

# La muralla de madīnat al-Qurṭuba y el proceso de recuperación (siglos VIII-X d.C.) de la estructura antigua. Una reflexión a partir de algunos indicios arqueológicos y el análisis petrográfico

CHRISTOPHER COURAULT\*

JOSÉ RAFAEL RUIZ\*\*

(\*) Université de Genève

(\*\*) Universidad de Córdoba

## RESUMEN

La muralla es la única estructura urbana que permanece a lo largo de la historia de la ciudad. La sucesión de épocas implica numerosas actuaciones para mantener dicha estructura, tales como reparaciones, recrecidos o lienzos *ex novo*. De acuerdo con las investigaciones arqueológicas recientes sobre la cerca antigua de Córdoba, se ha puesto de manifiesto una serie de actuaciones que dejarían entrever una muralla bien conservada hasta el siglo VI d.C., antes de la invasión del 711. No obstante, las fuentes islámicas apuntan a una muralla con un estado de conservación discutible, y mencionan entre los siglos VIII y X d.C. que la ciudad de Córdoba fue dotada de nuevos recintos. Sin embargo, la investigación ha demostrado que dichas actuaciones eran más bien localizadas y que persistía la estructura fortificada antigua. Este trabajo se interroga sobre el proceso de recuperación del recinto antiguo en época islámica y sobre el abastecimiento de piedra para su construcción. Para ello, incorporaremos los resultados de un estudio petrográfico.

**PALABRAS CLAVE:** Muralla, Córdoba, islámica, petrografía, cantera, calcarenita.

## RÉSUMÉ

Le rempart est la seule structure urbaine présente tout au long de l'histoire des villes, ainsi la succession des époques laissent suggérer diverses actions pour maintenir en bon état cette structure (réparations, construction *ex novo* ou reconstruction). D'après les investigations archéologiques sur la muraille antique de Cordoue, les résultats ont révélé toute une série d'actions qui laisserait entrevoir une enceinte bien conservée jusqu'au VI<sup>ème</sup> siècle de notre ère, avant l'invasion de 711. Pourtant les sources islamiques laissent entrevoir un état assez discutible, et mentionnent que Cordoue fut dotée de nouvelles enceintes entre le VIII<sup>ème</sup> et X<sup>ème</sup> siècle apr. J.-C. Cependant l'investigation a démontré qu'il s'agissait d'actions ponctuelles, et que la structure antique persistait. Ce travail s'interroge sur le processus de récupération du rempart antérieur à l'époque islamique, et sur l'approvisionnement des ressources de calcaire pour sa construction. C'est pourquoi, nous nous baserons sur étude pétrographique.

**MOTS CLÉS:** Rempart, Cordoue, islamique, pétrographie, carrière, calcaire.

## INTRODUCCIÓN

La invasión del 711 marca un punto de inflexión en la ocupación urbana de la península ibérica. Dicho acontecimiento histórico dará lugar a una continuidad y/o cambio en las técnicas edilicias haciendo complejo para la investigación identificar y definir este proceso de transición entre la tardoantigüedad y la afirmación

de la ciudad islámica. Para analizar aquel fenómeno, las investigaciones se focalizaron principalmente en el área intramuros, dejando apartado el tema de las fortificaciones, que debían presentar el mismo trazado, y supuestamente, el mismo alzado que en la Antigüedad. Así, la recuperación de la muralla antigua de Córdoba bajo el dominio islámico es un aspecto poco investigado. Los primeros trabajos al respecto llevaron una reflexión sobre

el nombre de las puertas (OCAÑA, 1935; CASTELLÓ, 1976; ESCOBAR, 1985, 1989; ARJONA, 1997). Sin embargo, el tema de la recuperación específicamente dedicada a la muralla de Córdoba ha sido abordado sólo en algunas ocasiones de modo puntual y dentro de una perspectiva diacrónica (ESCUADERO *et alii*, 1999; VAQUERIZO, 2003; LEÓN, LEÓN, MURILLO, 2008; COURAULT, 2016). Al ser un elemento urbanístico común entre la época antigua y la medieval islámica, la muralla se impone como componente de transición, en el que el análisis biológico de sus sillares se convierte en la mayor documentación arqueológica. El tema de la recuperación de la muralla antigua en época medieval islámica puede ser abordado desde la perspectiva de la técnica edilicia y la bioquímica.

La documentación literaria nos da más información sobre las transformaciones llevadas a cabo en el recinto amurallado. Su interpretación puede ser averiguada por las intervenciones arqueológicas (Puerta de Almodóvar), pero en algunas ocasiones existe una dicotomía con la fuente material, sobre todo en lo que concierne a los lienzos. Se plantean varias problemáticas: ¿cómo se recrecen las murallas en un momento islámico? ¿Se trata de una mera superposición de estructuras o existe una preparación? ¿Qué continuidad existe con las canteras antiguas? ¿Cuáles son las proporciones conservadas/rehechas o recrecidas?

Según los estudios realizados por Barrios-Neira *et al.* (2003; 2009), la roca mayoritariamente empleada en la construcción de monumentos o edificios de la época musulmana en Córdoba era la calcarenita. Concretamente se trata de biocalcarenitas marinas pertenecientes al Mioceno Superior (Edad Tortoniense), muy abundantes en las proximidades de Córdoba. Desde el punto de vista de su formación, las biocalcarenitas son bastante complejas. Están compuestas de una serie de materiales de naturaleza fundamentalmente calcárea, pero con diferencias importantes en su composición y en sus propiedades texturales. De los cuatro tipos litoestructurales de biocalcarenitas que abundan en esta zona, en una gran parte de los monumentos de la ciudad de Córdoba se han identificado tres de ellos: biocalcarenitas conglomeráticas, biomicritas y bioesparitas (MONTEALEGRE, BARRIOS, NIETO, 1996), con unos datos mineralógicos que muestran una composición mayoritaria en carbonatos (calcita y dolomita) y en menor cantidad cuarzo y feldespatos. También, estos estudios han mostrado que estas rocas, en su mayoría, presentan una elevada porosidad, lo que

Cantera	Cuarzo	Calcita	Ankerita	Feldespatos	Micas	Otros
Albaida	23-28	40-55	0-3	7-12	4-8	2-6
Asland	5-15	65-80	2-4	2-5	2-7	2-4
Posadas	10-15	70-82	2	3-5	2	0
Teba	10-15	80-90	0	2	0	0

Tabla 1: *Datos mineralógicos (en %) de las calcarenitas de afloramientos cercanos a la ciudad de Córdoba tomados de la referencia MONTEALEGRE, BARRIOS, ROS, 1994: 45-46.*

Muestra	Descripción	Composición (XRD y Raman)
10	Muralla islámica (Calle Cairuán)	Calcita, cuarzo, albita, hematita, magnetita
11	Muralla islámica (Plaza de Colón nº 9, parte superior derecha)	Calcita, cuarzo, hematita, magnetita, anatasa
12	Preparación a la instalación de la muralla islámica (Plaza de Colón nº 9)	Calcita, cuarzo, albita, hematita, magnetita

Tabla 2A: *Datos de las muestras estudiadas en este trabajo.*

Localización	Muestras	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO
Calle Cairuán	10	39,72	15,02	4,01	1,66	1,06	0,81	0,96	0,19	0,05
Plaza de Colón nº9	11	41,91	18,59	1,68	0,71	0,69	0,53	0,18	0,1	0,02
Plaza de Colón nº9	12	42,65	14,29	2,33	1,87	0,83	0,73	0,23	0,14	0,01

Tabla 2B: *Descripción de la composición química de las muestras.*

provoca que cuando se emplean en construcción sean fácilmente erosionables y degradables.

Montealegre, Barrios y Ros (1994) han caracterizado las biocalcarenitas de algunas de las canteras próximas a la ciudad de Córdoba, identificando cuatro grupos rocosos: bioesparitas, biomicrito-arenitas, areniscas calcáreas y biorrudiditas conglomeráticas, siendo las más abundantes la biomicrito-arenitas. En general, la composición de estos materiales varía entre un 40-85 % en carbonatos, entre un 5-30% en sílice (cuarzo), con un porcentaje en fósiles entre el 25 y el 50%. Un análisis más minucioso de esta composición muestra también la presencia de ankerita, feldespatos, micas y otros componentes (v. Tabla 1).

