Londres: Archetype Publications, 2005, p. 385-390.

El *focus stacking* com a eina d'avaluació i documentació de tractaments de neteja de béns culturals

MARTA PÉREZ-AZCÁRATE

Conservadora-restauradora. GROP SL - Museu de Ciències Naturals de Barcelona

marta.perez.cr@gmail.com

SERGI GAGO

Biòleg. Tècnic de col·leccions. Myrmex SL - Museu de Ciències Naturals de Barcelona

sgagoc@gmail.com

EULÀLIA GARCIA-FRANQUESA

Biòloga. Cap de col·leccions del Museu de Ciències Naturals de Barcelona

egarciafr@bcn.cat

RESUM

S'examina si el *focus stacking*, una tècnica de processament digital d'imatges, és adequat per a l'avaluació i la documentació de tractaments de neteja amb ultrasons. Les mostres seleccionades per a la neteja són fragments d'invertebrats marins que pertanyen a les col·leccions científiques del Museu de Ciències Naturals de Barcelona i cal obtenir-ne imatges macro per documentar-ne adequadament l'estat de conservació abans i després del tractament. Els resultats indiquen que el *focus stacking* és útil per a l'avaluació i la documentació gràfica

de la intervenció, ja que n'augmenta la precisió i alhora minimitza l'espai d'emmagatzematge necessari.

ABSTRACT

The study examines whether the digital image processing technique known as *focus stacking* is suitable for evaluating and documenting an ultrasonic cleaning treatment. The samples selected for cleaning are fragments of marine invertebrates that belong to scientific collections of the Museu de Ciències Naturals de Barcelona. To properly document the sample's condition before and after treatment, macro images are needed. The results indicate that focus stacking is a useful tool for evaluating and documenting the cleaning treatment by increasing the accuracy of the macro images and minimizing the storage space required for the digital files.

PARAULES CLAU: focus stacking, documentació, avaluació, fotografia, neteja

1. Introducció

Els tractaments de neteja dels béns culturals són especialment compromesos, ja que poden produir danys irreversibles en les peces; d'aquí la necessitat de fer proves prèvies per tal d'assegurar-ne l'efectivitat i la innocuïtat. Aquesta premissa esdevé fonamental per a les col·leccions científiques, en les quals determinades característiques formals són clau per identificar els espècimens. Així, algunes pèrdues aparentment poc significatives poden arribar a reduir o fins i tot anul·lar el valor científic dels exemplars.

La precisió en l'avaluació i la documentació dels tractaments de neteja d'aquest tipus de col·leccions és, doncs, fonamental. Cal tenir

en compte, però, que els danys poden ser inapreciables a ull nu, cosa que fa imprescindible l'ús de tècniques com la fotografia macro. La limitació més important d'aquesta mena de fotografia és l'escassa profunditat de camp de les imatges. Això es tradueix en una documentació molt restringida de les superfícies tractades, o en l'obligació de realitzar múltiples fotografies, fet que incrementa el nombre de documents que cal analitzar i desar.

El *focus stacking* (FS) és una tècnica de processament digital que consisteix a combinar múltiples fotografies macro d'un mateix objecte fetes des de diverses distàncies focals; el resultat que se n'obté és una imatge completament enfocada.

2. Objectius

Des de fa uns quinze anys, el departament de col·leccions del Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MCNB) utilitza amb èxit l'FS per aconseguir una representació gràfica d'alguns dels exemplars més difícils de fotografiar amb precisió. Per això, des del Laboratori de Conservació Preventiva i Restauració del MCNB vam voler comprovar si l'FS podria ser útil també per avaluar i documentar tant les proves com els tractaments de neteja d'algunes intervencions.

