

# El taller vidriero de los siglos IV-V de la *Insula II* del Molinete (Cartagena, España): análisis arqueológico e interpretación

THE GLASS WORKSHOP OF THE 4TH-5TH CENTURIES IN THE *INSULA II* OF THE MOLINETE (CARTAGENA, SPAIN): ARCHAEOLOGICAL ANALYSIS AND INTERPRETATION

**FECHA RECEPCIÓN**  
27/01/2023


**FECHA ACEPTACIÓN**  
12/7/2023

## **María Victoria García-Aboal**

Universidad de Murcia

Dpto. de Prehistoria, Arqueología, Historia Antigua, Historia Medieval y Ciencias y Técnicas Historiográficas, Facultad de Letras.


Santo Cristo, 1, E-30001 Murcia.

mvga2@um.es  0000-0001-7355-7430

## **David J. Govantes-Edwards**

Universidad de Córdoba

Facultad de Letras, Plaza de Santa Cruz 2 1C, Sevilla, E-41004.

z72goedd@uco.es  0000-0003-3998-2200

## **Chloe N. Duckworth**

Newcastle University

Armstrong Building, Newcastle upon Tyne NE1 7RU, United Kingdom.


chloe.duckworth@newcastle.ac.uk  0000-0002-5454-8122

## **José Miguel Noguera Celdrán**

Universidad de Murcia

Dpto. de Prehistoria, Arqueología, Historia Antigua, Historia Medieval y Ciencias y Técnicas Historiográficas, Facultad de Letras.

Santo Cristo, 1, E-30001 Murcia.

noguera@um.es  0000-0002-9177-4751

(Responsable de correspondencia)

**Resumen** La excavación arqueológica de la denominada *Insula II* del Molinete (Cartagena, provincia de Murcia, España) permitió documentar un santuario isíaco activo desde finales del siglo I al III. Tras su amortización y abandono, sus estructuras fueron ocupadas entre el segundo cuarto/mediados del siglo IV y la primera mitad del V por sendos talleres artesanales dedicados a la fabricación de vidrio y hierro. En este trabajo se caracterizan dichas instalaciones productivas, poniendo especial énfasis en el taller vidriero y su contexto arqueológico. Se estudia su organización topográfica, la estructura de sus instalaciones e infraestructuras (en particular sus hornos), así como algunos indicios materiales asociados a la actividad productiva. Asimismo, los equipamientos, en especial los hornos, se confrontan con otros similares documentados en diversas regiones del occidente romano, lo que junto con el estudio de algunos desechos de producción procedentes del entorno inmediato del taller permite vincularlos con ciertas garantías a la producción vidriera. También se hace una primera presentación y discusión de los resultados del análisis químico de un conjunto de muestras de vidrio recogidas de los contextos vinculados a la actividad del taller y a algunos niveles de su entorno posteriores al cese de su actividad. La documentación de este nuevo ambiente productivo abre nuevas perspectivas de análisis de la *Carthago Spartaria* de los siglos IV-V y contribuye a perfilar su carácter artesanal y comercial.

**Palabras clave** *Carthago Spartaria*, vidrio, horno, Arqueología de la producción, comercio, Egipto, arqueometría.

**Abstract** The archaeological excavation of the so-called *Insula II* of the Molinete (Cartagena, province of Murcia, Spain) documented an Isiac sanctuary active from the end of the 1<sup>st</sup> to the 3<sup>rd</sup> century. After it was abandoned, its structures were occupied by craft facilities dedicated to the manufacture of glass and the working of iron between the second quarter/ middle of the 4<sup>th</sup> century and the first half of the 5<sup>th</sup> century. This paper characterises these production facilities, laying special emphasis on the

García-Aboal, M. V., Govantes-Edwards, D. J., Duckworth, C. N. y Noguera Celdrán, J. M. (2023): "El taller vidriero de los siglos IV-V de la *Insula II* del Molinete (Cartagena, España): análisis arqueológico e interpretación", *Spal*, 32.2, pp. 250-290. <https://dx.doi.org/10.12795/spal.2023.i32.19>

glass workshop and its archaeological context. Its topographical organisation, the structure of its production facilities and infrastructures (in particular its furnaces) are studied, as well as some of the material evidence associated with production activity. In addition, the facilities, especially the furnaces, are compared with other similar features attested in various regions of the Roman West, which, together with the study of some production waste, allows us to link them with the manufacture of glass. A first presentation and discussion of the results of the chemical analysis of a set of glass samples collected from the contexts linked to the activity of the workshop and some levels of in its vicinity, after the activity of the workshop had ceased, is also presented and discussed. This new evidence opens up new perspectives for the analysis of *Carthago Spartaria* in the 4<sup>th</sup>-5<sup>th</sup> centuries and contributes to outlining its artisanal and commercial character.