Basándose en el estado actual de la investigación resulta imposible contestar de modo pormenorizado a todas las preguntas realizadas más arriba. El objetivo de esta investigación consiste en proponer un estado de la cuestión, así como aportar nuevas pistas de reflexión mediante nuevos datos materiales, así como un análisis petrográfico con afán de aquilatar las características de los sillares de calcarenita. El análisis petrográfico se ha realizado sobre algunas muestras (Tablas 2A y 2B), provenientes de los restos de muralla en la calle Cairuán (Fig. 1) y Plaza de Colón nº 9 (Fig. 2), y se incluyen dentro de un proyecto más amplio<sup>1</sup>. Para la caracterización de la composición química de las mismas se han empleado la difracción de rayos X, la espectroscopia Raman y la

1) El análisis presentado en este trabajo forma parte de una investigación que consiste en analizar la petrografía de la calcarenita de varios edificios antiguos de Córdoba (templo, muralla, teatro) dentro de un largo periodo cronológico (siglos II a.C.–s. X d.C.). Para ello se tomaron unas 50 muestras con el objetivo de plantear un mejor conocimiento del ciclo de la piedra, desde la explotación de la cantera hasta la reutilización de los sillares de calcarenita en otros edificios históricos. El resultado de todas estas muestras será objeto de una próxima publicación. Este trabajo se encuentra entonces dentro del proyecto de investigación dirigido por el Prof. Dr. Carlos Márquez Moreno "Exemplum et spolia: el legado monumental de las capitales provinciales romanas en Hispania. La Córdoba romana y su reflejo en la ciudad posterior" (Modalidad 1 del Proyecto de I+D del Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia, Subprograma Estatal de Generación del Conocimiento. HAR2015-64386-C4 3-P).



Fig. 1: Restos de la muralla islámica en la calle Cairuán.



Fig. 2: Tramo de la muralla islámica en Plaza de Colón n° 9.

fluorescencia de rayos X. Dicha metodología debe ofrecer indicios sobre el origen de este material y saber si fue reutilizado en otros contextos.

## DE LAS FUENTES ISLÁMICAS HACIA UN ESTADO DE LA CUESTIÓN

### Fuentes islámicas y problemática

Las fuentes literarias dejan entrever una doble perspectiva sobre el estado de las murallas en el 711, ya que por mucho que sus muros parecían fuertes, presentaban al mismo tiempo debilidades. Es así como lo transcribe el interrogatorio por parte de Mugayt a un pastor que le anunció una hendidura sobre la Puerta de la Estatua (lo que correspondería a la Puerta del Puente), permitiendo a Mugayt y sus hombres hacerse con la ciudad.

*“Mugayt caminó hasta llegar a Córdoba y acampó en qarya Shaqunda en un bosque de alerces que había entre las alquerías de Shaqunda y Tarsayl. Desde aquí mandó a algunos adalides, quienes cogieron y llevaron a su presencia a un pastor que andaba apacentando su ganado en el bosque. Pidióle Mugayt noticias de Córdoba y dijo que la gente principal había marchado hacia Toledo, dejando en la ciudad al gobernador con 400 defensores y la gente de poca importancia. Después le preguntó por la fortaleza de sus murallas, a lo que contestó que eran bastante fuertes pero que sobre la puerta de la Estatua, que es la del Puente, había una hendidura que le describió (...). Pasó la gente el río que sólo distaba del muro unos 30 codos, o menos, y se esforzaban por subir a la muralla,*

*mas como no encontraban punto de apoyo, volvieron a buscar al pastor, y habiéndole traído volvió a indicar la abertura, que si bien no estaba a la haz de la tierra, tenía debajo una higuera. Se esforzaron en subir a ella y después de algunas tentativas, un musulmán logró subir a lo alto”* (ARJONA, 1982: Documento n°1).

La presencia de dicha hendidura ha de sorprender puesto que a lo largo de la Antigüedad el recinto amurallado fue objeto de atención continua tras identificar toda una serie de reparaciones en numerosos sectores del circuito (COURAULT, 2016: 441, tabla 9). Entre los siglos IV-VI se modificó profundamente el sector nororiental con una pequeña ampliación del recinto y con la instalación de torres rectangulares a imagen de un *praetorium* (COURAULT, 2016: 412; 2017: 106); y en una segunda etapa (siglos IV-VI d.C.) se adosaron pequeños forros entre cada torre rectangular, anulando así su saliente. No cabe duda de que en la Antigüedad Tardía el sector nororiental dejará una mayor importancia al sector suroccidental, que se ve dotado de un *castellum* visigodo que dará lugar al alcázar (LEÓN, LEÓN, MURILLO, 2008: 269-270). Sin embargo, se documentaron en el tramo meridional tres sectores de actuación en la Antigüedad Tardía. El primero se ubica en el lugar conocido como Patio de Mujeres, en el cual se adosan a la muralla altoimperial dos forros, intra y extramuros (siglos III-V d.C.) (LEÓN, 2010: 62). En segundo lugar, hubo un cegamiento de la puerta del Puente (siglos V-VII d.C.) con objetivo de controlar mejor los accesos de la ciudad; y por fin, se adosa otro forro extramuros en Ronda de Isasa n° 2, esquina con calle Amparo n° 1 (siglo VI d.C.) (ORTIZ, 2007, 2010: 491-492). Basándonos en lo expuesto, consta que la mayor parte de las actuaciones documentadas arqueológicamente se sitúan entre los siglos V-VI d.C., y al tener en consideración que la conquista tuvo lugar en el 711, eso permitiría deducir la existencia prácticamente de un siglo sin actuaciones, por lo menos documentadas, pese a la presencia del palacio visigodo en el ángulo suroccidental. Se hubiera producido, en consecuencia, un proceso de dejadez visto que, según las fuentes, ya no había puente para acceder a la ciudad, de ahí el hecho de que el ente urbano fue menos defendido, aprovechando el Guadalquivir como defensa natural.

En los años 719-721 al-Samh ben Malik al-Jawlani cuenta que el puente estaba inutilizable y que la parte occidental de Córdoba estaba derruida. Para ello, al Samh propuso reconstruir el muro de la ciudad con financiación de los impuestos recaudados, una vez atendidas otras necesidades como la contribución a la guerra santa. Según las fuentes, el Umar rehizo el puente con la piedra del muro, que debía reparar, a su vez, con ladrillos, siempre y cuando no se encontrara piedra:

*“ (...) Si el Emir de los creyentes me ordena que reconstruya el muro de la ciudad, así lo haré, pues para ello tengo medios con lo que sobra de los impuestos después de pagar al Chund, y de proveer á la guerra santa; pero si el Emir lo prefiere, con la piedra de este muro reconstruiré el puente. Diecese que Omar le mandó levantar el puente con la piedra del muro, y reparar éste con ladrillo si no se encontraba piedra. Puso AÇ-Çamh manos a la obra y reconstruyó el puente en el año 101”* (LAFUENTE, 1867: 35).

“Al-Samh vino al-Andalus en el año 100 y comenzó desde luego a tomar informes para distinguir las tierras conquistadas por fuerza de las armas de las entregadas por capitulación y a mandar expediciones militares. Reconstruyó el puente de Córdoba y sobre esto hubo lo siguiente: escribió a ‘Umar haciéndole saber que la ciudad de Córdoba estaba derruida por la parte occidental y que además tenía un puente por el cual se pasaba su río. Hízole una descripción de éste y de sus avenidas, exponiéndole la imposibilidad de vadearle durante todo el invierno y le pidió su parecer diciéndole: Si el Emir de los creyentes me ordena que reconstruya el muro de la ciudad así lo haré, pues para ello tengo medios con lo que sobra de los impuestos después de pagar al yund y proveer la guerra santa; pero si el emir prefiere, con la piedra de este muro reconstruiré el puente. Dícese que ‘Umar le mandó evantar el puente con la piedra del muro y reparar con ladrillo el muro si no se encontraba piedra. Puso Al-Samh manos a la obra y reconstruyó el puente en el año 101” (ARJONA, 1982: Documento nº5).

Existe otra noticia en la que En-Nuguairí informa de una construcción o reconstrucción del recinto durante el año 766 “*ciñó Abderráhman la ciudad de Córdoba con la construcción de una muralla*” (CASTEJÓN, 1929: 263), así como de al-Hakam, que reforzó las defensas de la ciudad, además de rodearlas de un foso (ARJONA, 1982: Documento nº29).

Actualmente hay una carencia de documentación material que vendría a confirmar las fuentes. Sin embargo, algunas intervenciones arqueológicas en este sector occidental podrían aportar algunas indicaciones. De hecho, en la Puerta de Almodóvar se aprecia un ligero cambio de orientación (MORENO *et alii*, 2004: 41, 50) de la muralla antigua respecto a la medieval/moderna de la calle Cairuán, mientras que en Plaza Maimónides nº 4-5 se concluyó haber documentado restos del recinto romano, pero ligeramente retranqueado a la fachada actual (LÓPEZ, 1992: 4). Estas conclusiones tomarían más fundamento si se añade el hecho de que no haya persistido ningún resto antiguo en la calle Cairuán, tal como lo demostraría una lectura paramental efectuada (RODERO, 2012), y que en el Garaje del Alcázar no se documentó ningún resto del recinto antiguo altoimperial, sino sólo unos mosaicos (VARGAS *et alii*, 2005, VARGAS, PIZARRO, SALINAS, 2010: 380-381). Por lo tanto, se trata de una hipótesis de trabajo que no se puede descartar (COURAULT, 2016: 373ss, 422ss).