3. Material i mètodes

Es van seleccionar vuit fragments d'esquelets d'invertebrats marins, ja que aquests espècimens presenten estructures superficials complexes de petites dimensions. Dos fragments pertanyen a lots molt abundants de la col·lecció antiga d'Invertebrats No Artròpodes i els altres sis són exemplars dissociats de la Col·lecció Salvador (Ibáñez *et al.*, 2019). Tots oferien una resistència mecànica mitjana-baixa i presentaven brutícia superficial i incrustada. Així doncs, es tractava de mostres que requerien una neteja d'una certa intensitat per poder

observar-ne algunes de les característiques formals, i que podien patir danys durant els tractaments a causa de la seva fragilitat, l'antiguitat, l'estat de conservació, etc.

Les mostres es van sotmetre a un tractament amb ultrasons, atès que aquesta tècnica de neteja pot ocasionar danys que precisen d'imatges macro per detectar-los i documentar-los (Caldararo, 2007; Rull *et al.*, 2016).

La neteja va consistir en la sonicació directa de totes les mostres durant 120 s dins d'una solució d'aigua destil·lada amb un 2 % de sabó neutre Derquim LM02, afegit per trencar la tensió superficial de l'aigua. El tractament es va fer amb un bany d'ultrasons Bandelin Sonorex Super RK 1028 (35 kHz; 230 V).

Es van prendre fotografies abans i després del tractament amb una càmera Canon 700D, un objectiu Canon EF 100 mm f/2.8 Macro USM i un flaix anular Canon MR-14EX. La càmera té instal·lat Magic Lantern, un complement de programari lliure que permet capturar imatges a diferents distàncies focals per obtenir l'FS.

Les imatges es van prendre en format RAW, a 1/125, f/5.6 i ISO 100. A cada sessió es fotografiava la carta de colors X-Rite ColorChecker Passport com a referència. Posteriorment, amb el programa Digital Photo Professional de Canon, es van calibrar els colors de totes les imatges RAW a partir de la fotografia de referència i es van desar en format TIF.

Finalment, les imatges TIF obtingudes es van processar mitjançant el programa Helicon Focus per tal d'obtenir una única imatge d'FS per cada mostra.

4. Resultats

Per aconseguir la imatge d'FS van caldre unes vint fotos macro de cada mostra, que en format TIF ocupaven aproximadament 50 MB

a una resolució de 5.184 x 3.456 píxels. La imatge resultant d'FS ocupava uns 20 MB a la mateixa resolució.

Observant les imatges, destaca la diferència entre les dues tècniques fotogràfiques: en totes les mostres tractades, l'FS aporta molta més informació de la superfície documentada que no pas una única imatge macro, ja que apareix uniformement enfocada (figura 1).

D'altra banda, es pot observar (figura 2) com l'FS també soluciona els problemes de nitidesa provocats per la difracció que genera l'ús

