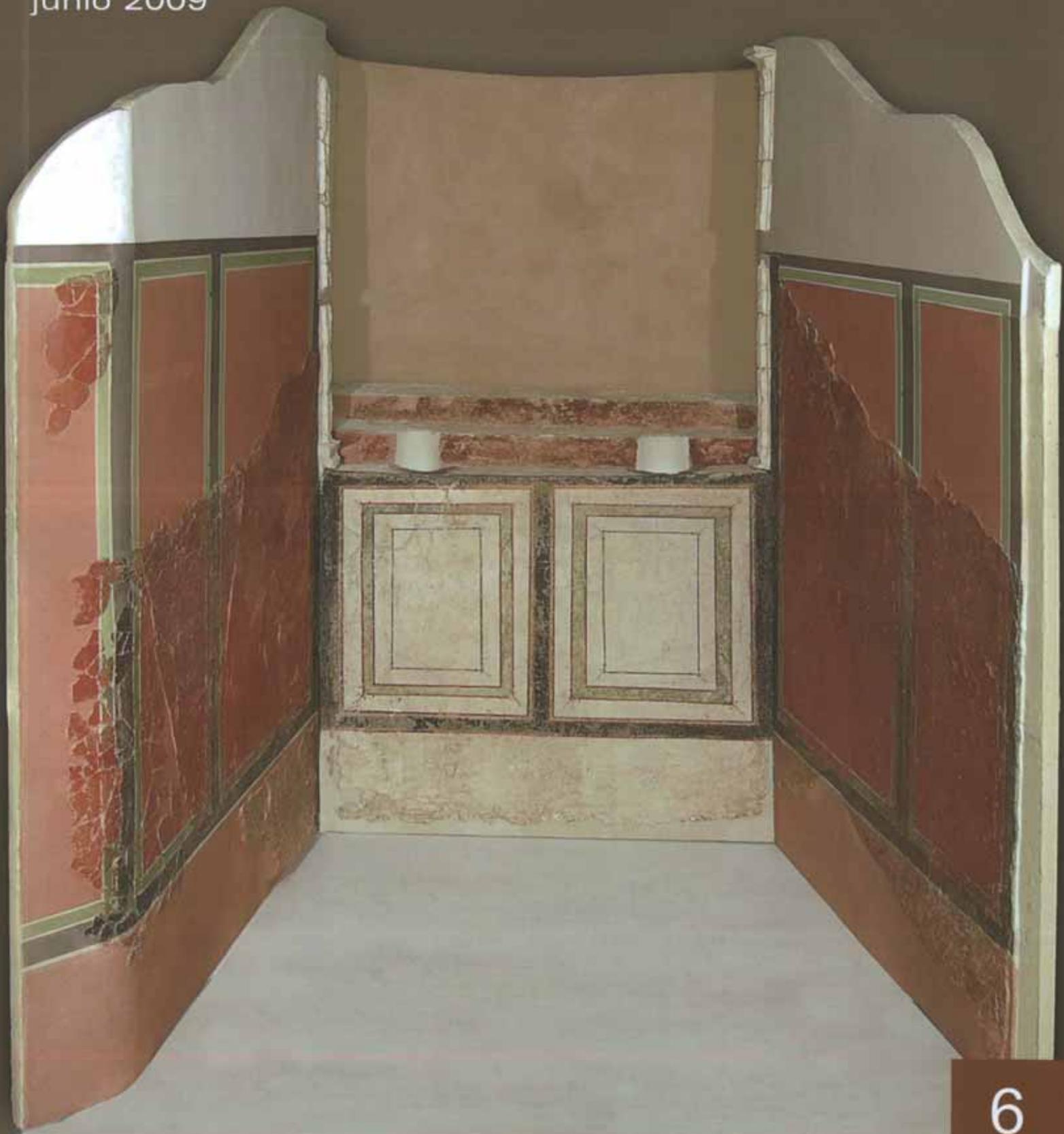


kausis

REVISTA DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN II
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN

junio 2009



kausis

EDITA

ESCUELA TALLER DE
RESTAURACIÓN DE ARAGÓN II
C/ Castillo de Capua, naves 31-33
Polígono PLAZA
50197 Zaragoza
Teléfono: 976 46 38 42
Fax: 976 46 38 43
E-mail: etrestauracion@aragon.es

CONSEJO DE REDACCIÓN Y CORRECCIÓN DE TEXTOS

José Manuel López Gómez
Susana Morales Ramírez
Alicia Payueta Martínez
Carlos Sáenz Preciado
Francisco Lasarte Orna
M.^a Angustias Macías Guzmán

EQUIPO DE REDACCIÓN

Sara Benito Hidalgo
Raquel Crespo Vergara
Estefanía Fenoy Cambero
Esther Fernández Bueno
Oliver García Chocano
Sonia García García
Vanessa Gil Pérez
Cristina Godoy Expósito
Nora Guinda Larraza
Francisco Lasarte Orna
Soraya Lasorz Garcés
M.^a Angustias Macías Guzmán
Diana Requejo Sueiro
M.^a Pilar Salas Meléndez
Aida Tejero Oliván

EQUIPO QUÍMICO Y BIOLÓGICO

Ramiro Alloza Izquierdo
M.^a Paz Marzo Berna
Jordán Esteso Martínez
Nieves Laborda Lobe
Jorge Sánchez Gálvez

MAQUETACIÓN

Francisco Lasarte Orna
M.^a Angustias Macías Guzmán
Susana Morales Ramírez

PORTADA

Alicia Payueta Martínez

FOTOGRAFÍAS DE LA ESCUELA TALLER

Sara Benito Hidalgo
Cristina Godoy Expósito

IMPRIME

COMETA S. A.
Ctra. Castellón, Km 3,400
50013 Zaragoza

DEPÓSITO LEGAL

Z. 1315-04

ISSN

1885-6071

FOTO PORTADA

Montaje del larario procedente de
Bilbilis una vez restaurado

Kausis: protección de cera en las
pinturas murales de época griega

LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN II

1 NUEVAS INSTALACIONES, NUEVOS PROYECTOS

José Manuel López Gómez

5 VISITAS FORMATIVAS

Aida Tejero Oliván y Raquel Crespo Vergara

9 CURSOS Y CONFERENCIAS

Diana Requejo Sueiro

12 COLABORACIÓN DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN II CON EL PINTOR ARAGONÉS, JORGE GAY MOLINS

M.^a Angustias Macías Guzmán

RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN

16 INTERVENCIÓN SOBRE LAS PINTURAS MURALES PROCEDENTES DEL LARARIO DE LA CASA DEL NINFEO DEL YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE *BILBILIS*. PARTE I

Alicia Payueta Martínez

24 INTERVENCIÓN DE RESTAURACIÓN DEL MATERIAL CERÁMICO PROCEDENTE DEL YACIMIENTO DE *BILBILIS* (CALATAYUD)

Sara Benito Hidalgo

30 RESTAURACIÓN DE MATERIAL ÓSEO PROCEDENTE DEL YACIMIENTO DE *BILBILIS* (CALATAYUD)

Estefanía Fenoy Cambero

36 RESTAURACIÓN DE DOS FRAGMENTOS DE MOSAICO PROCEDENTE DE LAS TERMAS EN *BILBILIS* (CALATAYUD)

Sonia García García

42 RESTAURACIÓN DE MATERIAL ARQUEOLÓGICO DE HIERRO Y BRONCE PROCEDEN TES DE LOS YACIMIENTOS ROMANOS DE LA LOMA DEL REGADÍO Y *BILBILIS*

Vanessa Gil Pérez

ARQUEOLOGÍA

48 TRABAJOS ARQUEOLÓGICOS REALIZADOS POR LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN II EN EL YACIMIENTO DE *BILBILIS* (CALATAYUD- ZARAGOZA) CAMPAÑA 2008

J. Carlos Sáenz Preciado, Oliver García Chocano, Cristina Godoy Expósito, Nora Guinda
Larraza, Francisco Lasarte Orna, M.^a Pilar Salas Meléndez y Susana Morales Ramírez

LABORATORIO

61 LA PROBLEMÁTICA DE LA SISTEMATIZACIÓN DE LOS ANÁLISIS APLICADOS A MUESTRAS DE ORÍGENES DIVERSOS

Jorge Sánchez Gálvez

65 ESPECIES ALÓCTONAS Y POCO FRECUENTES DEL YACIMIENTO DE *BILBILIS* REFLEXIONES SOBRE SU PRESENCIA

Jordán Esteso Martínez

COLABORACIONES

71 PREPARACIÓN DE UN FÉMUR DE DINOSAURIO (COLORADO, EE UU)

Ainara Aberasturi, Raquel Ferrer y Alberto Cobos Perriáñez

79 CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN DE UNA RASTRA DE BAUTIZAR PROCEDENTE DE LA CASA CEBOLLERO DE BASTARÁS, HUESCA

Carmen Masdeu Costa y Luz Morata García

87 TALLERES DE EMPLEO Y REHABILITACIÓN DEL PATRIMONIO: EL CASO DE LAS MURALLAS DE DAROCA

José M.^a Sanz Zaragoza y Javier Sopeséns Mainar

95 DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA MURALLA ROMANA EN EL Nº 2-4 DE LA CALLE MÁRTIRES DE ZARAGOZA MEDIANTE ESCANEADO LÁSER 3D

Francisco Javier Gutiérrez González y Jorge Angás Pajas

NUEVAS INSTALACIONES, NUEVOS PROYECTOS

La Escuela Taller de Restauración II dispone de unas nuevas instalaciones que permiten desarrollar, con mayor efectividad y profesionalidad, sus trabajos de análisis investigación y conservación de bienes culturales arqueológicos, facilitando el cumplimiento de los objetivos de formación y experiencia laboral adquiridos ante el Instituto Aragonés de Empleo y el Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón.

José Manuel López Gómez

Director de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

Desde la publicación del anterior número de *Kausis* se ha producido un importante acontecimiento en el desarrollo de las actividades de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II, su traslado a unas nuevas instalaciones en el polígono PLAZA de Zaragoza.

El Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón,

a través de su Dirección General de Patrimonio Cultural, ha adquirido y habilitado un total de 2.400 m² útiles para uso de la Escuela Taller. Las instalaciones que, hasta ahora, disponíamos en Cuarte de Huerva se habían quedado pequeñas. Sus 600 m² no permitían independizar espacios que debían destinarse conjuntamente a estudio y trabajo, ni facilitaban la ampliación del laboratorio de análisis.



Vista general de las nuevas instalaciones de la Escuela Taller

La clara apuesta del Departamento de Educación, Cultura y Deporte por disponer de un espacio adaptado a las necesidades laborales y formativas de la Escuela Taller, le llevó a redactar un proyecto específico para acondicionar tres naves en la moderna Plataforma Logística de Zaragoza, más conocida como PLAZA. Su autor, José Francisco Sánchez Melero, arquitecto adscrito al departamento, trabajó conjuntamente con los nuevos usuarios para definir las necesidades espaciales y funcionales del centro, lo que ha permitido que todas nuestras expectativas se encuentren plenamente satisfechas.



Sala del laboratorio de química

Sin duda, la posibilidad de disponer de espacios específicos dedicados a usos concretos va a permitir optimizar los recursos humanos y materiales, mejorando nuestros procesos de formación y trabajo.

Quiero reconocer, a través de estas líneas, el extraordinario esfuerzo realizado por alumnos y profesores, durante la siempre ingrata tarea del traslado. Su trabajo ha facilitado la óptima conservación de materiales y equipos, y abreviar al máximo los tiempos dedicados a la mudanza.

Otro de los aspectos a destacar de nuestra actividad, a lo largo de los últimos meses, es la finalización de las tareas que se encomendaron a esta Escuela Taller, hace ya dos años. Mención especial merece la restauración y musealización de las pinturas murales procedentes del larario de la denominada casa del Ninfeo del yacimiento romano de *Bilbilis*, que hoy se exhibe en el museo de Calatayud. Es una muestra más del alto nivel de profesionalidad alcanzado por nuestros alumnos y del desarrollo técnico demostrado por el profesorado que ha investigado sobre nuevos métodos de trabajo y modos de presentación.

La larga experiencia adquirida, tanto en este trabajo como en los realizados en ediciones anteriores de la Escuela Taller, está marcando un hito en los procedimientos de actuación sobre pinturas murales romanas que ha merecido el interés de otras instituciones, como el Departamento de Cultura

y Turismo de la Junta de Castilla y León, que ha solicitado nuestra participación en el “Curso de Conservación y Restauración de Pintura Mural en Contextos Arquitectónicos y Arqueológicos”, celebrado en Valladolid del 3 al 11 de junio.

En todo momento se ha procurado que el programa de formación y trabajo que desarrollan nuestros alumnos sea lo suficientemente completo, para que la empresa privada encuentre en ellos a profesionales versátiles y preparados. Por este motivo los trabajos de restauración arqueológica se han completado con la intervención sobre una amplia diversidad de materiales óseos, mosaicos, metales y cerámicas. Se ha actuado sobre ánforas, *sí-gillatas*, lucernas, platos, morteros, cuencos y ollas, tanto itálicas como indígenas, sumando 42 piezas cerámicas. El material óseo ha estado compuesto de 33 piezas que responden a las tipologías de agujas, tanto para coser como de adorno para el pelo, botones, peines, dados y paletas para uso médico. Para la realización de actuaciones sobre material metálico se ha contado con la colaboración del Museo Provincial de Teruel, que ha facilitado diversas piezas de hierro procedentes del yacimiento de Urrea de Gaén. Los bronceos, excavados en *Bilbilis*, se corresponden con piezas de uso doméstico, pequeños broches, monedas y material quirúrgico. Los dos fragmentos de mosaico también proceden de las termas de *Bilbilis*.





El módulo de arqueología ha actuado en dos sectores dentro del yacimiento de *Bilbilis*. Se ha continuado con la excavación de la denominada casa del Ninfeo, y se han iniciado trabajos en un próximo edificio de carácter público, tal vez un *macellum* o mercado. Se han excavado un total de 100 metros cuadrados que han permitido dejar al descubierto estructuras arquitectónicas correspondientes a diversas estancias, algunas destinadas a usos industriales, puesto que han aparecido elementos que sugieren la presencia de prensas, cuatro tabernas y un posible acceso al mercado. Las piezas encontradas han sido variadas, si bien abunda la pintura mural, tanto en fragmentos separados del muro como adherida a él, cerámicas indígenas, *sigillatas* hispánicas, monedas de bronce, restos óseos de animales y trabajados, tales como ajuares domésticos. Los trabajos de excavación han sido completados con su correspondiente estudio arqueológico, levantamiento de planos, siglado y dibujado de piezas, y premontaje para determinar qué piezas pueden ser susceptibles de ser restauradas.

El módulo de analítica biológica ha caracterizado más de dos millares de restos óseos que han permitido definir la fauna doméstica y salvaje aparecida en el yacimiento, y establecer las bases de investigación para un posible estudio de dietas alimenticias y métodos de despiece, a partir de la elaboración de una base de datos y hojas de cálculo especialmente diseñada por el profesor del cen-

tro, Jordán Estesó, para el estudio de arqueofauna. Igualmente, se ha colaborado con otras instituciones, como el Museo de Creencias y Religiosidad Popular del Pirineo Central, en Abizanda, para el que se han estudiado los elementos textiles y rellenos de origen vegetal de una rastra de bautizar, la Escuela Superior de Conservación y Restauración de Huesca para la que se ha analizado los líquenes que cubrían una cruz de término, realizada en piedra. Para la Diputación Provincial de Zaragoza se ha estudiado el bastidor y los elementos textiles de tabla de San Martín de Tours, del siglo XVI, procedente del Museo Diocesano de Huesca; y con la Universidad de Zaragoza se ha participado en el proceso de conservación e identificación de las maderas procedentes de la cimentación del puente de Piedra de Zaragoza.

El módulo de analítica química ha averiguado la composición de los pigmentos de las pinturas murales halladas en *Bilbilis*, los morteros de sus estructuras arquitectónicas, los metales y las cerámicas. El alumnado y el profesorado también han participado en el análisis de muestras procedentes de trabajos de colaboración con la Universidad de Zaragoza, como pigmentos de pinturas rupestres, monedas romanas o vidriados cerámicos hispanomusulmanes, y con la Escuela Superior de Conservación y Restauración de Huesca en el análisis de pigmentos de diversas pinturas. Igualmente, se han analizado morteros de edificios históricos en proceso de restauración por parte del Gobierno de Aragón como: la iglesia mudéjar de Santiago el Mayor de Montalbán, las torres medievales de Biota y Layana, la iglesia de Nuestra Sra. de la Asunción de Valdeltormo o la muralla de Daroca.

A punto de finalizar una nueva promoción de alumnos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II, confiamos en que a pesar de la compleja situación económica que estamos atravesando, nuestros alumnos, como en ediciones anteriores, se integren sin dificultad en el mercado laboral. A partir de ahora éste será el empeño de los responsables de esta Escuela Taller, del Departamento de Educación, Cultura y Deporte, como ente promotor, y del Instituto Aragonés de Empleo.



Alumnos arqueólogos durante el proceso de excavación en *Bilbilis*

VISITAS FORMATIVAS

A lo largo del último año la Escuela Taller de Restauración de Aragón II ha realizado diversos viajes formativos con el objeto de conocer los trabajos que se están llevando a cabo en yacimientos arqueológicos y centros de restauración, tanto de Aragón como de Italia.

Aida Tejero Oliván y Raquel Crespo Vergara

Restauradoras de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

El 31 de julio de 2008, continuando con el ciclo de visitas formativas promovidas por la Escuela Taller de Restauración de Aragón II, los alumnos y profesores del centro nos dirigimos al yacimiento arqueológico de “La Cabañeta” situado en la localidad zaragozana de Burgo de Ebro. La visita fue guiada por el arqueólogo y director de excavación, José Antonio Mínguez Morales, que también imparte clases como profesor en la Universidad de Valladolid.

El conjunto arqueológico fue fundado en el siglo II a. C. como campamento militar, convirtiéndose después en ciudad. Esto explica la aparición del espectacular foso que rodea el yacimiento por tres de sus lados y que constituye su rasgo más característico. Esta construcción, cuya función sería la defensa del campamento, tal y como señala la costumbre militar romana es, en alguno de sus tramos, lo único que hoy en día se puede ver de este importante yacimiento.

La superficie de los restos arqueológicos ocupa una planta rectangular en torno a unas 20 hectáreas en el interior del recinto, ampliándose en el exterior.

Desde el año 1997 se han realizado campañas de prospección y excavaciones sistemáticas, en las cuales se han conseguido hallazgos importantes, como la zona de las termas y los almacenes. En el momento de nuestra visita, la zona de excavación estaba centrada en lo que habría sido un gran edificio público correspondiente a un *collegia*.

También pudimos comprobar *in situ* como se desarrolla el trabajo de una empresa privada en un yacimiento de este



Visita al yacimiento de “La Cabañeta”



Visita al yacimiento de *Contrebia Belaisca*, en Botorrita

tipo, tanto en labores de excavación como de protección y mantenimiento de las estructuras.

En cuanto a objetos se refiere, se han encontrado vasijas, objetos de cocina, piezas metálicas, mosaicos, monedas e inscripciones latinas. La mayor parte del material recuperado es de procedencia romana, de importación, mientras que los hallazgos de piezas pertenecientes a la cultura ibérica han sido muy escasos.

Posteriormente, nos dirigimos al yacimiento arqueológico de *Contrebia Belaisca*, situado en el Cabezo de las Minas de Botorrita, en Zaragoza.

Se trata de una pequeña ciudad fortificada de origen celtíbero, fundada en el siglo V a. C. y destruida por los romanos cuatro siglos más tarde. Uno de los hallazgos más importantes se produjo en los años setenta del pasado siglo, cuando aparecieron unas placas de bronce con inscripciones epigráficas. Se trata de los llamados “bronces de Botorrita”, seguramente procedentes de un archivo del juzgado de *Contrebia Belaisca*. Los textos están redactados en lengua celtíbera, excepto uno que se expresa en latín. Este último es el texto latino más antiguo del valle del Ebro, que data del año 87 a. C.,

y a él debe su nombre el yacimiento de *Contrebia Belaisca*.

La visita fue guiada por el arqueólogo Fco. Javier Gutiérrez, que explicó durante el recorrido la funcionalidad de los principales edificios del conjunto arquitectónico. Finalmente, nos mostró las zonas de excavación en las que se estaba trabajando, la zona alta del Castro y la profundidad del foso en la zona de las murallas.

ROMA

Entre el 11 y 15 de mayo se ha realizado un viaje a Roma donde, además de visitar algunos de los vestigios más destacados de la Roma antigua, pudimos acceder a los principales centros oficiales italianos vinculados a la investigación, la conservación y restauración del patrimonio histórico-artístico. El viaje ha sido organizado con la colaboración de la Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma (CSIC). Queremos agradecer desde aquí a su director, Ricardo Olmos Romero, y a su secretaria, Esther Barrondo Domínguez, su amabilidad y el esfuerzo realizado para contactar con las instituciones italianas. Sin ellos este viaje no hubiese sido posible.

El primer día se realizó una visita al Palatino, Foro y Coliseo guiada por Carlos Sáenz Preciado, profesor y arqueólogo de la Escuela Taller. Estos imponentes restos ayudan a comprender aspectos de la vida política y social durante época imperial. En el Palatino pudimos observar de cerca las pinturas de la casa de Augusto, recientemente restauradas.

La segunda etapa del viaje tuvo lugar en el Museo Nazionale Romano (situado en las termas de Diocleciano) donde la responsable de restauración Giovanna Bandini nos mostró el Aula X y los laboratorios de restauración del museo. En el Aula X, sala perteneciente a las termas de Diocleciano recientemente restaurada, se encuentran dos tumbas procedentes de la necrópolis Via Portenge (Tomba dei Dipinti y Tomba degli Stuechi), que fueron trasladadas allí desde su ubicación original debido a la construcción de un oleoducto. La restauradora encargada de la intervención nos explicó tanto el traslado, a mediados del siglo pasado, como la última restauración. Se visitó también el laboratorio de escultura, donde vimos algunas de las obras en proceso de restauración, y el de metales, donde se estaba llevando a cabo la restauración de una crátera de bronce del museo de Belgrado.

La siguiente visita fue a los laboratorios del Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, en la piazza San Francesco de Paola, centro de referencia en el ámbito de la conservación y restauración a nivel mundial. Los químicos Ernesto Borrelli y Giancarlo Sidoti nos hablaron sobre la importancia de las técnicas analíticas en la restauración y nos mostraron las instalaciones de sus laboratorios. En el departamento de biología nos explicaron algunas de las investigaciones que el centro está llevando a cabo sobre la conservación de yacimientos.

En la basílica de San Clemente nos acompañaron dos restauradoras y dos biólogas del Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, que nos mostraron los trabajos de restauración y los proyectos de investigación sobre las condiciones ambientales del templo, dirigidos por Giulia Tamanti. La peculiaridad de esta basílica radica en la superposición de tres edificaciones distintas: una *domus* romana, una iglesia paleocristiana, y una iglesia medieval; actualmente pertenece a un convento de dominicos. Tanto la *domus* romana como la iglesia paleocristiana se encuentran en ambientes hipogeos, lo que ha marcado la línea de intervención. Nuestras acompañantes nos explicaron cómo los



Ines Arletti mostrándonos la Tomba dei Dipinti, en el Aula X del Museo Nazionale Romano





Manuela Zarbá mostrándonos las instalaciones del Instituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro y algunos de los trabajos en curso



problemas de humedad han supuesto, además de un notable aporte de sales, una importante proliferación de microorganismos que ha condicionado tanto las actuaciones como el sistema expositivo.

A continuación, se realizó una visita a los Museos Capitolinos. Antonella Magagnini, arqueóloga del museo, acompañó la visita y nos mostró las obras más representativas.

De nuevo visitamos las instalaciones del Instituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro, en este caso, su centro de formación y los talleres de restauración ubicados en la Via de San Michele. Anna Marcote y Manuela Zarbá nos mostraron los laboratorios de pintura mu-

ral, material arqueológico y lienzo. La explicación de algunos de sus criterios e intervenciones hizo de esta visita una experiencia enriquecedora que nos permitió contrastar distintas formas de actuación.

Otra de las visitas indispensables de este viaje fue al yacimiento de la ciudad de *Ostia Antica*, el tercer yacimiento mejor conservado de Italia. Su origen se remonta al siglo IV a. C., ubicada en la boca del río Tíber, fue el puerto de la antigua Roma. Laura Spada, directora del laboratorio de restauración, nos mostró las instalaciones y nos explicó algunas de las intervenciones realizadas. Gracias a ella pudimos visitar el interior de dos *domus* recientemente restauradas, en las que se conservan importantes restos de pintura mural y mosaicos. La mayor parte de la pintura mural ha sido arrancada y, una vez restaurada, recolocada en su ubicación original; la que todavía se conserva en el muro será arrancada próximamente debido a problemas de humedad.

Por último, volvimos a visitar el Museo Nazionale Romano, en este caso, sus instalaciones en el Palazzo Massimo alle Terme. Paola di Giambattista, responsable del departamento de restauración, nos guió a través de las salas dedicadas a las pinturas murales, permitiéndonos el acceso a zonas restringidas y explicando las obras más relevantes. Se accedió también al laboratorio de restauración, donde nos mostró algunas de las restauraciones llevadas a cabo en el museo.



Grupo de alumnos y profesores durante la visita a la casa de *Luceia Primitiva* en *Ostia Antica* acompañados por el equipo de restauración

CURSOS Y CONFERENCIAS

En esta fase final, la Escuela Taller de Restauración de Aragón II ha organizado cursos y conferencias impartidas por especialistas de diversas disciplinas, con el fin de prepararnos para el futuro profesional próximo.

Diana Requejo Sueiro

Restauradora de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

Es hora de echar la vista atrás y hacer un repaso de todos los cursos y conferencias realizados en esta última etapa. Puesto que los alumnos trabajadores procedemos de diferentes áreas profesionales, hemos recibido la visita de conferenciantes de las distintas ramas: arqueología, restauración y química, así como hemos tenido ponencias de interés general.

CURSOS

Motivados por la experiencia positiva de ediciones anteriores, se consideró oportuno la realización de cursos complementarios. Estos tienen como objetivo la ampliación de conocimientos de los alumnos-trabajadores.

En mayo de 2008 asistimos a las “Jornadas técnicas de limpieza de superficies policromas” en el Palacio de Villahermosa (Huesca), impartido por el profesional de la restauración Paolo Cremonessi.

Durante tres días se habló de cómo se debe utilizar la química en el mundo de la restauración, centrándose en el uso de disolventes para la limpieza de superficies policromadas. Cremonessi centró su cur-

so en la variación del pH y varios productos espesantes en el uso del agua como uno de los disolventes más adecuados y versátiles.

El segundo curso efectuado fue el “Módulo de Igualdad de Género”. Durante cuatro jornadas, dos técnicos del Grupo Iberema, Juan Ortega y Ana Salvador, nos hablaron de temas que están a la orden del día como la violencia de género, sexismo en la comunicación humana, política de igualdad y normativa legal vigente.



Alumnos-trabajadores realizando una práctica durante el curso de igualdad de género



El tercer curso fue impartido por Nieves Laborda, química miembro del equipo de laboratorio de la Escuela Taller. En él pudimos aprender a tomar muestras en las obras de arte para proceder a su estudio y análisis en el laboratorio utilizando diferentes técnicas.

CONFERENCIAS

Las conferencias de la promoción 2007/2009 se iniciaron con D. Jorge Gay Molins, pintor aragonés nacido en Zaragoza, con estudios en la Facultad de Bellas Artes de San Jorge, Barcelona, y licenciado por la Facultad de Bellas Artes de San Fernando, Madrid. Jorge expuso su evolución como artista desde niño hasta la actualidad.

Los alumnos y profesores del centro han compartido su trabajo técnico con la labor creativa de Jorge Gay, produciéndose un intercambio de experiencias y sensaciones que, sin duda, han enriquecido el proceso formativo desarrollado en la Escuela Taller.

La colaboración con Jorge Gay ha puesto de manifiesto conocimientos fundamentados en la preparación de un soporte perdurable en el tiempo y el empleo tradicional de la técnica del fresco, al servicio de la práctica de arte contemporáneo.



El pintor Jorge Gay con uno de los frescos realizados

CONFERENCIAS RELACIONADAS CON LA INCORPORACIÓN AL MUNDO LABORAL

Durante los últimos seis meses de la promoción 2007/2009 y con la finalidad de informarnos sobre nuestra posible inserción al mundo laboral, hemos contado con la presencia de importantes empresas del sector de la arqueología y de la restauración, así como los servicios técnicos del Instituto Aragonés de Empleo.

Desde los servicios del INAEM nos visitaron Javier Ortiz de Zárate, Director de la oficina de Empleo de la que depende esta Escuela Taller, Olga Alvarado Castaño, administradora superior del Servicio de Empleo, Elena Olivares y Carmen Milla, técnicos de Empleo, para informarnos sobre temas que en estos momentos nos interesan: como ser autónomo, las diferentes sociedades que existen para la formación de una empresa, trámites que hay que realizar si se decide constituir empresa y ayudas y subvenciones que ofrece el Gobierno de Aragón.

Para darnos otra visión de enfoque, como es la incorporación al mundo de la empresa privada, acudieron a la Escuela distintas empresas del ámbito de la restauración y la arqueología.

EMPRESAS DE ARQUEOLOGÍA

En primer lugar Jesús G. Franco, socio de la empresa Acrótera dedicada a la arqueología, nos habló sobre la formación de su empresa, una sociedad cooperativa con sede en Caminreal (Teruel).

Nos comentó alguna de sus actuaciones, como la intervención en el acueducto de Albarracín. También habló sobre la realización del Centro de Interpretación del yacimiento Arqueológico de "La Caridad", en la antigua estación de Caminreal, otra vía de actuación que



Equipo técnico del Instituto Aragonés de Empleo en su visita a la Escuela

tiene este tipo de empresas, ya que hoy en día la musealización de yacimientos es algo habitual.

Como el fin de todas estas charlas era conocer las diferentes formas de autoempleo que existen en el ámbito laboral, tanto sociedades limitadas como cooperativas autónomas, etc., hemos contado con la presencia de Jose Luis Cebolla, autónomo profesional de la arqueología.

Nos explicó detalladamente las salidas profesionales que existen, los conocimientos que se deben de tener para ser un buen profesional y como se deben de realizar los proyectos.

EMPRESAS DE RESTAURACIÓN

En el campo de la restauración fueron tres empresas las que nos transmitieron toda la información posible acerca de su formación, así como de alguna de sus más recientes actuaciones.

Marcelino Sánchez, Director de la empresa Tekne S. L., con sede en Madrid, nos habló sobre la constitución de su empresa en 1991, el procedimiento para la contratación de profesionales, el funcionamiento interno de la empresa y las facilidades que ofrecen a los trabajadores.

También comentó cómo se debe hacer para que una empresa pueda aspirar a ser seleccionada en un concurso por la Administración Pública, y por último

la controversia que existe entre las distintas titulaciones de restauración y las inexistentes atribuciones que hay en este campo.

En relación con este mismo tema, Javier Latorre, socio fundador desde 1992 de la empresa Artelan S. L., con sede en Segovia, nos explicó la forma de acceder a su empresa, una de las más destacadas a nivel nacional.

Para concluir su ponencia, nos explicó detalladamente dos actuaciones llevadas a cabo por Artelan. La primera consistió en la restauración de un sepulcro románico, el sepulcro de San Vicente de la basílica de los Santos Vicente, Sabina y Cristeta en Ávila. La segunda la restauración del retablo mayor de la iglesia de San Julián de Ororbia, en Navarra.

Otra visita importante fue la de Patrocinio Jimeno Victori, restauradora de pintura mural y socia fundadora de Estudio Tempore S. C., empresa aragonesa que se dedica a la restauración de bienes muebles.

Patrocinio, con muchos años de experiencia a sus espaldas en restauración de pintura mural en España e Italia, nos habló sobre la formación de su empresa y trató la restauración que realizó en las pinturas murales del torreón de entrada al Monasterio de Veruela (Zaragoza).



Javier Latorre presenta su exposición sobre su empresa Artelan

COLABORACIÓN DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN II CON EL PINTOR ARAGONÉS JORGE GAY MOLINS

La Escuela Taller de Restauración de Aragón II tuvo la oportunidad y el placer de colaborar e intercambiar experiencias con el pintor aragonés Jorge Gay, que confió en nuestra formación y profesionalidad, para llevar a cabo los soportes de su nueva obra en pintura mural.

El resultado final se pudo disfrutar en la exposición “Un verano al fresco” en la Galería Pepe Rebollo de Zaragoza, entre el 26 de agosto al 27 de septiembre de 2008.

M.^a Angustias Macías Guzmán

Restauradora de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II



Jorge Víctor Gay Molins nació el 26 de agosto de 1950 en Zaragoza. Cursó sus estudios tanto en la Facultad de Bellas Artes de San Jorge de Barcelona como en la Facultad de Bellas Artes de San Fernando de Madrid, donde se licenció y realizó la especialidad en pintura mural en la cátedra de D. Manuel López Villaseñor.

Disfrutó de numerosas becas y premios, entre ellos: en 1971 y 1972 la beca de “El Paular”; Medalla de Oro de la Escuela Superior de Bellas Artes de San Fernando y beca en 1980 del Centro de Investigaciones de Nuevas Formas Expresivas del Museo Español de Arte Contemporáneo, entre otras.

Pensionado de 1977 a 1979 por el Ministerio de Asuntos Sociales en la Real Academia de Bellas Artes de Roma y Académico de la Real Academia de Nobles y Bellas Artes de San Luis, ha realizado numerosas exposiciones individuales, escenografías y expuesto en espacios públicos, museos y colecciones.

Tras una larga carrera como pintor, su intención de volver a los orígenes de la pintura después de haber evolucionado

su obra hacia el proceso contrario, un soporte digital y totalmente actual; le llevó a colaborar con la Escuela Taller de Restauración de Aragón II e intercambiar experiencias y conocimientos, ya que la especialidad del centro entre otras muchas, es la restauración de pintura mural al fresco.