Por mucho que cabe ser cauto desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa de los restos antiguos, no se puede descartar la hipótesis de un ligero retranqueamiento de la muralla altoimperial respecto a la localizada en la actual calle Cairuán (Fig. 3). Hasta ahora, resulta complicado aquilatar la importancia de los trabajos efectuados (construcción *ex novo*, recrecido, reparación), y sobre todo a qué sectores se refieren. Suponiendo que la calle

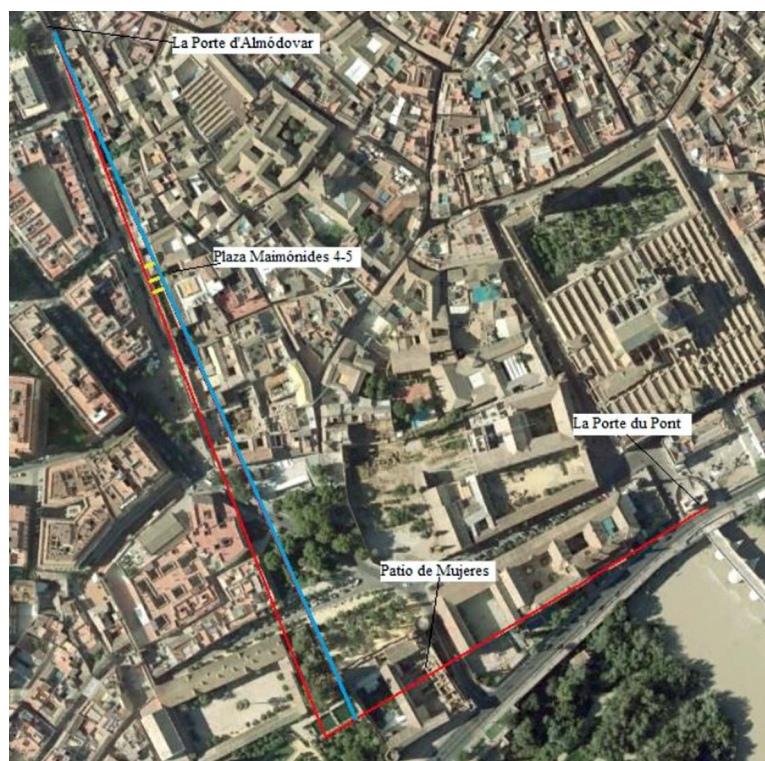


Fig. 3: Hipótesis sobre el tramo suroccidental. La línea exterior corresponde a la hipótesis de Montejo y Garriguet (1994), lo que nos hace considerar una superposición de estructura entre la muralla antigua y medieval cristiana/moderna; mientras que la línea interior podría corresponder al trazado de la muralla antigua que fue realineada en época islámica. (COURAULT, 2016: 379, fig.165b).



Fig. 4: Restos de la muralla islámica en la calle San Fernando (ESCUADERO *et alii*, 1999: 207, fig.10).

Cairuán, tal como la conocemos en la actualidad, tuviera un origen islámico. Sin embargo, no se puede establecer una concomitancia con las fuentes, puesto que tanto el trazado como la torre presentan un aparejo islámico de época califal con una disposición de los sillares que alternan un bloque a soga con dos o tres tizones (ESCUADERO *et alii*, 1999: 207, LEÓN, LEÓN, MURILLO, 2008: 273). En otras palabras, esta técnica edilicia no puede ser adscrita a los siglos VIII-IX d.C. En cambio, existe una diferencia edilicia entre los tramos del sector oriental y occidental, de hecho en la calle San Fernando se aplican varias hiladas a tizón sin presencia de bloques colocados a soga (Fig. 4),



Fig. 5: Preparación a base de sillares cuadrangulares para la instalación de la muralla islámica.

lo que se documenta también en Plaza de Colón nº 9 (vid. *infra*). Ambas técnicas pueden presentar dos momentos distintos o bien dos técnicas edilicias empleadas en un mismo periodo. En el caso de la Puerta de Baeza, la cimentación se caracteriza por dos hiladas superpuestas con bloques colocados únicamente a tizón, mientras que en la parte superior se encuentra una alternancia de dos bloques a tizón con uno a soga (Fig. 5). La datación de aquella estructura es bastante discutida, pasando del siglo XII (TORRES, 1952: 165-166) al inicio del siglo XI o su primera mitad (BERMÚDEZ, 2005: 337; BLANCO, 2008, 2009; LEÓN, BLANCO, 2010); o bien a finales del siglo X, lo que supone una cronología califal (MORENA, 2002: 156; COURAULT, 2015: 120). Como consecuencia, sería interesante documentar la cimentación del lienzo y de la torre islámica localizada en la calle Cairuán, lo que daría nuevas informaciones sobre los programas político-urbanísticos respecto a las murallas.

De otra parte, cabe mencionar que en el año 914 ‘Abd al-Rahman III introduzco una innovación en las puertas de Córdoba: “Al-Nasir mandó construir en las puertas de la medina de Córdoba puertas interiores correspondientes con las exteriores que se encargaban de defender los porteros. Es caso que no se había hecho antes y que fue una excelente innovación” (ANÓNIMO, 1950: 113). De hecho, la intervención arqueológica llevada a cabo en la

Puerta de Almodóvar documentó dicha transformación (MORENO *et alii*, 2004).

La realidad arqueológica no permite establecer un vínculo concreto con las fuentes, aunque haya una resonancia; de hecho, los términos genéricos empleados al referirse a las defensas de Córdoba (construcción, reconstrucción, reparación, refuerzo, etc.) no indican si se trataba de actuaciones en profundidad, es decir un verdadero proyecto urbanístico, o bien al contrario, si eran obras superficiales o menores.

### Algunos indicios arqueológicos sobre el proceso de recuperación de la muralla antigua

En el proceso de recuperación de la muralla antigua son pocas las informaciones materiales que permitan asegurarnos de la disposición de la sillería. De hecho, la visión de lo conservado se ciñe a una vista principalmente frontal, ¿cómo pasamos de un *opus quadratum* a una disposición de sillares a tizón? En la calle Cairuán los elementos arqueológicos apuntarían a una probable construcción *ex novo*; y en la calle San Fernando, faltan indicios de la muralla antigua (imperial), sobre todo en el sector suroriental (COURAULT, 2016). Cabe señalar que, según la documentación material disponible, no se documentó un recrecido de la muralla en sus distintas épocas antiguas, por lo que dejaría suponer una superposición de estructuras islámicas sobre la republicana, tal como habría ocurrido en Plaza de Colón nº 9. Pese a que no se puede identificar con claridad la muralla republicana porque el recinto se ve reforzado por un forro externo, de altura similar al lienzo, lo que aumenta la anchura total de la estructura defensiva.

Los restos musealizados en un aparcamiento subterráneo en Plaza de Colón nº 9 dejan entrever una preparación entre el momento antiguo (lienzo y forro) e islámico que consiste en pequeños sillares rectangulares o cuadrangulares (Fig. 5), marcando una primera etapa en su comprensión. Estos pequeños bloques de calcarenita no poseen una dimensión uniforme –menos en altura-, a modo de ejemplo (longitud x anchura x altura): 0,44 x 0,43 x 0,17 m ; 0,31 x 0,39 x 0,15 m; 0,33 x 0,38 x 0,15 m. Así, dicha preparación permite nivelar antes de recrecer el lienzo en aquel sector. Al tener en cuenta la técnica edilicia empleada para el recrecimiento del lienzo, apuntaría a una cronología califal. Tampoco sabemos si el uso de estos bloques responde a un aspecto puntual (por ejemplo, por la presencia del forro) o, por el contrario, fue una actuación común.