**Keywords** *Carthago Spartaria*, glass, furnace, Archaeology of production, trade, Egypt, archaeometry.

## 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto arqueológico desarrollado desde 2008 en el cerro del Molinete (Noguera *et al.*, 2016; 2019), la antigua acrópolis (Pol. 10.10.7-11) de la colonia romana de *Carthago Nova* (Cartagena, prov. de Murcia; *Hispania citerior, conventus Carthaginensis*) (para la Cartagena romana: Ramallo, 2011; Noguera, 2014; Noguera y Madrid, 2014) (fig. 1), ha aportado datos relevantes para la reconstrucción de la topografía y urbanismo de la parte noroccidental de la ciudad, así como de la evolución de sus *insulae* y edificios públicos y privados entre los siglos II a.C. y VII. La ladera sureste de la acrópolis estuvo ocupada entre los siglos I y III por viviendas con atrio (*Insula IV*) y edificios públicos y semipúblicos, entre ellos los del Foro de la colonia (Velasco *et al.*, 2020), las Termas del Puerto (Madrid *et al.*, 2015) y el Edificio del Atrio (Noguera *et al.*, 2016), ambos ubicados en la *Insula I*, y el santuario de Isis de la *Insula II* (fig. 2). Este santuario fue excavado casi íntegramente entre los años 2015 y 2016, proporcionando una amplia secuencia estratigráfica comprendida entre los siglos II-I a.C. y el VII. En 2019 se publicó con detalle el *area sacra* isiaca y se avanzaron algunos datos sobre la ocupación del recinto en época tardorromana y bizantina (Noguera *et al.*, 2019). En efecto, tras cesar la actividad religiosa en el santuario en un momento impreciso del siglo III, sus ambientes abandonados fueron ocupados durante el segundo cuarto/mediados del siglo IV y la primera mitad del V por, al menos, dos instalaciones artesanales de carácter productivo, una vidriera y otra centrada en el trabajo del hierro, cuyo registro proporciona materiales y desechos de fabricación asociados a dichas actividades. El objetivo principal de este trabajo es, de una parte, contextualizar dichas instalaciones desde el punto de vista arqueológico, en particular el taller vidriero, analizando su organización, estructura, equipamientos e indicios asociados a la actividad vidriera; y de otra, presentar y discutir un avance de los resultados del análisis químico de un conjunto de muestras de vidrio recogidas en los contextos vinculados a la producción del taller y en algunos niveles posteriores al cese de su actividad (posiblemente como consecuencia de las remociones acaecidas en el entorno desde mediados del siglo V al VII). Los resultados alcanzados no sólo son relevantes por proporcionar información sobre un área de producción vidriera conocida en extensión y asociada a otra de fabricación de hierro, completando el panorama hasta ahora conocido de los talleres vidrieros de *Carthago Spartaria* (véase como obra fundamental: Sánchez de Prado, 2018, pp. 20-34 y, en particular, pp. 364-367), sino que proporcionan por vez primera un contexto bien caracterizado de la ciudad del siglo IV y contribuyen a consolidar su perfil artesanal y comercial en esta centuria y la siguiente.

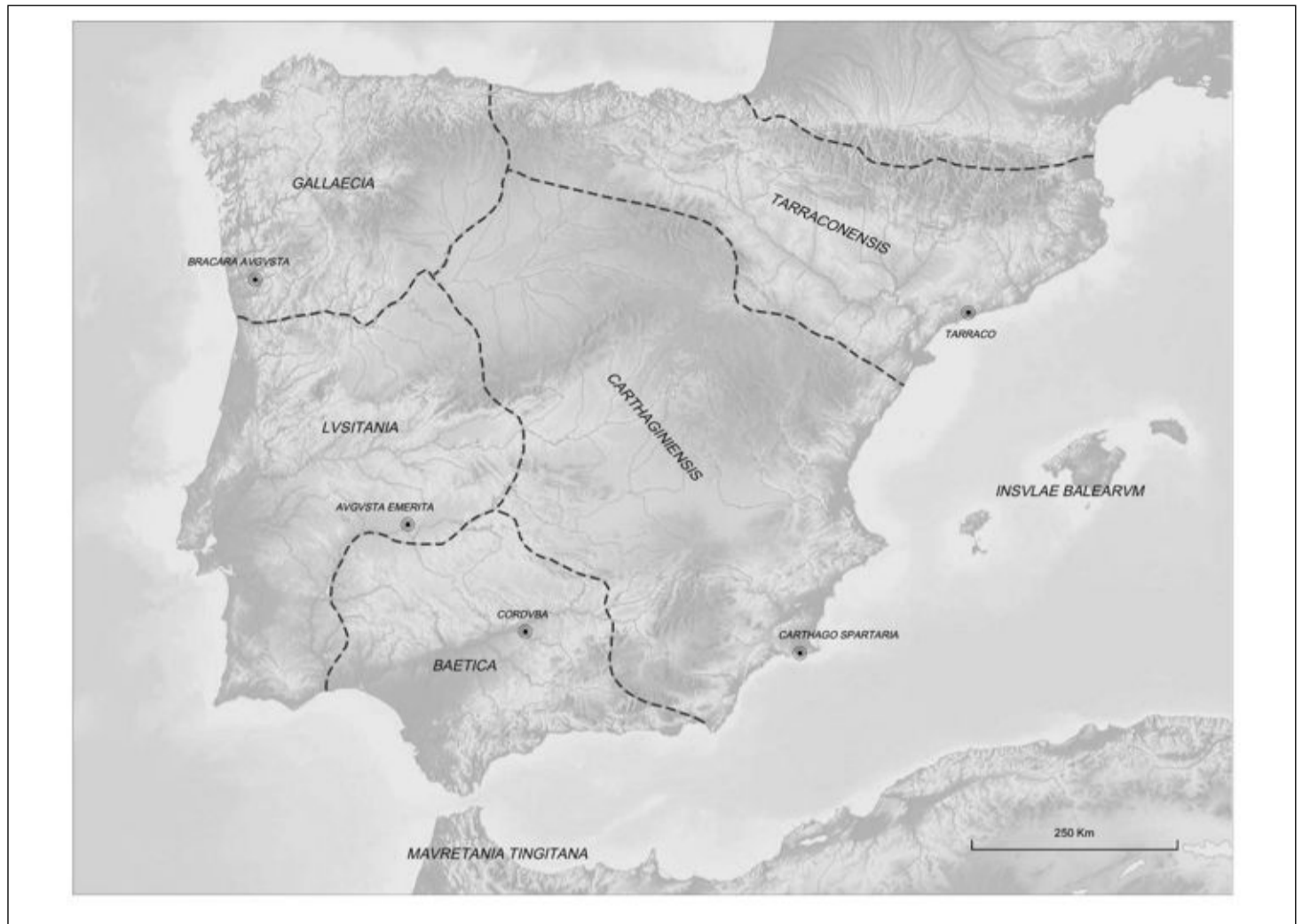


Figura 1. Mapa de la península ibérica en los siglos IV-V y ubicación de *Carthago Spartaria* (actual Cartagena) (dibujo J. G. Gómez).