La labor del equipo de trabajadores de la Escuela Taller consistió en la preparación de los soportes, bajo la supervisión de las profesoras del Centro, Susana Morales y Alicia Payueta, quienes posteriormente siguieron, guiaron y aconsejaron al artista en cuestiones técnicas referidas al procedimiento artístico del fresco.



Preparación del panel de aerolam

ELABORACIÓN DE LOS SOPORTES

Cada uno de los seis soportes de las pinturas murales estaba compuesto de los siguientes elementos:

- Plancha de aerolam¹ de 205 x 122 x 3 cm.
- Capa de arlita, que fue adherida a la plancha de aerolam, mediante resina epoxi y ligeramente golpeada para garantizar su adhesión. Una vez seco el adhesivo se retiró el sobrante de arlita.
- Capa de *arriccio* con mortero Zacol cal² de grano grueso.
- Por último, el *intonaco* o enlucido, la capa más fina de la pintura mural que ya va a recibir la pintura y que debe ser aplicada perfectamente para obtener buenos resultados, teniendo en cuenta la planificación de las jornadas. Se empleó Zacoldur³ de grano fino como mortero.

PLANIFICACIÓN DE LAS JORNADAS

La jornada es la superficie que puede pintarse en un día y se realiza de arriba abajo, para evitar manchar la siguiente, por eso hay que planificarla. Suele hacerse en bisel y siguiendo el dibujo para camuflarla lo más posible, ya que siempre es visible por muy trabajada que esté, debido a la unión entre un mortero fraguado y otro a medio fraguar. Si no diese tiempo de terminar la jornada, habría que eliminar la capa de enlucido, realizando dicho bisel y dejándolo para el día siguiente.

Una vez está todo organizado, se trasfiere el dibujo al soporte mediante cartones, plantillas, incisiones, etc., dependiendo de la técnica de traspaso que se quiera emplear. En este caso, se usó papel manila en el que se realizó el dibujo a carboncillo y una vez aplicada la capa de *intonaco*, se colocó el papel por la cara dibujada sobre el mortero, se pasó ligeramente la mano y el carboncillo quedó fijado. Concluido este proceso se comenzó con la aplicación de color.

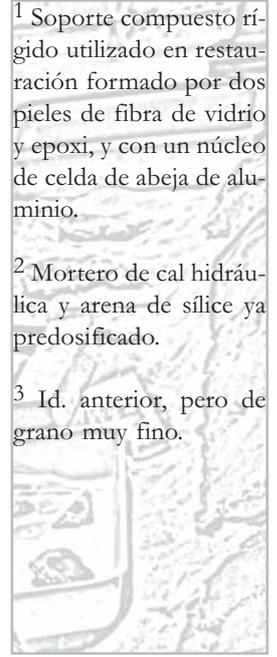
LA ELABORACIÓN DEL FRESCO

El fresco es una técnica de pintura mural en la que el color se deposita sobre un mortero de cal recién aplicado. El pigmento queda fijado sobre el muro gracias al proceso de carbonatación de la cal en contacto con el CO₂ del aire, que con el paso del tiempo integra el color dentro de su misma estructura cristalina, por ello, se aplica diluido en agua con mayor o menor espesor, según queramos que cubra. El pigmento debe estar previamente decantado para eliminar las impurezas. El aspecto final suele ser mate y los colores aclaran al secar, transmitiendo una gran luminosidad procedente de la cal.

¹ Soporte compuesto rígido utilizado en restauración formado por dos pieles de fibra de vidrio y epoxi, y con un núcleo de celda de abeja de aluminio.

² Mortero de cal hidráulica y arena de sílice ya predosificado.

³ Id. anterior, pero de grano muy fino.



Aplicación de la capa de arlita



Aplicación de la capa de *arriccio*



Jorge Gay realizando retoques en seco

Su aplicación debe ser relativamente rápida y exacta. Hay que procurar no equivocarse y evitar insistir, ya que si esto ocurriese, el color acabaría por volverse pulverulento.

Una vez seca la pintura, se realizan los retoques en seco con el pigmento diluido en agua de cal o en el aglutinante que se desee emplear. Jorge Gay empleó el agua de cal.

RESULTADO FINAL

El acabado final fue positivo tanto para el artista que le dio forma, como para la Escuela Taller de Restauración de Aragón II, que tuvo la posibilidad de poder disfrutar directamente del trabajo del artista, así como la oportunidad de observarlo, colaborar e intercambiar experiencias con él.

Concluida la obra, se procedió al enmarcado de las pinturas con perfiles de aluminio y al embalaje para llevarlas a su futura exposición.

CONCLUSIONES

Llevar a cabo una pintura mural al fresco es complicado si no se ha tenido frecuente contacto anteriormente con ella, ya que, si se falla en algo es difícil corregirlo. Se deben saber manejar perfectamente los materiales y conocer los resultados que da para usarlos beneficiosamente, según se desee unos determinados efectos en la



Jorge Gay durante el proceso artístico

obra. Jorge Gay supo enfrentarse con valentía a esta técnica y poder salvar las dificultades que se le fueron presentando según se sumergía más intensamente en la obra, obteniendo un resultado excelente. De las pinturas realizadas ha donado dos al Gobierno de Aragón, que serán ubicadas de forma permanente en la Escuela Taller de Restauración de Aragón II.



Alumnos y profesores de la Escuela Taller junto al pintor Jorge Gay



Resultado final de las pinturas murales

INTERVENCIÓN SOBRE LAS PINTURAS MURALES PROCEDENTES DEL LARARIO DE LA CASA DEL NINFEO DEL YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE *BILBILIS*. PARTE II

La intervención de la decoración pictórica del larario de la domus del Ninfeo de Bilbilis ha sido la obra más destacada de la edición 2007-09 de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II. En su estudio y restauración han intervenido todas las especialidades del centro, en un trabajo interdisciplinar, que podrá ser admirado próximamente en el Museo de Calatayud. El presente artículo completa lo publicado en Kausis 5.

Alicia Payueta Martínez

Profesora Restauradora de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

¹ Publicado en *Kausis* 5, 2008, Escuela Taller de Restauración, pp. 13-21.

En la primera parte del presente artículo¹ se detallaron el contexto arqueológico de las pinturas, sus técnicas de ejecución, estado de conservación y el tratamiento del conjunto hasta su colocación sobre un nuevo soporte. Como breve resumen, diremos que se trata de un pequeño espacio de culto de unos 2 m² que presentaba *in situ* decoración mural en las paredes y un frontal escalonado.

En su interior apareció un relleno que incluía fragmentos de pintura y elementos decorativos pertenecientes a las paredes y techo.

La pintura mural fue arrancada y trasladada al taller, junto con el material de la caída, para su reconstrucción y colocación sobre un nuevo soporte. La primera fase de trabajo incluyó los siguientes procesos:



Cata de limpieza de la pintura

FICHA TÉCNICA

Objeto	Decoración mural				
Denominación	Conjunto decorativo perteneciente a las paredes de un larario (H. 13) procedente de la denominada Casa del Ninfeo, ubicada en el yacimiento romano de <i>Bilbilis</i> (Calatayud, Zaragoza)				
Breve descripción	Pintura, molduras y apliques que forman parte de la decoración de las paredes, altar escalonado y techo del larario				
Estilo / cronología	III estilo pompeyano. Primeras décadas del s. I d. C.				
Dimensiones del larario	Longitud 192 cm Anchura 116 cm Altura indeterminada. Por paralelos, aproximadamente unos 235/ 240 cm				
Superficie		Techo		Paredes	
	En origen	2,23 m ²	100%	13 m ²	100%
	Conservado	0,7 m ²	31,3%	5,8 m ²	44,6%
	Ubicado	-	-	5,6 m ²	43%
Procedencia	Almacenes del Museo de Calatayud				
Ubicación actual	Nave de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II, Polígono Plaza (Zaragoza)				
Fecha de recepción	12 de noviembre de 2007				
Cronología de las intervenciones	Octubre-noviembre de 2005 y abril-junio de 2006: excavación y recuperación de la caída de pintura durante las campañas arqueológicas Junio de 2006: arranque de las pinturas murales <i>in situ</i> Noviembre de 2007: inicio de los trabajos de estudio, conservación y restauración Septiembre de 2008: final de la intervención				
Equipo de restauración	Profesores y alumnos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II				



- Limpieza y consolidación de todos los fragmentos
- Puzzle
- Rebaje de los morteros en las placas arrancadas y en los fragmentos que iban a ser ubicados en el nuevo soporte
- Elaboración del soporte
- Ubicación de la pintura en el soporte

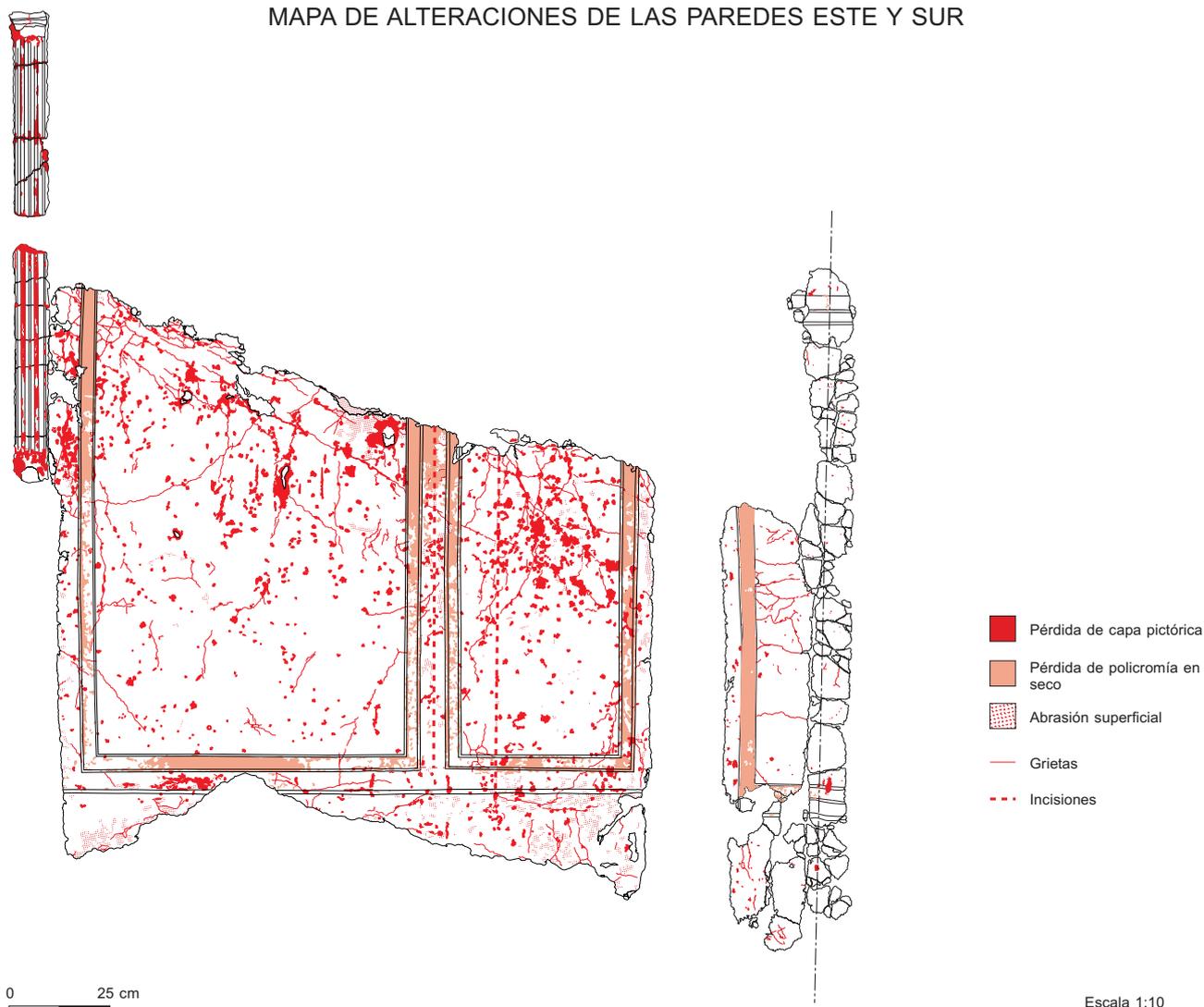
En este artículo trataremos los procesos relacionados con la presentación y as-

pecto final del conjunto: la limpieza de las placas, la reintegración volumétrica y la reintegración cromática.

LIMPIEZA

El arranque de la pintura supuso una intervención de urgencia y un trauma para la obra aunque se llevó a cabo con el máximo rigor y planificación. A pesar de que se había realizado una limpieza previa, debido a los productos empleados para consolidar y proteger las pinturas², los restos de suciedad superficial y

MAPA DE ALTERACIONES DE LAS PAREDES ESTE Y SUR



Mapa de daños digitalizado



las concreciones salinas insolubles quedaron también consolidados. Por este motivo, el proceso de limpieza ha sido laborioso.

En estas condiciones, nos enfrentábamos a una costra salina mezclada con suciedad bastante insoluble. Por ello, se han empleado principalmente medios mecánicos para su rebaje: goma wishab, perrillos, bisturí y, puntualmente, lápiz de fibra de vidrio. Se ha optado por realizar una media limpieza consistente en rebajar el espesor de la capa pero evitando su total eliminación, ya que ésta implicaba también la eliminación de parte del pigmento más superficial.

Los disolventes, aplicados en forma de compresas o con hisopo sirvieron para disolver los productos de naturaleza acrílica y una mezcla al 50% de agua y alcohol para ablandar las concreciones salinas y terrosas.

PROTECCIÓN DE LA PINTURA

El objetivo era proteger la pintura sin alterar las características ópticas de la superficie, en particular su aspecto mate y la saturación del color. Por ello, se ha utilizado el polímero a muy baja proporción y se ha trabajado la superficie con las brochas hasta conseguir el efecto deseado. La



Cata de limpieza donde se aprecia el velo de naturaleza salina que cubre la pintura

resina es Paraloid B-72 al 3% en disolvente nitrocelulósico, aplicada en varias manos dependiendo de las zonas.



Proceso de eliminación de depósitos sobre la pintura

- La reversibilidad de la intervención está garantizada, ya que la técnica empleada es reversible y se aprecian claramente las zonas retocadas.

LA PRESENTACIÓN FINAL

Criterios

El destino de las pinturas para su exposición en un museo ha marcado los criterios para su presentación final. Era necesario que el conjunto ofreciera una reconstrucción fiel del espacio y lectura adecuada de la decoración, aproximándose al aspecto que debió tener en origen.

Los criterios empleados en la reintegración han sido:

- Reintegración de elementos cromáticos y lineales basándonos en la información existente. Afortunadamente, la decoración del larario es muy sencilla, lo que unido al gran porcentaje de pintura conservada, ha permitido saber cómo fue la disposición del esquema decorativo del zócalo y los paneles centrales.

- Diferenciación del original respecto a nuestra intervención para no dar lugar a errores de interpretación o falso histórico. Ésto se ha conseguido aplicando un tono más bajo que el del color original en nuestra reintegración y aplicándolo sobre un mortero 1 mm a bajo nivel respecto a la superficie de la pintura.

Reintegración volumétrica: el mortero

El mortero de reintegración se aplicó en las zonas de lagunas, sobre la segunda capa de poliestireno. Tiene un espesor entre 1 y 2 mm, dependiendo de las zonas, y queda a bajo nivel, 1 mm por debajo de la superficie de pintura original. Su función es homogeneizar la superficie y proporcionar una base adecuada en tono y



Aplicación del mortero de reintegración en las lagunas interiores





Reintegración cromática a pincel

textura para la reintegración cromática. La composición del mortero sintético es:

- 120 cc de arena de sílice lavada de 0,5 mm Ø
- 120 cc de cal hidráulica
- 120 cc de Acril 33
- 20 ml de una mezcla preparada de pigmento y agua

Reintegración cromática

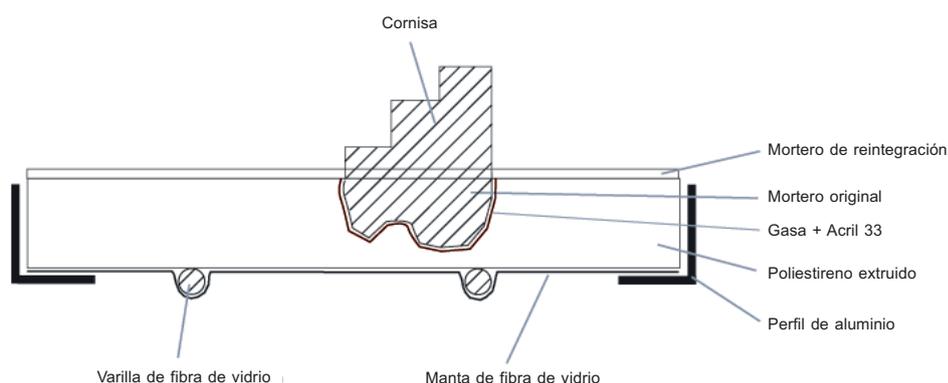
La sencillez del motivo decorativo y la gran cantidad de pintura recuperada nos ha permitido saber cómo eran el zócalo y los paneles centrales del larario. El objetivo de esta intervención era reconstruir la decoración aplicando los colores a bajo tono respecto a los originales.

Para conseguir un color mate que se integre adecuadamente con el color original se han elegido pinturas acrílicas, seleccionando en lo posible los pigmentos más parecidos a los usados por los romanos: sombra tostada y natural, siena tostada y natural, rojo óxido, blanco de titanio, verde vejiga... Los tonos se mezclaron hasta conseguir el color exacto y se mezclaron con agua. Los colores quedan así preparados en la cantidad suficiente para la ejecución de todo el trabajo, de modo que no haya necesidad de repetirlos corriendo el riesgo de que aparezcan diferencias de tono. Se les añade un poco de fenol para evitar la pudrición.

Para la aplicación del color se ha em-



Reintegración cromática con aerógrafo



Esquema del soporte realizado para el frontón

pleado la técnica del aerógrafo que permite conseguir tintas homogéneas con facilidad y rapidez. En su uso, es necesario hacer previamente reservas, es decir, cubrir todas las zonas donde no vamos a aplicar un color determinado. El tono adecuado se consigue con sucesivas aplicaciones a modo de veladuras.

Por último, se han retocado los morteros originales en las zonas de erosión, matizando el blanco con una veladura del color a bajo tono. Esta intervención ha sido especialmente necesaria en el altar escalonado para reconstruir las bandas donde existían muchas pérdidas del color aplicado en seco.

TRATAMIENTO DE APLIQUES Y MOLDURAS PARA SU MUSEALIZACIÓN

Durante la excavación del larario aparecen numerosos elementos decorativos que, con seguridad, forman parte de las cornisas, remates o el templete, aunque no conocemos su ubicación exacta y por eso no fueron incluidos en el soporte. Los elementos más relevantes han recibido tratamiento de restauración para su futura exposición junto al resto del conjunto. Son un total de 16 piezas incluyendo fragmentos de cornisa, frontón, capiteles y basas.

El material constituyente es principalmente el yeso, aplicado en varias capas, tra-

bajado con terrajas para las molduras y en algún caso policromado con verde y/o rojo. En casi todas las piezas existe una lechada final blanca como acabado.

El estado de conservación de estos elementos era delicado, con zonas pulverulentas, desgastes, erosiones, pérdidas de material, fragmentación y pérdidas de la lechada y pintura.

Todo el material ha tenido uno o varios de los siguientes tratamientos:

- Limpieza: eliminación de suciedad superficial con mezcla al 50% de agua y alcohol y medios mecánicos.
- Consolidación cohesiva: en las zonas pulverulentas se aplicaron impregnaciones de Acril 33 al 10%.
- Fijación de la pintura y las lechadas con Paraloid B-72 al 3% en acetona.
- Adhesión de fragmentos con Paraloid B-72 al 30% en acetona, imprimando previamente la zona con el mismo producto al 10%.
- Consolidación estructural introduciendo espigas de fibra de vidrio y adhiriéndolas con resina epoxi cargada con polvo de piedra pómez.
- Colocación sobre un nuevo soporte.





Hay un frontón y una cornisa que conservan gran parte del material y debido a su gran tamaño no podían ser simplemente adheridas, necesitando soporte estructural. A estos elementos se les ha hecho un soporte a medida. Éste consta de una placa de poliestireno extruído, cajado para alojar las cornisas, a las que no se les rebajaron los morteros, por no representar un peso excesivo. Los morteros originales están protegidos con dos capas de gasa aplicadas con Acril 33, y adheridos sobre el poliestireno con Acril 33 puro, cargado con polvo de piedra pómez y algunos puntos de epoxi. Para dar rigidez al soporte y embellecer los bordes se colocaron unos perfiles de aluminio con forma de “L” en los perímetros. En una de las placas, además, se reforzó el reverso con varillas de fibra de vidrio y manto de fibra de vidrio, adherido con resina epoxídica.

CONCLUSIONES

La ubicación última de la pintura tendrá lugar en la sede del Museo de Calatayud. Nuestra intervención garantiza la conservación a largo plazo de las pinturas, respetando todos los criterios que debe observar una restauración actualmente y, además, la presentación final ofrece una lectura muy completa de los restos. La instalación definitiva supondrá la divulgación al público de un conjunto de gran relevancia, por la singularidad del espacio y por el gran porcentaje de pintura recuperada.

Esta intervención nos debe hacer reflexionar sobre la conveniencia de los arranques. No debemos perder nunca de vista que el arranque es siempre un gran trauma para la pintura que genera daños



Algunas de las piezas del larario después de su intervención

irreversibles y serias complicaciones en el posterior tratamiento de restauración. Además, se trata casi siempre de intervenciones de urgencia en condiciones no siempre idóneas, lo cual eleva el riesgo de accidentes o errores.

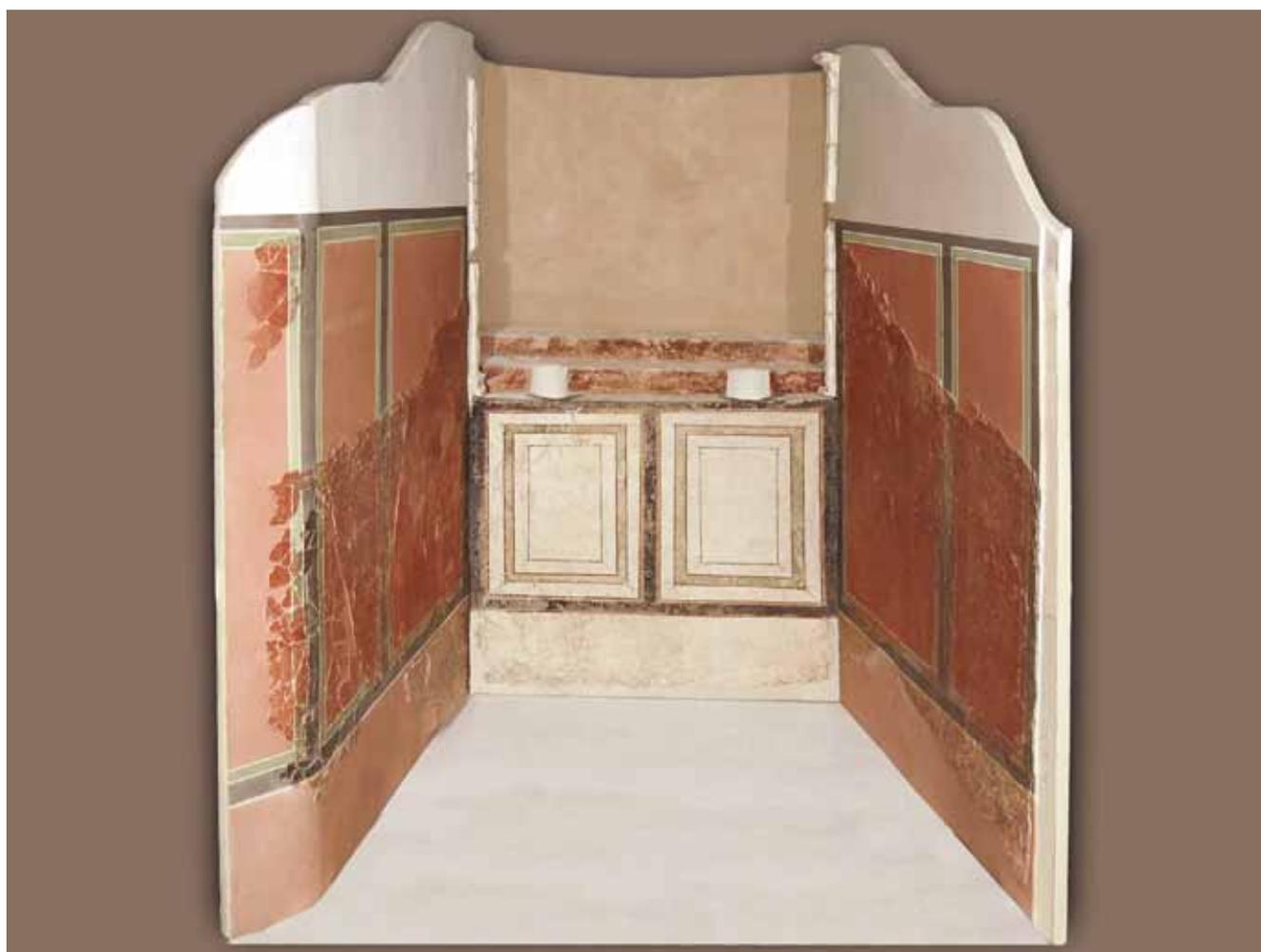
Entre los deterioros inevitables están las deformaciones, los cortes, la aparición de nuevas fisuras y, por supuesto, la descontextualización.

Por otro lado, al tratarse de un material rígido, es muy elevado el riesgo de que las gasas de arranque hagan un *strappo* de la pintura. Cualquier pequeña vibración o movimiento que equivalga a una fuerza de cizalladura en el nivel del intónaco, dará lugar a este deterioro. Por tanto, los trabajos de rebaje del mortero y manipula-

ción resultarán especialmente delicados debiendo invertirse mucho más tiempo en estos procesos.

La limpieza también se puede complicar mucho debido a la fijación de los depósitos superficiales con los productos empleados para el arranque y consolidación de los morteros. Se recomienda, si el tiempo lo permite, hacer la limpieza previamente al arranque.

Por último, y teniendo en cuenta todos estos factores, se debe sopesar si la permanencia *in situ* de las pinturas en el yacimiento es viable desde el punto de vista de la seguridad y la conservación. En el caso del larario, la accesibilidad a la zona, la ausencia de vigilancia y la inexistencia de una cubierta adecuada determinaron el arranque y traslado de las pinturas al Museo.



Fotografía del larario una vez terminado

INTERVENCIÓN DE RESTAURACIÓN DEL MATERIAL CERÁMICO PROCEDENTE DEL YACIMIENTO DE BILBILIS (CALATAYUD)

En el presente artículo se recoge todo el proceso de intervención acometido sobre el material cerámico procedente del yacimiento de Bilbilis, formado por 44 piezas de tipología muy variada. Durante tres meses, además de proceder a su restauración, se realizó un estudio completo desde el punto de vista arqueológico.

Sara Benito Hidalgo

Restauradora de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II



La Escuela Taller de Restauración de Aragón II, especializada en material arqueológico, ha realizado la intervención de un conjunto cerámico procedente del yacimiento de *Bilbilis* (Calatayud). Las piezas seleccionadas fueron 44, escogidas en función de su interés y posibilidad de musealización. Proceden de distintas zonas del yacimiento y de distintas campañas arqueológicas, con variedad de tipología y problemática. El material es el siguiente:

- Cerámica común: se trata de 18 piezas de almacenaje, vajilla y construcción. Tienen en común la técnica a torno, las pastas oxidantes, las paredes gruesas, la factura poco cuidada, escasa decoración y las superficies sin alisar. El grupo se compone de 13 ánforas, 10 de las cuales forman un conjunto encontrado en el almacén del Ninfeo, 3 tapaderas, 1 mortero y 1 módulo de chimenea.

- Cerámica de *terra sigillata*: son 14 piezas que presentan una factura muy cuidada, con pastas finas y trabajadas, paredes delgadas, engobe en el interior y exterior de *terra sigillata* y la base torneada. La mayoría tiene decoración aplicada en relieve con molde y/o incisión. El conjunto está formado por 9 piezas

procedentes del basurero que se encontró en H. 20 (Casa del Ninfeo), incluyendo 6 cuencos hispánicos, una cantimplora, una tapadera y un vaso, 3 platos y 2 cuencos gálicos.

- Lucernas: 5 piezas hechas con moldes que presentan engobes y decoraciones en relieve.

- Cerámica indígena: incluye 4 piezas que tienen en común el tipo de pasta fina y paredes delgadas. Tres de ellas conservan restos de decoración pictórica. El grupo incluye 2 ollas, 1 cuenco y 1 plato.

- Cerámica reductora: 1 olla de pasta rugosa y gran cantidad de desgrasantes, de color negro en el exterior y grisáceo en el interior.

- Cuenta vítrea: de color azul con decoración en blanco y amarillo.

DOCUMENTACIÓN

Para el estudio completo de las piezas, se ha contado con la colaboración de los distintos equipos profesionales que componen la Escuela Taller. Gracias a ello, cada pieza intervenida dispone de una am-



Fotografía final de todo el material cerámico

plia documentación; una ficha de registro que recoge sus datos catalográficos, sus materiales y técnicas, su estado de conservación, el tratamiento detallado y las recomendaciones de conservación, calcos indicativos de la posición de las distintas piezas fragmentadas, dibujo arqueológico, fotografía del antes y después de las intervenciones, y análisis en el laboratorio de química, si la pieza lo ha requerido.

ESTADO DE CONSERVACIÓN

Gran parte del conjunto cerámico había sufrido intervenciones anteriores de limpieza, reconstrucción, adhesión de fragmentos y siglado. Algunos de estos tratamientos se habían realizado de una manera apropiada, pero otros, los más antiguos, habían dañado más la pieza. Estamos hablando de marcas de lápiz o rotulador sobre el soporte cerámico, premontajes con cinta de embalar, uniones defectuosas y siglados sin estrato de intervención, directamente sobre la pieza.

Como es habitual en el material cerámico arqueológico, se hallaba fragmentado. Esta alteración se manifestaba en la práctica totalidad de las piezas, exceptuando algunas lucernas y la cuenta vítrea. Debido, en parte a la alteración anterior, casi todas las piezas presentan pérdidas de pasta cerámica, encontrándose incompletas en menor o mayor medida. En algunos

casos esta pérdida es tan acusada que la pieza no tenía estabilidad por sí misma. Los recubrimientos, tanto las engalbas de la cerámica de almacenaje, como los engobes de la cerámica *terra sigillata*, y las capas pictóricas han sufrido erosiones superficiales.

Por último, las cerámicas presentan varios tipos de manchas, hongos de coloraciones negruzcas, de muy difícil eliminación ya que se han introducido en el soporte cerámico, humo, sobre todo en el módulo de chimenea y en algunas lucernas. Estas últimas, no causando ningún daño a la pieza, se consideran testigos de su funcionalidad.

Se presentaban otros tipos de alteraciones pero no eran tan representativas ni generalizadas, como disgregación de la pasta cerámica, eflorescencias salinas, concreciones salinas insolubles y depósitos de polvo y tierra.

CRITERIOS DE INTERVENCIÓN

Una vez realizado el estudio organoléptico, el quipo de arqueólogos y restauradores acordó establecer los niveles de intervención adecuados para cada pieza:

- Nivel 1: limpieza, consolidación en caso necesario y reconstrucción provisional. En este nivel está todo el material cerámico.



¹ Con este aparato medimos el valor de conductividad de baño realizado, determinando las sales solubles que nos quedan en el agua.

² Polímero acrílico a base de etil-metacrilato de excelentes características de dureza, brillo y adhesión.



- Nivel 2: adhesión de fragmentos. Para ello se exige que exista suficiente porcentaje de pieza, de tal manera que el conjunto tenga cierta estabilidad, o bien que se conserven suficientes datos del perfil para poder hacer una reintegración parcial que consolide la zona.

- Nivel 3: reintegración. Se someterá a esta intervención aquellas piezas que no sean estables por sí mismas, dividiéndose en reintegraciones parciales o totales dependiendo de si se conoce su perfil completo.

TRATAMIENTOS

En noviembre de 2008 se iniciaron las intervenciones de restauración del conjunto cerámico, realizándose distintos tratamientos acordes con las necesidades de cada pieza. Los más relevantes y generalizados son los siguientes:

- Eliminación de las adhesiones antiguas: el adhesivo nitrocelulósico empleado es fácilmente reversible pero excesivamente rígido al envejecer. Además, la mayor parte de las uniones eran defectuosas quedando cejas y separaciones entre los fragmentos. Se procedió a su eliminación con acetona aplicada con compresas, jeringuillas o en cámara de vapor.

- Desalación selectiva de los fragmentos que presentaban evidencias de sales solubles: para ello se utilizaron baños sucesivos en agua desionizada hasta obtener una lectura estable en torno a los 100 μ s en el



Medición de las sales solubles



Estado inicial en la parte superior con las anteriores intervenciones de adhesión y marcas de montaje, y en la inferior, después de la limpieza

conductivímetro¹. Posteriormente los fragmentos fueron secados a temperatura ambiente.

- Limpieza: por lo general no acumulaban gran cantidad de suciedad y tierras, ya que habían sido lavadas con anterioridad. No obstante fue necesario hacer una limpieza más profunda con medio mecánicos y, en algún caso, se hizo un tratamiento químico con ácido clorhídrico diluido en agua al 3% para eliminar concreciones salinas de gran dureza.

- Reconstrucción: con el objetivo de sacar el perfil completo de la pieza y planificar mejor la posterior adhesión, todas las piezas fueron montadas sujetando los fragmentos con cinta de carroceros.

- Adhesión de los fragmentos: todas las piezas que llegaron ha este nivel de intervención fueron adheridas con Paraloid® B-72² al 30 % en acetona, con una capa de imprimación de la misma disolución al 10 %.