Uno de los mayores cambios de la muralla antigua es su espesor, la instalación de forros en algunos sectores que terminarán por modificar la anchura de la misma. Pero hace falta distinguir dos clases de forro: de un lado, las estructuras que se adosan para proteger la base de la muralla (COURAULT, 2016: 434ss), y por otro, las estructuras murarias que se adosan supuestamente al lienzo en toda su altura. Es este último contexto el que se aplica en el sector septentrional en Plaza de Colón nº 9, y probablemente en Plaza de Colón nº 8, nº 5 y nº 2, aunque no se haya documentado restos de época islámica en aquellos sectores. Sólo en Plaza de Colón nº 5 se puede medir de modo concreto la anchura de la muralla republicana (1,30 m) y su forro tardoantiguo (siglos V-VI d.C.) de 2,20 m, lo que representa una anchura total de 3,50 m. Cabe resaltar que desconocemos la anchura del forro

situado en Plaza de Colón nº 9, pero es probable que tenga una cronología más temprana, de igual modo que el de Plaza de Colón nº 8 porque su anchura no anula la proyección de las torres rectangulares que se adosan en los siglos IV-V d.C. Ambos forros (¿altoimperiales?) tienen entonces dimensiones menores que los de Plaza de Colón nº 5 y nº 2.

Según la anchura total (lienzo antiguo+forro), cabría la posibilidad de colocar varios sillares a tizón y, tal vez, a sogá. En efecto, las distintas intervenciones arqueológicas llevadas a cabo en el sector del alcázar han sacado a la luz dicha técnica edilicia, así como en la Puerta de Baeza, que se caracteriza por el hecho de que por lo menos se podrían plantear dos hiladas colocadas a tizón en los sectores más anchos de la muralla. En el caso concreto de Plaza de Colón nº 9, el forro sería inferior a 3,5 m, pero no bajaría de los 2,40 m —es decir, la anchura del lienzo republicano 1,30 m y 1,10 m por la anchura aproximada del lienzo—. Sin embargo, no se aprovechó toda la anchura de la estructura (lienzo antiguo+forro), puesto que la colocación de los sillares islámicos se hace mediante un ligero retranqueamiento de unos 0,40-0,50 m. En otros términos, desde una perspectiva hipotética, el emplazamiento de los sillares islámicos se habría realizado sobre una porción entre unos 1,90-2,00 m y 3,00-3,10 m. Por lo tanto, la idea de que se hubieran utilizado en Plaza de Colón nº 9 dos hiladas de sillares a tizón yuxtapuestas, correspondería tanto por las experiencias mencionadas como por las dimensiones a una anchura de unos 1,90-2,00 m. En cambio, sobre una porción de unos 3,00-3,10 m se podría añadir un tercer tizón guardando el aludido retranqueamiento —si no, dejaría sitio suficiente para un sillar a sogá—.

En Plaza de Colón nº 9, la disposición de pequeñas losas dispuestas a modo de nivelación representa un volumen unitario entre 0,018 y 0,032 m<sup>3</sup>. La variación se explica en función de la longitud y anchura de dichas losas, aunque la altura es de 0,15 m. Entonces, al no aprovecharse de toda la anchura del forro antiguo, esa preparación tendría lugar sobre una anchura de 1,90 m, así que sobre un tramo de 10 m de longitud, el volumen dedicado a la nivelación sería de 2,85 m<sup>3</sup>, lo que representaría un número de unos 89 a 158 losas. En lo que atañe al número de sillares, la realidad actual no permite tomar medidas enteras de un sillar de esta época dentro de la muralla. Vallejo Triano y Fernández Barba (2010: 412) notaron en época califal algunas diferencias sustanciales en lo que atañe a las dimensiones<sup>2</sup>. El volumen de los sillares a tizón oscilaría entre 0,072 m<sup>3</sup> (0,90m x 0,20m x 0,40m) y 0,088m<sup>3</sup> (1,10m x 0,20m x 0,40m). En este sentido, un recrecimiento de 5 m<sup>3</sup> —sobre un tramo de 10 m— daría un volumen de unos 95 m<sup>3</sup> (5m x 10m x 1,9m), lo que permitiría colocar entre unos 1080-1320 sillares.

## EL ANÁLISIS PETROGRÁFICO

### Metodología

La difracción de rayos X se basa en la interacción de la estructura cristalina de un sólido con un haz de rayos X.

Esta estructura cristalina está presente en muchos sólidos, tanto naturales como sintéticos, y consiste en la repetición periódica de los átomos o moléculas que forman este sólido en las tres direcciones del espacio. Los difractogramas de difracción de rayos X (DRX) se han obtenido en un difractómetro Bruker D8 Advance provisto de un sistema de goniómetro y registro de datos automatizado DACO-MP. La radiación utilizada ha sido la línea K $\alpha$  del cobre ( $\lambda = 1.54 \text{ \AA}$ ). El difractómetro emplea un filtro de níquel y un monocromador de grafito y la velocidad del goniómetro ha sido de 2°/min. Antes de ser analizadas, las muestras fueron pulverizadas en un mortero de ágata hasta conseguir un tamaño de grano suficientemente pequeño. Seguidamente, se colocaron sobre un portamuestras de plástico y fueron comprimidas hasta conseguir que la superficie expuesta a la radiación fuese lo más plana y uniforme posible.

La espectroscopia Raman es una técnica fotónica de alta resolución que nos da información química y estructural de un material, permitiendo así su identificación. Se basa en la medida de la luz dispersada por un material al incidir sobre él un haz de luz monocromática. Una pequeña porción de este haz de luz es dispersada inelásticamente experimentando ligeros cambios de frecuencia que son característicos del material analizado e independientes de la luz incidente. Esta técnica, al igual que la difracción de rayos X, es no destructiva, por lo que presenta mucho interés en el estudio de materiales valiosos como son en muchos casos las muestras arqueológicas. Los espectros Raman de las muestras han sido registrados en un espectrómetro Raman Renishaw (InVia Raman Microscope) equipado con un microscopio Leica con varias lentes, monocromadores, filtros y un detector CCD y dos videocámaras. Los espectros fueron obtenidos por excitación con un láser verde (532 nm) entre 130 y 1700 cm<sup>-1</sup>. El total de acumuladas por espectro se varió en función de las condiciones experimentales en las que fueron adquiridos los espectros. En cualquier caso el objetivo final era aumentar la relación señal: ruido del espectro. Todos los tratamientos espectrales (corrección de la línea de base, suavizado, etc.) fueron realizados con el software Peakfit v. 4.11. En algunos análisis, previamente a la adquisición de los espectros, las muestras fueron pulverizadas en un mortero de ágata con el objetivo de homogenizarlas.

Para el estudio de la composición mineralógica de la roca constituyente de las distintas muestras tomadas se ha empleado la difracción de rayos X, sobre las muestras en polvo. Los difractogramas de rayos X de las tres muestras (Fig. 6) presentan un patrón similar y típico de una calcarenita (FRANQUELO, ROBADOR, PÉREZ-RODRÍGUEZ, 2015; FORT, CHAPO, GONZÁLEZ-REYERO, 2017), con bandas de reflexión muy intensas para la calcita (CaCO<sub>3</sub>), y de menor intensidad para el cuarzo ( $\alpha$ -SiO<sub>2</sub>). Junto a estas reflexiones se observan otras de muy baja intensidad, y no en los tres difractogramas que, en principio pueden ser asignadas a la albita, un feldespato de composición

2) Hay una cierta diferencia entre las cajas de extracción: madinat al-Zahra: 0,42 m de altura; al-Rummāniyya: 0,96/0,99 m de longitud, 0,42 m de alto y 0,20 m de ancho, dichas medidas serían para 0,90-0,94 m de longitud, 0,39-0,40 m de alto; Albaida: 1,10-1,12 m de longitud, 0,40-0,42 m de altura.

3) No parece fuera de lugar proponer un recrecimiento de 5 m al tener en cuenta la superposición de hiladas compuestas de sillares a tizón en la calle San Fernando (Fig. 4). Además, es lo que permitiría al lienzo situado en Plaza de Colón nº 9 volver a alcanzar los 10 m de altura, una dimensión aceptada por la investigación para la muralla antigua.

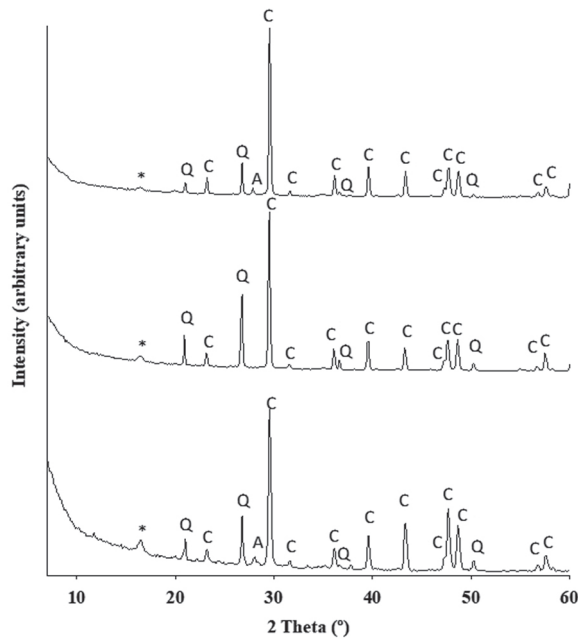


Fig. 6: Difractogramas de rayos X de las muestras 10, 11 y 12. Leyenda: C: Calcita; Q: Cuarzo; A: Albita; \*: Señal del portamuestras.