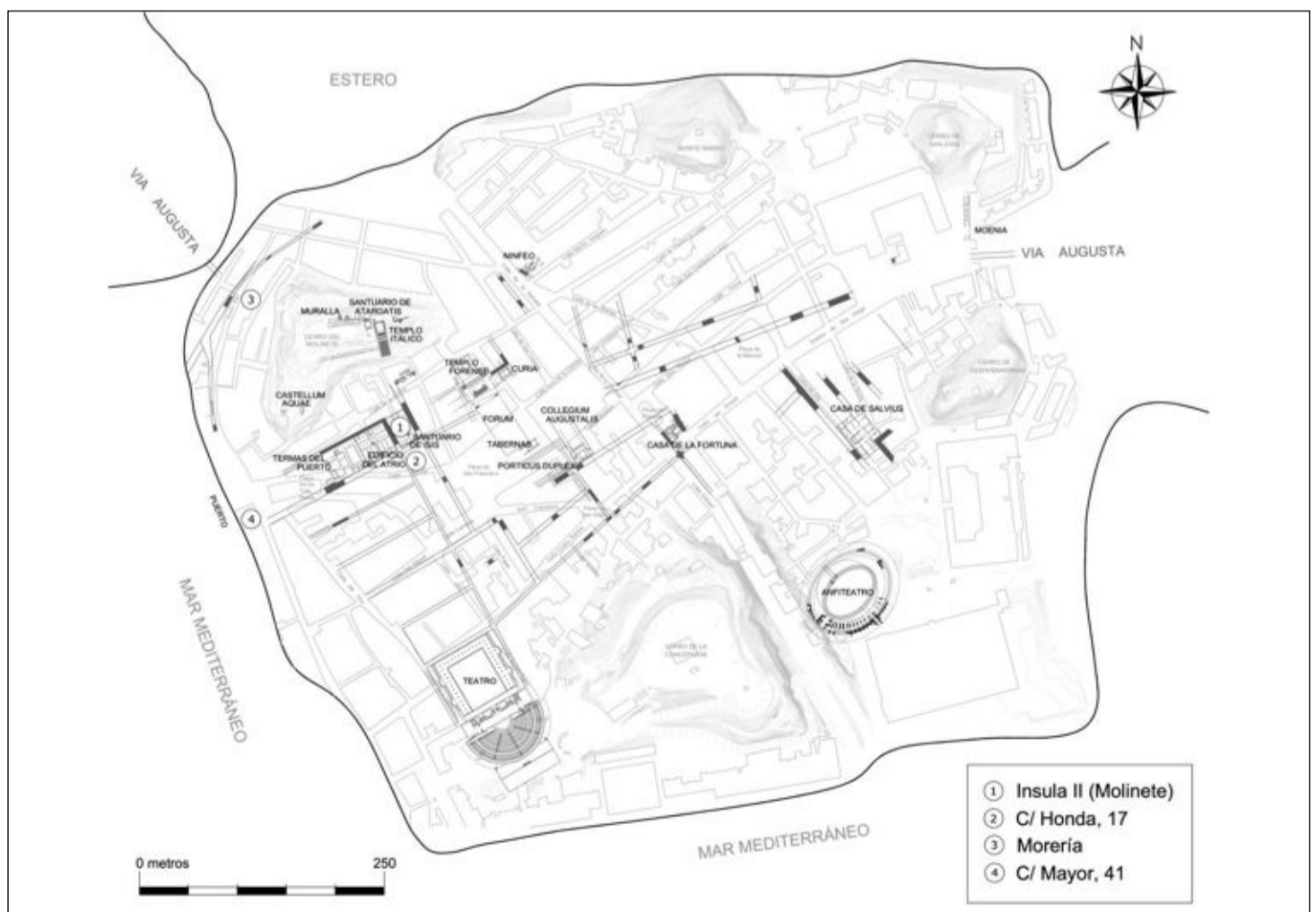


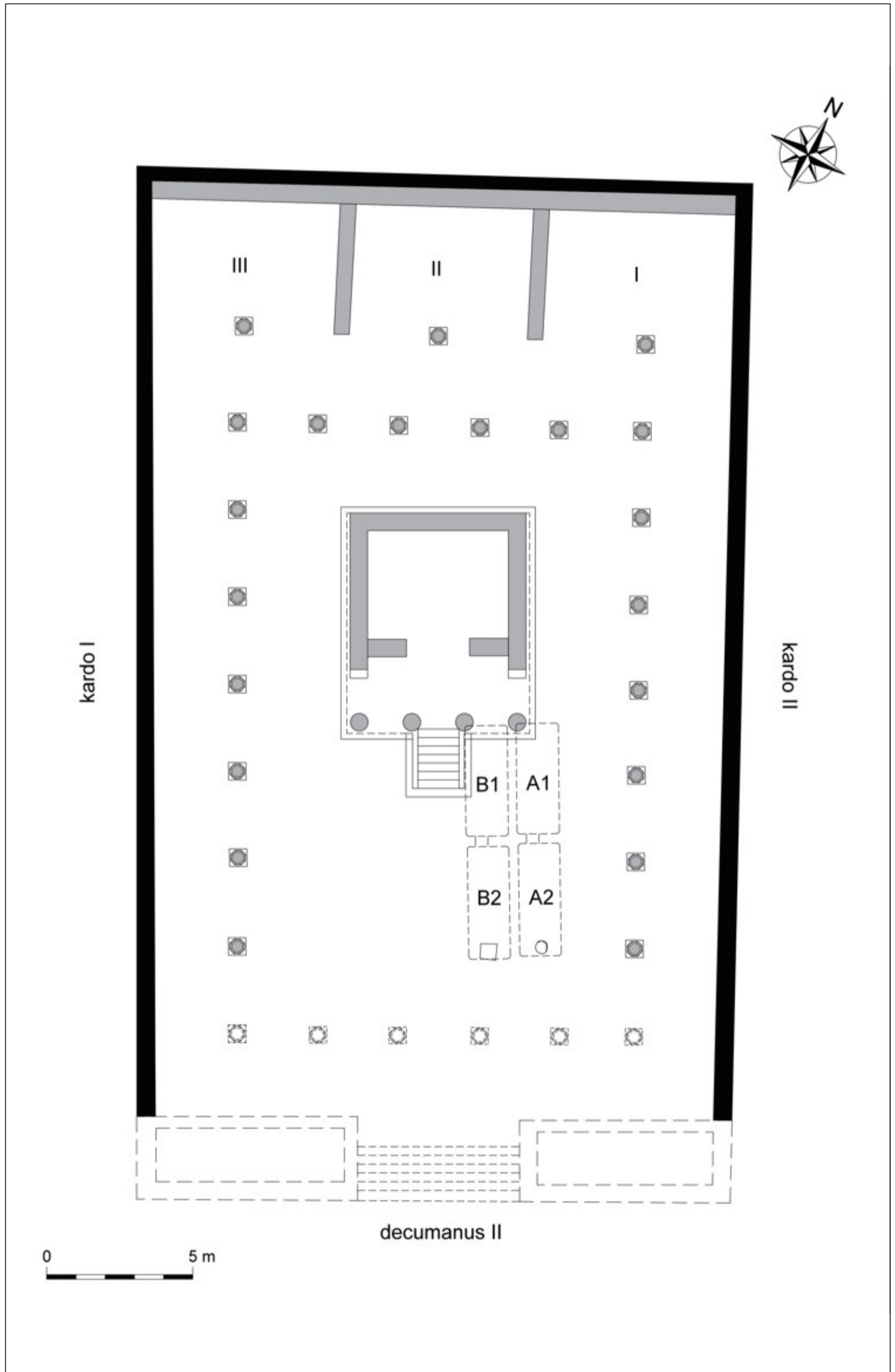
Figura 2. Topografía y urbanismo de *Carthago Nova/Carthago Spartaria* entre los siglos I-V (superpuesto al diseño urbano de la actual Cartagena) e indicación de los principales talleres vidrieros de época altoimperial (n.º 4) y tardorromana (n.º 1-3) (CAD J. G. Gómez; edic. científica J. M. Noguera y M.ª V. García-Aboal).

## 2. EL ÁREA PRODUCTIVA Y SU CONTEXTO ARQUEOLÓGICO

### 2.1. La *Insula II* y el santuario de Isis

La *Insula II* tiene su origen en el proceso de urbanización augustea de la ladera sureste de la acrópolis de la colonia, actual cerro del Molinete. Al noroeste estuvo ocupada por un complejo termal, del que se ha documentado parte del área de servicio perteneciente a la primera fase del edificio y una piscina fría de su etapa final (siglo V) (Pavía, 2018, p. 243, fig. 6). Al sureste, ocupando dos tercios de la manzana, hubo un *area sacra* de planta rectangular orientada de sureste a noroeste (Noguera *et al.*, 2019) (fig. 3). Delimitada por potentes muros de sillares de arenisca, estaba presidida por un pequeño templo –del que sólo queda parte del *podium*– alzado en el centro de un patio al descubierto, rodeado por una triple (o cuádruple) galería porticada. Tras el pórtico noroeste, la cabecera del santuario constaba de tres grandes ambientes de dimensiones muy similares. En el subsuelo del patio se dispusieron cuatro cisternas interconectadas entre sí para el almacenaje de agua pluvial usada en diferentes rituales. Esta configuración tipológico-arquitectónica es propia de los templos colegiales, y recuerda la de los santuarios isiacos de Sabratha (Dardaine *et al.*, 2008, pp. 193-197) y *Baelo Claudia* (Dardaine *et al.*, 2008). Ello, unido a la presencia de las cisternas y a su ambientación egiptizante, permite interpretarlo como un posible *Isaeum* o *Serapieion* (Noguera *et al.*, 2019). Los contextos cerámicos de los niveles fundacionales fechan su construcción en el periodo flavio o a inicios del trajaneo, tal vez bajo el reinado de Vespasiano, emperador que dio un notable impulso al culto isiaco en todo el Imperio (Fontana, 2010, pp. 59-62, n° 278; Capriotti, 2014, pp. 237-258), y en paralelo a una notable fase de actividad edilicia en *Carthago Nova* (Soler y Noguera, 2011).