Restauradora realizando en proceso de adhesión de fragmentos en un ánfora

- Reintegración volumétrica: se han reintegrado 10 de las piezas, seleccionadas por presentar problemas de estabilidad una vez adheridas. De ellas, 4 han sido parciales porque no se conocía el perfil completo de la cerámica y otras 6 han sido totales. Las intervenciones se integran visualmente pero son discernibles ya que se han dejado a bajo nivel y a bajo tono respecto al original. La funcionalidad de las intervenciones es doble: por un lado conferir estabilidad a las piezas y, por otro, facilitar su lectura.

- Como material de reintegración se usó una mezcla al 50 % de yeso odontológico y escayola, teñida con pigmentos minerales imitando el tono de la pasta cerámica, rebajado con medios mecánicos, dejándolo a bajo nivel respecto al original.

- Reintegración cromática: a pesar de que la pasta estaba coloreada, se dio un acabado cromático a las reintegraciones con pinturas acrílicas diluidas. Se usaron aerógrafos o pinceles, para buscar la textura adecuada.

- Siglado: las piezas que no tenían sigla, o en las que fue necesario eliminarla por estar mal aplicada, fueron sigladas con rotulado indeleble negro en zonas discretas, normalmente las bases, sobre una o varias capas de Paraloid® B-72 en acetona al 10 %.

- Embalaje: aunque el material cerámico puede llegar a ser bastante resistente en comparación con otros materiales, nos dimos cuenta de la necesidad de

individualizar los embalajes para proteger aquellas zonas más débiles o proclives a recibir un golpe. Para ello ideamos un sistema de cajas de cartón de doble pared, hechas a medida, con cajeados de espuma de poliestireno y relleno de plástico de burbujas, con la función de amortiguar y inmovilizar. Las cajas fueron debidamente etiquetadas con todos los datos necesarios de las piezas.

ALGUNOS EJEMPLOS SIGNIFICATIVOS

Conjunto de ánforas del almacén de la casa del Ninfeo

Se trata de 10 piezas que forman un conjunto de almacenaje singular. Aparecieron al excavar un espacio destinado al almacén, completamente fragmentadas, con la ausencia de los cuellos y bocas en casi todas. Ello indica que después de su uso inicial para transporte de vino, se reutilizaron seccionando los cuellos intencionadamente para usarlas como recipientes de almacenaje.



Molde de cera odontológica colocado sobre la laguna para la reintegración parcial del módulo de chimenea





Estado de fragmentación y desorden en el que se encontró el conjunto de ánforas

El principal problema del conjunto era su acusada fragmentación, en torno a más de cien fragmentos por pieza, y sus dimensiones, unos 50 cm de altura, que las hacían de difícil manipulación.

Algunas de ellas conservaban el perfil entero, por lo que se ha podido reintegrar totalmente, dándonos una visión de cómo podrían ser en su origen. Es el caso de la reintegración de una de las asas, que se reprodujo simétricamente a partir de otra asa de la pieza. Se realizó un molde de látex y gasa sobre la existente, que luego se trasladó a la ubicación de la nueva asa donde se vertió por colada la mezcla de escayola y yeso.

Olla indígena

Se trata de una cerámica elaborada a torno, de cocción oxidante y con el exte-



Ubicación de un fragmento con la ayuda de plantillas de diámetro



Composición de fotografías del antes y después de la intervención

rior decorado en bandas de engobe rojo.

Anteriormente al ingreso a la Escuela Taller, había sufrido una intervención de adhesión y premontaje con cinta de embalaje que dejó restos de adhesivo, lo que dificultó el proceso de limpieza.

La pieza se encontraba fragmentada e incompleta, conservándose un 60 % del original. Algunos fragmentos no encajaban entre sí quedando flotantes, por lo que la reintegración fue dificultosa. Con la ayuda de plantillas de diámetros se determinaron las dimensiones de la boca y de la base de la pieza, a continuación se tomó el molde de la zona donde había un perfil completo. Esta operación se repitió varias veces hasta conseguir un molde completo de la pieza. Sobre él se ubicaron los fragmentos flotantes y se vertió la escayola relleno las lagunas.



Olla indígena finalizada

Cuenco hispánico

Cerámica de *terra sigillata* con decoración perteneciente al estilo de frisos de círculos concéntricos.

El estado de conservación de la pieza era bueno, su particularidad radica en el gran porcentaje de pérdida del original y en la existencia de fragmentos flotantes de difícil ubicación.

Cada *terra sigillata* está hecha a molde y sigue un patrón repetitivo de decoración. Con esa premisa, se estudió donde podrían ubicarse los fragmentos flotantes dándonos como resultado una sola situación posible.

Una vez que la cerámica estaba reconstruida se creó un molde completo para la reintegración volumétrica. La mezcla de escayola y yeso odontológico se vertió sobre el molde en dos fases, la primera para crear una consolidación estructural para los fragmentos flotantes, y una segunda para acabar de rellenar las lagunas. A continuación siguieron los procesos de intervención generales del conjunto cerámico.

Lucerna

La lucerna forma parte de un conjunto de 5, recuperadas en H. 20. Está decorada con una máscara teatral en el centro del disco frontal.

Presentaba mucha suciedad superficial y concreciones salinas insolubles, aunque se podía observar que debajo de esta capa el engobe producía unos reflejos metálicos. Gracias a la colaboración del labora-

torio pudimos saber que los reflejos procedían de la misma alteración de envejecimiento del engobe.

La limpieza de las deposiciones terrosas se realizó con un hisopo húmedo en agua-alcohol al 50 % y la ayuda de medios mecánicos. Esto no fue efectivo para las concreciones, que debido a su grosor y dureza fueron tratadas químicamente con un baño de ácido clorhídrico al 3 % en agua desionizada y su posterior neutralización. A continuación se adhirieron los fragmentos.

CONCLUSIONES

Al finalizar los trabajos de restauración de todo el conjunto cerámico podemos extraer distintas conclusiones que nos facilitarán el planteamiento de trabajos futuros.

Se ha podido comprobar que en las piezas que presentan un gran número de fragmentos, es bastante útil contar con la documentación de los calcos para reubicar los fragmentos en su posición original.

Tras el examen organoléptico se observó que algunas antiguas intervenciones no seguían los criterios actuales de la restauración y/o eran perjudiciales para la pieza, con la dificultad añadida de no contar con documentación de dichas intervenciones. Por ello vemos la necesidad de seguir un protocolo de actuación tanto en excavación como en el taller de restauración, siempre acompañándolo de amplia documentación para facilitar el trabajo y/o el estudio a futuros compañeros.



Rebaje de la reintegración de escayola y yeso de dentista



Composición fotográfica de antes y después del tratamiento



RESTAURACIÓN DE MATERIAL ÓSEO PROCEDENTE DEL YACIMIENTO DE *BILBILIS* (CALATAYUD)

Durante los primeros meses del presente año 2009 se han efectuado diversos trabajos de conservación y restauración de material óseo, por parte de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II. Los objetos proceden de sucesivas campañas arqueológicas efectuadas en el yacimiento de Bilbilis (Calatayud).

Estefanía Fenoy Cambero

Restauradora de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II



El material óseo intervenido en la Escuela Taller de Restauración de Aragón II, procedente del yacimiento arqueológico de *Bilbilis* (Calatayud), consta de 33 piezas encontradas en distintos sectores del yacimiento, formando un conjunto de variada tipología. Todas las piezas son de hueso largo manufacturado y compacto, exceptuando uno de los dados confeccionado con marfil y tallado en su interior.

Las piezas tratadas se han clasificado, según su tipología, en:

- 14 agujas de coser o de labor
- 8 agujas de pelo o *acus crinalis*
- 3 *stilos*
- 2 dados

- 2 botones
- 1 tablilla para ungüentos de oculista
- 1 bisagra
- 1 placa para la fabricación de agujas
- 1 peine de lana

DOCUMENTACIÓN

Se ha llevado a cabo una exhaustiva tarea de documentación de cada una de las piezas, realizada gracias al trabajo multidisciplinar de los distintos grupos técnicos que forman la Escuela Taller. Estas tareas incluyen las ocupaciones y estudios propios del campo arqueológico como los dibujos, las analíticas de los laboratorios de química y de biología, y las tareas de documentación propias de los procesos de conservación y de restauración como son los registros fotográficos, las fichas técnicas y los informes.

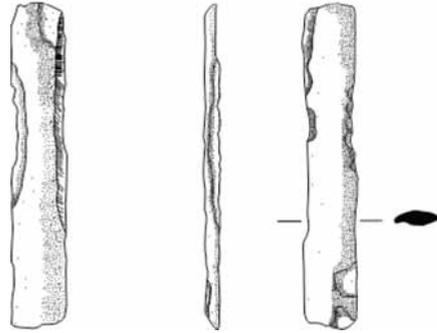
ESTADO DE CONSERVACIÓN

El material óseo intervenido se encuentra, en general, en buen estado de conservación. Prácticamente todas las piezas presentan el mismo tipo de alteraciones: fragmentación, pérdidas, fisuras, de-



Conjunto del material óseo tratado

98.86.BCIII.1B.3003

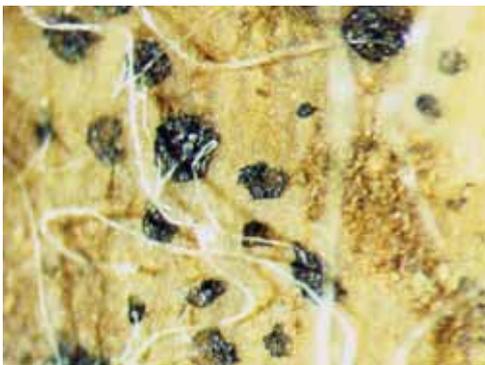


Ejemplo de dibujo arqueológico informatizado

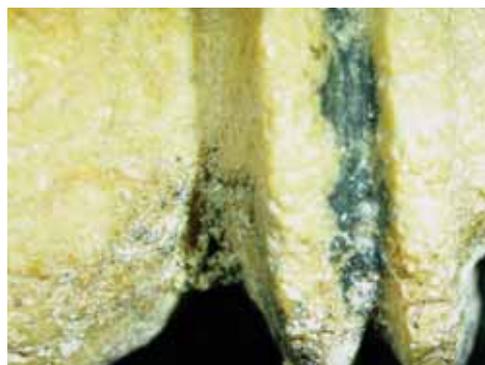
formaciones, ataques ácidos, erosión y desgaste, presencia de hongos, manchas y depósitos superficiales.

En las piezas que presentan fragmentaciones, se aprecia claramente la relación de las fracturas con la estructura laminar concéntrica típica de este material. Muchas de las piezas, especialmente las agujas de labor y de pelo, se encuentran incompletas pero no fragmentadas. La higroscopicidad de este tipo de material ha provocado sucesivos movimientos de hinchamiento y merma que se traducen en fisuras más o menos abiertas, en dirección longitudinal. La anisotropía del hueso y del marfil provoca que haya movimientos diferenciales en las distintas partes del objeto, dando lugar a leves deformaciones no significativas. En casi todas las piezas existe la presencia de ataque ácido, proceso de destrucción del colágeno que da lugar a acanaladuras muy

características en la superficie de los huesos. El propio uso de los objetos y el contacto con materiales abrasivos durante el enterramiento, provocan erosión y desgaste que se aprecia en forma de pérdida de pulido, arañazos y zonas desgastadas. Han aparecido dos tipos de hongos, uno de color rosado, asociados al ataque ácido y un moteado negro (*boetrichium*) debido al contacto de la pieza con algodón durante su embalaje. La porosidad del material da lugar a numerosas manchas, de naturaleza variada, que han teñido el material irreversiblemente en tonos amarillentos, anaranjados, marrones y grises, alterando sus cualidades cromáticas y estéticas. Al no tener las piezas ninguna intervención previa, aparecen depósitos de tierra y suciedad heterogénea procedente del enterramiento. También hemos encontrado eflorescencias salinas y concreciones salinas insolubles.



Detalle del hongo *boetrichium* sobre la superficie ósea



Detalle de las incrustaciones terrosas y salinas



¹ Paraloid B-72. Polímero acrílico a base de etil-metacrilato de excelente características de dureza, brillo y adhesión.

² Acril 33. Copolímero de acrilato y metacrilato en emulsión acuosa que tiene buenas propiedades de reversibilidad y estabilidad como adhesivo sintético.



CRITERIOS DE INTERVENCIÓN

Los criterios seguidos son los de mínima intervención sobre la pieza. Una vez realizado el estudio previo de los huesos en colaboración con el biólogo, se llevan a cabo limpiezas y consolidaciones puntuales del material. Únicamente se practican reintegraciones volumétricas en los casos de que fuesen necesarias para su consistencia estructural. Considerando la delicadeza de la superficie ósea, se debe tener un especial cuidado para no dañarla durante los procesos de limpieza.

TRATAMIENTOS

El primer tratamiento es la limpieza mixta, tanto química como mecánica, para eliminar depósitos salinos, adherencias terrosas, restos de hongos y manchas de óxidos. El tratamiento ha combinado el uso de agua-alcohol (1:1) con la acción mecánica de cepillos, palitos de bambú y bisturíes. La limpieza ha sido en todo momento un proceso bajo control, realizado con lupas binoculares para no dañar la superficie ósea.



Restauradora realizando la limpieza mecánica con la ayuda de la lupa binocular



Presentación definitiva tras el embalaje

Una vez realizados los trabajos de limpieza, se inician los tratamientos de consolidación. Primero, se efectúa una consolidación cohesiva y, por otro lado, la consolidación de fisuras. La consolidación cohesiva se aplica en las zonas de hueso esponjoso, para lograr aumentar la resistencia mecánica de este tipo de tejido, y en las zonas pulverulentas, para mejorar la cohesividad del material dañado. El consolidante utilizado en estos casos es el Paraloid B-72®¹ al 3 % en acetona, aplicado en varias capas dependiendo del estado más o menos dañado de la zona a tratar. Por lo que se refiere a la consolidación de fisuras, sólo se han intervenido en aquellas de mayor tamaño, con la aplicación en el interior de éstas de Paraloid B-72® al 15 % en acetona.

A continuación, se ha realizado la adhesión de fragmentos, con Paraloid B-72® al 30 % en acetona, de aquellas piezas que se encontraban fragmentadas. La adhesión de fragmentos siempre va unida a una previa reconstrucción provisional de la pieza para poder planificar correctamente el proceso.

En la reintegración volumétrica se ha empleado un estuco de yeso odontológico con Acril 33®² que, a su vez, se ha reintegrado cromáticamente con acuarelas.

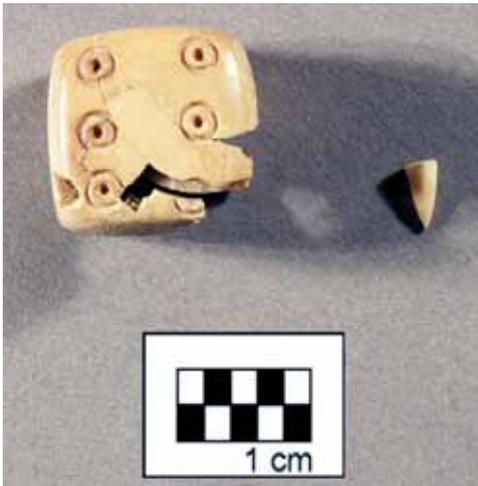
Por último, se ha llevado a cabo el etiquetado de cada una de las piezas, con su sigla correspondiente, y el embalaje. Las etiquetas de cartón, libre de ácidos, se atan a las piezas con un hilo de algodón. El embalaje se realiza en cajas de metacrilato herméticamente

cerradas y acondicionadas al 50 % de humedad relativa con gel de sílice en lámina. En el interior de cada una de las cajas, las piezas están protegidas en camas de Plastazote®³.

ALGUNOS EJEMPLOS SIGNIFICATIVOS

Dado trucado de marfil

Se trata de un dado de marfil de 1 x 1 x 1 cm, de seis caras con esquinas redondeadas y números incisos en círculos concéntricos. La principal peculiaridad de esta pieza es que parte de los números/puntos de sus caras están incisos sobre el material y otros son piezas incrustadas, también de marfil. En su interior se aprecia un tabique tallado, que forma dos compartimentos huecos a los que se puede acceder por los orificios que dejan las incrustaciones.



Aspecto final del dado de marfil tras su restauración

Ha sido estudiado detenidamente en el laboratorio de biología para poder determinar la naturaleza del material con el que está confeccionado, concluyendo que se trata de marfil y no hueso. Al contrario que el resto de piezas tratadas, ésta es la que presentaba mayores problemas de fragmentación. Este hecho dificultaba enormemente su reconstrucción, teniendo en cuenta su tamaño y la pérdida, aproximada, del 35 % del soporte.



Uno de los números / puntos incrustados donde se aprecia la diferencia en la dirección de la veta

Tanto la reconstrucción como la adhesión de los fragmentos, se ha realizado con la ayuda de la lupa binocular y pinzas, en un delicado proceso. Teniendo en cuenta que, por su particularidad de posible dado trucado, es probable que sea manipulado en varias ocasiones en un futuro para su estudio, se ha decidido realizar una pequeña reintegración volumétrica, con yeso deontológico mezclado con adhesivo sintético, para reforzarlo estructuralmente.

³ Plastazote. Espuma de polietileno de alta densidad (45 Kg/m³) químicamente neutra e inerte. Superficie lisa no abrasiva que se corta fácilmente.



Estado de fragmentación en el que se encontraba el dado de marfil



Antes de la intervención se observa fragmentación, depósitos terrosos y concreciones salinas insolubles

Tal y como se aprecia en la fotografía, con el embalaje definitivo se ha decidido dejar un número inciso suelto para facilitar el estudio de la pieza.

que se traduce en la aparición de acanaladuras o surcos irregulares sobre su superficie, que incluso llega a dificultar la lectura del final del texto y los ojos.



Reverso de la tablilla para ungüentos de oculista

En consecuencia, la limpieza de estas zonas, muy sucias y con concreciones, resultó muy laboriosa. Un minucioso estudio en la lupa binocular, ayudándonos con luz rasante, ha permitido individualizar las incisiones del ataque, realizando una limpieza a punta de bisturí.

Aguja de pelo o *acus crinalis*

Se trata de una *acus crinalis* con la decoración de una mano femenina con pulsera en el extremo opuesto a la aguja. La peculiaridad de la pieza es su acabado final, ya que presenta un pulido muy fino, elaborado y de gran delicadeza en la talla.

Tablilla para ungüentos de oculista

Los paralelos arqueológicos confirman que el uso de este objeto está relacionado con los ungüentos de oculista.

Se usaba para ello el reverso. El anverso presenta, además de las letras incisas *VENUSTI*, los símbolos de un tridente en la parte inferior izquierda, y unos ojos en la zona de la derecha, asociados a la funcionalidad de la tablilla.

La pieza, además de estar fragmentada, presenta un importante ataque ácido



Detalle de las acanaladuras o surcos irregulares causados por el ataque ácido

Presenta varias fisuras longitudinales importantes. Algunas tienen bastante separación y representan un peligro para la integridad del material. Por tanto, se optó por inyectar resina acrílica en su interior.

CONCLUSIONES

En los procesos de conservación y restauración del material óseo ha sido imprescindible la colaboración del laboratorio de biología. Nos ha ayudado a establecer con precisión la naturaleza de cada una de las piezas, y de este modo, realizar un trabajo más minucioso y detallado. Con los estudios se ha podido determinar aproximadamente a partir de qué hue-



Tablilla para ungüentos de oculista al final de la intervención

va para este tipo de material, tan proclive a los cambios dimensionales, a la erosión superficial y a mancharse irreversiblemente en contacto con cualquier sustancia.



Acus crinalis

so se ha confeccionado cada una de las piezas e incluso de qué animal se trataba. Gracias también a esta colaboración se ha podido observar alguna de las alteraciones como son los hongos e identificarlos, y así actuar en consecuencia. También se han identificado las marcas propias del uso y de fabricación de los objetos.

Por último, hay que remarcar la importancia de la conservación preventi-

Un buen embalaje es esencial para su conservación en óptimas condiciones. Para evitar los cambios dimensionales hay que mantener una estabilidad ambiental del 50 % de humedad relativa. La inmovilización en su embalaje es esencial para no provocar erosión superficial. Se recomienda el uso de guantes de látex o incluso evitar la manipulación del objeto para no provocar manchas en la superficie del material.



Detalle de la decoración



RESTAURACIÓN DE DOS FRAGMENTOS DE MOSAICO PROCEDENTES DE LAS TERMAS EN *BILBILIS* (CALATAYUD)

Los dos fragmentos del mosaico objeto de la restauración e instalación en un nuevo soporte, son los únicos restos conservados del pavimento de *opus tessellatum* que decoraba el *labrum* de las termas de *Bilbilis* (finales s. I d. C. - principios s. II d. C.). Su importancia se acrecienta por ser una de las pocas muestras de mosaicos conservados en el yacimiento, además de ser un claro ejemplo de la cuidada elaboración de los pavimentos que decoraban las termas de una típica ciudad romana de provincias.

Sonia García García

Restauradora de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II



La finalidad de este proyecto fue finalizar la intervención sobre los fragmentos de mosaico extraídos, por motivos de seguridad y conservación, en 1979 en las termas de *Bilbilis*. Los objetivos a conseguir han sido:

La documentación y estudio arqueológico exhaustivo de los dos fragmentos del mosaico.

La realización del tratamiento que garantice la correcta conservación de todo el material.

Dotar a cada uno de los fragmentos de un soporte nuevo para su correcta conservación y exposición, ubicándolo como si estuviese en su contexto originario, es decir, como pavimento de un *labrum*.

TÉCNICA DE EJECUCIÓN

Los dos fragmentos que se conservan pertenecen al mismo pavimento, concretamente a dos de sus ángulos. El fragmento 1, ubicado en una esquina del pavimento, con unas dimensiones de 107 x 70 cm, presenta una cenefa perimetral con bandas paralelas y, en el campo central, una cratera. El fragmento 2 tiene unas dimensiones de 87 x 85 cm, consta de una cenefa perimetral con bandas paralelas y, en el cuerpo central, parte de un roleo vegetal.

Tras el arranque de su ubicación original, se eliminaron los estratos del mortero, quedando sólo el manto teselar y algunos restos del *nucleus*. Debido a ello conocemos muy poco sobre la técnica de ejecución. Tuvo forma poligonal y se elaboró por método directo, es decir, incrustando las teselas sobre el mortero del *nucleus* aún fresco.



Restos del mosaico en el momento de su hallazgo en el *labrum* de las termas

Las teselas son de piedra caliza de color blanco, negro y ocre-rojizo. Su tamaño es irregular en altura, con medidas que van desde los 18 hasta los 25 mm. Su sección es de unos 10 x 10 mm aproximadamente.

ESTADO DE CONSERVACION

Intervenciones anteriores

El arranque fue llevado a cabo en 1979. Fue una extracción en bloque, debido al reducido tamaño de las placas. Probablemente se protegió la superficie con acetato de polivinilo. Quedaban improntas de las teselas en el mortero del antiguo soporte y restos del adhesivo sobre la superficie de las teselas. El siguiente paso fue la elaboración de un nuevo soporte de yeso armado con tela metálica de celda hexagonal. Este soporte presentaba varios problemas:

- Los perímetros cubrían parte de la superficie de las teselas, ocultándolas.
- El metal se estaba oxidando rápidamente, provocando la separación del yeso, manchas y pérdida de la resistencia.

- El yeso en presencia de humedad podría provocar la migración de sulfatos que, con el tiempo, se transformarían en eflorescencias sobre la superficie, por lo que no es un material adecuado para usar en contacto directo con las piedras del manto teselar, además de ser unas placas excesivamente pesadas para una manipulación segura.

En mayo de 2005, la anterior Escuela Taller de Restauración de Aragón realizó la protección provisional, embalaje y traslado a la sede de Cuarte de Huerva y posteriormente a PLAZA, hasta que la Escuela Taller actual ha ejecutado durante el año 2009 la intervención definitiva.

Alteraciones

Podría decirse que la alteración más importante que presentan los dos fragmentos del mosaico son consecuencia directa de las intervenciones anteriores, dando lugar a:

- La aparición de grietas y fisuras, tanto en dirección longitudinal como transversal sobre todo el soporte.
- La exfoliación superficial de algunas de las teselas, sobre todo las de tonalidad rojiza.



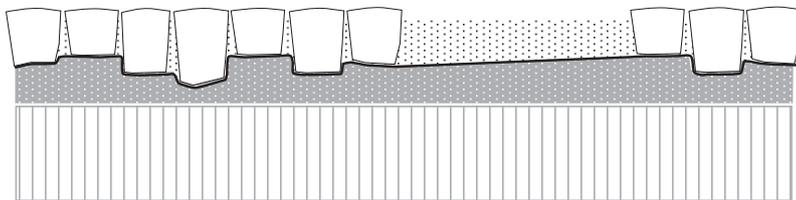
Reverso del fragmento 1





Eliminación de yeso del reverso

- La fragmentación en algunas teselas, posiblemente debido a tensiones producidas entre las piezas.
- La pérdida de teselas en algunas zonas de los bordes, producidas por el deterioro del perímetro del soporte de yeso.
- La presencia de restos de óxido procedente de la antigua malla metálica en zonas puntuales y manchas del adhesivo del engasado utilizado en la intervención anterior. Igualmente, hay restos puntuales de sales procedentes, posiblemente, del yeso.



-  Mortero de reintegración
-  Mortero de nivelación
-  Aerolam
-  Estrato de intervención

Esquema del soporte

- Pérdidas parciales de mortero interteselar en las zonas de grietas causadas por las raíces de plantas superiores.

TRATAMIENTO REALIZADO

Actuación en el antiguo soporte

La eliminación de la antigua intervención se realizó mecánicamente por el reverso con el fin de extraer la malla metálica y el yeso. El fin era poder retirar los restos de óxidos y los sulfatos que puedan ser dañinos para las piezas que forman el manto teselar.

Sólo una parte de los escasos restos del *nucleus* original que se conservaban en el reverso se ha dejado como testigo. Estas zonas se encontraban en muy mal estado de conservación, por lo que se eliminaron y aprovecharon para realizar los análisis de laboratorio. Los estudios determinaron que se trataba de un mortero de cal, sin presencia de sales y con una granulometría heterogénea, acercándose a la ideal (curva de Fuller).

Atenuación de las deformaciones

En este momento del proceso, el mosaico se encontraba colocado boca abajo y las teselas sujetas por una gasa de protección, por lo que se aprovechó para minimizar las deformaciones mediante la aplicación de peso tras flexibilizar el paraloid de la gasa con acetona.

EL SOPORTE INERTE

Especificaciones

Cada uno de los fragmentos del mosaico se ubicó sobre un nuevo soporte, que debía cumplir los requisitos de:

- Inerte, es decir, que no sufra tensiones o dilataciones significativas que influyan en la conservación del pavimento. Químicamente debe poseer máxima estabilidad.



Engasado del reverso



Aplicación del mortero de nivelación

- Aislante del soporte sustentante, en este caso, el mosaico.

- Reversible química y mecánicamente.

- Ligero, puesto que todos los componentes del soporte deben encaminarse a reducir en lo posible el peso total, así como unas buenas propiedades de rigidez, ya que servirá de soporte a otro material rígido. Debe, por ello, facilitar el manejo, traslado, montaje y desmontaje.

- Identificable, para evitar errores estéticos o documentales.

- Margen de unos 5 cm en los perímetros del soporte para que esas zonas queden especialmente protegidas.

Estratificación

- Estrato de protección: tiene la función de sujetar y proteger las teselas, además de nivelar el reverso para la aplicación de las siguientes capas. En primer lugar, se aplicó un engasado con Acril 33® al 15 % en agua, seguido de una capa del mismo ad-

hesivo sin diluir sobre el reverso del manto teselar, para separar el original de los nuevos estratos. A continuación, se aplicó un mortero sintético como capa de nivelación compuesto de Acril 33®, polvo de piedra pómez, perlita y cal.

- Estrato de intervención: es la zona intermedia que garantiza la reversibilidad de los fragmentos de mosaico. El material utilizado para ello debe ser, por tanto, fácilmente reversible con medios mecánicos y/o químicos. Por lo que en nuestros soportes utilizamos planchas de poliestireno extruido con un espesor de 10 mm, que es un material inerte, resistente a los agentes ambientales, al envejecimiento y al ataque de microorganismos y, además, muy ligero.

- Soporte estructural: cumple la función de aportar rigidez y resistencia al conjunto, además de aislarlo. El aerolam, material empleado, cumple todas estas funciones y además es ligero. Se trata de un panel alveolar tipo sándwich que consta de un núcleo de aluminio en forma de celdilla de nido de abeja y dos pieles de fibra de vidrio tejida y resina epoxi.



Colocación en el soporte inerte



Desengasado de las capas de protección





Cata de limpieza



Desengasado

Una vez volteados los mosaicos en sus nuevos soportes, se procedió a la eliminación de las gasas de protección con empaques de acetona.

Limpieza

El anverso del manto teselar se limpió para eliminar los depósitos de acetona.



Sellado de grietas

to de polivinilo, yeso, óxido de hierro, tierra y suciedad superficial que se encontraban sobre la superficie de las teselas y espacios interteselares.

Los métodos de limpieza se adecuaron a la naturaleza del depósito a eliminar. Se combinó la limpieza con disolventes (acetona y vapor de agua) con las intervenciones mecánicas (bisturís y Drémel® con fresas de variada dureza), actuando siempre de forma controlada para no alterar el aspecto de la superficie pétreo.

Consolidación

En la adhesión de las teselas fragmentadas y en las desprendidas del manto teselar, se empleó paraloid B-72® al 40 % en acetona.

Reintegración

Esta fase agrupó tanto la reintegración volumétrica como la cromática, mediante el uso de mortero pigmentado. Se obtuvo un tono similar al del mortero original. En el relleno de las grietas y lagunas más profundas se aplicó una primera capa de Zacol cal® de granulometría gruesa, aplicando como última capa Zcoldur® de granulometría fina.

En este proceso se reintegró a bajo nivel tanto los perímetros como las lagunas, grietas y espacios interteselares. La intervención en éstos tiene un carácter consolidante ya que proporciona un refuerzo del manto teselar, y además, impide la entrada de polvo y suciedad.

CONCLUSIÓN

Con la intervención llevada a cabo sobre los fragmentos de mosaico se ha comprobado que el proceso de intervención presenta aspectos muy similares a los realizados sobre pintura mural, con la diferencia de que al tratarse de un soporte menos quebradizo, la atenuación de las deformaciones, así como el traslado a un nuevo soporte, no resulta tan complejo.

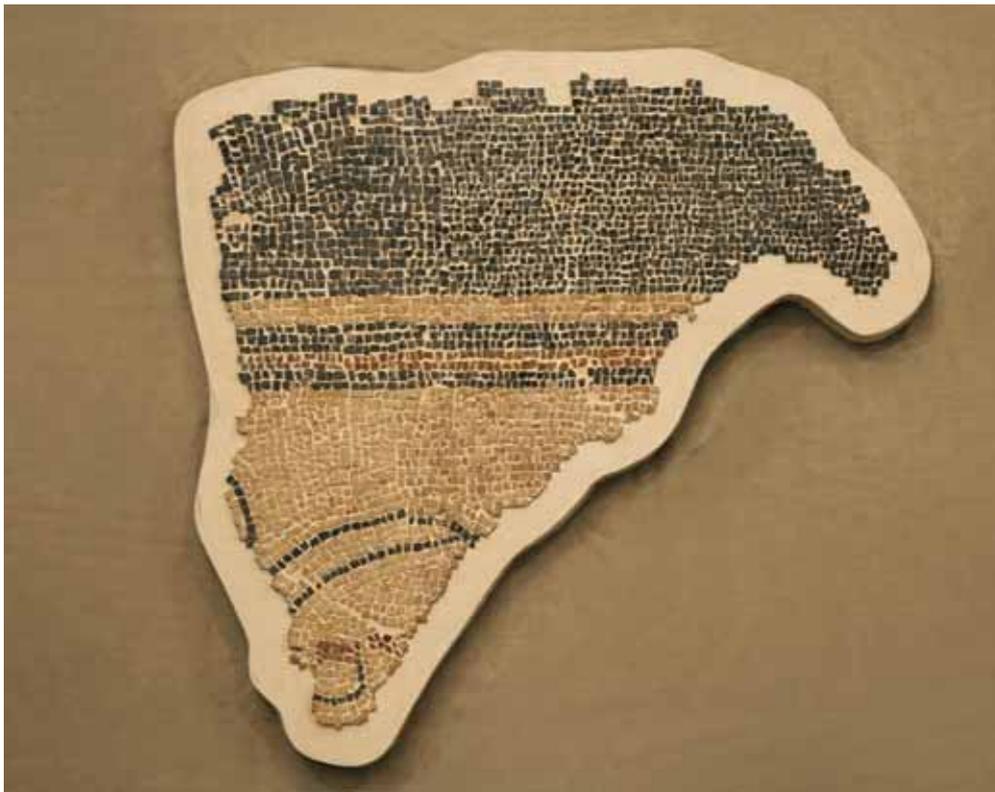


Foto final del fragmento 1

BIBLIOGRAFÍA

FERNÁNDEZ-GALIANO, D. (1987), *Mosaicos romanos en el Convento Caesaraugustano*, Zaragoza.

GUIRAL PELEGRÍN, C. (1984), *Pintura mural romana procedente de las termas de Bilbilis*, Memoria de licenciatura inédita, Zaragoza.

MARTÍN- BUENO, M. (1973), “Construcciones termales en *Bilbilis*”, *III Congreso Nacional de Arqueología Portuguesa*, Oporto.

MARTÍN- BUENO, M. y LIZ GUIRAL, J. (1989), “Preliminares al estudio de las termas del *Municipium Augusta Bilbilis*”, *II Encuentro de Estudios Bilbilitanos*, Zaragoza, pp. 83-99

SÁENZ PRECIADO, J. C.