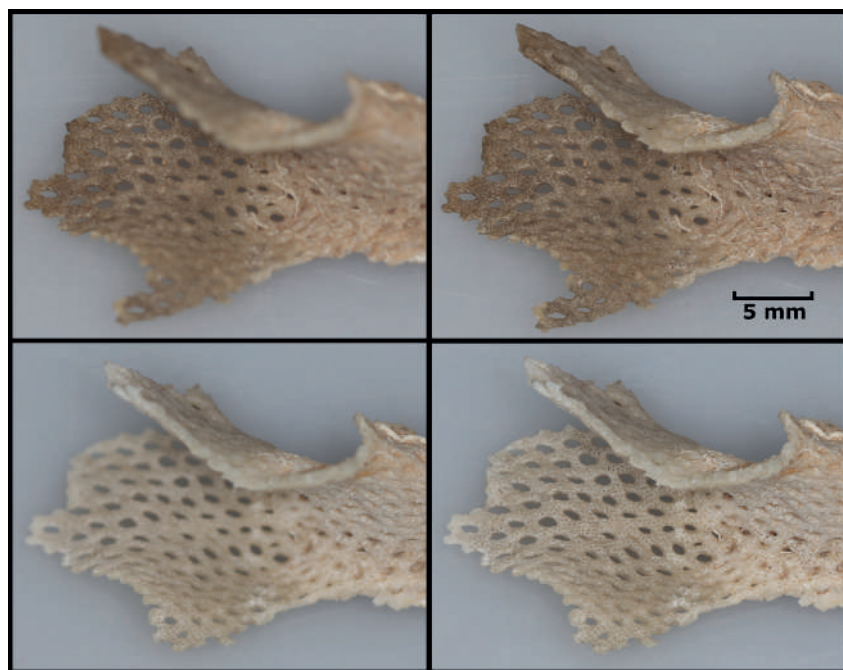


Figura 1. MZB 90-9741 (fragment). A l'esquerra, fotografies macro d'abans (a dalt) i de després (a sota) de la neteja. A la dreta, FS d'abans (a dalt) i de després (a sota) de la neteja. Sergi Gago, 2020.

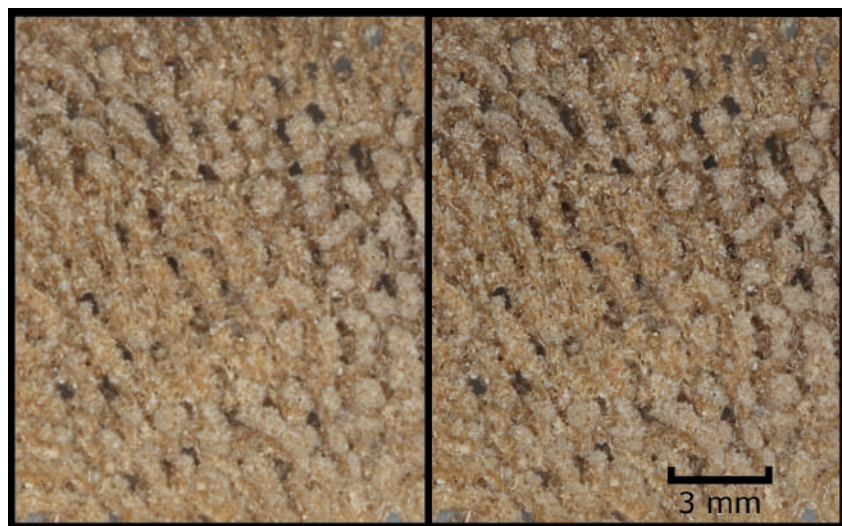


Figura 2. MZB 89-2708 (fragment). A l'esquerra, fotografia macro a f/16; a la dreta, FS. Sergi Gago, 2020.

d'obertures de diafragma petites per ampliar la profunditat de camp (Gago, 2016).

5. Conclusions

Els resultats d'aquestes proves mostren que el *focus stacking* pot ser una tècnica fotogràfica útil per documentar tractaments de neteja que requereixin documentació macro per dues raons:

- Ofereix un nivell de detall i una definició molt més alta que una fotografia macro, cosa que permet avaluar i documentar els tractaments amb més precisió.
- Una sola imatge pot documentar tot l'objecte. Això redueix l'espai d'emmagatzematge dels arxius digitals de la intervenció i simplifica la gestió documental.

D'altra banda, es tracta d'una tècnica relativament assequible: adquirir l'equip no comporta cap gran despesa econòmica i és força senzill d'utilitzar.

Per últim, caldria fer més proves similars a la descrita aquí per comprovar la viabilitat de l'FS a l'hora de documentar d'altres tractaments i processos de restauració.

Agraïments

Agraïm la col·laboració de Neus Ibáñez, Francesc Uribe, Glòria Masó i Berta Caballero, conservadores del MCNB, que han cedit mostres i temps de dedicació a les seves col·leccions per poder dur a terme aquest estudi.

Bibliografia

CALDARARO, Niccolo. «Effects of Cleaning and Regard for Cleaning Goals: Eleven Years Later». A: GREENE, Virginia [*et al.*] (comps.). *Proceedings of the Objects Specialty Group Session, 32nd Annual Meeting, Portland, Oregon, June 13, 2004*. Washington: The American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works, vol. 11 (2007), p. 126-153.

GAGO, Sergi. *Guia de macrofotografia d'estudi* [Document intern]. Barcelona: Museu de Ciències Naturals de Barcelona, 2016.