La estratigrafía arqueológica no proporciona contextos de abandono del santuario, que estuvo en uso durante el siglo II y al menos en las dos primeras décadas del III. Los pavimentos del recinto sacro están perdidos en casi toda su superficie y, en la secuencia constatada, sobre sus rellenos constructivos se depositaban directamente los niveles vinculados a sus primeras transformaciones tardías: un proceso intensivo de expolio de material constructivo y la construcción de la referida piscina del edificio termal anexo en el ambiente occidental de la cabecera. Los contextos cerámicos asociados son poco significativos y no permiten determinar un *terminus ante quem* para la pérdida de funcionalidad, desacralización y abandono del santuario (García-Aboal, 2022, pp. 564-580). Algunos datos de interés proceden del adyacente Edificio del Atrio –posible sede de una corporación vinculada al santuario–, que en la segunda mitad del siglo III fue ocupado por varias viviendas unifamiliares abiertas a su antiguo atrio con pozo (Madrid *et al.*, 2010, pp. 226-237). Si esta asociación es correcta, es posible que este proceso de privatización del edificio colegial pueda relacionarse con el fin de la actividad en el santuario. Además, este horizonte de amortización coincide con el que la arqueología detecta para la recesión de la vida urbana de la ciudad altoimperial y sus equipamientos (Quevedo, 2015), y concuerda con el del resto de *Hispania*, donde no hay testimonios que avalen la perduración del culto isiaco más allá de inicios del siglo III. Con la información disponible tampoco se pueden definir las causas del fin del culto, que quizás deban buscarse en un proceso de agotamiento e incapacidad de la ancestral religión alejandrina (Alvar, 2012, pp. 34-35).