(1995) “Producciones precoces de *sigillata* aparecidas en *Bilbilis* (Calatayud, Zaragoza): *Asiaticus* y M. C. R.”, *XXI Congreso nacional de Arqueología (Teruel, 1991)*, Zaragoza, pp. 229-239.

(2000) “Las primeras producciones de *sigillata* hispánica: *Asiaticus* y M. C. R., dos alfareros precoces en *Bilbilis* (Calatayud, Zaragoza)”, *Saldvie 1*, Zaragoza, pp. 283-294.

CARRASCOSA, B. (2004), *La conservación y restauración del mosaico*, Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

BIGGS, E. (2004), *Enciclopedia de técnicas de mosaico*, Ed. Acanto, Barcelona.



RESTAURACIÓN DE MATERIAL ARQUEOLÓGICO DE HIERRO Y BRONCE PROCEDENTES DE LOS YACIMIENTOS ROMANOS DE LA LOMA DEL REGADÍO Y *BILBILIS*

Entre febrero y mayo del 2009 han sido intervenidos en la Escuela-Taller de Aragón II dos conjuntos diferentes de material arqueológico de metal, tanto objetos procedentes del yacimiento de la Loma del Regadío en Urrea de Gaén (Teruel), como del yacimiento de Bilbilis, en Calatayud (Zaragoza).

Vanesa Gil Pérez

Restauradora de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II



Próxima ya a su fin, la Escuela Taller de Restauración de Aragón II puede presumir de haber desarrollado un programa formativo bastante completo, no sólo por el seguimiento integral y multidisciplinar que se le da a las obras, sino por la variedad de material arqueológico que ha sido tratado.

De esta amplia colección formarían parte los conjuntos de material metálico que han sido intervenidos en nuestra Escuela Taller durante los meses de febrero a mayo del 2009. Son objetos de hierro y bronce procedentes, algunos de ellos, del yacimiento turolense de la Loma del Regadío en Urrea del Gaén, y otros, del yacimiento de *Bilbilis* en Calatayud (Zaragoza).

LA LOMA DEL REGADÍO

La Loma del Regadío, al norte del término de Urrea del Gaén, municipio del bajo Martín (Teruel), fue descubierto como yacimiento arqueológico en 1954 por el “Círculo Hades de Espeleología y Arqueología”, en un reconocimiento por el río Martín. Se trata de una villa romana que habría desarrollado su actividad en torno a los primeros años del s. I d. C. hasta los inicios del s. V d. C.

A partir de 1959, el Museo Provincial de Teruel intervino, consciente de la valía del yacimiento, efectuó una serie de campañas de excavación a lo largo de las cuales se han obtenido numerosas piezas metálicas.

En nuestro caso, contamos con un total de veinticuatro útiles metálicos de distinta funcionalidad, cedidas temporalmente por el Museo Provincial de Teruel a la Escuela Taller para su tratamiento. Todas las piezas son del mismo material, hierro, entre las que podemos distinguir un conjunto de doce clavos, cuatro escarpías, una placa, una punta de cuchillo, una pletina, un fragmento de llave y un fragmento con forma de sierra.

BILBILIS

Por otra parte, los metales procedentes del yacimiento de *Bilbilis*, en la comarca de Calatayud (Zaragoza), completan el trabajo que la Escuela Taller de Restauración de Aragón II viene realizando en el yacimiento desde el año 2005. El grupo de objetos consta de un total de cincuenta y siete piezas, de distinta constitución, como el hierro, el bronce y el plomo, y de una

variada utilidad. Encontramos diferentes adornos como: tres colgantes diferentes, una pequeña campanilla, un ponderal y una cuenta de collar. Cinco fíbulas, un atalaje y una hebilla. Instrumental médico variado, constituido por: tres lancetas, tres pinzas, una sonda, una espátula y el mango de algún otro objeto. Seis monedas distintas y algunos útiles de pesca, como son dos anzuelos y una aguja de red. Objetos variados como: dos cuchillos, una navaja, un escoplo, una varilla y una pesa de plomo. Por último, restos estructurales de edificios y muebles, un conjunto de diez clavos, seis apliques y dos placas.

Todos fueron recuperados en el transcurso de las campañas de excavación llevadas a cabo tanto por la Universidad de Zaragoza, como por la propia Escuela Taller.

DOCUMENTACIÓN Y ESTUDIO CIENTÍFICO

En el proceso de documentación e investigación han colaborado los equipos de arqueología, restauración y química de la Escuela Taller, que han clasificado, estudiado y analizado los distintos elementos para establecer un diagnóstico y una propuesta de tratamiento.

Resultado de la colaboración entre los componentes de las distintas disciplinas, es la amplia información y documentación obtenida de cada una de las piezas, y de su conjunto en general, recogida mediante informes, dibujo arqueológico, planos, fotografía y video, así como la aplicación de diferentes análisis químicos.

Actualmente, disponemos de los medios analíticos necesarios para un estudio más preciso de los metales antiguos. Estas técnicas los identifican a través de su composición elemental, concretan productos de corrosión y revelan, por último, su morfología, caso de los rayos X. El uso de las metalografías proporciona información sobre su estructura y manufactura.

En muchas ocasiones los productos

de corrosión, las concreciones y/o la fragilidad del objeto son un impedimento para manipularlo con libertad, ya que, además de entorpecer la interpretación de la pieza, dificulta la labor del restaurador al desconocerse lo que se oculta bajo las deformadas capas de corrosión.

Una técnica que nos facilita esta labor es precisamente la radiografía de rayos X. Los rayos X traspasan la pieza en función de su constitución elemental, espesor y longitud de onda de la radiación incidente, mostrándonos la forma original del objeto ante el que nos encontramos, e incluso labras e incisiones que de otro modo no veríamos. De esta manera, las radiografías orientan al restaurador en su intervención al revelar posibles fracturas y la existencia o no de un núcleo metálico; y en su limpieza, respetando los detalles y desechando los productos inestables de la corrosión.

ESTADO DE CONSERVACIÓN

El grado de degradación en el que nos han llegado las piezas es muy similar para cada tipo de metal, por lo que se especificará su estado y tratamiento por conjuntos, procediendo después a un seguimiento detallado de las piezas más significativas.



Recogida de muestras de los productos de corrosión



El conjunto de hierros, tanto de la Loma del Regadío como de *Bilbilis*, presentan una total corrosión y carecen de núcleo metálico, como es común en este metal procedente de yacimientos arqueológicos. Podemos encontrar en ellos los productos habituales, como hidróxidos y óxidos ferrosos y férricos, carbonatos y adherencias terrosas. A causa de la corrosión, su superficie se encuentra totalmente deformada, y en algunos casos, la propia morfología del objeto. También fruto de esta alteración es la fractura o exfoliación que sufren algunas piezas.

Los broncees, en su mayor parte, sí conservan núcleo metálico bajo la superficie mineralizada. Las capas de corrosión que presenta esta aleación son las habituales: carbonatos básicos de cobre (azurita y malaquita), óxidos (cuprita y tenorita), cloruros (nantoquita, atacamita y paratacamita) y una posible presencia de sulfatos. La presencia de cloruros podrían representar un peligro, en el caso de que permanecieran activos, pero no parece que así sea en ninguna de las piezas. Algunos broncees se encuentran algo deformados estructuralmente y en su superficie a causa de la corrosión y las alteraciones mecánicas que hayan podido sufrir, llegando a la fractura en sus zonas más afectadas.



Adhesión de fragmentos de un cuchillo

TRATAMIENTO

El objetivo del tratamiento, en lo que a metales se refiere, consiste en neutralizar la oxidación, eliminar los productos peligrosos de la corrosión, realizar una limpieza que mejore su legibilidad, conservar las pátinas estables y consolidar estructuralmente el objeto, así como la aplicación de una capa de protección de modo que se garantice su futura conservación.

Objetos de hierro

Tras el estudio previo organoléptico, analítico y radiográfico común para todas las piezas, se procedió, en caso necesario, a una preconsolidación de las piezas férricas con Paraloid B-72®, o un adhesivo nitrocelulósico, para poder llevar a cabo la limpieza. Ésta se ha realizado exclusivamente por medios mecánicos, alternando el trabajo del bisturí con el del microtorno. Se ha pretendido llegar sólo hasta las capas de magnetita en caso de que se presentara ésta, así como aquellos productos de corrosión que mantenían la forma original del objeto. Como hemos dicho anteriormente, la eliminación mecánica está encaminada a devolver la legibilidad de la forma original, descubrir marcas de su modo de ejecución u otro tipo de información que nos lleve a una comprensión más profunda del objeto.

Tras su limpieza, los objetos de hierro han sido estabilizados mediante su inmersión en un inhibidor: el ácido tánico al 3 % en alcohol etílico, durante un tiempo aproximado de dos horas.

En aquellas piezas que se encuentran fragmentadas, se han unido de nuevo sus partes mediante resina epoxi pigmentada, de modo que se integre en el metal. Con esto, no se pretende reconstruir el objeto sino consolidarlo, a la vez que darle unidad y fuerza.

Finalmente, como protección final se ha aplicado una capa de Paraloid B-72® al 10 % en xileno, y por último, una segunda capa



Radiografía de una varilla



Pinzas consideradas inicialmente como una varilla

que aisle al objeto de la humedad y agentes externos, matizando el brillo estéticamente, de cera microcristalina al 40 % en White Spirit, pudiendo reducirse este porcentaje en caso de que la pieza así lo requiera.

Objetos de bronce

Al igual que en las piezas de hierro, los objetos de bronce fueron examinados organolépticamente, radiografías, se realizaron análisis de los productos de corrosión y metalografías en los casos que era posible hacerlo por la presencia de núcleo metálico, y era interesante profundizar en el conocimiento de su manufactura.

En este estudio inicial es especialmente importante la radiografía, dado que se trata de objetos que en muchos casos pueden presentar detalles o labras que pasan

desapercibidos; por este motivo será de gran utilidad en su limpieza.

En la eliminación de las capas de corrosión se ha procurado la mayor precisión posible para no dañar la superficie del objeto. Se ha utilizado en la limpieza lupa binocular de entre 10x y 40x aumentos y medios exclusivamente mecánicos, como bisturí y fibra de vidrio para llegar hasta las capas de tenorita, cuprita y malaquita, que son las pátinas a respetar. Los medios de limpieza mecánicos son los más indicados para este tipo de metal, ya que es complicado controlar las reacciones de los tratamientos químicos, por lo que nos hemos limitado al uso de alcohol etílico con el fin de eliminar adherencias terrosas y la corrosión más pulverulenta.

Tras el desengrasado de la pieza con acetona, posterior a su limpieza, se ha procedido a su estabilización por inmersión en una disolución de benzotriazol al 3% en etanol, inhibidor adecuado para el tratamiento de bronce.

En las piezas que se encuentran fragmentadas se ha procedido de igual manera que en los hierros, adhiriendo sus partes con una mezcla de resina epoxi y pig-



Proceso de limpieza con binocular



Cata de limpieza de un tirador



Aspecto externo del colgante antes de su limpieza



Radiografía del colgante



mento que le proporcionan una unión fuerte, e integrada pero discernible.

Siguiendo el mismo proceso que en los objetos férreos, se ha protegido a dar una capa de protección de Paraloid B-72® al 10 % en xileno aplicado con brocha, y una segunda capa hidrófuga, de cera microcristalina al 40 % en tolueno que hemos distribuido con pincel y retirado el sobrante con un paño suave exento de pelos o hilos.

EJEMPLOS SIGNIFICATIVOS

Con el fin de ilustrar más detalladamente lo anteriormente explicado, aquí presentamos algunos objetos que recogen las principales problemáticas que presenta la restauración de metales antiguos.

Cuenta y colgante de bronce

Un ejemplo de la utilidad de las radiografías en el tratamiento de metales es el de esta cuenta de collar que fue, en un primer momento, registrada como un po-

sible ponderal a causa del depósito de gran dureza que ocultaba su orificio. Gracias a la radiografía se determinó la función real de la pieza y se procedió a una limpieza con microtorno de la tierra compactada de esta zona.

Otro caso donde los rayos X nos han revelado detalles ocultos es en un colgante de bronce, que si bien ya destaca por lo delicado de su manufactura, la radiografía nos muestra una fina labra en su superficie, imposible de ver a simple vista a causa de la corrosión.

As hispanolatino

Esta moneda de bronce ha tenido un tratamiento paralelo al resto de las piezas, incluidos el resto de bronce, a causa de los cloruros activos que presentaba y que puede llegar a producir la destrucción del objeto.

Para la eliminación de los cloruros se introdujo la pieza en una disolución de AMT (5-amino 1, 3, 4-thiadiazol 2-thiol) al 0'01 % en agua desionizada a 40°-50° C



Aspecto de la cuenta antes de su limpieza



Radiografía de la cuenta

durante una hora. Posteriormente, se eliminaron con un cepillo los depósitos que hubieran podido surgir en su superficie, y se repitieron una serie de lavados en agua desionizada a 80° C hasta conseguir un pH neutro y un bajo nivel de sales. El secado se realizó en horno a 105° C.

Para comprobar la desaparición de los cloruros se introdujo la moneda en una cámara de humedad durante una o varias horas, observando la activación de los cloruros que pudieran permanecer. Éstos se eliminaron mecánicamente los restos visibles y se desengrasó la moneda con acetona, repitiéndose todo el proceso tantas veces como fuera necesario hasta la completa eliminación de los cloruros, visibles en la cámara de humedad hasta que se completaron 24 horas sin activarse los cloruros.

EMBALAJE

Todos los objetos han sido embalados en cajas con ethafoam, material donde se ha cajado su forma exacta con el fin de amortiguar el movimiento, y acompañados de cantidades calculadas de gel de sílice para que la humedad relativa del contenedor este controlada.

PROBLEMÁTICA DE LA RESTAURACIÓN DE METALES ANTIGUOS

A diferencia de otros objetos que pueden llegar a manos de un restaurador, los metales, tras la limpieza de su superficie, no dejan a la vista su material compositivo original (esté mejor o peor conservado), sino que nos encontramos, sobre todo



Inmersión de la moneda en la solución de AMT

en el caso de metales antiguos, con un material bastante distinto. Esto es debido a la tendencia natural que presentan los metales a recuperar su estado mineral nativo en contacto con el aire y la humedad.

El metal reacciona con el oxígeno y otros gases, así como con la humedad ambiental, así como otros elementos que aceleran el proceso de degradación, perdiendo el brillo y la superficie pulida que lo caracterizan, y crea nuevas capas transformado su propia materia constitutiva desde el exterior hacia el interior. Este proceso es conocido como mineralización.

La mineralización en cada metal o aleación depende de la tendencia a la corrosión y cinética de los mismos. La cinética o velocidad con la que actúa el proceso corrosivo es incrementada en presencia de humedad, algo muy común en los enterramientos. El agua en combinación con las sales del sustrato produce una reacción electrolytica que hace que los iones se depositen en la superficie y que los cristales metálicos se conviertan en minerales.

El continuo depósito de corrosión y mineralización produce un aumento de volumen que puede hacer desaparecer todo el metal. Sin embargo, puede conservarse la superficie del objeto pudiendo ser recuperada en su restauración.

La pátina en los metales cobra un significado distinto al que pudiéramos considerar con otro tipo de objetos, un lienzo, una pintura mural o una escultura, ya que con este proceso de mineralización el metal trata de volver a su forma más estable. Por este motivo, nuestra labor debe conservar estas capas estables, eliminar aquellos productos que representen una amenaza para la vida del objeto, estabilizarlo y procurar unas condiciones de conservación que minimicen este proceso. En ningún caso se dejará al descubierto con nuestra intervención la parte metálica del objeto (en caso de que la tuviera), ya que con este procedimiento estaría desprotegida ante nuevos ataques de corrosión y la formación de una nueva pátina a costa del original conservado.



TRABAJOS ARQUEOLÓGICOS REALIZADOS POR LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN II EN EL YACIMIENTO DE *BILBILIS* (CALATAYUD-ZARAGOZA) CAMPAÑA 2008

En este artículo exponemos los resultados alcanzados por el equipo de arqueólogos y restauradores de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II en el transcurso de la excavación realizada durante las campañas de primavera y otoño de 2008 en el sector C. III del yacimiento de *Bilbilis*, concretamente en la denominada *domus* del Ninfeo y en el edificio público C. IV, separados entre sí por una misma calle¹.

J. Carlos Sáenz Preciado

Profesor arqueólogo de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

Oliver García Chocano, Cristina Godoy Expósito, Nora Guinda Larraza, Francisco Lasarte Orna y M.^a Pilar Salas Meléndez

Arqueólogos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

Susana Morales Ramírez

Restauradora de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

¹ En el momento de entrega y publicación de este artículo se ha iniciado la campaña de excavación de primavera de 2009. Si bien éste artículo básicamente es el resultado de los trabajos realizados durante el 2008, hemos querido añadir algunas notas derivadas de los trabajos actuales que permiten completar y aclarar aspectos concretos o corroborar hipótesis planteadas en campañas anteriores.

² Estos trabajos han generado una amplia bibliografía que recogemos al final de este trabajo y a la cual nos remitimos a la hora de ampliar aspectos sobre esta *domus*. De esta manera evitamos largas descripciones y repeticiones, aligerándose de esta manera el texto.

³ Sobre la ocupación

Los trabajos arqueológicos se centraron en la conclusión de la excavación de la *domus* del Ninfeo, cuyo descubrimiento se realizó en 1981, si bien en aquel momento tan sólo se realizaron una serie de catas que permitieron descubrir un Ninfeo o fuente monumental que apoyaba en una cisterna doble (Martín-Bueno 1991: 165-180) junto a la que aparecían asociadas una serie de estancias de difícil identificación en las que se recuperaron diversos conjuntos pictóricos correspondientes al III Estilo Pompeyano, estudiadas en su momento por Guiral y que fueron completados con los trabajos posteriores de excavación en este conjunto (Guiral y Martín-Bueno 1996: 347-422). Los trabajos se retomaron en el año 2005 por parte de la Escuela Taller de Restauración de Aragón, continuando hasta la actualidad².

Fruto de estos trabajos ha sido el descubrimiento de una gran *domus* de planta itálica con un gran atrio testudinado a la que se abría el resto de estancias, destacando el *tablinium* y el *triclinium*, que al igual que el atrio presentan ricas composiciones pictóricas pertenecientes al III y IV Estilo Pompeyano, así como pavimentos de mortero blanco de gran calidad, acordes todos

ellos a la categoría de la *domus*, construida en las primeras décadas del s. I en plena época augustea, paralela a la gran reforma urbana y de actividad edilicia que sufre la ciudad (Martín-Bueno y Sáenz Preciado 2004: 257-274). Desde el atrio también se accedía a una pequeña capilla-larario ricamente decorada cuyas pinturas actualmente han sido restauradas por la ETRA II y recientemente publicadas (Sáenz Preciado y Martín-Bueno 2008: e. p.).

Los trabajos de excavación más recientes se han centrado en las zonas de servicios y almacenes, en donde se aprecia una serie de modificaciones y transformaciones estructurales en varios momentos del s. II, eliminándose muros y levantándose otros, así como tapiándose puertas, al igual que se abrió un nuevo acceso. La casa se encontraba ya abandonada a inicios del s. III, aunque la presencia de elementos medievales y posteriores hay que relacionarlo más con las labores de expolio de material constructivo que de una ocupación³.

Las últimas excavaciones efectuadas durante las campañas de 2008 se han centrado en el sector norte y oriental de la casa. De la misma manera, se han terminado de recuperar dos potentes caídas de

pintura mural romana pertenecientes al III Estilo Pompeyano⁴, documentadas en el espacio denominado H. 20, uno de los más interesantes de cuantos se han localizado y que identificamos como un semisótano dedicado a una función industrial al haberse instalado en él prensas de vino. Finalmente, se delimitó el cierre norte de esta gran casa mediante la documentación de una calle realizada a base de guijarros, fragmentos de cerámica y tejas machacadas mezcladas con tierra apelmazada.

Al otro lado de esta calle, y perteneciente ya a otro edificio denominado C. IV, se excavó también un frente comercial de cuatro tabernas, unidas a finales del s. II en un único conjunto o negocio. Si bien el edificio está por excavar, debido a la potencia de sus muros y aparejos, no descartamos que se trate de un edificio de carácter público, tal vez el *macellum* o mercado de la ciudad. Así, se ha terminado de excavar los espacios E. 1, E. 4, E. 5, E. 6, ya conocidos de fases anteriores, y otros nuevos, E. 7, E. 8, E. 9, E. 10 y E. 11.

1. LA DOMUS DEL NINFEO

1.1. Espacio H. 20

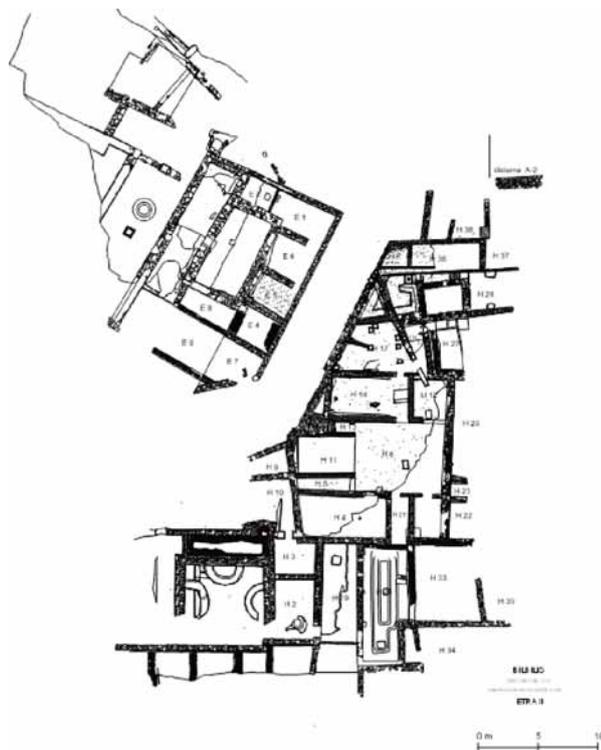
Este espacio ha sido identificado como un semisótano de grandes dimensiones: 10,45 m de longitud, 4,17 m de anchura y de 2,45 m de altura máxima, según se desprende de las improntas de la viguería de sustentación de la planta superior. Sobre un potente nivel de relleno (u.e. 252) se localizó un muro (u.e. 290) de desigual anchura y mala fábrica para el que se habían reutilizado mampuestos procedentes de los mismos muros de la *domus* (uu. ee. 287 y 208). Este muro compartimentó H. 20 en un momento cronológico de difícil ubicación por la ausencia de elementos asociados a él.

El nivel superior del relleno de este semisótano presentaba una gran bolsada de material que había sido arrojado contra el muro u.e. 208⁵, estando el resto de la estancia ocupada por dos caídas de pinturas. Una de ellas (u.e. 306), la podemos identificar como procedente de la deco-

medieval de *Bilbilis* nos remitimos a Martín-Bueno, Sáenz Preciado, y Uribe Agudo 2005: 346, Figs. 11 y 12.

⁴ Para la extracción de estos conjuntos pictóricos ricamente decorados con figuración y escenas de tipo mitológico, se aplicaron los protocolos de trabajo desarrollados por la Escuela Taller de Restauración de Aragón II en los que de manera interdisciplinar trabajaron arqueólogos y restauradores durante todo el proceso, desde su excavación y recuperación, hasta su limpieza y traslado al taller. Sobre estos aspectos consultar: Morales Ramírez 2006: 17-22.

⁵ La bolsada estaba constituida por un amplio lote de cuencos H. 37, lucernas de las formas Dress. 9, 10 y Loeschcke X, abundante presencia de hueso trabajado, principalmente *acus crinalis*, agujas de coser y varios *stilos*; al que hay que añadir vidrio y elementos óseos, destacando la abundante presencia de valvas de ostiones. La cronología del material es bastante homogénea, segunda mitad del s. I, con momentos de fabricación de las producciones de *sigillata* en época flavia. También destaca la aparición del torso de una pequeña figura femenina realizada en mármol de difícil identificación por su desgaste (Sáenz et al. 2008: 36)



Plano General



Detalle del posible grifo

ración del *tablinum*, posiblemente del muro occidental que estilísticamente queda integrado dentro del III Estilo Pompeyano de candelabros (15 a. C. - 50 d. C.) y que ya nos era conocida por la excavación realizada anteriormente en este espacio (Sáenz *et al.* 2005: 22-27, Figs. 6 y 7; 2006c: 412-413). Entre los motivos decorativos que aparecen cabe destacar una posible musa, quizás Melpómene, o una cariatíde, a falta de contrastar la iconografía, así como diversas máscaras colgadas de elementos arquitectónicos, elementos figurados y vegetales. También resaltar la imagen de un posible grifo, un posible sacerdote, así como otras figuras hasta el momento inidentificables en sus atributos hasta que se proceda a su limpieza.

El segundo conjunto pictórico (u.e. 272) no se ha podido determinar todavía su ubicación original y está en proceso de estudio, si bien no descartamos que hubiese decorado el *triclinum* de la casa que se encuentra en sus inmediaciones. Junto a estos conjuntos se localizaron diversos fragmentos procedentes del techo de la estancia y una serie de molduras que enmarcaban posiblemente el vano de una puerta.

La localización de estos conjuntos pictóricos en el espacio H. 20 nos lleva a pensar que nos encontramos con un movimiento intencionado de la pintura que a modo de escombro se empleó para rellenar y regularizar el terreno en época muy posterior. Por ello, hay que considerar este conjunto pictórico más un escombro de relleno que una caída.

El pavimento de la estancia presenta dos canales de recogida de líquidos que recorren toda la estancia en dirección-pendiente E-O hasta desembocar en el extremo oeste del espacio en una balsa de 0,65 m de largo, 0,85 m de ancho y 0,76 m de profundidad, equivalente a 0,42 m³ de capacidad que responde a 420 litros, con los que se podrían rellenar 16 ánforas.

Entre los dos canales de recogida de líquidos, y aproximadamente en el centro de la estancia, se encuentra un sillar cuadrangular (0,42 m por 0,52 m) cuyo centro presenta una impronta circular dejada por una viga de madera de 0,33 m de diámetro. Al sureste de la estancia, adosado al muro u.e. 287, se localiza una estructura enlosada de piedra, compuesta por una losa rectangular (0,95 m por 0,40 m), otra de menor tamaño (0,54 m por 0,27 m), y restos de una tercera muy perdidos pero de dimensiones similares a los de ésta última. En distintas zonas de la estancia se localizaron otros sillares incrustados en el pavimento que debían actuar como soportes de vigas. Las dimensiones de estos sillares ha sido imposible determinarlas ya que el pavimento los cubre en su totalidad, a excepción de los huecos dejados por las improntas de las vigas.



Vista general de H. 20

Todos los elementos aparecidos en la estancia parecen estar vinculados con algún tipo de industria de elaboración de líquidos, como se puede apreciar por la disposición del pavimento, la balseta y todos los elementos relacionados con posibles estructuras de madera, quizás un sistema de prensa vinícola. Todo ello se puede deducir por la aparición de tres vanos verticales en los muros, que estarían relacionados con el sillar mencionado anteriormente, por los que cruzarían el *praelum* de cada prensa, situándose en el espacio existente debajo de H. 19 los contrapesos y tornillos de presión, mientras en H. 20 se ubicarían las prensas y la zona de recogida de los líquidos una vez prensados, con una disposición similar a la que podemos encontrar en las villas de *Sao Cucufate* y *Estoi de Milreu*, ambas en Portugal (Brun 2004: 297 ss.).

Las paredes de H. 20 aparecieron revestidas de un manteado de barro de 0,05/0,08 m de grosor que en su momento debió estar encalado. Al no haberse encontrado ningún vano de puerta, el único acceso posible debió de realizarse desde la planta superior a través de una escalera de madera de la que no ha quedado resto alguno, ni podemos ubicar su situación, aunque por la presencia de la balseta y de las losas que condicionan el espacio no se descarta su situación junto al muro u.e. 144, en el extremo este del espacio.

1.2. LA ZONA DE SERVICIOS DE LA DOMUS DEL NINFEO

1.2.1. Espacio H. 28

Este espacio se excavó en la campaña de 2006 (Sáenz *et al.* 2006: 37) localizándose una puerta tapiada (u.e. 227) y una escalera de peldaños de yeso (u.e. 222) por la que se accedía a la zona de servicios de la casa. La prolongación de los trabajos hacia el sur puso al descubierto un muro cuya pobre factura indicaría que podría corresponder a las reformas y compartimentaciones tardías documentadas en otras partes del edificio, o en su caso, ser fruto de los trabajos de aterrazamiento contemporáneos.

La realización de un sondeo, posteriormente ampliado, permitió hallar dos estructuras casi semicirculares (uu. ee. 397 y 400), una frente a la otra, conformadas por piedras y lajas verticales colocadas sin gran cuidado. La estructura u. e. 397 de 0,87 m de largo por 1,49 m de ancho se encontraba adosada al muro u.e. 169, mientras que la estructura u. e. 400 de 0,98 m de largo por 1,19 m de ancho lo estaba al muro u.e. 412. En ambas estructuras se tomaron muestras para su posterior análisis.



Vista general de H. 28

A falta del estudio definitivo podemos adelantar que el espacio H. 28, en su primera fase o diseño original, correspondería con el acceso secundario o de servicio de la casa. En un momento indeterminado de la segunda mitad del s. I, es tapiado, realizándose todas las modificaciones ya descritas en otros trabajos en el interior de los espacios H. 17, 18, 24 y 25 (Sáenz *et al.* 2006a: 32-38; 2006b: 419-423). La cronología de estas estructuras semicirculares, si bien no hemos podido datarlas por falta de elementos muebles asociados, debe ser bastante posterior a estas reformas, posiblemente en el s. III, ya que se han hecho sobre el nivel de caída y desplome de los muros uu. ee. 169, 205 y 412, de donde provienen las piedras empleadas para su elaboración. En estos momentos estamos trabajando con la hipótesis de que se traten de comederos al descartar el carácter de abrevaderos, ya que por su ejecución se filtraría el agua, función similar a otro espacio de características similares aparecido en H. 36, si bien éste último parece tener más bien la función de un pesebre.





Vista general de H. 36

⁶ Sobre la presencia de pavimentos de este tipo en la casa hay que destacar el hecho de que han sido varios los fragmentos de *sectile* aparecidos en distintos lugares de ésta, así como en los espacios H. 2 y 3 vinculados al ninfeo en donde se hallaron 89 fragmentos mármóreos pertenecientes, por lo menos, a un pavimento formado por mármol *Luculleum*, *Lunense bardiglio*, *Taenarium*, *Numidicum* y *Chium*, con una cronología entre Claudio y Nerón momento en el que se produce un gran programa de marmorización de las ciudades hispanas (Cisneros y Martín-Bueno 2006: 485-510).

Tras el abandono de esta zona, ésta quedaría cubierta con el paso del tiempo por la u.e. 411, compuesta de tierra y restos de material constructivo procedente del desplome de los muros de la última fase, entre cuyos restos se localizó algunos fragmentos de extremidades (tibia y peroné) de un esqueleto infantil, un recién nacido o en su caso un *non nato*, que pensamos pudiera pertenecer a un inhumación medieval, similar a la localizada en 2003 en la zona sureste de C. IV correspondiente a una pequeña cista de lajas de otro enterramiento infantil (Martín-Bueno, Sáenz y Uribe 2005: 356, Figs. 11 y 12).

1.2.2. Espacio H. 36

La excavación en campañas anteriores de los espacios H. 18 y 25 había documentado como el pavimento de tipo hidráulico de estos espacios continuaba por debajo del muro u.e. 169, que se había construido sobre él a raíz de las reformas documentadas en la zona de servicios de la casa a la que ya nos hemos referido con antelación.

Una vez eliminado una serie de bancas agrícolas y la retirada mecánica de las terreras situadas en esta zona, la excavación pudo demarcar los muros de delimitación de esta estancia. Un potente muro de 0,60 m de anchura (u.e. 394) lo haría en la zona sur y el muro u.e. 395 al este,

en el que parece situarse una puerta, ya que se ha hallado una elevación del pavimento que podría marcar el umbral de una puerta, aspecto éste a constatar en campañas posteriores.

El pavimento (u.e. 385) mantenía las mismas características que el de los espacios H. 18 y 25 (uu. ee. 177 y 240) al conformar junto a H. 36 un *unicum*, si bien en este caso se halló algo más deteriorado.

Compartimentando este espacio se documentaron dos pequeños muros de adobe. El primero (u.e. 370), paralelo al muro u. e. 169, es de 0,32 m de anchura y de una longitud indeterminada, ya que se pierde al final, aproximadamente donde desaparece el pavimento. El espacio resultante es un estrecho pasillo de 0,94 m de anchura máxima de función desconocida. Perpendicular a este muro de adobe aparece otro (u.e. 386) de 0,80 m de altura coronado con una hilada de piedras creándose un espacio cerrado (u.e. 416) de 1,13 m de longitud y 0,83/0,80 m de anchura que identificamos como un pesebre.

El material mueble aparecido ha sido abundante y variado. Así, junto a numerosos restos de fauna, de entre los que destacan un cráneo de bóvido, hay que destacar varios fragmentos de cuencos de cerámica indígena, platos y tapaderas de e.i.r.p, jarras engobadas, vasos de paredes finas, fragmentos de lucernas, destacando las vajillas de *sigillata* hispánica (H. 8, 10, 29, 30, 37a y 49). De la misma manera, hay que mencionar también la aparición de varias placas de mármol *Lunense bardiglio*, *Numidicum* y *Chium*, pertenecientes a un pavimento de *opus sectile* distinto al localizado en los espacio 2 y 3⁶.

2. EL EDIFICIO PÚBLICO C. IV

Se trata de un edificio descubierto en 1999 que por sus características, aparejos de los muros, etc. no descartamos que tenga una función pública (Martín-Bueno, Sáenz y Uribe 2004: 477-479; 2005: 343-354). En la presente campaña los trabajos

se han centrado en su zona sur, que es la que está en contacto con la *domus* del Ninfeo a través de la calle que separa ambos edificios. Fruto de estos trabajos ha sido la aparición de un frente comercial, ya conocido en parte, con distintas transformaciones estructurales que alteró notablemente su diseño original.