$\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_9)$ . Además, en todos los casos, aparece una banda sobre  $16,4^\circ$  que está originada por el portamuestras empleado para realizar el difractograma. Si parece evidente de la observación de estos difractogramas, la ausencia en las muestras 10, 11 y 12 tanto de ankerita (un carbonato mixto de aluminio, hierro y magnesio) como de micas (silicatos de aluminio, hierro, calcio, magnesio y metales alcalinos). Según los datos mineralógicos aportados por Montealegre, Barrios y Ros (1994) y mostrados en la Tabla 1, los resultados de nuestros difractogramas apuntan a una calcarenita similar a la extraída del yacimiento de Teba, en la que tanto la ankerita como las micas están ausentes.

Para intentar una caracterización más completa de estas muestras se ha realizado también el análisis por espectroscopia Raman. Con esta técnica conseguimos realizar un estudio de una zona puntual muy pequeña, de unas pocas micras, de la superficie de la muestra. Para realizar este estudio espectral se han ido seleccionado zonas en las que los colores observados al microscopio óptico eran diferentes. Esta técnica, en principio, podría resultar mucho más sensible que la difracción de rayos X y nos permitiría identificar otras fases (cristalinas o no) presentes en las muestras a muy baja proporción.

Al ser observadas bajo el microscopio óptico del espectrómetro Raman, se pueden distinguir diferentes zonas coloreadas. En todas las muestras se aprecian claramente zonas de color blanco, cuyo espectro es en todos los casos similar, tal y como se muestra en la Fig. 7. Insertadas en esta figura se muestran las microfotografías obtenidas en el punto sobre el que se ha realizado el espectro.

Los tres espectros se caracterizan por la presencia de una banda muy intensa, centrada alrededor de  $1085 \text{ cm}^{-1}$ . La presencia de esta señal, junto con otras de menor intensidad a  $151$ ,  $278$  y  $712 \text{ cm}^{-1}$  nos indica que el compuesto que origina este espectro es el carbonato cálcico, en su fase calcita (SUN *et alii*, 2014). La ausencia

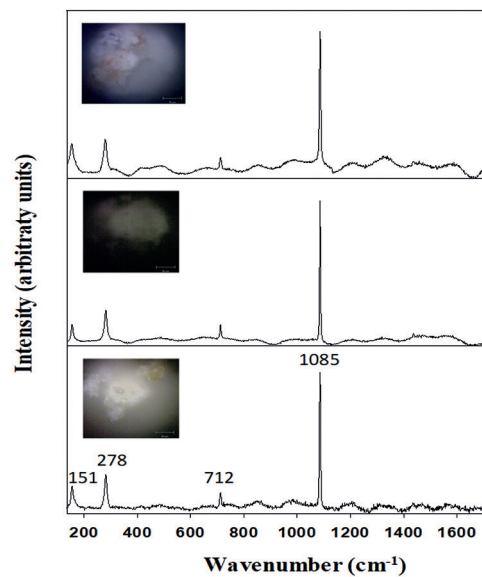


Fig. 7: Espectros Raman de las muestras 10, 11 y 12 en las zonas coloreadas de blanco observadas bajo el microscopio óptico.

de otras señales en la zona de  $1050$  a  $1100 \text{ cm}^{-1}$ , descarta la presencia de otro carbonato, como dolomita, ankerita o aragonito, tal y como se había comprobado previamente por difracción de rayos X.

En las tres muestras también se observa claramente una zona oscura, de un color marrón-pardo. Al realizar los espectros, en las muestras 10 y 12 se ha determinado que las bandas obtenidas se corresponden con la albita y con la

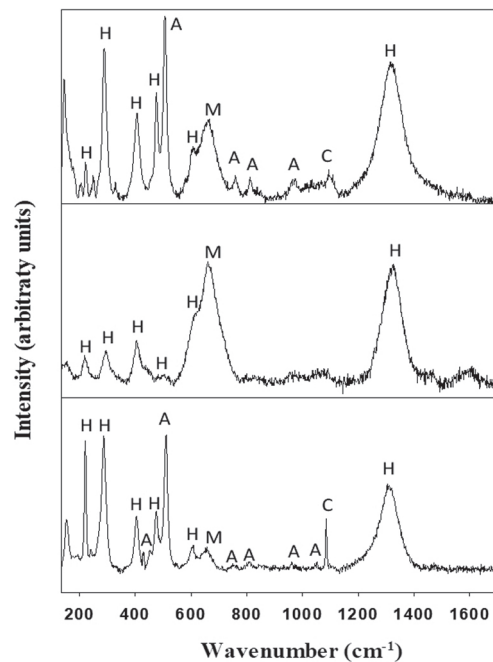


Fig. 8: Espectros Raman de las muestras 10, 11 y 12 en las zonas coloreadas de oscuro (marrón-pardo) bajo el microscopio óptico. Leyenda: H: hematites; M: magnetita; A: albita; C: calcita.

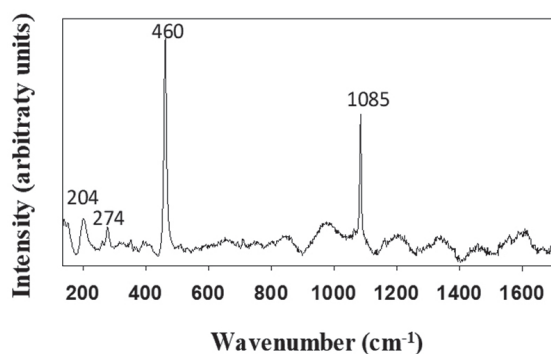


Fig. 9: Espectro Raman de la muestra 10 en la zona oscura.

hematita (óxido de hierro,  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ). Este último compuesto debe de hallarse en muy baja proporción, puesto que no había sido detectado por difracción de rayos X. Por el contrario, en la muestra 11, la zona coloreada de marrón-pardo no presenta las señales de la albita, únicamente las de la hematita, lo que de nuevo vuelve a estar de acuerdo con los resultados obtenidos por difracción de rayos X. En la Fig. 8 se muestran los espectros obtenidos en esta zona en distintos puntos. La hematita presenta siete modos vibracionales activos en Raman, que originan siete señales (DE FARIA, SILVA, DE OLIVEIRA, 1997). Un doblete de señales aparece a 221 y 240  $\text{cm}^{-1}$  junto con otras dos bandas más intensas, a 285 y 401  $\text{cm}^{-1}$ . Los otros tres restantes modos de vibración aparecen a 295, 491 y 601  $\text{cm}^{-1}$ . No obstante, la banda a 295  $\text{cm}^{-1}$  no llega a apreciarse porque solapa con la de 283  $\text{cm}^{-1}$ . Todas estas señales están originadas por las vibraciones de tensión de los enlaces Fe-O de las unidades tetraédricas  $\text{FeO}_4$  que conforman la estructura de la hematita. Si se comparan los resultados que hemos obtenido con otros descritos en la bibliografía, pueden observarse ligeras variaciones en los valores del número de onda de aparición y en la anchura de las bandas Raman. Estas variaciones son debidas a que tanto el número de onda como la anchura de una señal en Raman dependen de la potencia del láser empleada (BEATTIE, GIBSON, 1970). Por otra parte, la hematita también da una banda intensa que aparece a 1305  $\text{cm}^{-1}$  (HART, ADAMS, TEMPKIN, 1976; DE FARIA, SILVA, DE OLIVEIRA, 1997). Se ha comprobado que la intensidad de esta señal llega a ser máxima en materiales que contienen tanto hematita como magnetita (BARILARO *et alii*, 2005). En nuestro caso, la intensidad de la banda es elevada, lo que unido a la presencia de otra banda a 650  $\text{cm}^{-1}$  sugiere la presencia de magnetita, una espinela de hierro de fórmula  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , compuesto que tampoco había sido determinado por difracción de rayos X. Asimismo, está comprobado que la excitación producida por el láser puede transformar la magnetita en hematites, pero no a la inversa (DE FARIA, SILVA, DE OLIVEIRA, 1997), por lo que la presencia de esta espinela en las muestras debe ser de origen natural.