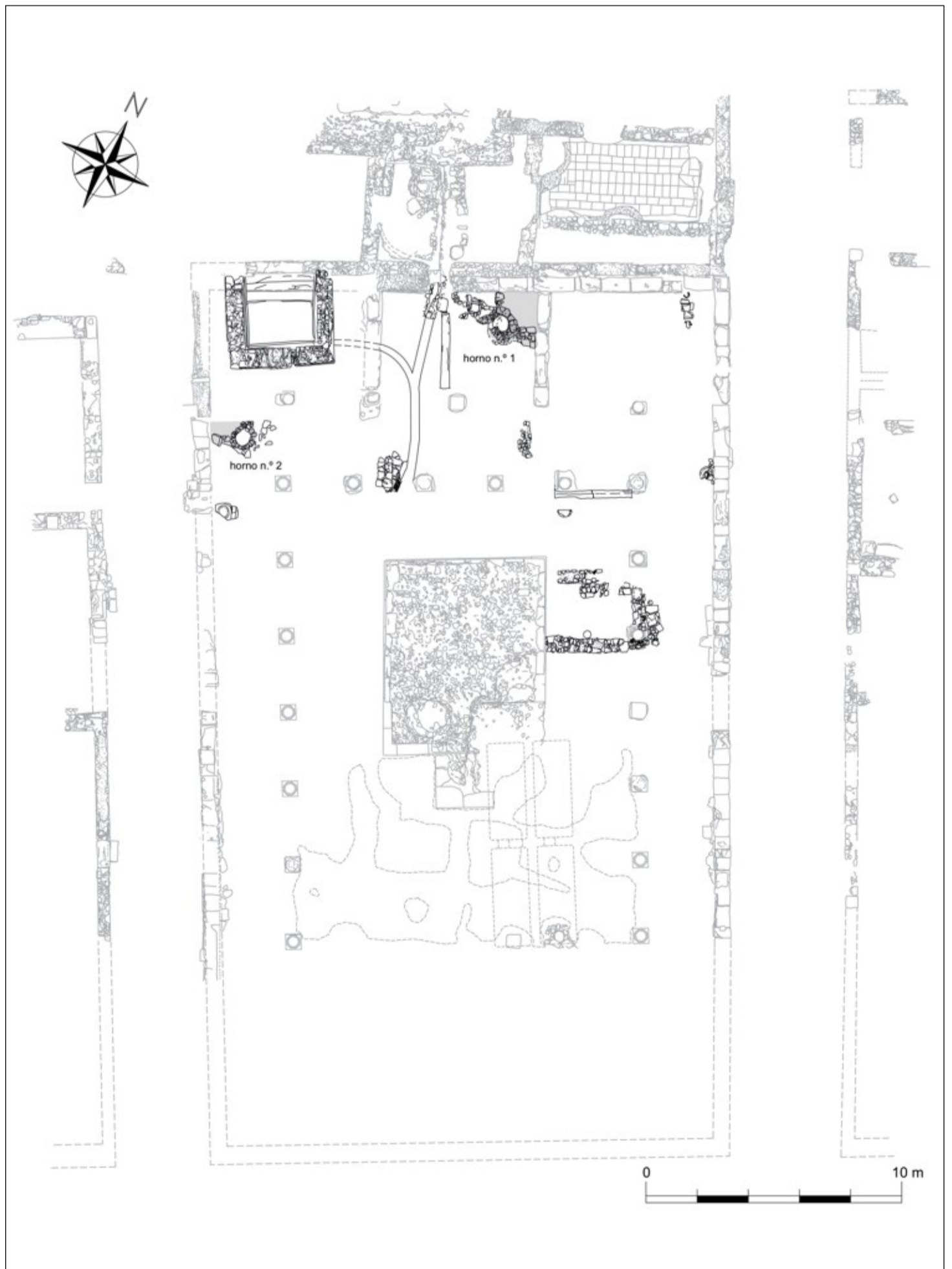


**Figura 3.** Molinete, Cartagena. *Insula II*. Plano arquitectónico interpretado del Santuario de Isis (CAD J. G. Gómez; edic. científica J. M. Noguera, M. J. Madrid y V. Velasco).

## 2.2. La instalación artesanal de la *Insula II*: la evidencia arqueológica

### 2.2.1. Topografía y estructuras de producción

La topografía de la instalación artesanal de la *Insula II* se diferenció poco de la del precedente santuario, especialmente durante sus primeras fases. La distribución de sus espacios apenas experimentó cambios y se configuraron ambientes específicos para la actividad vidriera y el trabajo del hierro (figs. 2, nº 1, y 4-6). La instalación ocupó el tercio noroeste del área sacra, delimitado por los antiguos muros perimetrales aún en pie en el siglo IV, desarrollándose el trabajo del vidrio y del hierro en los ambientes de la cabecera y pórtico noroeste y en el espacio al aire libre entre este último y el podio del templo. El antiguo espacio cultual fue despojado de sus materiales nobles, que fueron sustituidos por suelos de tierra y estructuras hechas de material reutilizado. En el siglo V, algunos tabiques de material de reemplazo introdujeron algunos cambios en la distribución interna del recinto productivo. Destaca la colocación en horizontal de dos fustes monolíticos del pórtico del santuario, una vez colapsado, como elementos de separación entre zonas de producción: uno con orientación sureste-noroeste para dividir en dos ámbitos la capilla central de la cabecera y otro con alineación noroeste-sureste cegando el intercolumnio más oriental del antiguo pórtico noroeste. Estas estructuras, cuyas disposiciones son las mismas que las del precedente santuario, sugieren un intento de delimitar áreas de producción diferenciadas, si bien no parece que la instalación estuviese estrictamente compartimentada.