2.1. Espacio E. 1

Esta estancia ya fue excavada en la campaña de 2003 (Martín-Bueno, Sáenz y Uribe 2004: 477) documentándose tan sólo un relleno homogéneo y compacto de lascas y desechos de piedras sin ninguna evidencia de material arqueológico (u.e. 073). Se han delimitado los muros de cierre de la habitación por el norte (u.e. 100) y el suroeste (u.e. 102), completándose la estructura muraria del espacio con la limpieza del muro u.e. 050 en la zona sur del mismo.

Es evidente que la zona de excavación de C. IV se extiende en dirección sur, pasando por debajo del camino que lleva a la ermita de San Paterno, por lo que en futuros trabajos se tendrá que tener en cuenta este hecho. A pesar de que su excavación está por concluir, hay que destacar la aparición de dos monedas: la primera, un as partido hispanolatino, aunque su mal estado de conservación no ha permitido identificarlo, si bien parece tratarse de una acuñación de Augusto de la ceca bilbilitana, y la segunda un as de imitación de Claudio I.

2.2. Espacio E. 4

Se trata de una habitación de 3,83 m de longitud y 2,83 m anchura, siendo la altura máxima conservada de 1,68 m, dimensiones similares a las del resto de las estancias del frente de tabernas donde se están realizando los trabajos.

El primer nivel (u.e. 001) una vez eliminado el manto vegetal, se caracterizó por la abundancia de material pictórico y decorativo, como molduras y revestimientos de columnas de color rojo (u.e.



Cráneo de bóvido

120), materiales que podemos poner en relación con los aparecidos en E. 5 y E. 7. Con estos datos se puede afirmar que todos estos espacios estaban cubiertos por un mismo nivel de relleno de tierra, piedras y material arqueológico, quizá fruto de algún proceso de nivelación o aterrazamiento del lugar.



Vista general de E. 4

Fruto de la excavación del nivel superficial fue el hallazgo de un posible pavimento de tierra apisonada (u.e. 118) correspondiente a una segunda fase, bajo el cual se encontraron dos rebancos corridos de adobe de 0,80 m de ancho y 0,15 m de alto (u.e. 132 y 139) pegados cada uno de ellos a los muros del espacio, siendo su longitud la de la anchura de la habitación, debiendo prolongarse hacia los



⁷ Los trabajos se completaron con la realización de los calcos de las pinturas conservadas *in situ* para su documentación, y con la colaboración del equipo de restauradores de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II, que se encargaron de limpiar, consolidar y restaurar las paredes pintadas, un avance de cuyos trabajos se expone en esta misma revista.

espacios colindantes, como así se ha podido documentar en E. 7.

En ambos rebancos se aprecia como éstos han sido rotos y cortados a raíz de la construcción de las zanjas de cimentación de los muros u.e. 012 y u.e. 122. Este hecho, unido a la presencia de dos pavimentos superpuestos, evidencia por lo menos dos momentos diferentes. Aparentemente, la estancia no tiene ningún tipo de entrada ya que el revestimiento se conserva en las cuatro paredes sin que encontremos indicios de vano alguno, de ahí que la única explicación posible sea un acceso desde la planta superior.



Detalle de una de las estructuras de adobe de E. 4

Entre el abundante material mueble recuperado hay que destacar la aparición de cuatro monedas de bronce: tres de ellas en el interior de la estructura de adobe u.e. 139, concretamente un cuadrante, un as y un semis recortado de *Sekai-za* correspondientes a las series de finales del s. II a. C. (Gomis Justo 2001: 49-58, 117-118); y la cuarta sobre el pavimento, un as de Augusto, procedente de *Caesarangusta*, datado en el año 4 d. C. (Villaronga 1979: 263, n° 982). También se halló la hoja de un cuchillo de hierro y varios fragmentos de columnas y capiteles jónicos en yeso.

2.3. Espacio E. 5

Nos encontramos con un espacio cuyas dimensiones son 3,80 m de longitud y 3,07 m de anchura. Antes de nuestra intervención presentaba a simple vista la

existencia de dos muros paralelos entre sí (uu. ee. 012 y 013) y perpendiculares al muro u.e. 002, los cuales estaban parcialmente excavados por trabajos en anteriores campañas.

El primer nivel de la estancia está formado por un relleno de piedras procedente de las labores agrícolas, entremezcladas con otras procedentes de los derrumbes de los muros, fragmentos de pintura roja, tierra, etc. (u.e. 016), consecuencia de la nivelación del terreno. Este hecho dificulta notablemente los trabajos de excavación ya que se trata de un nivel revuelto que alteró la estratigrafía del lugar. Bajo este primer nivel se halló un pavimento de tierra apelmazada mezclada con cal (u.e. 112) que cubría la totalidad de la estancia en un estado de deterioro avanzado, lo que se aprovechó para practicar un sondeo con el que documentar, y datar si fuese preciso, estructuras previas. El sondeo permitió apreciar la inexistencia de preparación alguna para este pavimento y la posible superposición sobre otros similares.

La peculiaridad de este espacio es que apareció decorado, conservándose *in situ* gran parte de la pintura de la zona media y del zócalo. El panel es de fondo blanco, decorado con finos ribetes de color verde, rojo y negro, mientras el zócalo consta de un fondo blanco moteado con colores negros y rojos, simulando una decoración marmórea⁷. Se tratan de composiciones muy simples y con una gama cromática muy reducida que cronológicamente se enmarcan en la decoración del s. II, similares a las halladas en las tabernas del lado oriental del foro (Guiral y Martín-Bueno 1996: 457).

Los espacios E. 5 y E. 6 se relacionan entre sí a través de un pequeño vano o puerta (u.e. 108) de 0,47 m de anchura abierto en el muro (u.e. 013) de separación. La conexión entre ambos ambientes, que de alguna manera también lo debieron estar con E. 1, nos permite hipotetizar sobre una misma instalación o negocio, en el que E. 5 actuaría de espacio principal o de “imagen” del negocio.



Documentación mediante calcos de las pinturas de E. 5



Fragmento de pintura

2.4. Espacio E. 6

Las dimensiones que presenta este espacio son 3 m de largo por 3,85 m de ancho. La zona se hallaba cubierta por una potente caída de piedras procedentes del desplome del muro (u.e. 002) como era constante en toda la zona. En el muro u.e. 013 se localizó el acceso hacia E. 5. Enfrentado a él, en el muro u.e. 100, se aprecia otro vano similar (u.e. 104), si bien por el momento, al no estar concluida la excavación de E. 6 ni tampoco E. 1, no podemos confirmar esta apreciación.

Adosado al muro (u.e. 102) apareció una bancada de adobe (u.e. 103) de 0,30 m de ancho y 0,12 m de alto, sobre la que se depositarían objetos, ya que para actuar como banco de sentarse es muy baja.

Los trabajos realizados han aportado diversos fragmentos de cerámica indígena, platos de e.i.r.p, *sigillata* hispánica como platos H. 4 y 18, cuencos H. 29 y 37, un fragmento de fíbula de charnela, un remache de bronce y un peine de hueso, posiblemente una carda de lana.

2.5. Espacios E. 7, E. 8 y E. 9

En el momento de la entrega y publicación de ese artículo continúan los trabajos en estos espacios que ya habían sido delimitados en parte en la campaña pasada, si bien el muro de cierre en su parte noreste no había sido hallado.

Se halló un nivel compuesto por cascajo, adobe y fragmentos pictóricos ver-

des y rojos (u.e. 123), similar a los de la u.e. 123 de E. 7, la u.e. 120 en E. 4 y a la u.e. 170 en E. 8, al presentar todas ellas unas similares características, fenómeno parecido al que ocurre con los sucesivos pavimentos de tierra apisonada que aparecen a las mismas cotas. Todo ello nos lleva a pensar que los espacios E. 7 y E. 4 en algún momento podrían haber estado conectados o formaban un espacio único, posiblemente antes del relleno de ambas habitaciones con el nivel de cascajo y pinturas antes comentado.

La ampliación del frente de trabajo permitió descubrir uno de los muros de cierre de E. 7 (u.e. 133) que parece ser una de las esquinas del complejo monumental de C. IV al discurrir en dirección NO-SE. Dicho muro presenta una manufactura bien trabajada con grandes sillares de yeso bandeado de 0,90 m por 0,56 m, si bien la altura no ha podido ser obtenida al quedar incrustados en el pavimento. En este muro se abre una gran puerta de dos hojas, 1,69 m de anchura, de la que se ha conservado la impronta de los goznes en el pavimento y un tope central.

Si bien como comentábamos con anterioridad, este espacio se encuentra en plena excavación, no queremos incidir más en él a pesar de conocer una serie de muros y superposiciones de pavimentos hasta que los trabajos estén más avanzados. Sí, en cambio, queremos destacar que el material mueble aparecido ha sido muy abundante y variado. Así, han aparecido varios objetos de bronce como plaquitas de revestimiento de un mueble o caja de





madera, apliques circulares, arandelas, un botón, etc. A ello hay que añadir dos agujas de hueso y abundantes restos de fauna, destacando una concha perforada en el umbo para poder ser colgada. El conjunto se completa con abundantes fragmentos pictóricos con temas figurados sobre los que se está trabajando es estos momentos.

En cuanto al espacio E. 8, el nivel más interesante por el momento es la u.e. 124, que corresponde a un revuelto de adobes, tierra, fragmentos de pintura y molduras de entre los que hay que destacar, a parte de los temas figurados, los fragmentos de capitel jónico en yeso similar a los encontrados en E. 4, de ahí que deduzcamos que E. 4 y E. 8 están colmatadas en su parte superior por el mismo nivel.

3. CONCLUSIONES

Los diferentes trabajos llevados a cabo en el sector de la *domus* del Ninfeo permiten ya obtener algunas conclusiones de interés para la interpretación de la zona.

En lo referente a la zona de servicios, se puede constatar la existencia de dos fases bien diferenciadas. Una primera fase hace referencia a las estancias H. 18, 25

y 36 como un único espacio destinado a la recogida y almacenamiento de líquidos. La habitación contaría con un pavimento hidráulico recorrido perimetralmente por un ancho bocel que dirigiría el agua hacia un aljibe cuya capacidad aproximada de almacenamiento era de unos 300 l. Se puede observar como este pavimento se encontraba inclinado en dirección hacia dicho aljibe para favorecer la recogida de los líquidos.

En una segunda fase se constatan algunos cambios tanto estructurales como funcionales de las estancias. Así, H. 25 y 36 son separadas mediante un muro de cierta entidad (u.e. 169), a la vez que se compartimenta en dos estancias diferentes (H. 18 y 25), cegándose el aljibe. Del mismo modo, observamos como la puerta que conectaba H. 25 con H. 28 es tapiada, sin duda como consecuencia de la nueva funcionalidad que adquiere la zona.

En relación con este hecho en H. 28, transformada o cambiada la función primitiva, se realizan una serie de comederos para animales, si bien no podemos establecer que sean contemporáneos a dicho tapiado y si por lo menos posteriores a ello. De la misma manera en H. 36, tras su separación de la *domus*, se compartimenta mediante muros de adobe de po-



Restos de pinturas en la E. 5

ca entidad, creando espacios que recuerdan a los pesebres para el ganado. De manera que en esta segunda fase la zona estudiada sufre unas variaciones dirigidas por la nueva función adquirida, posiblemente corrales, cuadras o establos.

Respecto a la zona de tabernas ubicadas en el ala oriental de la *domus* y constituidas en dos alturas, se puede apreciar también dos fases distintas durante las cuales se produce una reestructuración de la zona. Durante la primera fase, las estancias H. 2 y 3 son dos espacios diferenciados, en el cual H. 2 se encuentra relacionada con unas estructuras soterradas bajo el ninfeo, teniendo un acceso abierto en dirección a las mismas, mientras que la entrada a H. 3 tiene lugar por la parte posterior mediante una puerta de sillares almohadillados de yeso bandeado y que conduciría hacia el sector C. IV a través de una escalera.

Posteriormente, en una segunda fase, se produce la unificación de ambos espacios mediante la eliminación del muro divisorio existente, creando un único ambiente destinado a la realización de actividades industriales, a la vez que el acceso de H. 2 se tapia, quedando como única entrada la de H. 3. Paralelamente a este tapiado, y junto a éste, se construye una balseta o pequeño aljibe con un volumen de almacenaje inferior al de las otras dos localizadas, ya que mientras la de H. 2 tiene una capacidad de $0,25 \text{ m}^3$, las de H. 20 y 25 presentan un volumen de $0,42 \text{ m}^3$ y $0,30 \text{ m}^3$ respectivamente. Será en esta misma fase cuando se practique una abertura en el muro divisorio entre H. 2 y 19, poniendo ambos espacios en comunicación.

El espacio existente bajo H. 19, al que se accedería mediante una posible caja de escalera ubicada en la parte sur de la misma, podría estar relacionado con la actividad industrial desarrollada en H. 20 mediante los tres estrechos vanos verticales abiertos en el muro divisorio por los que cruzaría el *praelum* de cada prensa. Junto a la presencia de dichos vanos hay que destacar la existencia de canales en el pavimen-

to, así como un aljibe que confirma el uso industrial de la estancia. El acceso a ésta se producía desde la planta superior, al igual que sucede en la habitación situada bajo H. 19, quedando la comunicación entre ambas limitada únicamente a los tres vanos.

Los trabajos realizados en el sector correspondiente al edificio público de C. IV han permitido identificar varias fases constructivas, originando cada una modificaciones estructurales. Durante la primera fase se sitúan las estructuras de adobe encontradas bajo los pavimentos en E. 4 y E. 7, y que probablemente continúen en E. 5. Dichas estructuras son semejantes a las que se pueden encontrar en las viviendas celtibéricas, cuya función, entre otras, responde a la de aislar los recipientes del suelo y favorecer la recogida de los líquidos en caso de ruptura. Su datación tiene que ser fechada a partir del 133 a. C. como consecuencia de la aparición en su interior de tres monedas indígenas perteneciente a las series acuñadas a finales del s. II a. C. en *Sekaiza*.

A la segunda fase corresponde la reestructuración de la zona en las distintas estancias, destacando el espacio E. 5, que es decorado a inicios del s. II d. C., si bien no podemos asegurar que sea ésta la datación de dicha reestructuración, y sí la del conjunto pictórico.

Una tercera fase permite ver la ampliación del muro u.e. 013 de E. 5 en dirección al muro de cierre de la estancia y que cubre parte de la pintura. Pudo deberse a un intento de estrechar la puerta existente o bien tapiarla.

Respecto a E. 7, que probablemente conforme un único espacio junto a E. 9, puede corresponder a un patio, ya se verá en la excavación si abierto o porticado, probablemente relacionado con el edificio construido detrás de las tabernas (C. IV). La construcción del muro de cierre de E. 7, mediante sillares de yeso bandeado, permite apreciar la importancia que tuvo este edificio dentro del contexto urbanístico de la zona y por consiguiente de la ciudad.



⁸ Mortero Zacol cal® y Zalcodur®.



4. INTERVENCIÓN DE RESTAURACIÓN

El equipo de restauradoras de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II ha trabajado conjuntamente con el de arqueología durante las campañas de primavera y otoño en los diferentes espacios de la casa del Ninfeo y del edificio público C. IV.

Las tareas realizadas han tenido como fin conservar las estructuras excavadas, la pintura mural y pavimentos descubiertos, así como los distintos objetos muebles encontrados. Como en otras ocasiones, y una vez terminada cada campaña, las zonas excavadas se han protegido con el fin de conservarlas y protegerlas de las inclemencias del tiempo.

En la casa del Ninfeo se actuó en la H. 2, H. 19, H. 20 y H. 16; mientras que en el edificio C. IV nuestra actuación se circunscribió al espacio 5, todavía en proceso de restauración.

La mayor parte del trabajo realizado en la campaña de primavera se centró en la extracción de una importante cantidad de fragmentos de pintura mural, molduras y restos del alfiz de un arco de entrada, en la H. 20. Los numerosos restos decorativos constituían la mayor parte del relleno de una habitación, de la que se conserva una gran altura, que se utilizaron en un momento indeterminado para regularizar el terreno con el fin, posiblemente, de la explotación agrícola del terreno.

La extracción de los fragmentos estuvo supeditada al trabajo de excavación y documentación arqueológica. Como en otras ocasiones, el proceso se realizó con el mínimo de intervención. Sólo se efectuó la fijación de pulverulencias de la película pictórica en casos muy concretos, y sobre todo, si eran fragmentos que debían ser engasados ante la posible fractura de la pieza.

Debido a que la primavera fue muy lluviosa y la humedad ambiental era muy alta, muchos de los fragmentos se encontra-

ban en un estado frágil, por lo que el trabajo fue de una gran complejidad. En la medida de lo posible y cuando las condiciones eran las adecuadas, se trabajó por zonas para que éstas se fueran secando.

Las cajas con el material se trasladaron a un almacén y se sacaron la mayor parte de los fragmentos, extendiéndolos en mesas para que se secaran por completo. Durante este proceso se aprovechó para realizar una limpieza más completa de los restos de tierra procedente de la excavación.

Tanto en esta habitación como en la H. 2, 19 y 16, se procedió a la conservación de los pavimentos. En la H. 2 se encontraban restos de un *opus signinum* y el resto consistía en sencillos pavimentos hidráulicos debido al uso industrial de estas zonas. Relacionadas con este uso, se encontraron en H. 2 y en H. 20 dos pequeñas balsetas, así como canales por donde circulaba algún líquido, en H. 20 y H. 36.

Tanto los pavimentos como las balsetas presentaban pérdidas, sobre todo en las zonas perimetrales, acelerada por la desaparición del terreno; disgregación de los morteros, sobre todo en dichos perímetros; grietas y fisuras; deformaciones en los pavimentos, especialmente en H. 19, que favorecían el encharcamiento y suciedad superficial.

La actuación sobre los pavimentos y las balsetas consistió en una limpieza de los restos de tierras y suciedad, y sobre todo, la consolidación del mortero en los límites, grietas y diversas pérdidas. El mortero⁸ utilizado es de cal hidráulica ya predosificado, y en nuestro caso, utilizamos una mezcla de dos granulometrías, una de grosor medio y otra fina, a partes iguales. En las zonas perimetrales se aplicó el mortero en bisel y una ligera inclinación con el fin de evitar posibles acumulaciones de agua que terminen acelerando el deterioro de los pavimentos.

El espacio 5 del edificio C. IV es el único que conserva cuatro muros con

decoración pictórica sobre ellos. La decoración es muy sencilla y consiste en un zócalo blanco con moteado en verde, rojo y negro; filetes de los mismos colores que marcan la separación entre el zócalo y la zona media, así como entre los paneles centrales, también con fondo blanco. La técnica pictórica es una lechada de cal para el fondo blanco y retoques en seco para los detalles en color, posiblemente con agua de cal como aglutinante.

La pintura conservada varía de altura según las zonas, desde un metro en el muro norte hasta apenas unos centímetros en el muro sur.

Estructuralmente el muro norte está debilitado por el deterioro y pérdida de una viga de madera, por lo que debió consolidarse mediante la colocación de piedras de pequeño tamaño de la zona y mortero de cal. Igualmente, hubo que recrecer con piedra rejuntada con mortero una zona del muro oeste donde la erosión dejaba sin soporte a unos 40 cm de pintura.

Este mortero también se aplicó a los bordes de rotura de la pintura, grietas, fisuras y lagunas de diverso tamaño con el fin de consolidarlas. Por ello, la primera acción fue engasar con paraloid B-72 en acetona al 15-20 % todos los bordes.

Este engasado de protección se fue eliminando poco a poco según se avanzaba en la limpieza de tierras; la consolidación del mortero de los bordes mediante Acril 33 al 25% con el fin de garantizar su cohesión y adhesión; y la aplicación del mortero.

Durante el proceso de excavación se dejaron testigos de tierra de unos 5-10 cm con el objeto de que cuando la humedad de los muros se fuera evaporando, se depositaran las eflorescencias salinas en los restos de tierra y no sobre la superficie de la pintura. La mayor parte de los restos pictóricos presentaban una importante capa de concreciones salinas que se han ido eliminando con bisturíes



Proceso de aplicación del mortero en E. 5

junto con el proceso de limpieza realizada con agua-alcohol, en proporción 1:2.

Este proceso se continuó con la inyección de las oquedades internas con mortero PLM-A. Las oquedades estaban sobre todo presentes entre el enfoscado y el muro, y en menor medida, entre las capas de mortero.

Primero se delimitaron en tamaño y forma las oquedades mediante el golpeo con nudillo, determinando la susceptibilidad de su inyección o no.

Posteriormente, se practicó un orificio o se aprovechó alguna zona de fisuras o grietas ya amorteradas, por el que se fue limpiando de polvo y restos de mortero mediante peras de goma.

El orificio se protegió en su zona circundante con paraloid al 5% en acetona con el fin de evitar su reblandecimiento durante el proceso de inyección. Éste se realizó mediante jeringuillas con PLM-A por presión (con cánula) hasta rellenar.

La protección definitiva de las pinturas se realizó tanto desde el remate de los muros como en las paredes con presencia de pintura, con el fin de conservarlas y minimizar los cambios de temperatura y humedad, pero sobre todo, evitar la entrada del agua de lluvia.



BIBLIOGRAFÍA

BRUN, J. A.

(2003) *Le vin et l'huile dans la Méditerranée antique. Viticulture, oléiculture et procédés de fabrication*. Paris.

(2004) *Archéologie du vin et de l'huile dans l'Empire romain*. Paris.

CISNEROS, M. y MARTÍN-BUENO, M. (2006), “El programa decorativo marmóreo del *Municipium Augusta Bilbilis*“, VAQUERIZO, D. y MURILLO, J. F. (Eds.), *El concepto de lo provincial en el mundo antiguo. Homenaje a la profesora Pilar León, Vol. I.*, Córdoba, pp. 485-510.

GOMIS JUSTO, M. (2001), “Las acuñaciones de la ciudad celtibérica de Segeda/Sekaiza“, Seminario de Arqueología y Etnología Turolense, Zaragoza.

GUIRAL PELEGRÍN, C., y MARTÍN-BUENO, M. (1996), *Bilbilis I. Decoraciones pictóricas y estucos ornamentales*, Institución Fernando el Católico, Zaragoza.

MARTÍN-BUENO, M. (1991), “*Bilbilis*: arquitectura doméstica“, *La casa urbana hispanorromana*, Institución Fernando el Católico, Zaragoza, pp. 77-178.

MARTÍN-BUENO, M. y SÁENZ PRECIADO, C. (2004), “Los programas arquitectónicos de época julio-claudia en *Bilbilis*“, *La decoración arquitectónica en las ciudades romanas de Occidente*, Murcia, pp. 257-273.

MARTÍN-BUENO, M., SÁENZ PRECIADO, C. y URIBE AGUDO, P.

(2004) “Excavaciones arqueológicas en *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza). Informe preliminar campaña 2003“, *Saldvie 4*, Zaragoza, pp. 473-487.

(2005) “*Municipium Augusta Bilbilis* (Calatayud, Zaragoza). Informe preliminar de la XXXIII campaña de excavaciones (2004)“, *Saldvie 5*, Zaragoza, pp. 343-354.

MORALES RAMÍREZ, S. (2006), “Protocolos de intervención en materiales arqueológicos“, *Kausis 4*. Escuela Taller de Restauración de Aragón, Zaragoza, pp. 17-22.

SÁENZ PRECIADO, C. y MARTÍN-BUENO, M. (2009), “El larario de la casa del Ninfeo de *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza)“, *X Congreso Internacionales Association Internationale Pour la Peinture Murale Antique* (Napoli 2007), e.p.

SÁENZ PRECIADO, J.C., FABRÉ, F., LASUÉN, M.^a, LUESMA, R., SEVILLA, A. y VILLALBA, I.

(2005) “Trabajos arqueológicos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón en *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza)“, *Kausis 3*, Escuela Taller de Restauración de Aragón, Zaragoza, pp. 20-31.

(2006) “La casa del Ninfeo de *Bilbilis*. Intervención arqueológica de la Escuela Taller de Restauración de Aragón“, *Saldvie 5*, Zaragoza, pp. 375-396.

“La casa del Ninfeo: trabajos arqueológicos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón en *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza) (Campaña 2006)“, *Kausis 4*, Escuela Taller de Restauración de Aragón, Zaragoza, pp. 23-39.

“La casa del Ninfeo de *Bilbilis* (Calatayud, Zaragoza). Trabajos arqueológicos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón (Campaña 2006)“, *Saldvie 6*, Zaragoza, pp. 411-428.

SÁENZ PRECIADO, J.C., GARCÍA CHOCANO, O., GODOY EXPÓSITO, C., GUINDA LARRAZA, N., LASARTE ORNA, F., y SALAS MELÉNDEZ, M.^a P. (2008), “La casa del Ninfeo: trabajo arqueológico de la Escuela Taller de Restauración en *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza). Campaña 2007“, *Kausis 5*, Escuela Taller de Restauración de Aragón II, Zaragoza, pp. 33-41.

VILLALONGA, L. (1979), *Numismática Antigua de Hispania*, Barcelona, (2^a Ed. ampliada 2008).

LA PROBLEMÁTICA DE LA SISTEMATIZACIÓN DE LOS ANÁLISIS APLICADOS A MUESTRAS DE ORÍGENES DIVERSOS

La naturaleza de las muestras de origen orgánico objeto de estudio en el laboratorio de análisis e investigación de bienes culturales es muy diversa. Este hecho implica que la metodología aplicada en cada caso tiene que ser adaptada específicamente al problema planteado. Como ejemplo se expone el caso del estudio realizado sobre un stilo de hueso recuperado en el yacimiento arqueológico de Bilbilis.

Jorge Sánchez Gálvez

Profesor de química de la Escuela Taller de Aragón II

Uno de los mayores problemas, si no el mayor, al que nos enfrentamos en el momento de plantearnos la realización de un análisis químico, sea cual sea la naturaleza de la muestra y el área de conocimiento objeto del análisis, se refleja en la siguiente pregunta: ¿qué busco? Esta cuestión, muchas veces es obvia y ni siquiera perdemos tiempo en plantearla, ya que la sistematización de los análisis hace que pierda toda su trascendencia. Si estamos aplicando un procedimiento analítico de rutina, no importa qué es lo que buscamos, porque ya lo sabemos de antemano. Lo que es trascendente en esos casos es si ese “algo” está o no está o en qué cantidad está.

Cuando el objetivo del análisis no está definido previamente la cuestión se com-

plica en gran medida. Esta es una situación que se da con bastante frecuencia en el laboratorio de análisis e investigación de bienes culturales ya que las muestras recibidas son de naturaleza tan distinta que impiden una sistematización de los análisis. La imposibilidad de aplicar una rutina a muestras de origen distinto hace que se alargue el tiempo invertido en cada caso, debido fundamentalmente a las etapas previas de búsqueda de información y de preparación de cada muestra.

Algunas de las muestras recibidas en el laboratorio aparecen reflejadas en la tabla 1 y como se puede apreciar, su origen es bastante diverso. Por esta razón, cada una de ellas necesita un trabajo previo de documentación que incluye una revisión bibliográfi-

Muestra	Procedencia	Objetivo del análisis
Stilo de hueso	Yacimiento de <i>Bilbilis</i>	Identificación de sustancias orgánicas adheridas
Contenido de un ánfora	Barco naufragado	Identificación del producto transportado
Fragmento de mosaico	Yacimiento de <i>Bilbilis</i>	Estudio de manchas de origen desconocido
Sustancia negra untuosa	Cueva del trucho	Identificación de la sustancia

Tipos de muestras objeto de estudio en el laboratorio





Figura 1. *Stilo* de hueso procedente del yacimiento arqueológico de *Bilbilis*



ca de referencias sobre trabajos científicos anteriores sobre cada tipo de material.

Toda información que se pueda recabar en esta primera etapa de documentación es fundamental, ya que facilitará en gran medida las siguientes fases del análisis. Además, en estos casos hay que sumar otro inconveniente a la lista, ya de por sí larga, y es la escasa disponibilidad de muestra. Esto hace que en el momento de empezar a trabajar sobre la muestra-problema se tengan muy claros los procesos que se van a llevar a cabo sobre ella, porque muy probablemente no habrá ocasión de repetir el análisis y por tanto no habrá lugar para una posterior confirmación de los resultados. La imposibilidad de confirmar los resultados, o mejor dicho, la escasez de muestra tiene otra consecuencia, la dificultad de profundizar en los resultados. Cuando se dispone de cantidades suficientes se puede enfocar el trabajo de manera que se vaya desde lo más obvio a los aspectos más detallados del material estudiado. Es decir, se puede empezar buscando grandes familias de compuestos químicos que den una visión global de la muestra para ir avanzando poco a poco en su composición más “fina”, de manera que salgan a la luz detalles más esclarecedores de su origen, función, etc. Son estos detalles los que normalmente proporcionan una información más jugosa y los que permiten interpretaciones de los resultados más complejos. Pero a menudo es una información difícil de obtener, no sólo por la escasez de muestra en muchas ocasiones, si no también por los requerimientos técnicos necesarios para llegar hasta esos niveles de conocimiento.

Ejemplo

A continuación se expone la metodología seguida para la identificación de la materia orgánica encontrada en un *stilo* de hueso recuperado en el yacimiento arqueológico de *Bilbilis*.

La figura 1 es la foto de un *stilo* de hueso analizado en el laboratorio. El objetivo del estudio era encontrar restos que arrojaran luz sobre los posibles usos que tuvo. Para enfocar el problema se necesitaba conocer qué tipo de sustancia era esperable encontrar, por lo que se procedió a realizar la búsqueda bibliográfica correspondiente. Lo más habitual era que estos instrumentos se usaran sobre tablillas de cera, por lo que la hipótesis de partida consistió en buscar compuestos de tipo orgánico y luego intentar relacionar estos compuestos con la composición de distintas ceras encontradas en restos arqueológicos en otras ocasiones.

Para la identificación de la materia orgánica que pudiera contener la pieza, se llevó a cabo, en primer lugar, una extracción con disolventes orgánicos. Se utilizó una mezcla de triclorometano y metanol en proporción 2:1 con la que nos asegurábamos una buena extracción de los posibles analitos de origen orgánico que estuvieran en la muestra. Aunque probablemente no es la mejor elección para extraer los compuestos que a la postre nos van a dar la información más valiosa, sí que es una mezcla lo bastante universal como para asegurarnos que el extracto obtenido va a ser representativo del problema objeto de estudio. Si se hubieran utiliza-

do disolventes más idóneos para los análisis estudiados, por ejemplo un disolvente tipo hidrocarburo, se habrían obtenido mejores porcentajes de recuperación y, por tanto, mayores señales para los compuestos clave del problema. Sin embargo, siguiendo ese camino, otros compuestos podrían haber sido extraídos en menor cantidad o simplemente no haberlo hecho por lo que estaríamos introduciendo un error bastante importante desde la primera etapa del análisis. De esta manera estamos sacrificando la máxima sensibilidad que podríamos obtener por la representatividad del extracto obtenido, entendiendo por representatividad que en el extracto obtenido estén presentes (aunque sea en una pequeña cantidad) todos los compuestos que se encuentran en la muestra de partida para retener la máxima información posible sobre ésta.

El extracto obtenido se llevó a sequedad de forma que el residuo seco resultante fue tratado con una disolución de hidróxido sódico en metanol. Esta es una etapa de hidrólisis en medio básico que tiene por finalidad la ruptura de enlaces en biomoléculas como triglicéridos, proteínas o polisacáridos. De esta forma se obtienen fragmentos más pequeños y más manejables, que son los que se identificarán mediante la técnica instrumental elegida. De nuevo, esta etapa de hidrólisis es genérica, puesto que para cada familia de compuestos existen reacciones específicas que mejoran con mucho la efectividad de la hidrólisis aquí utilizada. Debido al hecho de que en el extracto es posible que coexistan especies de carácter ácido y básico, lo que se hizo a continuación fue un fraccionamiento del mismo, para obtener por un lado los compuestos básicos y neutros en una disolución y, por otro, los compuestos ácidos en una fracción distinta. Para ello se realizó una extracción líquido-líquido con hexano del extracto obtenido tras la etapa de hidrólisis, antes y después de acidificarlo con ácido clorhídrico. De esta manera antes de la acidificación se obtuvo la fracción rica en compuestos básicos y neutros y, después de la acidifica-

ción, se obtuvo la fracción enriquecida en compuestos ácidos.

Una vez puestos en disolución los análisis que nos han de dar información sobre la muestra de partida y separados en soluciones distintas atendiendo a su acidez, sólo resta su identificación. Una de las técnicas de laboratorio más potentes para la separación de especies orgánicas en una mezcla y su posterior identificación es la cromatografía de gases asociada a la espectrometría de masas. Mediante un procedimiento correctamente optimizado se pueden aislar los distintos componentes de la mezcla y así obtener información estructural de cada uno de ellos. De este modo se identificaron varias familias de compuestos orgánicos en las muestras estudiadas. En la fracción neutra (figura 2) se identificaron hidrocarburos lineales saturados con un número de átomos de carbono entre 22 y 32. En esta misma fracción también se detectó la presencia de alcoholes de cadena larga (número de átomos de carbono de 12 a 26). En la fracción ácida (figura 3) se encontraron, sobre todo, ácidos carboxílicos de cadena lineal saturados e insaturados y ácidos terpénicos.

Todo este conjunto de compuestos encaja con las descripciones publicadas hasta la fecha de la composición correspondiente a las ceras encontradas en materiales arqueológicos. Por lo que, en este caso, se puede suponer que el *stilo* estuvo en contacto con un material céreo. Como se ha explicado anteriormente, la necesidad de enfocar el análisis desde un punto de vista muy general, impide centrarse en la búsqueda de particularidades que nos permitan identificar el material de una manera más exacta. Por ejemplo, preguntas como: ¿de qué tipo de cera se trataba? ¿pudo ser sometida a algún tratamiento especial? ¿qué procesos de degradación ha sufrido? no pueden responderse siguiendo esta rutina de trabajo, puesto que sería necesaria la realización de análisis más específicos, para lo cual también sería necesario disponer de mayor cantidad de muestra de partida.