En los espectros de las muestras 10 y 12 aparecen unas bandas intensas que se pueden asignar a la albita. La banda a 507  $\text{cm}^{-1}$ , que es la más intensa en la albita y en todos los feldespatos alcalinos (MAKRESKI, JOVANOVSKI, KAITNER, 2009), se asigna a la vibración  $\delta$  del enlace

O-Si(Al)-O. Otras bandas menos intensas en la región de 750-900  $\text{cm}^{-1}$ , así como en la zona de 150-500  $\text{cm}^{-1}$ , también pueden ser asignadas a este compuesto, si bien, algunas de estas últimas aparecen enmascaradas por las intensas señales de la hematita. En las muestras 10 y 12, junto con la albita y la hematita, también se observa la presencia de calcita.

Finalmente, en estas muestras también se observan otras zonas coloreadas distintas de las anteriores. Una zona también oscura, aunque algo menos que las anteriores muestra la presencia de cuarzo, el segundo componente más abundante de las tres muestras estudiadas. A modo de ejemplo, en la Fig. 9 se muestra uno de estos espectros, pues los otros tres son similares. El espectro del cuarzo está dominado por una banda intensa centrada sobre los 460  $\text{cm}^{-1}$ , asignada a la deformación de los enlaces Si-O-Si,  $\delta_{\text{bend}}$  (JAYARAMAN, WOOD, MAINES, 1987). A 204, 277, 354, 400 y 495 (solapada con la de 460)  $\text{cm}^{-1}$  se observan otras bandas menos intensas asignadas a otros modos de vibración de la sílice (KINGMA, HEMLEY, 1994), que confirman que la fase de esta sílice es cuarzo. Asimismo, en los espectros Raman de estas partículas oscuras también se aprecian las señales correspondientes al carbonato cálcico.

Finalmente, en la muestra 2 se aprecia también una parte coloreada de amarillo, cuyo espectro Raman, mostrado en la Fig. 10, presenta una banda intensa a 145  $\text{cm}^{-1}$  junto con otras a de menor intensidad. Las señales a 195, 394, 512 y 633  $\text{cm}^{-1}$ , unidas a la de 146  $\text{cm}^{-1}$ , nos indican la presencia de anatasa ( $\text{TiO}_2$ ) (JUBB, ALLEN, 2010). Este es un mineral polimorfo de óxido de titanio que aparecen en la naturaleza en muchos contextos geológicos, aunque en pequeña cantidad.

El análisis de los difractogramas de rayos X y de los espectros Raman nos permite extraer las siguientes conclusiones:

1. El análisis cualitativo por DRX y espectroscopia Raman de las muestras procedentes de la muralla islámica ha permitido identificar como componentes mayoritarios del material a la calcita y al cuarzo. La ausencia de ankerita y de micas permite asociar este material con el extraído de la cantera de Teba.
2. El feldespato presente, a una baja proporción en este material, ha sido inequívocamente identificado como albita.
3. Otros componentes, también muy minoritarios, que hasta este trabajo no habían sido identificados, son la hematita, la magnetita y la anatasa.

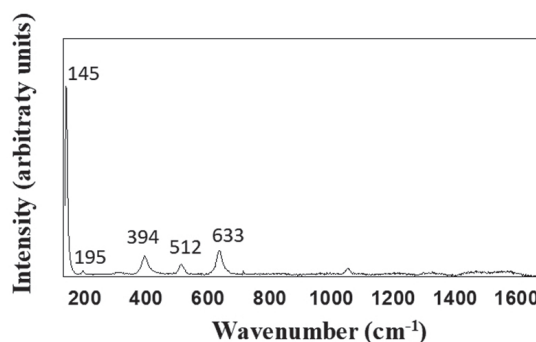


Fig. 10: Espectro Raman de la muestra 10 en la zona coloreada de amarillo.



### Fluorescencia de rayos X

Para conocer el origen de los bloques se aplicó la metodología de la fluorescencia de rayos X con el objetivo de determinar con exactitud el origen de los sillares al analizar la relación entre calcio y silicio, que es equivalente a la relación entre carbonato cálcico y sílice + silicatos (feldespatos y micas) que tienen las muestras.

Los resultados de los elementos calcio, silicio y hierro del análisis elemental de las diferentes muestras estudiadas también se pueden expresar como óxido de calcio (CaO), sílice (SiO<sub>2</sub>) y óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), aluminio, magnesio, potasio, sodio, carbonatos, sulfatos y otros que no han sido determinados. En la Tabla 2B se han analizado las muestras oriundas de los tramos islámicos. Conviene subrayar el alto valor de sílice para cada una de las muestras. Existe una diferencia entre las proporciones de sílice, pero esta es menor cuando se trata del aluminio o del hierro.

Para poder asociar cada una de las muestras estudiadas a una cantera sería válido con el resultado del óxido de calcio y de la sílice. Si comparamos todos los datos en nuestra posesión, igualmente de otras canteras (Posadas, Asland), así como el estudio realizado por Montealegre, Barrios y Nieto (1996) en el cual se analizan diferentes muestras de canteras de los alrededores de Córdoba para las canteras de la Albaída. Las canteras de Asland y Posadas poseen una cantidad de óxido de calcio sensiblemente mayor (respectivamente CaO = 47,5%, SiO<sub>2</sub> = 11,1%; CaO = 44,9%, SiO<sub>2</sub> = 13,5%), mientras que en la de la Albaída es la sílice la que aparece en mayor porcentaje (CaO = 35%; SiO<sub>2</sub> = 22,8%).

En la Tabla 3 mostramos únicamente los resultados más relevantes de las muestras oriundas de las canteras. La muestra 4 fue tomada en el frente n° 6 del Castillo de Maimón (Fig. 11) (COURAULT, e.p.). Las muestras 5 y 6 fueron sacadas al borde de la Carrera del Caballo (Fig. 12), mientras que las muestras 7 y 8 fueron cogidas en el actual restaurante conocido como Cuevas romanas (Fig. 13). Presentan similitudes.

Cabe señalar que se realizó un análisis químico en las cuevas romanas<sup>4</sup> con la composición siguiente: CaO = 48%, SiO<sub>2</sub> = 8,31% al 16%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1,53%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,65%, MgO = 1%, CO<sub>3</sub> = 85% (DÁZA, REMEDIÓS, AROCA, 2014: 50). Conviene tener en cuenta dichos resultados como complementariedad a los nuestros, pero existe una variación consecuente entre el calcio y el sílice. Por lo tanto, nos focalizaremos únicamente en nuestros resultados.

Al comparar los datos de las Tablas 2B y 3, la muestra de la calle Cairuán presenta una cantidad de óxido de calcio de 39,72 % lo que permitiría asociarla a la muestra



Fig. 11: Puesto de vigilancia, frente n° 6 (COURAULT, 2016: 343).

n° 8 (CaO = 39,06%), pero la diferencia de sílice (4,86%) obliga a tener en cuenta otras asociaciones tales como la de la Carrera del Caballo (muestra n°6) (CaO = 40,1%, SiO<sub>2</sub> = 16,17%) o bien la muestra n°4 del Castillo de Maimón (SiO<sub>2</sub> = 15,46%), pese a una cantidad de óxido de calcio ligeramente más elevada, pero aceptable en el porcentaje de variación (41,38%). En lo que concierne a los valores de los óxidos de aluminio y hierro, no encontramos similitudes entre la muestra de la calle Cairuán y las de las canteras. En cambio, si miramos los valores menos influyentes, se podría descartar la muestra n° 6. En este sentido, la muestra n° 8 presenta mayor similitud en lo que concierne al óxido de magnesio (0,75%), y aunque tiene mayor cantidad de óxido de sodio (0,27%) respecto a la muestra n° 4 (0,16%) sigue bastante alejado respecto al valor de la calle Cairuán (0,96%). En cambio, la muestra n° 4 tiene valores más cercanos de óxido de potasio (0,91% por 1,06%) y óxido de titanio (0,18% por 0,19%).

La cantidad de óxido de calcio de la muestra n° 11 puede ser asociada a cualquier cantera de las que aparecen en la Tabla 3. Pero al tener en cuenta la sílice (18,59%), la mayor similitud se encuentra con la muestra n° 8 (19,88%), mientras que el óxido de aluminio (1,68%) se parece más a las muestras n° 5 (1,65%) o n° 7 (1,62%) que a la muestra n° 8 (2,33%). En cambio, respecto a los óxidos de hierro (0,71%) y potasio (0,69%), es la muestra n° 8 la que posee una cantidad más parecida (0,93% y 0,79% respectivamente). Conviene recordar que la Carrera del Caballo está próxima a la de las Cuevas romanas, estos valores indican que la muestra n° 11 provendría de dicha zona.