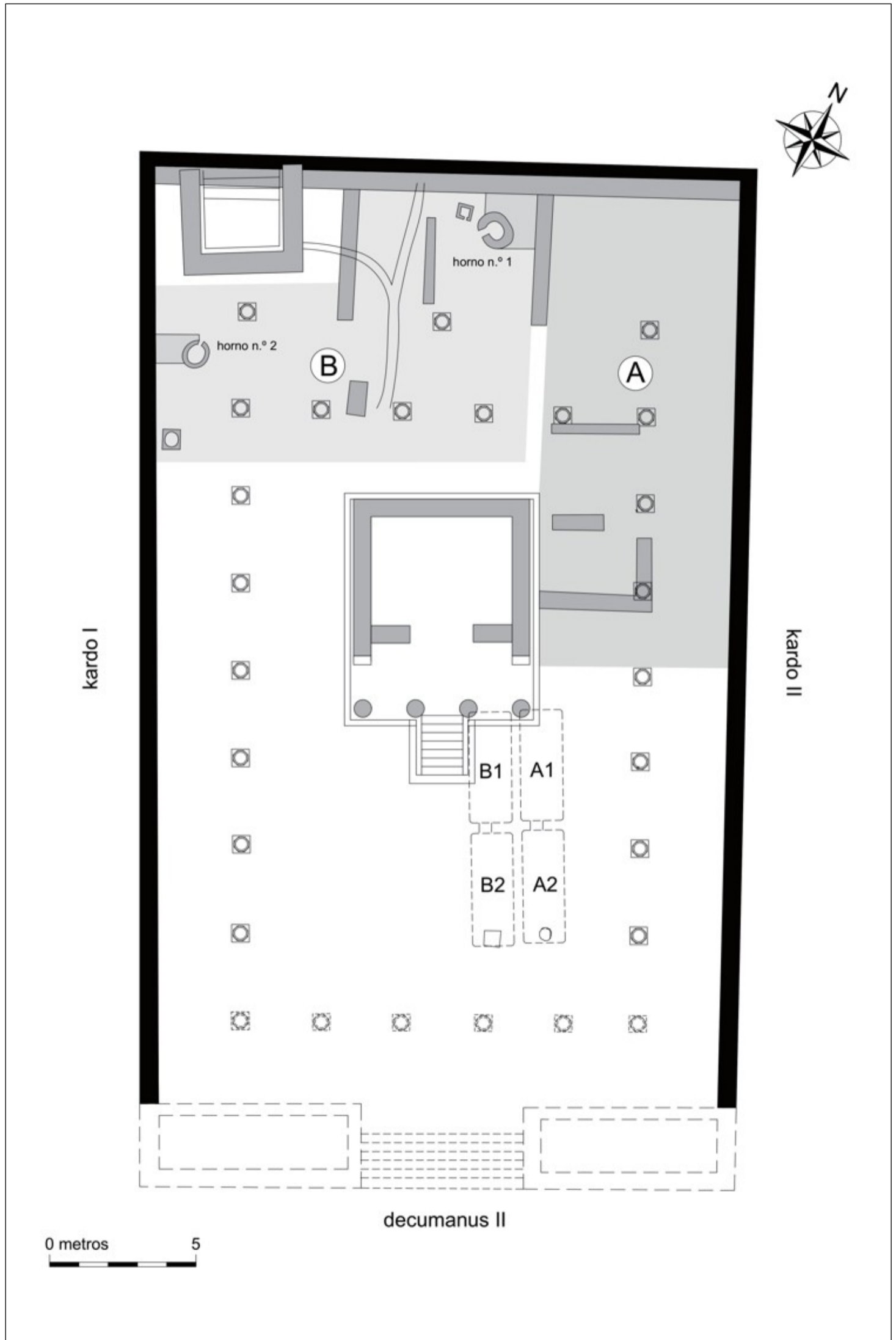
**Figura 4.** Molinete, Cartagena. Plano arqueológico de la *Insula II*, con fases culturales de los siglos IV-V superpuestas a la de época altoimperial (CAD J. G. Gómez; edic. científica J. M. Noguera, M. J. Madrid, M.ª V. García-Aboal y V. Velasco).

### 2.2.1.1. El sector noreste

En la capilla noreste de la cabecera del santuario y en el pórtico y patio al descubierto que le preceden se constatan indicios asociados al trabajo del hierro (figs. 5A y 6A). El depósito arqueológico muestra la superposición de sucesivos suelos o niveles de uso de tierra apisonada, algunos con abundante ceniza (fig. 7). Entre los suelos se disponen finos estratos, derivados probablemente de la actividad allí realizada, que marcan la amortización del suelo precedente y la formación de uno nuevo. La recuperación de abundantes escorias de hierro en los niveles de uso propicia la interpretación de esta zona como una herrería (actualmente, estas escorias están en estudio por un equipo del Instituto de Historia del CSIC). El principal rasgo de los niveles de uso es la presencia de algunas oquedades ovales o circulares, de entre 20 y 30 cm de diámetro, en algunas de las cuales había restos de carbón y, en una de ellas, escorias de hierro. Asociadas a algunos de estos suelos se construyeron pequeñas estructuras de material reutilizado, que pudieron servir como basamento para elementos tales como morteros, molinos o yunques. También en estos niveles se han constatado numerosos agujeros pequeños (de entre 5 y 20 cm), de forma circular y rectangular y normalmente agrupados, aunque distribuidos de forma aleatoria y sin orden predeterminado; pudieron pertenecer a estructuras o elementos muebles asociados a los procesos productivos aquí desarrollados.