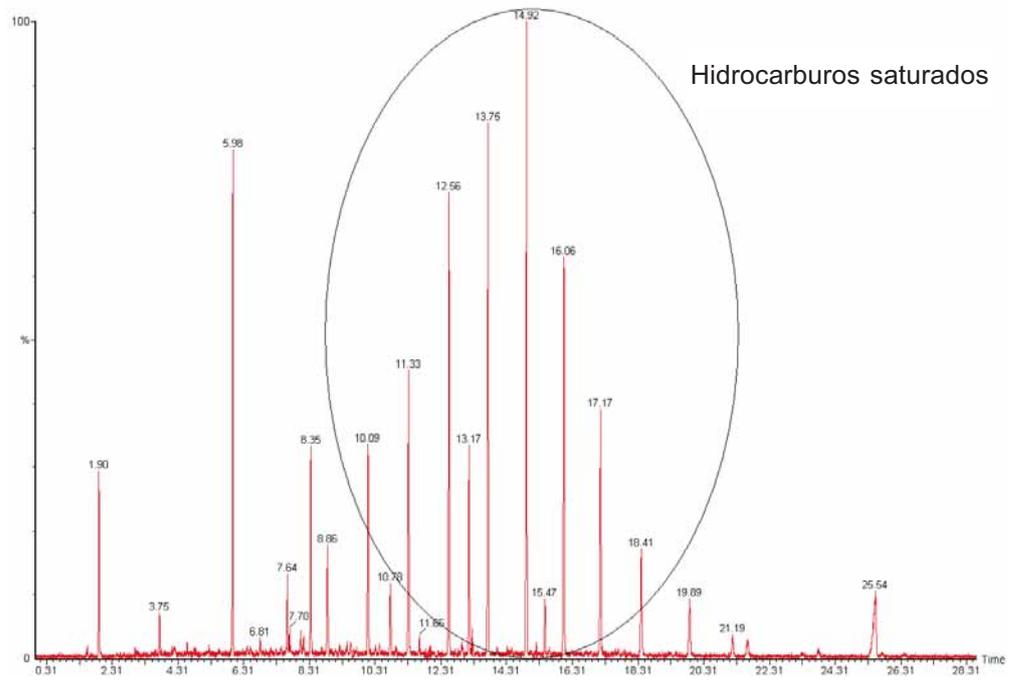


Figura 2. Fragmento del cromatograma de la fracción neutra

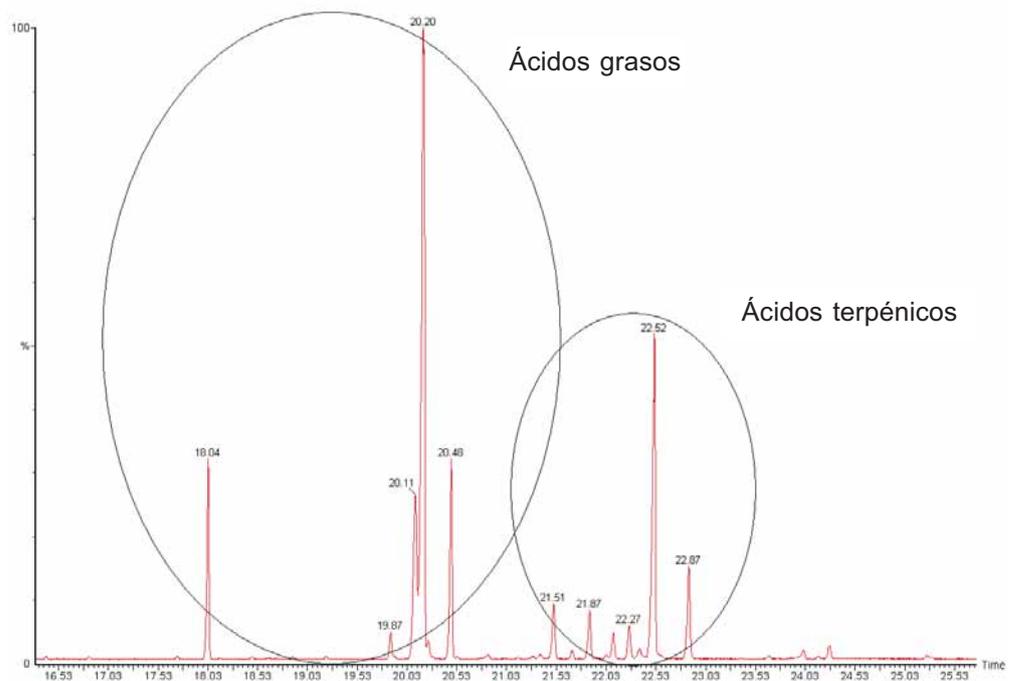


Figura 3. Fragmento del cromatograma de la fracción ácida

ESPECIES ALÓCTONAS Y POCO FRECUENTES DEL YACIMIENTO DE *BILBILIS*. REFLEXIONES SOBRE SU PRESENCIA

En el presente artículo se muestran algunos ejemplos representativos de restos faunísticos minoritarios del yacimiento de Bilbilis, incluyendo una breve reflexión sobre la biología de las especies de procedencia, sus características diferenciales o sus relaciones culturales y gastronómicas con el hombre.

Jordán Esteso Martínez

Biólogo de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

El estudio de los restos faunísticos en entornos arqueológicos es una buena herramienta para acercarnos a determinados aspectos de la economía, la cultura y las preferencias alimenticias de los pueblos que se están estudiando. El análisis de las abundancias relativas de las diferentes especies, la determinación de la edad y sexo de sus individuos así como la localización y estudio de las diferentes marcas de corte, permiten la reconstrucción de una parte de la economía e incluso la ecología de momentos determinados de la historia. Sin embargo, hay restos que escapan al análisis estadístico, por su rareza, por su carácter alóctono o por su difícil justificación en el entorno del yacimiento. Estos restos, es posible que merezcan un tratamiento aparte, bien porque su originalidad hace necesaria la consulta de nuevas fuentes para su determinación, o bien porque su presencia y las implicaciones económicas de la misma no pueden pasar desapercibidas junto al grueso de restos faunísticos en el 1 % del gráfico de sectores referido a ‘otras especies’.

El objetivo del presente artículo es mostrar, con cierto grado de detalle, algunos de los restos hallados en el yacimiento de *Bilbilis*, cuyas especies de proceden-

cia pueden hacer al menos levantar las cejas al investigador de restos faunísticos, en el contexto de un enclave del interior de la Península Ibérica.

LAS ESPECIES

Besugo (*Pagellus bogaraveo* Brünnich) *BILBILIS* Sector C. III/ H. 20/u. e. 261

Se trata de un pez marino, de la familia Sparidae, en la que también se pueden hallar otras conocidas especies de peces de consumo habitual como la dorada, el sargo y la chopo.

El besugo es una especie de pescado blanco muy apreciada en la actualidad, siendo casi un símbolo de exquisitez, reflejada en los elevados precios que alcanza en el mercado, sobre todo en fechas señaladas como la Navidad. En época romana también era una especie consumida, tal y como podría deducirse de una receta de Apicio (Libro X), denominada ‘*Condimentum in rubellionem*’. Velhing (Velhing, 1977) traduce el título de la receta como ‘Seasoning for Redsnapper’, sin embargo, es aventurado apoyar su hipótesis ya que redsnapper es el nombre común en inglés





de algunas especies de pargo típicamente americanas (*Lutjanus* sp.) ausentes de las costas europeas y perteneciente a una familia diferente a los espáridos. Sin embargo, en sus notas acerca del término *rubellio* da indicios significativos de referirse al besugo o, al menos, a otras especies del género *Pagellus*. Así, dice de *rubellio* que era un pez rojizo, probablemente una especie de salmonete (*Mullus* sp.) o pargo (concretamente cita “redsnapper”) del que Humelbergius en 1542 dijo que era llamado por los latinos *rubelliones*, *rubellos* o *rubros* y por los griegos *erythrinus* o *erythricos*, debido a su color rojizo. Un pez, según Ate-neo, similar a *pager* o *pagrus*, *phager* o *pha-grus*, también llamado pagur, y que en general no queda bien identificado.

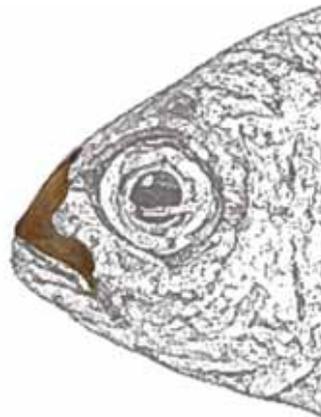
El que una fuente cercana en el tiempo se refiera a la especie y sugiera una semejanza con el pargo (*Pagrus pagrus*), espárido presente en las costas europeas,

hace más probable que la receta se refiera al besugo. Plinio el Viejo (Plinio, 2002) se refiere en dos ocasiones a unos peces denominados *erythini*, de los que remarca en sendas ocasiones su hermafroditismo o más bien, la ausencia de machos. El besugo, como otros espáridos, es un hermafrodita protándrico, esto es, que cambia de sexo masculino a femenino cuando crece (de 20 a 30 cm) (Fishbase.org). Sin embargo, diversos revisores de la obra de Plinio sugieren que estos *erythini* se refieren al rutilo (*Rutilus rutilus* L.), una especie de ciprínido de agua dulce o salobre.

En cualquier caso, el hueso que ha dado lugar a la indicación de la presencia de *Pagellus bogaraveus* en *Bilbilis* (un premaxilar izquierdo) es bastante significativo por su morfología para su identificación, pudiendo únicamente dar lugar a confusión con otros miembros del género *Pagellus*. (Imágenes 1, 2 y 3).



3



La rareza u originalidad de esta especie, además de por haberse hallado en un yacimiento bastante alejado de la costa, radica en las profundidades a las que se encuentra habitualmente (por debajo de los 200 m), si bien es posible que en el Mediterráneo se desenvuelva en profundidades menores.

**Ostra común (*Ostrea edulis* L.)
BILBILIS Sector C. III/H. 20/u.e. 256**

La ostra es un molusco bivalvo marino, probablemente el más reconocido desde un punto de vista gastronómico o, al menos, uno de los más caros. Se caracteriza por presentar dos valvas de diferente morfología: la izquierda (en prácticamente todos los casos) es cóncava y está adherida al sustrato por una especie de cemento que segrega el propio organismo; la derecha es aplanada y es la que tiene capacidad de movimiento. Ambas valvas presentan una apariencia masiva e irregular en su cara externa, sobre todo en individuos de edad avanzada, sin embargo su interior presenta un aspecto liso y nacarado. Es, de hecho, sobre esta cara inferior donde se generan, de forma natural o provocada, las perlas que también dan fama a esta especie.

Las ostras fueron ampliamente consumidas por la civilización romana, si bien es cierto que siempre han sido un artículo de lujo. No obstante, su importancia fue tal que se desarrollaron auténticas industrias de cría de ostras, tal como relata Plinio el Viejo (Plinio, 2002) en el capítulo LXXIX del libro IX acerca de la historia de Sergius Orata. No faltan tampoco en la obra de Apicio referencias a esta especie, aunque el hecho de que se consuma principalmente cruda y sin mucho aliño reduce su número a una única receta.

El que uno de los principales “atractivos” del consumo de ostras sea su preparación en crudo y, a ser posible (y recomendable) en vivo, es aparentemente un hándicap para su presencia en *Bilbilis*. Sin embargo, habría sido posible conseguir su llegada a *Bilbilis* bajo unas condiciones de

conservación adecuadas, ya que esta especie puede sobrevivir varios días fuera del agua en un ambiente frío y húmedo. Por otro lado, el hecho de que aparezcan valvas tanto izquierdas como derechas parece indicar su consumo en vivo, ya que de haber sufrido algún proceso de conserva sería lógico pensar que se desecharan las valvas (con el beneficio añadido de aligerar el transporte). Además, para abrir la ostra es necesario cortar el ligamento que une el cuerpo carnoso del animal a la concha, siendo el ligamento derecho el que se corta de forma más inmediata, dada la forma plana de la valva de dicho lado. Por ello, aunque se hubiera realizado el proceso de conserva manteniendo una valva, ésta sería recurrentemente la izquierda, y como ya se ha dicho, aparecen valvas de ambos lados. (Imagen 4).



El aspecto generalmente piriforme de la mayoría de las conchas y su forma, más alargada de lo generalmente sugerido en la literatura, hizo en un principio pensar en que los especímenes hallados pertenecieran a la especie *Crassostrea gigas* Thunberg. Sin embargo, la incertidumbre de que determinados caracteres identificativos permanecieran inalterados, tales como el tono purpúreo en la marca del ligamento, así como diversas controversias (Foighil et al. 1998) respecto al carácter autóctono de *Crassostrea*, han hecho que se desechara la posibilidad de pertenencia de los restos a esta especie. La morfología de los restos, si bien algo diferente de la más común de *Ostrea*, es normal en esta especie y puede deberse a muchos factores como la calidad de las aguas donde se han criado (Higuera Ruiz y Elorza, 2004).





Erizo de mar común (*Paracentrotus lividus* Lam.)

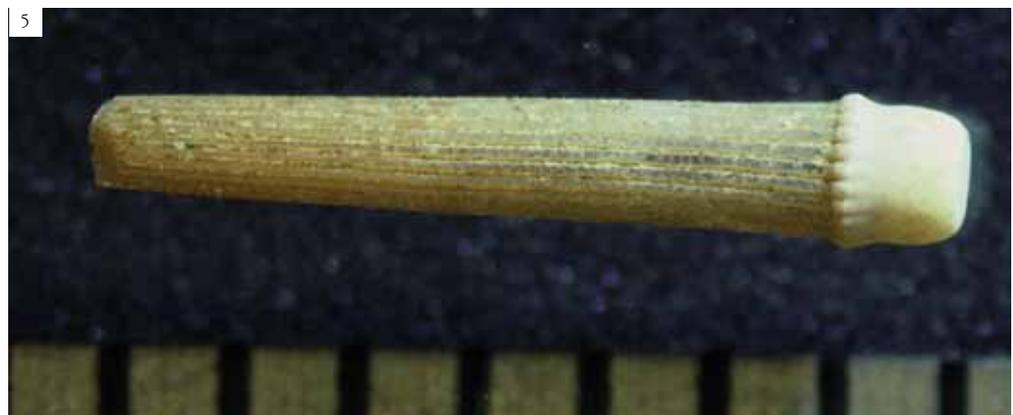
BILBILIS Sector C. III/H. 2/u.e. 301

Es un invertebrado marino del Filum de los Echinodermata, en el que se incluyen organismos como las estrellas de mar, las holoturias (pepinos de mar), las ofiuras y, por supuesto, los erizos de mar. Se trata en general de animales que por su escasa carne y su extraño aspecto no son especies de consumo habitual, sin embargo las holoturias y los erizos de mar son consumidos en diversos lugares del mundo y considerados auténticos manjares.

El *Paracentrotus lividus* es una de las especies de erizo de mar más comunes (si no la más) del Mediterráneo y el Atlántico oriental, por lo que es la que con más probabilidad se ha consumido en la historia del viejo mundo. En la gastronomía romana, o al menos en el recetario de Apicio, tiene una gran representación, apareciendo en seis recetas diferentes. En la traducción de Vehling (Vehling, 1977) se aportan datos que podrí-

an aclarar, en gran parte, el consumo de esta especie en regiones alejadas de la costa. A diferencia de las ostras, los erizos sobreviven poco tiempo en los transportes terrestres, echándose a perder con rapidez, sin embargo en las dos últimas recetas de Apicio, ambas referidas a *in echino salso*, se habla de erizos salados. La última receta se refiere concretamente a erizos salados incluso con su caparazón. Vehling (Vehling, 1977), si bien no aporta ninguna fuente bibliográfica al respecto, afirma que los erizos eran procesados en origen, abiertos, extraída su carne (huevas) y salados para su posterior venta. Como evidencia de que también se salaban en su caparazón sugiere la última receta, antes citada, donde Apicio dice que tras el proceso de cocinado, se sirvan como si estuvieran recién salidos del mar.

Los elementos identificables de esta especie hallados en los sedimentos, en este caso las espinas, sugieren que los erizos llegaron íntegros a *Bilbilis*, aunque no se han encontrado por el momento restos del caparazón. (Imágenes 5, 6 y 7).



Galápago leproso (*Mauremys leprosa* Schweigger)

***BILBILIS* Sector C. IV/E. 9/u.e. 157**

Los galápagos, como otras tortugas, son reptiles del Orden Chelonii, que se caracteriza por la presencia de un caparazón córneo, más o menos duro, recubriendo una estructura ósea, resultado de la modificación de los huesos costales. Las tortugas en general, pueden habitar en lugares y climas muy diversos, siendo posible la existencia de tortugas desde eminentemente acuáticas (tanto en agua dulce como salada) a estrictamente terrestres. La Península Ibérica cuenta con cuatro especies pertenecientes a tres familias diferentes:

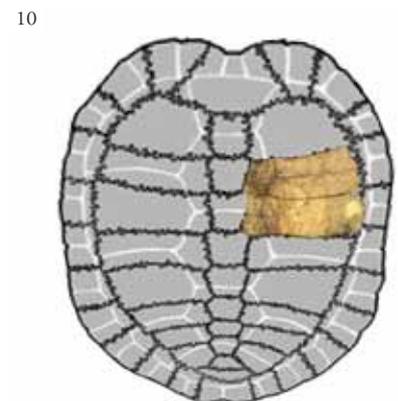
- Familia Testudinidae
 - Tortuga mora (*Testudo graeca* L.)
 - Tortuga mediterránea (*Testudo hermanni* Gmelin)
- Familia Bataguridae
 - Galápago leproso (*Mauremys leprosa* Schweigger)
- Familia Emydidae
 - Galápago europeo (*Emys orbicularis* L.)

No se encuentran muchas citas acerca de las relaciones del hombre con las tortugas en época romana y menos aún de su consumo. Plinio (Plinio, 2002) cita unos *Chelonophagi* (comedores de tortugas) que habitaban en Carmania (en la costa norte del Golfo Pérsico) en el libro VI,

capítulo 28, y otra vez con respecto a las características de cierta tortuga en el libro IX, capítulo XII. Sin embargo no se han encontrado evidencias en las fuentes bibliográficas del consumo de tortugas por parte de los romanos. Aún así, son especies habituales en el registro óseo de diversos yacimientos de la Península Ibérica en época prerromana, por lo que su consumo podría ser una reminiscencia de las costumbres indígenas. Dado que no hay indicios en los restos hallados que confirmen su consumo como alimento, es posible que la presencia en el yacimiento se deba a otras causas, como a su tenencia como mascota o especie ornamental en un estanque, por ejemplo.

De las posibles especies de tortugas ibéricas se ha optado por *Mauremys leprosa*, por un lado por la escasa curvatura del caparazón observada en los restos, que descartaría la Familia Testudinidae, de caparazones muy abombados. Por otro lado, entre las dos especies de galápago, *Mauremys leprosa* es más permisiva en cuanto al hábitat y el clima, haciendo más probable su presencia en una zona dominada por un clima continentalizado como es el entorno de *Bilbilis*. Por lo demás, no existen criterios morfológicos efectivos en esta determinación debido a la carencia de material bibliográfico y de colección al respecto. (Imágenes 8, 9 y 10).

Los huesos hallados se corresponden con dos huesos pleurales (2º y 3º) derechos. Ambos muestran un perfecto encaje, pudiendo asegurar que pertenecieron a





un mismo individuo. Es destacable el hecho de que el patrón que muestran los huesos del caparazón óseo de las tortugas no se corresponde con el de las placas córneas que lo recubren, si bien este último se puede apreciar por unos surcos que quedan marcados en el hueso.

CONCLUSIÓN

Podemos afirmar que el hallazgo de restos como los tratados en este artículo, no va a dar un vuelco a las teorías económicas y sociales, por largo tiempo estudiadas y documentadas. Sin embargo, no

cabe duda de que aportan un toque de colorido, tanto al trabajo de rutina del laboratorio como en su día debieron dárselo a la dieta de los habitantes de *Bibilis*.

Todavía existen restos de los que no se tiene certeza de sus especies de procedencia e incluso otros de los que se desconoce no sólo la especie, sino la ubicación anatómica de los mismos. Permanecen éstos separados individualmente del resto de huesos de su unidad estratigráfica, a la espera de la aparición de material más abundante o más completo, o de la súbita inspiración de quien los mira o incluso de la visión esquiva de una imagen reveladora fruto de una búsqueda colateral.

BIBLIOGRAFÍA

FECHTER, R. & FALKNER, G. (2002), *Moluscos*, Barcelona, Blume.

Fishbase.org. (s.f.). Obtenido de www.fishbase.org

FOIGHIL, D. O., GAFFNEY, P. M., WILBUR, A. E. & HILBISH T. J. (1998), "Mitochondrial cytochrome oxidase I gene sequences support an Asian origin for the Portuguese oyster *Crassostrea angulata*", *Marine Biology* 131, pp. 497-503.

HAYWARD, P. J. & STANLEY RYLAND, J. (1995), *Handbook of the marine fauna of north-west Europe*, Oxford University Press.

HIGUERA RUIZ, R. y ELORZA, J. (2004), "Adaptación morfológica y microestructural de *Crassostrea* sp. en zonas de bahía contaminadas de Cantabria. Estudio preliminar", *Geogaceta* 36, pp. 147-150.

PLINIO (2002), *Historia Natural*, Madrid, Cátedra.

THEODOR-MAYHOFF, K. F. (ed.) (1892), *Naturalis Historia*, Leipzig, Teubner Editions.

VELHING, J. D. (1977), *Cookery and dining in Imperial Rome: A bibliography, critical review, and translation of the ancient book known as Apicius de Re Coquinaria*, Courier Dover Publications.

PREPARACIÓN DE UN FÉMUR DE DINOSAURIO (COLORADO, EE UU)

El presente artículo recoge el proceso de intervención llevado a cabo en la preparación de un fémur de dinosaurio del yacimiento paleontológico de "Skull Creek" (Colorado, EE UU).

Ainara Aberasturi Rodríguez

Paleontóloga. Directora de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica III

Raquel Ferrer Bielsa

Restauradora. Profesora de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica III

Alberto Cobos Periañez

Paleontólogo de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis

Desde la puesta en marcha de la primera edición de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica, en el año 2003, son tres fundamentalmente los ámbitos de trabajo que se vienen desarrollando: la conservación de yacimientos con huellas de dinosaurio (Ballano *et al.*, 2008), la realización de moldes y réplicas (Aberasturi *et al.*, 2008) y la intervención de fósiles en el laboratorio. Entre estos últimos cabe citar la preparación de elementos paleontológicos de la Comunidad Autónoma de Aragón y de Colorado (EE UU), que es el lugar de procedencia del fémur intervenido.

1. CONTEXTO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

El yacimiento paleontológico "Skull Creek" (Fig. 1) se encuentra en Colorado (EE UU), en una de las formaciones geológicas más conocidas a nivel mundial, la Formación¹ Morrison, del Jurásico Superior (Kimmeridgiense), con una antigüedad de unos 151-156 millones de años.

Se trata de una formación muy amplia y caracterizada por una riqueza paleontológica excepcional tanto desde el punto de

vista botánico como desde el animal. La lista faunística de vertebrados incluye peces, ranas, salamandras, lagartos, cocodrilos, tortugas y pequeños mamíferos (éstos muy escasos), pero, sin lugar a dudas, son los dinosaurios los vertebrados más abundantes, representados por especies tan conocidas como los saurópodos² *Camarasaurus*, *Apatosaurus* o *Diplodocus* y el terópodo³ *Allosaurus*, entre otros.

Con respecto al registro de invertebrados es de destacar la presencia de hormigas, termitas y abejas. En lo referente a restos vegetales citar que se conocen géneros de especies macroscópicas (algas, ginkgos, coníferas y cicadáceas), polen y otras plantas microscópicas.



Fig. 1. Vista general del yacimiento. Foto: FCPTD

¹ Formación: conjunto de estratos que forman una unidad litológica (cuerpos caracterizados por unas características de composición y estructura que las diferencian de las adyacentes) a la que se asocia generalmente un nombre de lugar.

² Saurópodos: dinosaurios fitófagos (comedores de plantas), con cuello y cola larga, cabeza pequeña y patas gruesas.

³ Terópodo: dinosaurio carnívoro.



Fig. 3. Apertura de carcasa rígida

1.1. Excavación y descripción del fósil preparado

El yacimiento “Skull Creek” fue excavado por la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis a lo largo de los veranos de 1998 y 1999, de los cuales se recuperaron numerosos elementos que fueron protegidos en más de 500 carcasas de escayola. Durante la primera edición de la Escuela Taller se intervinieron 5 fósiles y en la segunda un total de 23, destacando entre ellos parte del maxilar y premaxilar de un *Camarasaurus*, una vértebra dorsal completa, dos fémures de dos individuos diferentes de dinosaurios saurópodos y un pie de un dinosaurio carnívoro.

La pieza objeto del presente artículo



Fig. 2. Transporte

es un fémur derecho (CPT-3216), de metro y medio de longitud, atribuible a *Diplodocus* sp.

2. ESTADO DE CONSERVACIÓN Y CRITERIOS DE INTERVENCIÓN

El inicio de los trabajos de laboratorio comienza con la llegada de los fósiles, en el que el tipo de transporte empleado para su manipulación depende fundamentalmente del peso y volumen de los elementos paleontológicos. En el caso del fémur intervenido y al tratarse de una pieza de grandes dimensiones y peso, fue necesario emplear una máquina elevadora (toro) para poder manipularlo (Fig. 2).

Una vez en el laboratorio se comprobó cómo el fémur se encontraba totalmente protegido por una carcasa de escayola reforzada con tela arpillera que fue retirada mediante el empleo de serruchos, amoladora y el apoyo de mazas y cinces (Fig. 3). Previa a la posterior intervención, se realizó un examen visual de la pieza para comprobar el estado de conservación de la misma y poder determinar así la mejor metodología de trabajo e intervenciones a realizar.



Fig. 4. Marcas ocasionadas por bioerosión

Toda la superficie del fémur presentaba restos de consolidantes y adhesivos aplicados durante la excavación. La mayoría de las alteraciones respondían a procesos de fosilización tales como fracturas, fisuras y un marcado desplazamiento de uno de los cóndilos distales. En esta primera fase de análisis del fémur también se reconocieron pequeñas marcas de depredación y otros resultado de bioerosión (Fig. 4).

Uno de los factores fundamentales a la hora de intervenir material paleontológico es conocer previamente la finalidad de la pieza a tratar, ya que existen actuaciones que pueden dificultar posteriores investigaciones. Así, ante la posibilidad de exponer el fósil y teniendo en cuenta que el fémur forma parte de una extensa colección paleontológica que año tras año viene siendo intervenida, se establecieron unos criterios comunes de trabajo, y se emplearon las mismas técnicas y productos que en campañas anteriores, dado sus buenos resultados y al tratarse de productos reversibles y compatibles con la naturaleza mineralógica de los fósiles.

3. PROCESO DE INTERVENCIÓN/ TRATAMIENTOS

Una vez evaluado el estado de conservación del fósil y tras la puesta en co-

mún de la propuesta de intervención entre el equipo, comenzó la preparación del fémur siguiendo los pasos que a continuación se enumeran:

3.1. Limpieza

Dada la capa de consolidante dispuesta por la superficie del fémur se realizaron catas de limpieza (Fig. 5) con diferentes disolventes (acetona, alcohol, alcohol-acetona, agua-acetona), llegando a la conclu-



Fig. 5. Catas previas

⁴ Modelo Art-Piezo. Aparato que proyecta a través de un lápiz vibraciones acústicas de frecuencia mayor a la del sonido provocando el desprendimiento de determinadas sustancias.

⁵ Modelo CTS F1. Vibroincisor portátil de aire comprimido dotado de llave a rosca que permite regular la intensidad de la vibración. Adjunta puntas intercambiables.

⁷ Gel AB-57: indicado para la eliminación de sulfatos y carbonatos. Compuesto de agua, bicarbonato de amonio, bicarbonato de sodio, EDTA, desogén y carboximetilcelulosa.

⁸ Arbocel BC-1000: material sustentante compuesto de fibras de celulosa.

⁹ BDG 86 Amarillo: indicado para material óseo de pH 6,5 para la eliminación de manchas de óxidos e hidróxidos de manganeso de las superficies.

¹⁰ BDG 86 Verde: misma composición que el anterior pero indicado para material pétreo.

¹¹ Sepiolita: silicato hidratado de magnesio de estructura fibrosa. Muy utilizada como material de soporte para limpieza y como material absorbente en desalaciones.

¹² Tiempo máximo recomendado por el fabricante.



Fig. 6. Procesos de limpieza mecánica

sión de que la aplicación de empacos de acetona era la metodología más apropiada para su retirada.

Tras esto, la limpieza del material se abordó principalmente de dos maneras:

- Mecánicamente (Fig. 6): mediante la utilización de instrumental sencillo (bisturíes, escalpelos, exploradores dentales...) y con

el apoyo de aspiradores para retirar progresivamente el sedimento colindante a la superficie fósil. Puntualmente se empleó el aparato de ultrasonidos⁴ y el vibroincisor⁵ sobre costras y concreciones más compactadas.

- Tratamientos fisicoquímicos: en este caso, donde los procesos mecánicos no fueron efectivos, se retiraron los restos de

PRODUCTO	SOPORTE	TIEMPOS	RESULTADOS
Gel AB-577	Arbocel® BC 1000 ⁸	Aplicaciones de 30 min con comprobaciones cada 5 min Posterior retirada y neutralización de la zona Se repitió el ciclo 2 veces	- Reblandecimiento general de las costras - Fue necesario apoyo mecánico para completar la limpieza - Procedimiento muy lento
BDG 86 amarillo ⁹	Arbocel® BC 1000	Aplicaciones de 30 min ¹² con comprobaciones cada 5 min Posterior retirada y neutralización de la zona	- No se obtuvieron resultados satisfactorios
BDG 86 verde ¹⁰	Sepiolita ¹¹	Se repitió el ciclo 3 veces	- No se obtuvieron resultados satisfactorios



Fig. 7. Realización de empaques con diferentes productos

productos alterados realizados durante los trabajos de campo y se aplicaron en zonas con costras u óxidos que impedían la correcta visualización morfológica del fémur. Estos tratamientos consistieron en inmersiones de algunos fragmentos aislados en la cubeta de ultrasonidos⁶ y en aplicaciones controladas de *papettas* (Fig. 7).

Cabe destacar que durante la eliminación de la matriz margosa que rodeaba al fósil aparecieron placas de tortuga (Fig. 8). Estos nuevos elementos fueron tratados de forma similar a los que se describen para el fémur.

3.2. Consolidación

La consolidación del material se realizó de forma generalizada con Paraloid® B-72 disuelto en acetona en porcentajes que variaron entre el 3 y el 5 %, dependiendo del grado de descohesión de la zona a consolidar. Este tratamiento, aplicado tanto por inyección con jeringuilla (Fig. 9) como por impregnación mediante el uso de pinceles, fue continuo durante casi todo el proceso de intervención hasta conseguir la consistencia material idónea.

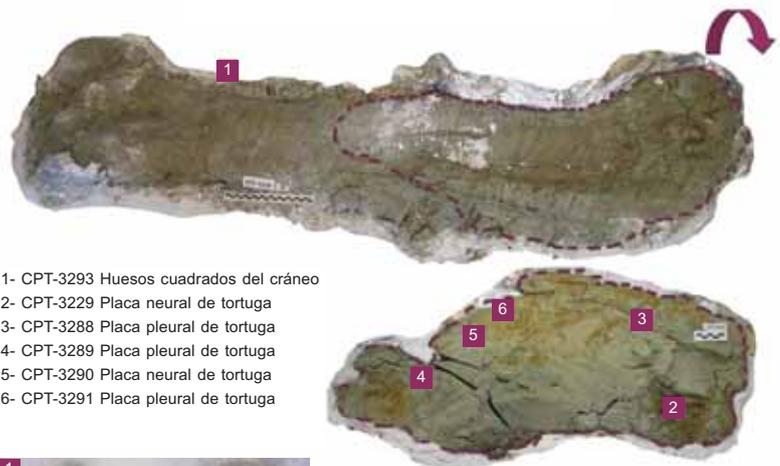
3.3. Extracción de fragmentos, adhesión y relleno de grietas

Debido al tamaño y peso del fémur, aprovechando la fracturación que presenta-

ba, se decidió individualizar la pieza por fragmentos extrayendo los mismos de la carcasa de escayola que los envolvía, para continuar su tratamiento por separado (Fig. 10).



LOCALIZACIÓN DE LOS DIVERSOS FRAGMENTOS



- 1- CPT-3293 Huesos cuadrados del cráneo
- 2- CPT-3229 Placa neural de tortuga
- 3- CPT-3288 Placa pleural de tortuga
- 4- CPT-3289 Placa pleural de tortuga
- 5- CPT-3290 Placa neural de tortuga
- 6- CPT-3291 Placa pleural de tortuga



SEGUIMIENTO FOTOGRÁFICO DE LOS TRATAMIENTOS



Fig. 8. Croquis explicativo de ubicación de los fragmentos

¹³ Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis.



Fig. 9. Consolidación por inyección

En zonas muy delicadas, con elevada fracturación y ante la posibilidad de pérdidas de material, se engasó previamente con gases hidrófilas impregnadas en Paraloid® B-72 al 15 % (Fig. 11), actuando de refuerzo provisional.

Tras una limpieza y consolidación más puntual de las piezas se procedió a la adhesión parcial de las mismas dado que previo consenso junto al equipo de paleontólogos de la FCPTD¹³ se decidió no adherir todos los fragmentos, obteniendo como resultado final tres grandes secciones sin unir. Esta decisión vino tomada por motivos de conservación del ejemplar, favoreciendo de esta manera futuras manipulaciones para estudios e investigaciones, traslados en el caso de exposiciones y almacenamiento. Otros motivos a tener en cuenta fueron la preservación de información acerca de la fosilización y estructura interna del fémur ya que el interior del hueso estaba recristalizado por calcita (Fig. 12).