Para la muestra n° 12, su elevada cantidad de óxido de calcio (42,65%) puede asociarse o bien a la muestra n° 5 (43,45%) o a la n° 7 (43,99), sin descartar la muestra n° 4 (41,38%). Pero, es la muestra n° 7 la que tiene una cantidad de sílice (13,7%) más parecida (14,29%). No obstante, para el resto de los óxidos (aluminio, hierro, potasio, magnesio, sodio, titanio) es la muestra n° 8 la que se aproxima más. Todo indicaría una procedencia de las Cuevas romanas.

Localización	Muestras	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO
Castillo de Maimón	4	41,38	15,46	2,43	2,62	0,91	0,59	0,16	0,18	0,02
Carrera del Caballo	5	43,45	13,38	1,65	2,56	0,61	0,47	0,23	0,1	0,02
Carrera del Caballo	6	40,1	16,17	2,27	4,8	0,79	0,59	0,25	0,13	0,03
Cuevas romanas	7	43,99	13,7	1,62	0,66	0,56	0,78	0,2	0,1	0,02
Cuevas romanas	8	39,06	19,88	2,33	0,93	0,79	0,75	0,27	0,14	0,02

Tabla 3: Descripción de la composición química de las muestras de las canteras.

4) En su artículo, los autores no precisan en qué sitio cogieron la o las muestras.



Fig. 12: Afloramiento de cantera al borde de la carretera del Cabello.



Fig. 13: Muestras cogidas en la sala grande del restaurante actual Cuevas Romanas.

Existe una cierta similitud entre las muestras de la Carrera del Caballo y Cuevas romanas, por ejemplo, entre las muestras nº 5 y nº 7, o nº 6 y nº 8, por lo que puede resultar complejo al comparar las muestras; pero existe una diferencia entre ambos yacimientos. En efecto, hemos podido documentar la presencia de pequeñas conchas en la formación de la calcarenita de la Carrera del Caballo (Fig. 12). En cambio, no se detectaron restos marinos en las muestras de la calle Cairuán y de Plaza de Colón nº 9, por lo tanto, pensamos que las muestras nº 10, nº 11 y nº 12 son oriundas de las Cuevas romanas.

### A MODO DE CONCLUSIÓN. HACIA UNA PRIMERA INTERPRETACIÓN SOBRE EL ORIGEN DE LOS SILLARES

Tanto las fuentes escritas como los datos arqueológicos muestran que el perímetro amurallado de *madīnat al-Qurtuba* fue objeto de distintas actuaciones desde el año 711 hasta finales del periodo califal. Pese a que la documentación arqueológica no nos permite inducir proporciones sobre el proceso de recuperación, los resultados obtenidos mediante la fluorescencia de rayos X permiten relacionar una construcción con las canteras. Las técnicas de difracción de rayos X y la espectroscopia Raman nos han permitido la identificación de los diferentes compuestos que constituyen los materiales empleados para la construcción de la muralla islámica. El análisis realizado ha sido cualitativo, no cuantitativo, lo que permite asociar el material de procedencia a alguna de las canteras existentes en la cercanía de Córdoba, pero no con una total certeza. Además, este estudio ha permitido identificar algunos componentes minoritarios presentes en los materiales que hasta ahora no habían sido identificados. Estos resultados pueden resultar de gran importancia ya que pueden ser empleados como una huella dactilar del material.

En su territorio, dentro de un radio de 5 km, Córdoba dispone de varios centros de explotación ubicados al norte de la ciudad, en las faldas de la Sierra Morena (COURAULT, 2016: 322 fig.143a). La peculiaridad es que sólo una cantera se caracteriza por galerías: Cuevas romanas, aunque no se descarta que las canteras de la Albaida fueron explotadas al inicio por este sistema (PENCO, MORENO, GUTIERREZ, 2004: 238) mientras que las otras se definen por una explotación a cielo abierto. Al nivel cronológico, la investigación está actualmente en la incapacidad de establecer una cronología pomenorizada de funcionamiento. En este sentido, para la cantera Castillo de Maimón se planteó la hipótesis que podría haber abastecido los primeros proyectos urbanísticos de la Córdoba republicana y altoimperial, tal como lo dejaría entrever la presencia de una cisterna de 40 m x 40 m de muy buena fábrica de *opus caementicium* (siglo I d.C.) (COURAULT, e.p.). En el caso de las Cuevas romanas, tal como su nombre indica, su funcionamiento ha sido puesto en relación con el periodo imperial. En lo que concierne a la explotación de Santa Ana de Albaida, la investigación opina que dicha cantera ha sido empleada en época republicana, así como en un momento califal (PENCO, MORENO, GUTIERREZ, 2004: 244, VALLEJO, FERNÁNDEZ, 2010: 409ss) por haber sido el foco de abastecimiento para *madīnat al-Zahra*. El principal argumento que permitiría diferenciar entre la época antigua y la época medieval islámica y cristiana son las cajas de extracción que tienen distintas dimensiones debido a la evolución del módulo.

Basándonos en los resultados expuestos, se pueden avanzar las pistas de reflexión siguientes:

1. Los musulmanes conocían la ubicación por lo menos de algunas canteras.
2. Los bloques de la muralla de la calle Cairuán y de Plaza de Colón nº 9, es decir, de dos épocas distintas, tendrían probablemente los sillares oriundos de la misma cantera, y más concretamente la de las Cuevas romanas, aunque no podemos descartar el uso de la cantera de Castillo de Maimón.
3. Entre los siglos VIII-X d.C. se utilizan canteras antiguas.
4. Es probable que la cantera "Cuevas Romanas" haya sido una de las últimas canteras utilizadas en la Antigüedad.
5. Podríamos dar un primer paso para replantear la idea preconcebida de que las canteras ya no se usan en la Antigüedad Tardía y que se rompe el ciclo de producción de la piedra. En efecto, el ciclo de la piedra debió de seguir (aún queda por confirmarlo con otros análisis). En este sentido, no existen noticias que nos informen de que los canteros abandonaran el trabajo en las canteras. Se trata de una idea preconcebida para explicar

en parte el proceso de *spolia*. Pero es evidente que había menos actividad en las canteras y que siempre se necesitan nuevas piedras porque todas no estaban en disposición de poder recuperarse (desmantelamiento, erosión, etc.).

## BIBLIOGRAFÍA

ANÓNIMO (1950): **Una crónica Anónima de Abd al-Rahman III al-Nasir**, ed., trad., notas e índice de E. Levi-Provençal y E. García Gómez, Madrid-Granada.

ARJONA CASTRO, A. (1982): **Anales de Córdoba Musulmana (711-1008)**, Córdoba.

ARJONA CASTRO, A. (1997): **Urbanismo de la Córdoba califal**, Córdoba.

BARILARO, D. *et alii* (2005): "A detailed spectroscopic study of an Italian fresco", **Journal of Applied Physics**, 97.

BARRIOS-NEIRA, J. *et alii* (2003): "Contribución al estudio litológico de los materiales empleados en monumentos de Córdoba de distintas épocas", **Arqueología de la Arquitectura**, 2, pp. 47-53.

BARRIOS NEIRA, J., *et alii* (2009): "Biocalcarentas como materiales de construcción en la Iglesia de Santa marina de Aguas Santas (Córdoba, España)", **Materiales de Construcción**, 59, pp. 125-134.

BEATTIE, I.R., GIBSON, T.R. (1970): "The single-crystal Raman spectra of nearly opaque materials. Iron (III) oxide and chromium (III) oxide", **Journal of the Chemical Society A: Inorganic, Physical, Theoretical**, pp. 980-986.

BERMÚDEZ, CANO, J.M. (2005): "La Puerta de Baeza en la cerca de la Ajerquía cordobesa", **Anuario Arqueológico de Andalucía 2000**, Vol. III, Sevilla, pp. 333-349.

BLANCO GUZMÁN, R. (2008): "Algunas precisiones sobre la *Qurtuba* Tardoislámica. Una mirada a la arquitectura doméstica de al-Rabaḍ al-Šarqī", **Anales de Arqueología Cordobesa**, 19, pp. 293-322.

BLANCO GUZMÁN, R. (2009): "*Madīnat Qurtuba* tras la *fitna*. Una aproximación a través de la historiografía", **SPAL**, 16, pp. 41-51.

CASTEJÓN, R. (1929): "Córdoba califal", **Boletín de la Real Academia de Córdoba**, 25, Córdoba, pp. 254-339.

CASTELLÓ MOXÓ, F. (1976): "Descripción nueva de Córdoba musulmana, Traducción y notas", **Anuario de Filología, Separata 2, Universidad de Barcelona**, Barcelona, pp. 123-154.

COURAULT, C. (2015): «Nouvelle approximation sur la fortification des faubourgs de Madīnat al-Qurṭuba au X<sup>e</sup>me siècle», **ANTIQUITAS**, n°27, pp. 111-123.