**Figura 5.** Molinete, Cartagena. Fotografía aérea de la Insula II, con indicación del área del taller de hierro (A) y del vidriero (B) (fotografía y CD J. G. Gómez; edic. científica M.ª V. García-Aboal y J. M. Noguera).



**Figura 6.** Molinete, Cartagena. *Insula II*. Plano arquitectónico interpretado del Santuario de Isis, con indicación del área ocupada por el taller de hierro (A) y por el vidriero (B) (CD J. G. Gómez; edic. científica M.ª V. García-Aboal y J. M. Noguera).



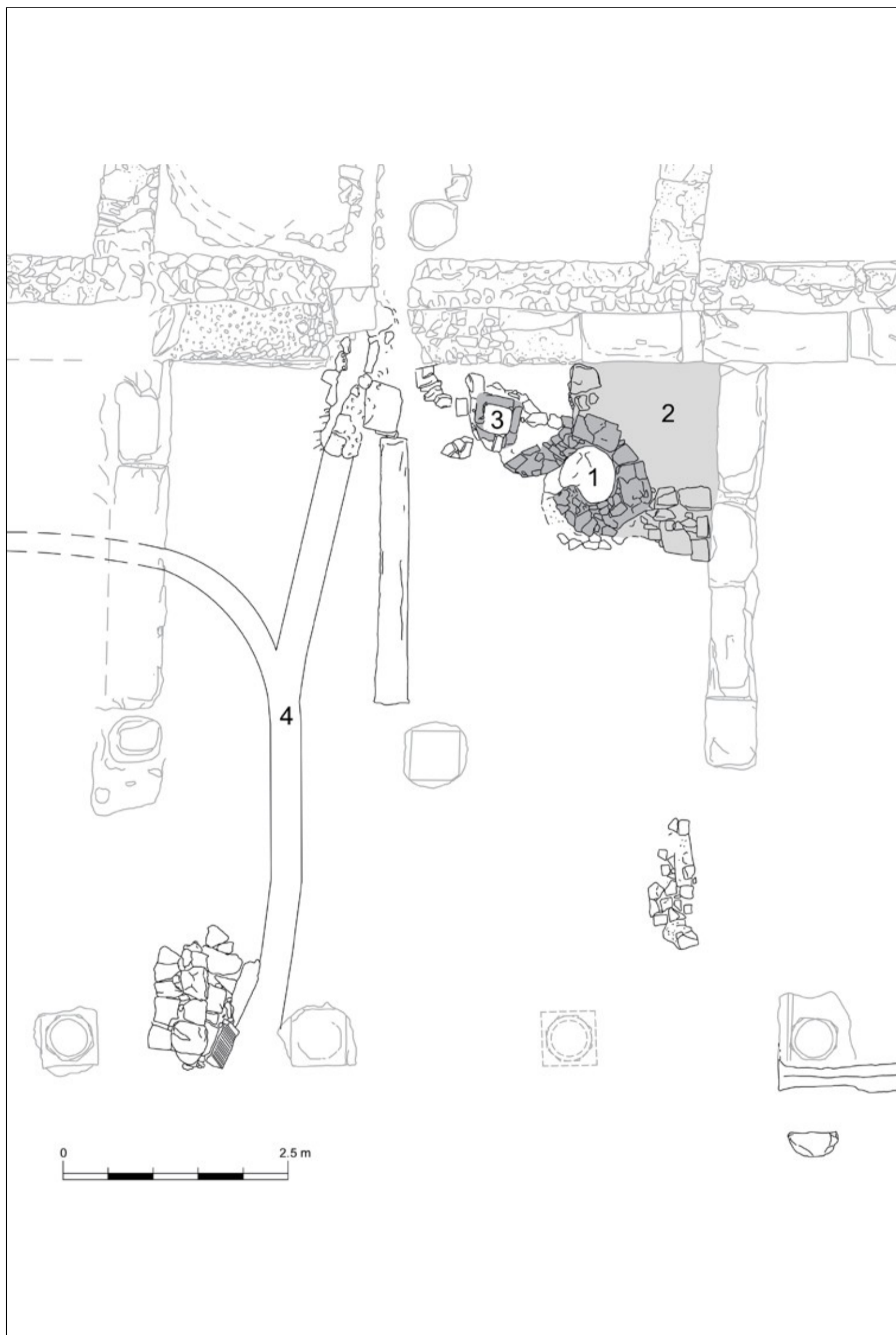


**Figura 7.** Molinete, Cartagena. *Insula II*. a. Vista general de la zona destinada al trabajo del hierro. b. Posibles forjas. c-d. Estructuras del taller de metal (fotografías Equipo Molinete).

### 2.2.1.2. El sector noroeste-suroeste

En la capilla central de la cabecera del santuario y en el pórtico delante de la capilla suroeste el registro arqueológico es muy diferente (figs. 5B y 6B). En el ángulo norte de la capilla central se constató un horno de obra y planta circular, que conserva en relativo buen estado la cámara de combustión, parte de su revestimiento interno y la boca de alimentación (nº 1) (figs. 4, nº 1, 5B, nº 1, 6B, nº 1, 8, nº 1, y 9, nº 1); no conserva la cámara superior de fusión (Noguera *et al.*, 2019, pp. 122-123, nº 4-1 [D. Govantes-Edwards y C. Duckworth]). La cámara de combustión, de ca. 1.10 m de diámetro exterior, fue hecha de material refractario reutilizado –ladrillos y *tegulae* de diferente módulo, completos o fragmentados– trabado con barro. La parte superior de las paredes tiene un acabado regular hecho con ladrillos dispuestos en horizontal, mientras que la parte inferior era de mayor grosor y estaba hecha con el mismo material de módulo inferior. El interior fue revestido de una capa de arcilla, alterada por efecto del calor, que permitía un mejor aislamiento. No se conservan restos del suelo interior de la cámara, ni de vitrificación, aunque sí cenizas. En su lado sur estaba la boca de alimentación abocinada (fig. 9, nº 2), cuyas paredes y fondo eran de ladrillos que conservan huellas de rubefacción.