La unión de estos materiales de gran



peso requieren de adhesivos estructurales que aporten resistencia mecánica. Por eso, la resina utilizada fue de tipo epoxi -Ceys® 4012- gracias a su buena resistencia y flexibilidad (Fig. 13), empleando soportes de arena (Fig. 14) como medio de sustentación para estabilizar las piezas durante el pegado.



Fig. 12. Detalle de recristalización interna

Finalmente, los espacios vacíos entre las juntas de unión se rellenaron con resina epoxídica, aplicada por inyección (Fig. 15), reforzando el conjunto estructuralmente y los pequeños fragmentos desprendidos durante la manipulación se devolvieron a su ubicación inicial adhiriéndolos de igual manera con resina epoxi (Fig. 16).

3.4. Reintegración

Las grietas anteriormente rellenadas fueron reintegradas con masilla epoxi EX 610 A + E 610 B. El objetivo de tal aplicación era la de aportar un refuerzo extra a las zonas adheridas, proteger la resina



Figs.10 y 11. Extracción de fragmentos y refuerzos con engasados puntuales



Figs. 13 y 14. Procesos de adhesión en soporte de arena



Fig. 15. Relleno de grietas con epoxi

epoxi y uniformizar visualmente la pieza. La aplicación fue realizada con espátula a bajo nivel (Fig. 17) continuando con la línea de actuación aplicada al resto de piezas de la misma colección del yacimiento.



Fig. 16. Ubicación y adhesión de pequeños fragmentos



Fig. 17. Reintegración estructural del fémur

3.5. Protección final y siglado

Concluidos los trabajos anteriores se aplicó una capa de protección¹⁴ general a la superficie fósil, se identificó el fémur

mediante siglado¹⁵ y se dejó un detallado registro de la intervención realizada mediante una memoria técnica y la consiguiente documentación fotográfica de todos los procesos.

Al finalizar la intervención directa sobre la pieza comienza el trabajo conservativo, donde deberán valorarse aspectos extrínsecos e intrínsecos que puedan afectar a la conservación del fósil en el tiempo e intentar controlarlos en la medida de lo posible, siendo fundamentales las revisiones periódicas del material.

4. OBJETIVO: EXPOSICIÓN-MONTAJE

Las excavaciones paleontológicas, la preparación de restos fósiles en el laboratorio y su posterior conservación constituyen el principal eje de intervención en materia de conservación sobre el patrimonio paleontológico. Tras esto, la investigación de los elementos recuperados resulta fundamental para reconstruir la vida en el pasado, que podrá ser transmitida a la sociedad en general a través de publicaciones divulgativas y exposiciones en museos. Así, una vez preparado el fémur se realizó una estructura metálica (Fig. 18) con carácter expositivo, ya que la pieza formó parte de una exposición temporal en el Parque de las Ciencias de Granada (Fig. 19), coordinada por la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis y la citada entidad.

¹⁴ La protección final se realizó con Paraloid® B-72 al 3 % diluido en acetona aplicado a pincel.

¹⁵ Aplicación de una capa intermedia de Paraloid® B-72 al 10 % sobre la que se rotuló con indeleble negro.





Fig. 18. Realización de la estructura metálica



Fig. 19. Fémur expuesto

Restauración Paleontológica II se dio por finalizada la intervención directa (Fig. 20) sobre el fémur. Durante la misma fue necesario aunar conocimientos paleontológicos en relación a la naturaleza de la pieza, morfología o finalidad y conocimientos de productos y técnicas compatibles con la pieza en cuestión, siendo fundamental el trabajo interdisciplinar entre restauradores y paleontólogos.

6. AGRADECIMIENTOS

La Escuela Taller de Restauración Paleontológica es un proyecto del Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón y del Instituto Aragonés de Empleo (INAEM) que cuenta con la colaboración de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis.

5. CONCLUSIÓN

Tras dos meses de trabajo por parte de dos alumnas de la Escuela Taller de



Fig. 20. Seguimiento del proceso de intervención

7. BIBLIOGRAFÍA

AYALA, D., ABERASTURI, A., ESPÍLEZ, E., FIERRO, I., GONZÁLEZ, A., MAMPÉL, L. y LUQUE, L. (2007), El laboratorio de paleontología: aplicación de técnicas de laboratorio a los dinosaurios de Teruel, *¡Fundamental!* 11, pp. 25-51.

BARRET, P. y SANZ, J. L. (2000), *Larousse de los dinosaurios. Del inicio a la extinción*, Ed. Larousse, Barcelona.

CALVO, A. (2003), *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos de la A a la Z*, Ed. Del Serbal, Barcelona.

FOSTER, J. (2007), *Jurassic West. The Dinosaur of the Morrison Formation and their World*, Indiana University Press, EE UU.

WEST, L. & CHURE, D. (1994), *Dinosaur, the Dinosaur National Monument Quarry*, Dinosaur Nature Association, Utah.

CONSERVACIÓN – RESTAURACIÓN DE UNA RASTRA DE BAUTIZAR PROCEDENTE DE LA CASA CEBOLLERO DE BASTARÁS, HUESCA

El material etnográfico presenta unas características peculiares desde el punto de vista de su restauración y estudio. En el caso de esta rastra de bautizar, la heterogeneidad de los materiales que la conforman ha dado lugar a una compleja e interesante intervención, donde la colaboración entre los distintos profesionales implicados, ha sido el eje fundamental del proceso.

Carmen Masdeu Costa y Luz Morata García
Restauradoras de materiales textiles

La rastra de bautizar es una pieza que tiene un valor antropológico cultural y social, expresamente realizada para cumplir la función de proteger a los niños del mal de ojo y de otros temores relacionados con la salud en sus primeros meses de vida y en la ceremonia del bautismo. La rastra enlaza el sentimiento profano o supersticioso y el divino o religioso de la cultura popular de muchas regiones como en este caso, del Pirineo Aragonés. Actualmente se encuentra ex-

puesta en el Museo de Creencias y Religiosidad Popular de Abizanda.

Con motivo de la intervención de restauración de la rastra de bautizar, se ha podido profundizar en la investigación de casi todos sus elementos constitutivos a nivel científico, para ello se ha trabajado con un equipo multidisciplinar formado por biólogos, químicos, historiadores, antropólogos y restauradoras – conservadoras de materiales textiles.



La rastra y otros elementos del conjunto antes del tratamiento



² Para más información referente a los contenidos ver: ESTESO, J. (2008), “Valoración preliminar de los contenidos de una rastra de bautizar perteneciente al Museo de Creencias y Religiosidad Popular del Pirineo Central de Abizanda”. *Kausis* 5. Escuela Taller de restauración de Aragón II, pp. 61-68.



Macrofotografías de algunos elementos constitutivos de los objetos: 1) 522.9 tejido de Damasco; 2) 522.2 tejido ligamento lampás; 3) 522.6 estampado; 4) 522.4 tejido acanalado decorado por urdimbres a disposición; 5) 522.20 bordado; 6) 522.1 aplicación metálica

La rastra de bautizar es una faja de la que cuelgan diversos objetos. La que nos ocupa, de 41,5 x 27 cm aproximadamente, está compuesta por un zapato, tres cilindros, una hoja, cuatro libros, una belloza, un corazón, dos peces, un cesto, una flor, un crucifijo con la imagen de Cristo y de la Virgen del Pilar y dos medallas, una con las imágenes también, de la Virgen del Pilar y Cristo crucificado y otra en la que de nuevo está representada la Virgen del Pilar y un arcángel. De la faja penden unas cinco cintas que carecen de objeto. Hay otros elementos exentos de la rastra propiamente dicha, que son dos escapularios de la Virgen del Carmen, un medallón con la Inmaculada, un *Agnus Dei*, dos cintas y un lazo¹. Seguramente estos objetos están relacionados con la rastra, aunque no es probable que pendieran de ella debido a su mayor tamaño. La mayoría de objetos están realizados con materiales textiles aunque también hay elementos metálicos, papeles y vidrios. Tradicionalmente, casi todos los objetos que penden de la faja, en su interior llevarían los elementos protectores, tierra, ceniza, hierbas, evangelios, cera, reliquias, trapos, etc., debido a desafortunadas circunstancias, los tres primeros elementos mencio-

nados prácticamente han desaparecido, algunos fueron destruidos por los insectos y los microorganismos².

Por lo que se refiere a los materiales textiles, todos ellos son telas aprovechadas, mayoritariamente de seda y algodón, aunque también hay algún fragmento de lana y de lino. Se trata de retales de los siglos XVIII y XIX de variada policromía, los cuales presentan diversas decoraciones de motivos florales, vegetales, listados y geométricos, creados por el propio ligamento de los tejidos o por estampación y enriquecidos con aplicaciones de lentejuelas, laminillas y figuritas metálicas de latón, además de complementarse con cintas y pasamanerías que les aportan un cierto refinamiento. El pequeño tamaño de los objetos ha contribuido al aprovechamiento de estas telas, tan común en épocas anteriores a la actual, pero por otra parte sus reducidas dimensiones han dificultado su estudio analítico. Tanto los tejidos como las cintas de raso y tafetán, las cuales carecen de decoración, no se pueden datar con la misma precisión que los tejidos decorados, ya que su cronología es indefinida y se pueden encontrar en un amplio período de la historia.



Fragmentos de documentos impresos encontrados en el interior del objeto 255.1



Casi todos los objetos incluyen algún fragmento de tejido estampado. Este tipo de telas tuvieron en Europa una gran aceptación por sus orígenes orientales que transmitían un cierto exotismo. Durante el siglo XIX, con los avances de la industria textil, estos tejidos se popularizaron y gozaron de una gran demanda, que repercutió en una mayor producción. Generalmente son de algodón y se encuentran en el reverso de los amuletos, mientras las telas de seda y las aplicaciones metálicas están reservadas para la cara principal. Los ligamentos que presentan las sedas van de los simples tafetanes, tornasolados y sateñes, pasando por los damascos, pequines y lustrinas hasta los complejos lampás, del cual sólo hay un ejemplo y corresponde al *Agnus Dei*. También en seda aparecen estampadas o impresas las imágenes de las Vírgenes, ubicadas en los escapularios.

En cuanto a las decoraciones metálicas están sujetadas directamente a las telas, en punto de pespunte y de aplicación. Las figuritas con forma de pájaro, hoja, pechina, botón, etc., llevarían un barniz de color amarillo o fucsia, del cual sólo quedan restos. De entre las figuritas, las más numerosas son las lentejuelas, doradas y plateadas. La palabra lentejuela proviene de una pequeña moneda veneciana de oro, del siglo XVII. En el siglo XIX se dio el mismo nombre a las figuritas metálicas redondas usadas para adornos de las telas. La aplicación de piezas metálicas en los tejidos para su decoración viene de antiguo y en ciertas culturas se han usado para alejar los males, pues el brillo que desprenden se tenía como protector³.

Los papeles y cartulinas se incorporan a los objetos con la finalidad de crear la estructura y para aportarles rigidez. Todos ellos están incompletos ya que se recortaron con la forma de la pieza. Han aparecido naipes de distintas barajas iluminados a mano, documentos manuscritos y documentos impresos de periódicos y libros. De nuevo nos encontramos con materiales reciclados en la confección de los amuletos y seguramente se escogieron de forma arbitraria, por lo que se refiere a la información que contienen, pues no se tenían que ver. Por otro lado están los Evangelios ubicados en el interior de los objetos con forma de libro. Estos están impresos en una hoja de papel y por las dos caras, de manera que al doblarse quedan las páginas ordenadas. Según consta en estos documentos fueron impresos: uno en Huesca, “Tip. v. é H. Alcántara”, y se encuentra en el objeto número 522.18



Naipes utilizados para las cubiertas del libro 522.17 y Evangelios ubicados en el interior

³ GILLOW, J. & SENTANCE, B., (2000), *Tejidos del Mundo. Guía visual de las técnicas tradicionales*, Ed. Nerea, (Traducción: A. Roquero, S. Ventosa), pp. 212-213, 224.



⁴GONZÁLEZ MENA, M.^a A. (1994), *Colección Pedagógico Textil de la Universidad Complutense de Madrid. Estudio e Inventario*, Consejo Social de la Universidad Complutense de Madrid, p. 32.



y otros dos en Zaragoza, “Imp. de Magallón”, ubicados en las piezas número 522.12 y 522.17. Son los únicos textos de los que con certeza se sabe su origen y que se realizaban expresamente para los dijes de los niños y para las reliquias. Consideramos de interés mencionar que era una costumbre extendida en diversos lugares de España proteger a los niños con amuletos para el sacramento del bautismo, como expresa María Ángeles González Mena: “Del cuello colgaba el amuleto de metal, generalmente plateado, en forma de media luna. También solían llevar pinjantes con piedras preciosas o imitaciones. Pero nunca faltaban los llamados Evangelios o Santos Evangelios que estaban representados por un pequeño librito que contenía frases cortas del Evangelio de San Juan, por lo que también se llamaban breventinos. Se introducían en una bolsita de seda y se sujetaban en la camisita, al lado del corazón”⁴.

Las medallas y el crucifijo no son objetos ostentosos en cuanto al material que los compone, latón y alpaca, pero el sim-

ple hecho de ser joyas - reliquias los hace destacar en el conjunto de la rastra. Las medallas han sido datadas del siglo XVIII. Lo mismo sucede con el corazón que contiene un trozo de un *Agnus Dei*, número 522.21, por él mismo, es un notable símbolo de protección y es el elemento más antiguo del conjunto de la rastra, lo datamos a inicios del siglo XVIII.

Seguramente, las encargadas de confeccionar todos estos objetos fueron monjas. En los conventos es donde se podían encontrar los elementos de carácter sagrado necesarios para la fabricación de estas miniaturas protectoras y es sabido que las monjas y en especial las de clausura eran diestras en las labores de costura y bordado.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA RASTRA

El estado de conservación de la rastra y del resto de elementos del conjunto, en general era malo. Presentaban una se-



Alteraciones que presentaban algunos objetos antes del tratamiento de restauración: 1) degradación de la tela por floritura; 2) pérdida de material por desgarró; 3) laguna producida por insectos; 4) costra de óxido sobre el tejido causada por los elementos metálicos



Separación de los elementos metálicos y su ubicación provisional en un calco

rie de alteraciones y degradaciones, algunas irreversibles, que ponían de manifiesto su fragilidad y su carácter perecedero. Es importante tener en cuenta que la diversidad de materiales con los que se fabricaron estos objetos: textiles, papeles y metales, además de los colorantes, mordientes, tintas y barnices que los componen, no siempre han interactuado de forma beneficiosa entre ellos y también hay que señalar su propio envejecimiento con el paso del tiempo.

Se desconocen las condiciones en las que la rastra ha estado a lo largo de su historia, pero es fácil adivinar que no han sido las más favorables, lugares húmedos y carentes de ventilación, temperaturas elevadas y ambientes contaminados. Este conjunto de circunstancias externas unidas al desuso y al posible olvido de la rastra, originaron una notable biodegradación, que provocó la pudrición y destrucción de las materias protectoras ubicadas en el interior de los objetos y en las envolturas originaron lagunas, erosiones, manchas y alteraciones cromáticas. Los elementos metálicos también sufrieron una paulatina corrosión, a causa de la humedad, oxidaciones y pérdida del barniz de color. Su posterior exposición a una luz inadecuada y prolongada ocasionó cambios cromáticos y una gran fragilidad en los materiales

textiles. Por otra parte, la rastra tuvo un uso y sus consecuencias no son menos importantes a las expuestas, como la desaparición de algunos objetos y de elementos constitutivos, roces, enganchones, desgarrros, deformaciones, modificaciones, manchas de tinte causadas por intervenciones poco afortunadas en épocas diferentes y humedades provenientes de sus portadores. A todo ello deben unirse las incorrectas manipulaciones y quizá el pillaje de algunos objetos faltantes.

CONSERVACIÓN – RESTAURACIÓN DE LA RASTRA

La primera toma de contacto con la rastra de bautizar, tuvo lugar en el Museo de Creencias y Religiosidad Popular de Abizanda, donde se encontraba expuesta en el interior de una vitrina. Se realizó una inspección previa para planificar y asegurar su extracción.

Debido a la singularidad de la rastra, se creyó conveniente por parte de los responsables del museo iniciar el examen de la pieza *in situ*, con una primera toma de muestras de los contenidos de algunos objetos que podían ser susceptibles de albergar elementos y que posteriormente se iban a analizar, con el fin de averiguar



Microaspiración de la suciedad adherida en un tejido

5 MONESMA, E. *Documentales Etnográficos III, La rastra de bautizar*, Pyrene P. V.



Tratamiento de limpieza en un medio acuoso, por inmersión y en plano

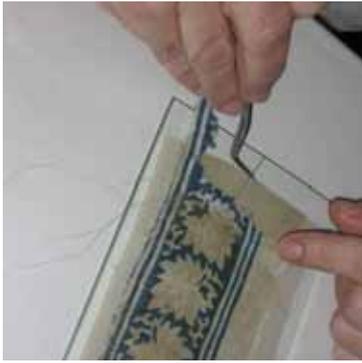
con qué materiales protectores se realizaban estos amuletos. Se contó con la presencia de Jordán Esteso, biólogo de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II y de responsables del museo, entre los que se encontraba su director, Ángel Garí y un equipo de filmación que se ocuparía de plasmar los resultados de las investigaciones en un documental etnográfico⁵.

La rastra se sacó de la vitrina y se manipuló siguiendo un protocolo conservativo, en el que la pieza en todo momento reposaría sobre una superficie neutra, plana y en posición horizontal. Se extrajeron pequeñas muestras del objeto con forma de zapato, 522.1; de pez, 522.15; de cesto, 522.16 y de la flor, 522.19 y se abrieron los objetos con forma de libro, 522.5, 522.12 y 522.17. A pesar de que se disponía del instrumental adecuado para llevar a cabo la toma de muestras, el proceso se suspendió ya que requería documentar todas las actuaciones de forma exhaustiva, seguir una metodología que no causara daños y un tiempo del cual no se disponía. La rastra y el resto de las piezas asociadas a ella se colocaron en una caja de conservación para su transporte.

La restauración se inició con un estudio preliminar de la pieza que se completó con una documentación fotográfica y con calcos. Seguidamente se extrajeron los contenidos de todas las piezas que pudieran albergar material profiláctico o protector y se enviaron al laboratorio para su análisis, acompañados de los datos necesarios para su identificación. Es necesario comentar que los elementos protectores estaban corrompidos y lo único que se podía identificar a simple vista, eran restos de insectos y sus residuos metabólicos. Por ese motivo se decidió mandar todos los contenidos al laboratorio y



Eliminación de las corrosiones en una laminilla metálica



Consolidación mediante puntos de restauración y protección con un velo de seda semitransparente



a nivel conservativo se optó por desestimarlos y sustituirlos por materiales neutros y estables⁶, que se colocarían durante la intervención de restauración de los objetos.

Después de valorar el estado de conservación de la rastra se realizó una propuesta de restauración de los diversos elementos que configuran los objetos, de forma individual para cada uno de ellos. En los materiales textiles se realizaron análisis de las fibras al microscopio y de los ligamentos mediante lupas de aumento, para identificar su naturaleza y su construcción interna, siempre que el pequeño tamaño de las piezas lo permitiera. Se llevaron a cabo pruebas de estabilidad de los colorantes y de resistencia de las fibras para determinar el método de limpieza más idóneo. Los tratamientos aplicados, en general se basaron en inter-

venciones mínimas e indispensables para devolver a las piezas su integridad física, y consistieron básicamente, en una limpieza: mecánica, en los tejidos mediante una micro-aspiración para eliminar el polvo y las partículas sólidas y en los metales además, se retiraron las corrosiones con la ayuda de bisturí; en un medio acuoso, en plano y por inmersión, con agua destilada y detergente neutro y con disolventes orgánicos⁷ únicamente en los elementos metálicos, aplicados con bastones de algodón hidrófilo. También se basaron en la corrección de las deformaciones y en una consolidación y protección⁸ mediante telas nuevas y costuras con diversos puntos de restauración. A nivel estético se practicaron reintegraciones cromáticas en las telas nuevas y en los hilos de costura. Estas últimas intervenciones son totalmente reversibles y los materiales usados son estables y garantizan la estabilidad de las piezas, siempre y cuando las futuras condiciones medioambientales sean las correctas. La restauración de la rastra finalizó con la colocación del número de inventario en cada pieza, para facilitar su identificación. En el caso de los objetos que penden de

⁶ Guata o miraguano de poliéster.

⁷ Etanol.

⁸ Las figuritas metálicas se protegieron con una capa de resina acrílica, Paraloid-B72 (copolímero de etilo metacrilato) en una disolución del 3% en tolueno.



El resto de elementos asociados a la rastra después de la intervención, dispuestos en sus respectivas plataformas

⁹ MASDEU, C. y MORATA L. (2000), *Restauración y conservación de tejidos*, Barcelona.

¹⁰ La colección está publicada en: ABAD GONZÁLEZ, L. y MORALEJA, F. J. (2005), *La Colección de Amuletos del Museo Diocesano de Cuenca*. Ediciones de la Universidad Castilla-La Mancha.

¹¹ Estos objetos están publicados en el catálogo de la exposición: VV AA (1997), *Les Joies del Betlem. Monestir de la Puríssima Concepció. Col·leccions d'Art i Etnografia*, Sèrie Menor, n° 1, Palma.

la rastra el número se colocó sólo en la faja, con la siguiente signatura 522.1-19, marcada en una cinta de algodón blanco sujeta con cosidos.

Para el sistema de presentación y futura exposición de la rastra y demás piezas que forman parte del mismo conjunto, se realizaron tres plataformas de policarbonato celular forrado con muleton y con una tela de color gris claro, ambos tejidos son de algodón y están testados para la conservación de materiales textiles. En una plataforma se colocó la rastra, en otra las dos cintas y el lazo y en la tercera los dos escapularios, el medallón y el *Agnus Dei*. De ésta manera los objetos descansan de forma correcta sobre una superficie blanda, sin ningún tipo de sujeción, aislados del cristal, duro y frío, de la vitrina. Por otro lado las plataformas facilitarán la manipulación de los objetos sin necesidad de tocarlos directamente⁹.

Los datos del tratamiento de conservación – restauración de cada pieza de la rastra se han recogido en una ficha técnica. Dicha documentación que se puede

consultar en el Museo de Creencias y Religiosidad Popular de Abizanda.

PARALELOS

En el tiempo que ha transcurrido la conservación – restauración de la rastra hemos localizado otras piezas semejantes que pueden ser de utilidad para complementar futuros estudios sobre estos amuletos. En la casa museo Lope de Vega hay expuesta una rastra, que consta de un cinturón realizado con materiales textiles y ocho colgantes no textiles. El Museo diocesano de Cuenca conserva una notable colección de amuletos, mayoritariamente de plata¹⁰. En el Monasterio de la Purísima Concepció de Palma de Mallorca se conservan diversas joyas, entre las cuales se encuentran algunas higas cascabel y un león¹¹. En el Museo Etnológico de Barcelona hay una rastra en exposición y en el Museo Marés de Barcelona se conservan diversos amuletos y escapularios parecidos a los de la rastra que nos ocupa y de plata, de los siglos XVII al XIX. Además alberga una extensa colección de naipes de los siglos XVIII y XIX.



Presentación de la rastra después del tratamiento de conservación-restauración, sobre su soporte rígido

TALLERES DE EMPLEO Y REHABILITACIÓN DEL PATRIMONIO: EL CASO DE LAS MURALLAS DE DAROCA

Una de las variantes de la formación ocupacional son los Talleres de Empleo, que combinan la formación y el trabajo, con la finalidad de facilitar la inserción laboral de los alumnos. El taller de empleo de Daroca viene desde hace algunos años, dedicándose a la restauración de las murallas de esta localidad. Construidas con tapial, su estado de degradación constituye un reto, que el equipo de alumnos y profesores afronta con gran profesionalidad.

José M.^a Sanz Zaragoza

Arquitecto. Director de las obras de restauración de las murallas de Daroca

Javier Sopeséns Mainar

Ingeniero Agrónomo. Director del Taller de Empleo "Murallas de Daroca III"

En julio de 2006, la Dirección General de Patrimonio Cultural del Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón, puso en marcha, junto con el INAEM, el Taller de Empleo "Murallas de Daroca" cuya especialidad es la albañilería tradicional en su modalidad de arquitectura de tierra (tapial y adobe).

¿QUÉ ES UN TALLER DE EMPLEO?

Supongo que muchos ya lo conocéis pero os daremos unas pinceladas y si queréis profundizar en el tema, os remitimos a la ORDEN de 16 de marzo de 2006 (BOA nº 36) donde se regulan las Escuelas Taller y Talleres de Empleo.

Los Talleres de Empleo se configuran como un programa mixto de empleo y formación que tiene por objeto mejorar la ocupabilidad de los desempleados de veinticinco años o más, con la finalidad de facilitar su inserción.

Las obras que se desarrollen deben posibilitar a los alumnos-trabajadores la realización de un trabajo que, junto a la formación profesional ocupacional reci-



Construcción de tapial calicostrado de forma manual por un alumno y el monitor del Taller de Empleo "Murallas de Daroca II"

da, procure su cualificación profesional y favorezca su inserción laboral.

Bajando a "nuestra realidad", yendo más allá y dejando de hablar de la bondad de las Escuelas Taller y Talleres de Empleo, queremos haceros partícipes de los trabajos que hemos realizado hasta ahora para que veáis que en un Taller de Empleo existe una componente muy subjetiva, más puramente emocional, que intentamos poner en valor para poder transfor-





Construcción de un zócalo para tapial de idénticas dimensiones que los de la muralla



Realización de adobes por una alumna del Taller de Empleo

mar y consolidar un grupo que nos llega muy heterogéneo en objetivos y compacto en actuaciones.

En nuestra humilde opinión, trabajos que posiblemente una empresa privada no habría tenido tiempo de hacer o quizás no le resultarían atractivos económicamente. Por otro lado, trabajos realizados con gran profesionalidad y repetidos tantas veces como ha hecho falta para su excelente ejecución final.

Os invito a que visitéis nuestra página web: www.patrimonioculturaldearagon.com en la sección de Talleres de Empleo, y concretamente, Taller de Empleo “Murallas de Daroca II”. Ahí podéis ver los datos generales del taller y algunos de los trabajos realizados.

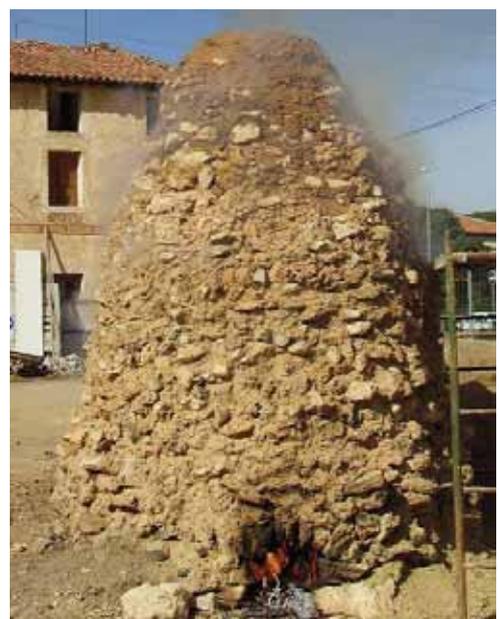
Dentro de los trabajos realizados, tenemos dos secciones fundamentales: una, la de los trabajos teórico-prácticos de la albañilería tradicional en su modalidad de ar-

quitectura de tierra y otra, la actuación propiamente dicha en la muralla de Daroca: la consolidación y restauración en lienzos de tapial de la muralla de Daroca, sin olvidar otro tipo de trabajos formativos como colocar suelo, hacer tabiques, alicatar, colocar techos, etc. y, sobre todo, las visitas laborales-lúdico-festivas a otros Talleres de Empleo, el castillo de Anento, visitas a obras de la zona, charlas de expertos en arquitectura bioclimática y arquitectura de tierra, así como charlas sobre prevención de riesgos laborales, violencia de género, medioambiente, búsqueda de empleo... En fin, que nos vamos entreteniendo.

En cuanto a la primera sección de trabajos teórico-prácticos de la albañilería



Apagado de cal realizado por los alumnos del Taller de Empleo



Horno de cal construido por los alumnos del Taller de Empleo

tradicional en su modalidad de arquitectura de tierra, cabe destacar:

- Reproducción de tapiales de distintas secciones y de dos tipos: de cal y de tierra calicostrada, produciendo diferentes patologías para poder restaurarlos con varios tipos de técnicas.
- Construcción de horno de cal y posterior “apagado” de la cal producida. Normalmente se apaga la cal viva comprada en piedra.
- Pruebas de distintas dosis de morteros, así como de su coloración.
- Pruebas con distintos tipos y atados de mallazo de acero inoxidable.
- Realización de adobes.

Vamos obteniendo resultados y depurando las distintas técnicas, tema muy interesante para futuros artículos dentro de esta revista.

En cuanto a la segunda sección de trabajos, realizados en la muralla, os relatamos cronológicamente los pasos que hemos seguido, no sin antes introducirnos en el entorno de Daroca y su muralla.

CONSOLIDACIÓN Y RESTAURACIÓN EN LIENZOS DE TAPIAL

El recinto amurallado y características de las zonas a intervenir

El recinto amurallado de Daroca, con unas dimensiones de 950 m por 570 m y un perímetro exterior de 3.000 m de longitud, está construido mayoritariamente con lienzos formados por muros de tapial de tierra de espesores variables que oscilan, donde ha sido posible medirlo, entre 1,65 m y 2,00 m, y con torreones casi todos también del mismo material con unas dimensiones en planta de 3 x 3 m aproximadamente y separados entre sí de 20 a 25 m.



Figura 1

El conjunto de los tapiales presenta distintas tipologías: sólo de tierra; con calicostra exterior de cal y en algunos casos de yeso; y enlucidos superficialmente con un mortero de cal y/o yeso.

Su estado de conservación es muy deficiente, en muchos tramos ha desaparecido, en otros está tan erosionado que a duras penas conserva pequeños restos de su masa interior, en otros se encuentra en estado ruinoso con importantes amenazas de desprendimientos o colapso, y sólo en unos pocos tramos relativamente bien conservados su aspecto permite intuir como fue el conjunto del recinto.

El recinto, desde el inicio de su construcción, estuvo sometido a obras de reparación, conservación y mantenimiento como consta en documentos de época medieval y se puede comprobar observando sus muros. Estas obras generalmente consistieron en enlucidos superpuestos sobre los muros y en la reparación de la parte superior de los lienzos para evitar su erosión.

Cuando perdió su importancia defensiva debió de caer en un largo periodo de abandono al igual que la mayoría de recintos amurallados, lo que motivó con el paso del tiempo su actual estado de ruina generalizado agravado por las características de los materiales con que está hecho.





Estado año 2006



Estado año 1920

Figura 2

En épocas más recientes se han realizado obras puntuales de restauración de los portales, torreones, elementos más significativos e importantes y algún tramo de lienzo próximo a los mismos, y obras de consolidación mediante aplacados de mampostería a modo de zócalos y muros de mampostería en las partes bajas de torreones para mantener su estabilidad. Estas obras, urgentes en la mayoría de los casos, siempre se han contemplado como obras puntuales inconexas entre sí, sin seguir ningún criterio unitario basado en un innecesario estudio previo sobre las posibles técnicas ni materiales a utilizar.

Las obras realizadas en los últimos años han servido para paliar en pequeña medida algunos problemas de conservación, pero lo más importante es que han supuesto el inicio de la concienciación de los vecinos, el Ayuntamiento de Daroca y el Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón de que el recinto amurallado de Daroca, por su configuración, peculiaridades, tamaño y materiales con que está realizado, es una singularidad única muy relevante dentro del conjunto de los recintos amurallados de Aragón, en la que es necesario iniciar un largo proceso con la finalidad de detener su progresiva ruina, consolidarlo para hacerlo lo más duradero posible en el tiempo (eterno dentro de lo humano), reponerle en casos justificados el esplendor perdido, y convertirlo en un recurso

patrimonial muy importante con el que se identifiquen los vecinos.

Para ello debe hacerse como documento principal y fundamental un estudio global o plan director de la muralla que incluya todos los estudios necesarios, plantee objetivos, distintos criterios para su consolidación, orden de prioridades, fases, plazos, usos, etc.

La intervención iniciada en el año 2006 debe identificarse como uno de los primeros pasos previos que es necesario acometer para ayudar a establecer criterios sobre la consolidación del recinto, y su objetivo es investigar sobre técnicas de consolidación, reparación y realización de tapias tradicionales de tierra, cuya experiencia, resultados y conclusiones puedan aportar una información útil para intervenciones futuras recogidas en el plan director.

Tomada la decisión de iniciar las actuaciones en el recinto para investigar sobre las técnicas del tapial de tierra, debió fijarse el lugar adecuado para intervenir, y se optó por una zona que reuniese las siguientes condiciones:

- Contar con un acceso rodado cercano y con huecos de paso próximos que permitieran acceder a ambos lados de los lienzos.
- Tener diferentes patologías que permitiesen intervenciones tanto de reparación de tapias existentes como de realización de nuevas tapias.
- Estar formada preferiblemente por lienzos de muralla y torreones y no por elementos o hitos significativos.

Como las obras iban a ser realizadas por trabajadores sin ninguna cualificación profesional, las unidades de obra a realizar debían ser pocas para evitar hacerla excesivamente compleja.

Tras hacer un reconocimiento del perímetro del recinto (figura 2), se decidió

intervenir en un tramo de muralla próximo al cerro de San Cristóbal al Noroeste del recinto amurallado.

En este emplazamiento se da la circunstancia de que existen cuatro tramos de lienzo seguidos en los que se alternan tramos relativamente bien conservados con gran parte de su calicostra exterior con otros tramos muy degradados, por lo que además de permitir realizar reparaciones de tapial y tapiales nuevos, también permiten tener referencias cercanas para estudiar integraciones cromáticas y de texturas, y comprobar sus resultados.

Por otra parte, en uno de los tramos se conservan las únicas cinco almenas originales en estado ruinoso que es necesario consolidar.