COURAULT, C. (2016) : **Les remparts de Cordoue. Une investigation archéologique depuis l'Antiquité jusqu'à l'époque médiévale**, Cordoue, Thèse doctorale.

COURAULT, C. (en presse): «Latomia Corduba y Damnatio Ad Metalla. Una hipótesis de trabajo en la cantera Castillo de Maimón (Córdoba, España)», **XVI Congreso Internacional sobre patrimonio geológico y minero**, XIX sesión científica de la SEDPGYM. Belmez/Peñarroya-Pueblonuevo (Córdoba), 1-4 de octubre del 2015.

DAZA SÁNCHEZ, A. de los REMEDIOS GIL ORTEGA, M., AROCA CASTILLEJOS, G., (2014): "El espacio subterráneo de las cuevas romanas de Córdoba", **Energía y minas: Revista Profesional, Técnica y Cultural de los Ingenieros Técnicos de Minas**, n°10, pp. 48-53.

DE FARIA, D. L. A., SILVA, S.V., DE OLIVEIRA, M. T. (1997): "Raman Microspectroscopy of some iron oxides and oxyhydroxides", **Journal of Raman Spectroscopy**, 28, pp. 873-878.

ESCOBAR CAMACHO, J.M. (1985): "Historia Medieval", **Córdoba y su provincia**, Sevilla, pp. 207-323.

ESCOBAR CAMACHO, (1989): **Córdoba en la Baja Edad Media**, Córdoba.

ESCUADERO ARANDA, J.M. *et alii* (1999): "Las murallas de Córdoba (El proceso constructivo de los recintos desde la fundación romana hasta la Baja Edad Media)", en GARCÍA VERDUGO, F.R., ACOSTA RAMÍREZ, F. (Coords.), **Córdoba en la Historia: la construcción de la Urbe**. Actas del Congreso, Córdoba 20-23 de Mayo, 1997, Córdoba, pp. 201-244.

FORT, R., CHAPO, T., GONZÁLEZ-REYERO, S. (2017): "Selective use of limestone in Iberian Iron Age sculptures and monuments: a case study from Jutia (Albacete, Spain)", **Archaeological and Anthropological Science**, doi: 10.007/S12520-017-0574-6.

FRANQUELO, M. L., ROBADOR, M. D., PÉREZ-RODRÍGUEZ, J. L. (2015): "Study of coating by thermal analysis in a monument built with calcarenite", **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, 121, pp. 195-201.

GUALTERI, A., VENTURELLI, P. (1999): "In situ study of the goethite-hematite phase transformation by real time synchrotron power diffraction", **American Mineralogist**, 84, pp. 895-904.

HART, T.R., ADAMS, S.B., TEMPKIN, H. (1976): "Raman scattering from phonons and magnons in  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>", en BALKANSKI, M., LEITE, R., PORTO, S. (Eds.), **Proceedings of the 3rd International Conference on Light Scattering in Solids**, Paris, pp. 254-258.

JAYARAMAN, A., WOOD, D. L., MAINES, R. G. (1987): "High-pressure Raman study of the vibrational modes in AlPO<sub>4</sub> and SiO<sub>2</sub> ( $\alpha$  quartz)", **Physical Reviews B**, 35, pp. 8316-8321.

JUBB, A. M., ALLEN, H. C. (2010): "Vibrational spectroscopic characterization of hematite, maghemite, and magnetite thin films produced by vapor deposition", **Applied Materials and Interfaces**, 2, pp. 2804-2812.

KINGMA, K. J., HEMLEY, R. J. (1994): "Raman spectroscopic study of microcrystalline silica", **American Mineralogist**, 79, pp. 269-273.

LAFUENTE Y ALCÁNTARA, E (1867): **Ajbar Machmuá. Crónica anónima del siglo XI**, Madrid.

LEÓN PASTOR, E. (2010): "*Portus Cordubensis*", **Anejos de Anales de Arqueología Cordobesa**, 2, 2009-2010, Córdoba, pp. 45-72.

LEÓN MUÑOZ, A., BLANCO, R. (2010): "La fitna y sus consecuencias. La revitalización urbana de Córdoba en época almohade", en VAQUERIZO, D., MURILLO, J.F., **El Anfiteatro Romano de Córdoba y su entorno urbano. Análisis Arqueológico (ss. I-XIII d.C.)**, Monografías de arqueología cordobesa, 19, vol. II, Córdoba, pp. 699-726.

LEÓN, MUÑOZ, A., LEÓN PASTOR, E., MURILLO REDONDO, J.F. (2008): "El Guadalquivir y las fortificaciones urbanas de Córdoba", **4º Congreso Internacional sobre fortificaciones, "Las Fortificaciones y el Mar"**, Alcalá de Guadaíra, 2007, Alcalá de Guadaíra, pp. 261-290.

LÓPEZ REY, N. (1992): **Informe sobre el seguimiento arqueológico en el solar de la Plaza Maimónides 4 y 5**. Delegación Provincial de Cultura. Exp. 460. (Inédito).

MAKRESKI, P., JOVANOVSKI, G., KAITNER, B. (2009): "Minerals from Macedonia. XXIV. Spectra-structure characterizations of tectosilicates", **Journal of Molecular Structure**, 924-925, pp. 413-419.

MONTEALEGRE, L., BARRIOS, J., NIETO, M. (1996): "The materials of construction of the west of the Mosque of Córdoba (Spain) and their deterioration", **8th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone**, Berlin (Germany), pp. 51-60.

MONTEALEGRE, L., BARRIOS, J., ROS, F. (1994) Caracterización de material de canteras y comparación

con sillares de monumentos cordobeses. **Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía**, 17, pp. 45-46.

MORENA LÓPEZ, J.A. (2002): "Resultados preliminares de la excavación arqueológica de urgencia realizada en el solar nº63 de la calle Agustín Moreno de Córdoba", **Anuario Arqueológico de Andalucía, 1999, III, Actividades de Urgencia**, volumen I, Sevilla, pp. 151-156.

MORENO ALMENARA, M. *et alii* (2004): **Informe-Memoria de resultados de la I.A.U. realizada en el entorno de la Puerta de Almodóvar. Córdoba (Corte 10 y 11)** (inédito).

OCAÑA JIMÉNEZ, M. (1935): "Las Puertas de la Medina de Córdoba", **Al-Andalus revista de las escuelas de Estudios árabes de Madrid y Granada**, vol.III, Madrid-Granada, pp. 143-151.

ORTIZ URBANO, R. (2007): **Informe y Memoria de la actividad arqueológica preventiva en Ronda de Isasa 2 y C/ Amparo 1 (Córdoba)** (Inédito).

ORTIZ URBANO, R.F. (2010): "A.A.P. Ronda de Isasa, 2 y C/ Amparo, 1 (Córdoba)", **Anuario Arqueológico de Andalucía, 2005, Actividades de Urgencia, III**, Sevilla, pp. 489-499.

PENCO VALENZUELA, F., MORENO ALMENARA, M., GUTIERREZ DEZA, M. I. "Dos canteras romanas en *Colonia Patricia Corduba*: Peñatejada y Santa Ana de la

Albaida", **Anales de Arqueología Cordobesa**, nº15, pp. 229-248.

RODERO PÉREZ, S. (2012): **Memoria-Preliminar de resultados de la actuación arqueológica preventiva estudio paramental, realizada en la calle Cairuán S/N ampliación hotel NH Amistad (Córdoba), Octubre 2011** (inédito).

SUN, J. *et alii* (2014): "A Raman spectroscopic comparison of calcite and dolomite", **Spectrochimica Acta A**, 117, pp. 158-162.

TORRES BALBÁS, L. (1952): "La medina" = "Estructura de las ciudades hispanomusulmanas: la medina, los arrabales y los barrios", **Al-Andalus**, XVII, pp. 402-433.

VALLEJO TRIANO, A., FERNÁNDEZ BARBA, R. (2010): "Una aproximación a las canteras de piedra calcarenita de Madīnat al-Zahrā", **Cuadernos de Madīnat al-Zahrā**, 7, pp. 405-419.

VAQUERIZO, D. (ed.) (2003): **Guía arqueológica de Córdoba**, Córdoba.

VARGAS CANTOS, S. *et alii* 2005: **Informe Arqueológico Garaje Alcázar, C/ Cairuán nº1**, Córdoba, informe inédito.

VARGAS CANTOS, S.; PIZARRO BERENGENA, G.; SALINAS PLEGUEZUELO, E. (2010): «Actividad Arqueológica preventiva en Garaje Alcázar; C/Cairuán nº1, Córdoba», **Anuario Arqueológico de Andalucía 2004**, Sevilla, pp. 379-395.

Recibido: 28/3/2019

Aceptado: 11/4/2019