IBÁÑEZ, Neus [*et al.*] (coords.). *El gabinete Salvador: Un tesoro científico recuperat*. Barcelona: Museu de Ciències Naturals de Barcelona, 2019. (Manuals del Museu, 2).

RULL, Marina [*et al.*]. «Scanning Electron Microscope (SEM) shows undesirable effects of ultrasonic cleaning on recent mollusc shells». *Journal of Palentological Techniques* (Lourinhã: Journal of Palentological Techniques), 18 (novembre 2016), p. 22-30.

3D Survey – Case Study of Recording and Documentation of Interventions

LUIS PINTO

Engineer, Planitop, Lda
planitop@gmail.com

CARLOS JOSÉ ABREU DA SILVA COSTA

Restorer, Atelier Samthiago, Lda
ccosta@samthiago.com

ABSTRACT

The Leça do Balio stone cross in Matosinhos (Porto) is a singular and remarkable example of Portuguese Gothic architecture. Classified as a National Monument since 1910, it was the target of vandalism in 2015 and considered “hopelessly lost”. The Municipality of Matosinhos, in coordination with the Regional Directorate of Northern Culture, decided to proceed with the restoration of the cross. The operation included a detailed prior study of the state of conservation of the piece and the restoration methodology. Under the responsibility of Samthiago, the process included the three-dimensional registration of the site, with a view to defining the intervention methodology and its future documentation.

KEYWORDS: 3D, documentation, restoration, scanning, Portugal

1. Introduction

This paper describes the conservation and restoration intervention process carried out on the Leça do Balio stone cross in the municipality of Matosinhos, Porto district, supported by an exhaustive diagnostic and documentation process which included a survey and the 3D registration of the complex.

An act of vandalism in 2015 could have irreparably destroyed the Leça do Balio stone cross, a five-century-old work that has been classified as a national monument since 1910. The crucifix that topped the sculpture was broken and badly damaged. By 1912, the cross had already suffered some damage and, in 1939, was damaged again, leading to the first restoration intervention. However, the worst damage occurred in 1964, when it twice suffered vandalism and was violently knocked down. In 1966, it was rebuilt again and “a cover and protective grid was installed to prevent its deterioration”. Since 2015, the Regional Directorate of Northern Culture, together with the municipality of Matosinhos, has been looking at ways to restore the crucifix: the operation in question included a prior study of the state of conservation of the piece and the restoration methodology, carried out by Samthiago, as well as the use of materials more suited to new methodologies developed in the field of conservation and restoration, with the three-dimensional registration of the sculpture established as a priority. The necessary data collection was thus carried out in 2019, using a 1/50 scale for its characterization, the mapping of pathologies and even reconstruction of a piece that was originally over 500 years old. The methodology, using three-dimensional laser scanning, high-definition digital imaging and topographic data, aimed to produce a three-dimensional textured model faithful to the original, including elevations, plans, CAD drawings and vectorization, metrical ortho-images and point clouds. This is a common procedure in the restoration of architectural and urban heritage, public spaces and roads, but less usual in the conservation and restoration of artistic, movable or integrated property. Although not a state-of-the-art technology, its ap-

plicability in terms of art conservation is not yet commonplace, and some of its potential remains unexplored.

2. The Leça do Balio stone cross and its conservation intervention

Located near the Leça do Balio Monastery, the cross was made by a sculptor based in the city of Coimbra, Diogo Pires O Moço. It was completed in 1514, at the height of his career, and is considered one of the sculptor's greatest achievements.

On a plinth of two quadrangular granite steps, dating back to the time of the reconstruction, stands the cross, entirely carved in ançã stone, and made up of a polygonal base, cylindrical shaft and crucifix. Halfway up the shaft column is a ring ornamented with beads and fleurs-de-lis bearing a legend in Gothic letters that includes the year of construction. The decorative motifs, which can also be seen on the base ring, are repeated again on a ring at the top of the shaft where there is a capital ornamented with acanthus leaves, from which the Latin cross rises. Its arms, with a square section, are decorated with florets running down the sides and topped off by cogulus plant motifs. These themes had a strong presence in Diogo Pires' work, particularly after he came into contact with the Flemish sculptors based in Coimbra in the late 15th and early 16th century, with whom he collaborated and from whom he adopted traditional wood carving techniques and the use of naturalistic motifs.