INTERVENCIONES PLANTEADAS

Previamente al inicio de las obras se realizaron sondeos arqueológicos que descubrieron las cotas del arranque de los lienzos de muralla sobre el terreno y permitieron conocer los perfiles de la muralla sobre el terreno natural tanto por el intradós como por el extradós de los lienzos que no son coincidentes y en algún punto presentan una diferencia de rasante de 3 m. (Figura 3).



Figura 3

Para facilitar la identificación de los distintos lienzos y torreones se numeraron en la planimetría.

En los lienzos muy erosionados y degradados las raíces de los arbustos se habían introducido en los muros de las tapias acelerando su degradación.

Se comprobó que los lienzos de muralla están realizados con dos técnicas de tapial distintas que se van sucediendo alternativamente en cada tramo delimitado por torreones, estando mejor conservados los realizados con la técnica constructiva tradicional de una hoja.

Se midieron los desplomes y abombamientos de los tramos 1 y 2 que dieron como resultado que el tramo 1, el mejor conservado, tenía un abombamiento a mitad de su altura de 5 a 9 cm, y que el tramo 2, en estado ruinoso y muy erosionado por ambos lados, presentaba un desplome en su parte superior hacia el extradós de aproximadamente 30 cm.

El tramo 1 tiene un espesor de 1,70 m y pudo medirse en las proximidades de su base a través de los mechinales dejados por las agujas del tapial, en cambio el del tramo 2 no pudo medirse debido a que por su técnica constructiva los mechinales de las agujas no atraviesan el muro en



Figura 4



	Muestra		% cal	% yeso	% árido	% Fe ₂ O ₃	% Al ₂ O ₃	% MgO
TRAMO 5	EXT DAR 018	Mortero muro caído	15,4	-	69,6	2,2	1,0	1,6
	INT DAR 005	Cuerpo muralla zona caída	20,0	-	61,4	2,6	2,2	3,6
TRAMO A	EXT DAR 015	Mortero nuevo como revoco	39,8	-	48,2	2,0	1,4	0,8
	INT DAR 006	Posta que traba las piedras	31,4	-	54,8	2,4	2,4	1,8
	INT DAR 007	Revoco junto a la muestra 6	44,8	-	47,0	2,2	2,2	0,8
TRAMO 4-3	EXT DAR 014	Mortero del lateral del torreón	2,2	70	19	1,2	1,8	0,4
TRAMO 3	EXT DAR 013	Revoco del lado exterior	36,8	-	53,6	2,4	1,8	1,0
TRAMO 2	INT DAR 008	Revoco más exterior	29,6	-	57,8	2,6	2,8	1
	INT DAR 009	Mortero detrás de la muestra 8	22,4	-	66	2,4	2,2	1,4
TORREÓN 2-1	EXT DAR 012	Mortero de trabazón torreón sillería	52,8	-	34,8	1,4	1,2	1,4
	INT DAR 010	Pasta de trabazón torreón sillería	69,2	-	20,2	1,2	2,6	0,6
	INT DAR 011	Mortero moderno juntas sillería	66,8	-	23,6	1,2	1,6	0,6
TRAMO 1								
	DAR 019	Tierra (curva)	27,6					
	DAR 020	Tierra, Noreste pino superior	20,8					
	DAR 021	Tierra, Noreste pinos inferior-puerta	19,2					
	DAR 022	Tierra muestra	25,7					

Composición de las muestras analizadas



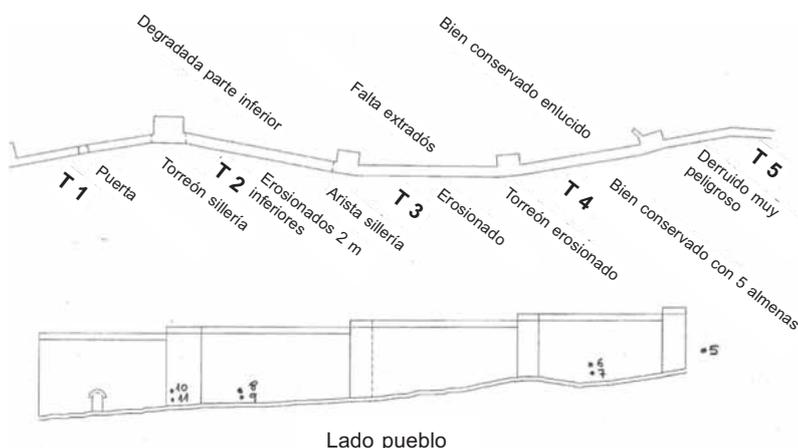
su totalidad; no obstante se pudo observar que la gran erosión había disminuido su espesor en la parte superior hasta sólo 0,40 m. (Figura 4).

Se realizaron diversos análisis químicos de la composición de las calicostras y de las granulometrías de la tierra, primero de cinco tramos de muralla y de sus torreones, y posteriormente, del primer lienzo a intervenir. Para localizar gráficamente la situación de las muestras en los muros se utilizaron como referencia las coordenadas de la retícula de los andamios. Los análisis confirmaron que las calicostras son de mortero de cal con dosificaciones muy heterogéneas que podrían confirmar sucesivas reparaciones realizadas en los muros a lo largo de su historia.

Para poder acceder a los tramos de muralla seleccionados fue necesario acondicionar una senda de acceso desde un camino próximo hasta la base de los lienzos.

Los trabajos de consolidación y restauración han empezado por el denominado tramo 1 de la muralla y, una vez montado el andamio, se comprobaron las dimensiones de las tapias (2,10 m por 0,90 m) y cómo estaban dispuestas a lo largo de toda la altura del lienzo para poder fabricar el encofrado de las nuevas y plantear sus reparaciones respetando la disposición existente.

El primer trabajo realizado consistió en apeaar las cinco almenas para evitar su caída y consolidar el zócalo de mampostería de su base. (Figura 7).



Lado pueblo



Figura 7



Figura 8



Figura 9

Posteriormente, se iniciaron las labores de saneado de las partes degradadas en las hiladas superiores del muro que habían perdido la calicostra de cal y parte del volumen de la tapia de tierra por ambos lados. Se eliminó la masa de tierra que se encontraba en mal estado, descompuesta y disgregada, acopiando la tierra y polvo obtenidos para poder ser reutilizados posteriormente en las reintegraciones volumétricas y en trabajos de acabado de entonación cromática de las nuevas tapias con las viejas. Se descubrió que cada cajón de los tapias estaba realizado con una media de doce tongadas de tierra con una altura aproximada de 8 cm. (Figura 8).

El gran problema que presenta la reparación de los tapias de tierra reponiendo el volumen perdido es lograr la adherencia de la nueva masa de los tapias con las ya existentes. Para lograrlo se han utilizado a lo largo de la historia diversas técnicas consistentes casi todas ellas en realizar cajones de tapial nuevo de tierra, colocando previamente llaves de atado o anclajes de ladrillos, rollizos de madera u otros materiales empotrados parcialmente en el tapial viejo.

En nuestro caso, dado que el espesor de masa a reponer no era el suficiente para plantear la técnica de los cajones de tierra y que la erosión estaba a ambos lados del muro, además del peligro existente de

desprendimiento de las almenas existentes, se optó por realizar un extradado de tapia de cal por ambos lados simultáneamente con una armadura o malla superficial de acero inoxidable. Para lograr la adherencia de la nueva tapia de cal con la tierra, se aplicaron varias manos de agua de cal apagada sobre las superficies de la tierra saneada y se colocaron tirantes de acero inoxidable de unión de los dos extradados de tapia de cal aprovechando los mechinales dejados por las primitivas agujas. (Figura 9).

Para realizar una primera aproximación cromática de la tapia de cal nueva con la existente se realizó un primer envejecido artificial con colorantes minerales en su masa, y en la actualidad se está utilizando la tierra y el polvo previamente acopiados para lograr la entonación final. (Figura 10).



Figura 10





Figura 11



Figura 12

Está pendiente el acabado superficial final con varias manos de jabelga de cal en la superficie de todo el lienzo de la muralla.

Con esta técnica se han reparado las hiladas superiores en el tapial del muro por ambos lados hasta el paso de ronda. (Figura 11).

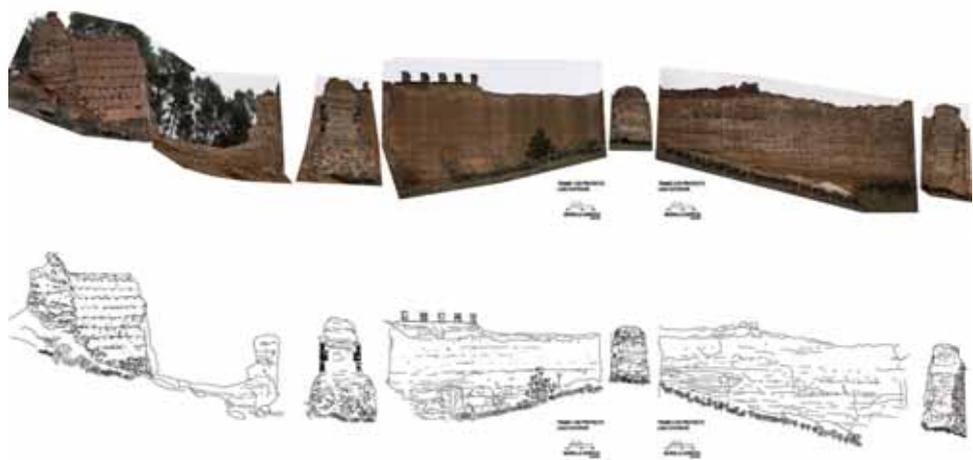
En la actualidad se está actuando en los antepechos desaparecidos del paso de ronda y, como se hacen con tapial nuevo, se ha podido utilizar la técnica tradicional de tapia de tierra con la calicostra exterior de mortero de cal.

En estos tapiales, para mejorar la adherencia del mortero de cal del extradós, se coloca en su masa una malla de fibra de vidrio que además sirve como elemento diferenciador de la época actual en la que se está realizando. (Figura 12).

Finalmente, como se tiene conocimiento gráfico de que ese lienzo de muralla a principios de siglo XX tenía ocho almenas más, se han dispuesto en el antepecho las improntas de esas almenas desaparecidas en el lugar en que estaban como testimonio de las mismas.

Una vez finalizada la intervención en el lienzo de muralla se tiene intención de continuar en el torreón próximo, continuando con el estudio de las tierras, su granulometría, técnicas de compactación y puesta en obra.

Paralelamente a estos trabajos se está realizando un levantamiento fotogramétrico del recinto amurallado para tener una visión de conjunto y poder ser utilizado como herramienta básica del futuro plan director. (Figuras 13 y 14).



Figuras 13 y 14

DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DE LA MURALLA ROMANA EN EL N° 2-4 DE LA CALLE MÁRTIRES DE ZARAGOZA MEDIANTE ESCANEADO LÁSER 3D

Una vez más la tecnología se pone al servicio del patrimonio arqueológico para explicar, documentar y difundir sus hallazgos, en este caso, restos de la emblemática muralla romana de Zaragoza. La apuesta por el láser escáner de 3D permite, en colaboración con la topografía y la arqueología, obtener una información tridimensional más completa y versátil que la tradicionalmente empleada.

Fco. Javier Gutiérrez González

Grupo Entorno

Jorge Angás Pajas

3D Scanner Patrimonio e Industria Spin-Off. Universidad de Zaragoza

Agradecemos la invitación del consejo director de la revista *Kausis* para tratar de un tema de gran actualidad y del que empiezan a conocerse ejemplos interesantes, como es la documentación geométrica del patrimonio histórico artístico. El ejemplo que aquí presentamos es el trabajo realizado sobre los restos conservados de la muralla romana en el subsuelo de los números 2-4 de la calle Mártires de Zaragoza, a la entrada del céntrico “tubo” de la ciudad. Estos trabajos no habrían sido posibles sin la destacada colaboración de la familia Lalmolda, cuyo aprecio y respeto por el patrimonio arqueológico permitirá a todos los ciudadanos conocer estos restos, tanto *in situ* como a través de la documentación que aquí presentamos.

Es nuestra intención en este artículo difundir un método de documentación que destaca por su precisión y perdurabilidad, así como por permitir una revisión permanente de los datos arqueológicos, que en muchas ocasiones pueden resultar deteriorados por el tiempo o perdidos por multitud de factores. Pero además, en situaciones de urgencia de distinta índole (como una inminente ruina de los restos, necesidad de rapidez en la obra, etc.), re-

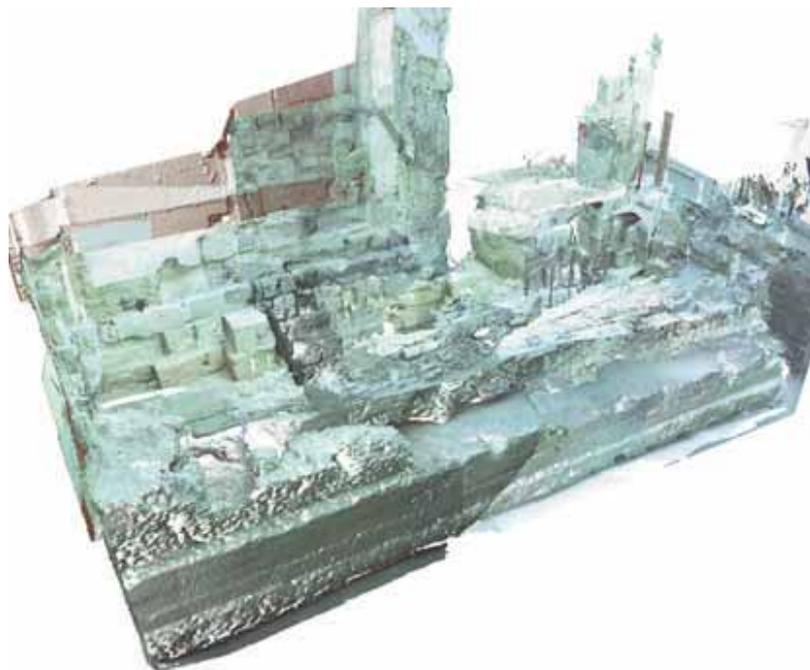
sulta de una ayuda inestimable y el método definitivo para un eficaz registro.

El presente trabajo ha sido realizado en colaboración estrecha entre los profesionales de la topografía y de la arqueología, como no puede ser de otra forma, pues ni unos ni otros pueden suplantar ni solucionar las parcelas de cada uno de ellos. Existen ya ejemplos de notables trabajos de topografía que pretenden explicar restos histórico-arqueológicos que fallan lamentablemente en esto último; del mismo modo que muchas antiguas publicaciones arqueológicas recogen errores de topografía, algo que afortunadamente cada vez sucede con menor frecuencia.

INVESTIGACIONES EN EL SOLAR Y RESTOS HALLADOS DE LA MURALLA ROMANA

En 2005 realizamos catas verticales en los muros maestros de las tres plantas más bajas del edificio y otras dos en las zonas practicables de los sótanos, en las que pudimos valorar la presencia de la muralla, en sus dos materiales constitutivos: el *opus caementicium* y la sillería de arenisca y caliza.





La muralla romana y sus implicaciones históricas serán tratadas en un trabajo específico en otra revista especializada, por lo que ahora presentamos sólo una escueta descripción de ésta, que corresponde prácticamente con la realizada en su momento por Escudero y de Sus (2003: 399-406). La base de la estructura es una cimentación de *opus caementicium* sobre la que se levantó, al menos, un muro interior (hacia la ciudad) y un relleno del mismo material, aunque aparentemente con menor colocación de los *caementa* de piedra caliza. Este relleno pudo estar contenido por otro muro paralelo al primero citado, ésta vez hacia el exterior de la ciudad, aunque aquí no lo hemos hallado. Posteriormente, a esta estructura se añadió por el exterior otra cimentación, esta vez en capas alternativas (cinco) de piedra caliza informe y argamasa de cal. Sobre éste se asentó la sillería de piedra, que en sus dos primeras hiladas es siempre de arenisca, mientras que su recrecimiento es ya mayoritariamente de piedra caliza.



Entre 2007 y 2008 realizamos el seguimiento del vaciado y la excavación arqueológica de las zonas positivas del solar en las que se ha completado el conocimiento de los restos contemporáneos, modernos y medievales, en su mayoría atarjeas de desagües y pozos ciegos, así como la estructura de la muralla romana y el reaprovechamiento de su cara exterior de sillería en época medieval y moderna en los medianiles compartidos con el edificio de la calle Coso nº 43.

En este solar hemos coincidido también con uno de los torreones que jalaban el perímetro de la muralla pétreo. Aunque sólo conservado en sus arranques, presenta características similares a los ya conocidos. Su hilada exterior de piedra parece configurar un interior hueco, aunque eso está aún en discusión, pues las sucesi-



vas reutilizaciones posteriores como espacios de viviendas han destruido, también aquí, gran parte de su estructura interior.

Por lo que respecta a la alineación, ésta continúa los tramos conocidos a ambos lados bajo el solar del centro comercial Puerta Cinegía y los del Teatro Principal o el del Coso con la calle Eusebio Blasco.

MÉTODOS DE DOCUMENTACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

La tecnología láser escáner: un cambio conceptual por descubrir

La documentación del patrimonio histórico a través de la tecnología láser escáner 3D constituye una pieza clave en la fiel representación y caracterización, además de constituir un verdadero archivo documental geométrico totalmente reproducible diacrónicamente, utilizándose del mismo modo como una herramienta de control de cualquier tipo de alteración estructural.

Actualmente, la introducción de la tecnología pionera láser escáner 3D ha supuesto una revolución en cuanto método

y resultados en el campo de la documentación y análisis geométrico del patrimonio cultural, a través de una recogida y almacenaje masivo de datos operativos generado por un barrido láser.

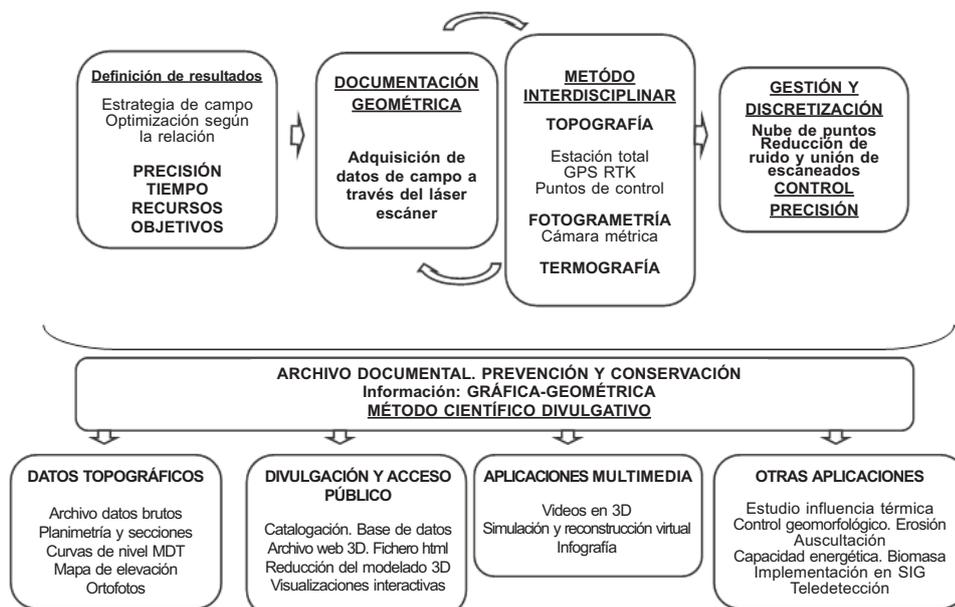
Su aplicación se utiliza con el fin de documentar y analizar cualquier elemento o estructura en múltiples campos o disciplinas, bien sean relacionadas con la conservación y restauración del patrimonio cultural (arquitectura, arqueología, paleontología), o bien conectados con otros campos afines a la ingeniería, industria u obra civil. No hay que olvidar un incipiente tercer campo de aplicación relacionado con estudios medioambientales, con el fin de predecir y controlar la erosión de suelos, estudios hidráulicos, documentación del paisaje y SIG, análisis de zonas de difícil acceso, etc.

En todas sus disciplinas adquiere un largo etcétera en cuanto sus múltiples usos y aplicaciones relacionándose sucesivamente, en un continuo proceso, unas ideas con otras en un largo camino todavía por descubrir.

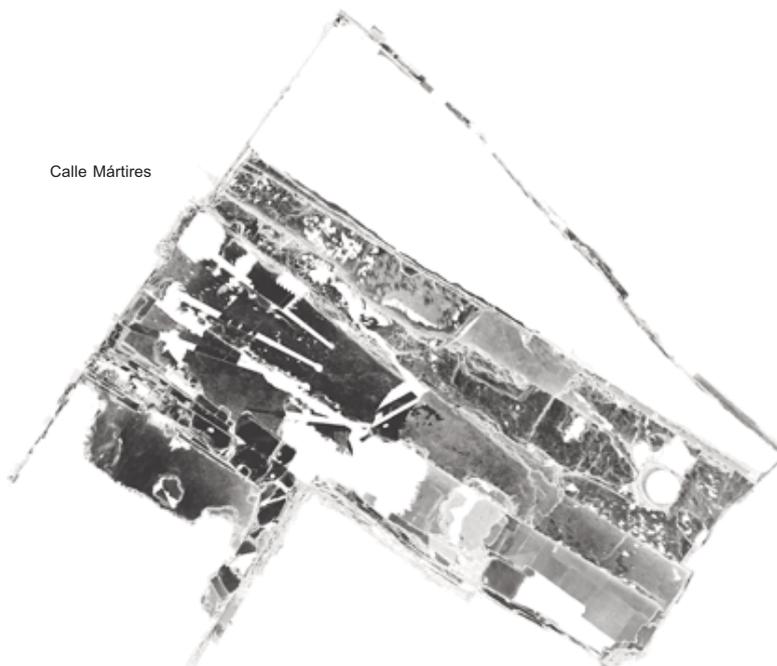
Una cuestión, sin embargo, resulta unánime para todos los especialistas: es el



DOCUMENTACIÓN DIMENSIONAL DEL PATRIMONIO ESQUEMA METODOLÓGICO APLICADO A TRAVÉS DEL LÁSER ESCÁNER



Calle Mártires



futuro inmediato respecto a la documentación gráfica y geométrica del patrimonio cultural, un modo de registro que cambia metodologías de trabajo, con todos los inconvenientes que genera en la representación bidimensional, desterrando de este modo los clásicos alzados en 2D de cualquier estructura arquitectónica, como una herramienta más y no como un producto final. Por todo ello, resulta un largo proceso discordante entre tecnología y metodología donde el único límite sólo viene fijado por nuestra imaginación.

A través de esta valiosa información tridimensional se obtienen modelados y visualizaciones 3D imprescindibles para ser utilizados como una eficaz herramienta para cualquier estudio o análisis más exhaustivo, con el fin de establecer una precisa documentación, registro y análisis exacto, de cualquier tipo de estructura ya sea mueble o inmueble, además de su valía como documentación gráfica.

Al mismo tiempo, permite crear por primera vez dentro del campo patrimonial un verdadero archivo documental geométrico totalmente objetivo, desligado de cualquier tipo de interpretación por parte del técnico, generando un modelado totalmente reproducible cuantitativa y

cualitativamente a cualquier escala, de manera eficaz y sobre todo de manera fiel al elemento, pudiéndose detectar sincrónica o diacrónicamente cualquier tipo de alteración o patología milimétrica en su morfología.

La utilización de nuevas tecnologías en la caracterización y documentación del patrimonio tiene que ir combinado al desarrollo de nuevos métodos científicos que profundicen en cantidad y calidad. En muchas ocasiones la complejidad de estas nuevas técnicas aleja la comprensión interdisciplinar, sin embargo, en el estudio del patrimonio cultural tan importante es su análisis científico como su posterior comprensión y divulgación. Por ello apostamos en la documentación de cualquier elemento patrimonial tanto por una metodología combinada y asociada en beneficio de un análisis científico más completo que permita una rica documentación gráfica texturizada además de un control preventivo de la morfología.

Toda esta riqueza científica adquiere un mayor significado si viene acompañada y dirigida hacia una divulgación a través de la creación de un entorno web 3D que permita una visualización y análisis instantáneo con una valiosa información gráfica y métrica de la nube de puntos generada.

Uno de los objetivos de la implantación de la tecnología láser escáner 3D es optimizar tiempo y costes, obteniéndose de esta manera una precisa documenta-



ción, análisis y control de cualquier elemento, mientras de igual manera se produce un significativo aumento cuantitativo y cualitativo del producto final acompañado por un método divulgativo con un libre acceso *on line* a nivel de usuario que haga más efectivo su carácter técnico-científico, hecho que sin duda redundará en una mejor comprensión de todo el público en general.

Las ventajas que ofrece esta aplicación respecto al producto final que obtenemos se basa en la gran calidad del proceso de adquisición de datos a través del escaneado láser, junto a una labor de tratamiento y postproceso de los datos obtenidos en el terreno. Se obtiene de esta manera un amplio abanico de resultados: desde planimetrías de secciones, plantas o alzados arquitectónicos conservando la textura original del modelo, hasta ortoimágenes rectificadas, modelados tridimensionales, visualizaciones en web, videos interactivos, comparación de estructuras y análisis de patologías arquitectónicas.

En todo el proceso metodológico de las aplicaciones del láser escáner al campo patrimonial encontramos varios puntos conceptuales que debemos aclarar:

- Gestión informática de la información generada. Cada aplicación requiere un tratamiento o técnica individualizada tanto de campo como de procesamiento de software.

- Creación de archivos documentales del monumento en una fecha concreta. Es necesario crear soportes de seguridad y almacenamiento, si bien reducido a archivos ASCII que puedan ser importados y tratados en un futuro.

- Representación gráfica en soportes bidimensionales. El trabajo e implantación con la tercera dimensión requiere de un largo cambio conceptual de la cultura metodológica heredada mejorando el resultado final.

- Acceso público de la información.



Proceso de democratizar los resultados 3D a nivel de usuario a través de un consenso técnico, científico, y de propiedad intelectual. Si bien ligado con el punto 2, los datos generados tienen que ser familiares hasta un cierto punto con cualquier público en general para facilitar el tratamiento.

DOCUMENTACIÓN DE LA MURALLA ROMANA EN Nº 2-4 DE LA CALLE MÁRTIRES DE ZARAGOZA

El proceso de documentación a través del láser escáner se realizó en dos diferentes fases, octubre de 2007 y agosto de 2008, tras la finalización de la excavación arqueológica de todo el solar. La compleja morfología de éste, típica de un casco histórico, y las necesidades propias de la obra, ha exigido realizar el proceso en varios periodos y no se pudo documentar en un único momento todo el yacimiento de manera íntegra. Por este motivo ha sido necesario plantear un proceso metodológico de documentación en diferentes fases, de manera que pudiesen ser integradas, una vez finalizado el proceso de documentación. Para ello se elaboró en la Fase I un sistema de coordenadas topográfico apoyado en la propia red de coordenadas absolutas del Ayuntamiento de Zaragoza, con el fin de proporcionar la base para encajar las diferentes fases. La topografía, por este motivo, adquiere una





importancia tal que fundamenta todo el trabajo posterior del escáner, ya que representa la base de todo el proceso metodológico. El carácter relevante del proceso previo de topografía clásica se establece al proporcionar los diferentes puntos de control para unir los distintos escaneados dentro de un mismo sistema; además, sirve también de referencia externa que permite controlar y ampliar diacrónicamente la estructura o cualquier fase de excavación arqueológica, lo que implica un control dimensional sobre el modelo previo, siendo al mismo tiempo otro testigo que garantiza la precisión final del modelado obtenido.

El proceso queda sintetizado de la siguiente manera:

FASE I. Octubre de 2007. Zona noreste.

- Disposición de un sistema de bases topográfico sobre el terreno.
- Referenciación a un sistema de coordenadas externo a través de topografía clásica.
- Proceso de varios escaneados y texturización de las estructuras arqueológicas evidentes.

Postproceso de la FASE I. Modelado 3D, planimetrías, diferentes secciones, transversales y longitudinales, ortofotos de planta y alzados, productos multimedia del modelo 3D.

FASE II. Agosto de 2008. Zona suroeste.

- Continuación del escaneado en la nueva zona excavada de la muralla.

- Enlace topográfico con el sistema de coordenadas de la Fase I.

- Encaje de las dos bases de datos generadas en las Fases I y II.

- Modelado 3D y postproceso de todo el conjunto monumental asociado.

- Informe final sobre todos los datos generados.

La información y datos generados tienen que estar estrechamente relacionados con los objetivos fijados del trabajo previo. Este factor puede resultar obvio, pero hemos podido comprobar que, en muchas ocasiones, en los procesos de escaneado queda empañado el objetivo prioritario, que sin duda debe ser totalmente independiente de cualquier técnica y no quedar subordinado el medio al fin y con ello generar una discordancia. Por esta razón el orden lógico es que una vez fijados los objetivos y resultados, se establezca la técnica necesaria.

Respecto a los datos generados, cada trabajo es totalmente particular y requiere de una metodología adaptada a los problemas que se quieren solventar. El hecho concreto de las murallas en la calle Mártires 2-4, ha requerido en primer lugar la generación de una ortofoto a la cota absoluta precisa. Sin esta tecnología sería totalmente inconcebible poder seccionar el modelo 3D en la cota requerida y poder establecer una ortofoto. Resulta necesario no olvidar también que la propia estrechez de la morfología del solar impediría su realización a través de una cámara métrica; este requerimiento de extracción de una planimetría en 2D del modelo tridimensional va unido a la metodología arqueológica de la documentación y posterior publicación en soportes físicos.

Otro tipo de información generada, además de las diferentes secciones longitudinales y transversales, convierte los da-

tos brutos 3D, en datos que puedan ser visualizados, gestionados y analizados en estándares informáticos a nivel de usuario. Este hecho, además, contribuye poco a poco a un cambio conceptual y metodológico que hace fácilmente intercambiable la información postprocesada. La normalización de un método a través de estándares contribuye a un proceso de permeabilización y comprensión técnica. Por ello, el resto de datos generados en las murallas a través de archivos HTML y PDF facilita la gestión tridimensional. Un camino por descubrir e investigar va directamente ligado a la gestión de los mismos archivos en bases de datos y/o servidores comunes a modo de archivo documental, que en cualquier tiempo o espacio seamos capaces de reproducir tanto gráfica y métricamente cualquier elemento de nuestro patrimonio cultural.

PROPUESTA DE CONSERVACIÓN Y EXHIBICIÓN PERMANENTE

El proyecto redactado por el despacho Olano y Mendo arquitectos S.L. ha buscado la integración de los restos arqueológicos en el edificio de locales y oficinas diseñado. Los promotores han primado el respeto absoluto a la integridad del patrimonio histórico-artístico sobre la base de las prescripciones de la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno



de Aragón, de modo que se maximice su disfrute por los ciudadanos que accedan al mismo, al tiempo que logra el máximo posible aprovechamiento comercial del espacio; todo ello mediante un profundo estudio estructural que permite construir alrededor de la muralla con elementos poco intrusivos y estilizados para optimizar la visibilidad de las estructuras conservadas.

En el momento de entregar estas líneas, ya están bien avanzados los trabajos de construcción y podemos afirmar que en los puntos más adecuados para su comprensión se instalarán paneles explicativos de los restos, con lo que este edificio será un ejemplo de tratamiento del patrimonio arqueológico en el proceso de edificación.





BIBLIOGRAFÍA

BELTRÁN, F. (Ed.) (2007), “Zaragoza. Colonia Caesar Augusta”. *Serie Ciudades romanas de Hispania. Las capitales provinciales*, 4, Ed. “L’Erma” di Bretschneider.

CAMPANA, S. y FRANCOVICH, R. (2006), Laser Scanner e GPS, *Paesaggi archeologici e tecnologie digitali 1*, Firenze.

ESCUADERO, F. y de SUS, M. (2003), “La muralla romana de Zaragoza“, Morillo, A. (Coord), *Defensa y territorio en Hispania de los Escipiones a Augusto. Espacios urbanos y rurales, municipales y provinciales*, Universidad de León - Casa de Velázquez, pp. 391-425.

FORTE, M. (2003), “Mindscape: ecological thinking, cyber anthropology and virtual archaeological landscapes”, Forte, M., y Ryan Williams, P. (Eds.), *The reconstruction of Archaeological Landscapes through Digital Technologies*, BAR International Series S1151, Oxford, pp. 95-109.

LODEIRO, J. M. (1995), *Aplicaciones de la topografía en la documentación arquitectónica y monumental*, Madrid.

GALVE, M.^a P. (2004), “Una ciudad consolidada: *Caesaraugusta* a mediados del siglo I”. Álvarez, A. (Coord.), *Visiones de una ciudad*, Ayuntamiento de Zaragoza, pp. 15-33.

SANCHIRICO, C. (2007), *Elementi di topografia archeologica*, Siena.

SGREZZAROLI, M. y WOLFART, E. (2002), “Accurate Texture-Mapped 3D Models for Documentation Survey and Presentation Representation Purposes”, *Proceeding of the CIPA WG 6 on Scanning of Cultural Heritage Recording*, Corfu, Greece, pp. 148-155.

SERRETA, A. y ANGÁS, J. (2008), *Documentación y representación del patrimonio altoaragonés mediante técnicas escáner 3D. Representación de Santa María de Iguacel (Jaca)*, Proyecto de investigación financiado por el Instituto de Estudios Altoaragoneses (2007-2008).

VALLE MELÓN, J. M. (2007), *Documentación Geométrica del Patrimonio: Propuesta conceptual y metodológica*, Tesis doctoral. Universidad de La Rioja.

La Escuela Taller de Restauración de Aragón II
es un proyecto promovido por el **Departamento**
de Educación, Cultura y Deporte del **Go-**
bierno de Aragón dentro del programa
de **Escuelas Taller del Instituto Ara-**
gonés de Empleo, financiado por
el **Fondo Social Europeo**



UNIÓN EUROPEA

Fondo Social Europeo



**GOBIERNO
DE ARAGON**