After the dissolution of religious orders in the 19th century, it was decided to abandon the church and the entire convent. The cross was defaced in 1912 (figure 1), before being restored and replaced in 1964–1966, when the platform, railing and protective structure of the site were also erected. This act of vandalism was to be repeated in 2015, leaving the piece in an almost irretrievably irrecoverable condition.

In general terms, the main challenge was to complete the puzzle that the piece had become: we had all the pieces of the cross, which were



Figure 1. Fragments of the cross after its vandalism. SIPA, 1960s.

assembled with a great deal of difficulty as there were no records and not enough surveys available. It was precisely to make up for this inadequate information that a 3D survey of the cross was carried out. And it was precisely this lack of information that meant there was a need to accurately document and register the entire site using laser scanner mapping.

3. The 3D Survey

As a structure registration technique, the laser scanner is extremely effective and represents a move away from the techniques used to date. Although 3D drawing has been around since the latter half of the 20th century and has been used in heritage for more than 30 years, it is not usually done using this technology.

This type of equipment appeared a few years ago and has evolved very quickly. There are several platforms with this technology and they are now available in a size little bigger than a camera. They can be used as handheld devices, on tripods, coupled to land units and vessels or even manned and unmanned aircraft.

The main advantages of using this technique are the speed of data registration, thus ensuring that the site is freed up for the continuation of other works; the detail of the information obtained, even in more complex structures; the dimensional rigor, which is no longer dependent on an individual's analytical skills; and the possibility of reconstructing lost structures from point clouds and scans.

The main disadvantages relate to the cost of equipment and programs for the effective processing of data, which is still quite high; processing and recording of data is almost always time-consuming, unless computers with excellent components are available; the massive volume of information requires huge stores; and sharing direct data from point clouds or scans with people who do not have computer equipment with above average capacity is almost always an obstacle.

In the specific case of the Leça do Balio cross, because of the dimensions of the object, 3D registration was carried out on site, after the reconstruction, and was finished in the office due to the level of detail. However, registration by means of this technology allowed the process to be speeded up considerably, both in the field and in the office, thereby reducing the costs.

Registration of the structure was carried out in 12 equipment positions, in order to eliminate shadow zones or non-registration zones (figure 2). Each position was maintained for 5 minutes resulting in a total of 1 hour of fieldwork.

In the office, all elements outside of the structure were eliminated in order to reduce the processing time and the volume of data to be



Figure 2. Positions for registering the structure and creating a 3D view of the point cloud. Luis Pinto, 2019.

stored, resulting in a cloud of just 2 million points. The total work carried out in the office took no longer than 2 hours.

This information is now on file and available for consultation to assist future interventions and avoid the difficulties experienced in this conservation and restoration intervention.

4. Conclusions

Over the past few years, diagnostic and documentation methodologies in conservation and restoration interventions have sought to ensure the quality and objectivity of interventions in an increasingly systematic manner.

3D scanning, a technology increasingly developed from a computer point of view, can now be applied to conservation and offers a diagnostic methodology without any intrusion on the object. From now on, the Leça do Balio cross will have a record that will allow the original piece to be compared, studied or even reproduced in the future.

Amb el suport de:



Generalitat de Catalunya
Departament de Cultura



**Diputació
Barcelona**

Amb la col·laboració de:



Ajuntament de
Barcelona

Museu del Disseny
de Barcelona



**Museu d'Arqueologia
de Catalunya**

Patrocinadors:



Baulenas Aulet
Corredoria d'Assurances



RESTAURACIONS
ARQUITECTÒNIQUES

URBAN PESTIS
sanitat ambiental