El horno se encajó entre los muros de la capilla central y quedó ligado a ellos mediante dos estrechos muretes de piedra y ladrillo (fig. 9, nº 3), que sirvieron para contener un relleno de arcilla compacta que colmó el espacio existente entre el horno y dichos muros (figs. 8, nº 2, y 9, nº 4). Junto al murete noreste se construyó una pequeña plataforma cuadrada, cuya superficie se remató con latericio y *tegulae* dispuestos en horizontal (fig. 9, nº 5).



**Figura 8.** Molinete, Cartagena. *Insula II*. Plano arqueológico del sector noroeste del taller de vidrio, con indicación de las principales estructuras asociadas al horno nº 1 (CAD J. G. Gómez; edic. científica J. M. Noguera, M.ª J. Madrid, M.ª V. García-Aboal y V. Velasco).



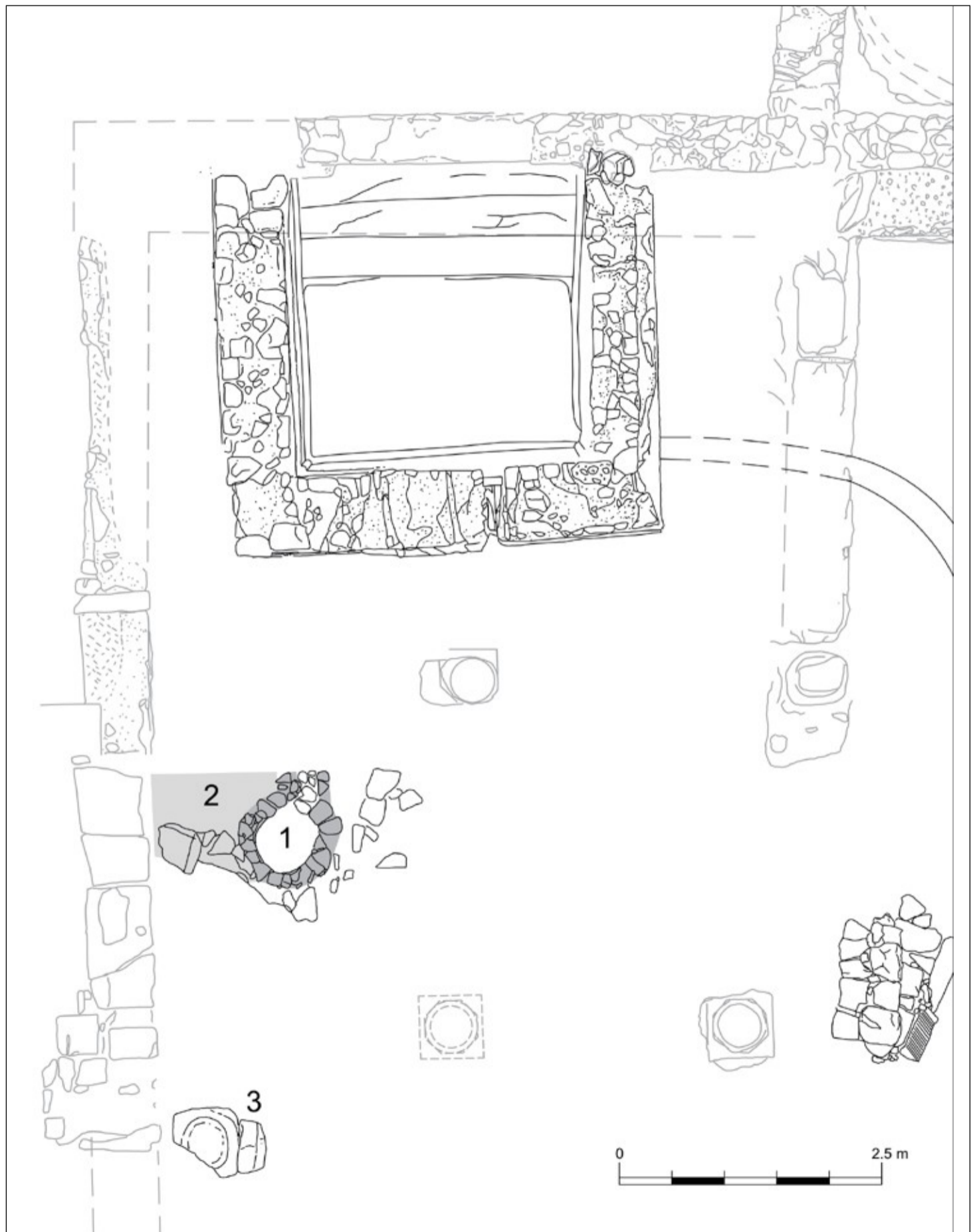
**Figura 9.** Molinete, Cartagena. *Insula II*. Horno nº 1 y estructuras adyacentes en el sector noroeste del taller de vidrio (fotografía Equipo Molinete).

Al oeste del horno se dispuso una estructura cuadrangular, de ca. 50 cm de lado, hecha de adobe y fragmentos de ladrillo (figs. 8, nº 3, 9, nº 6). Su cámara interior estaba revestida de arcilla y tenía una boca estrecha (de ca. 8 cm) en su lado sur. En su interior había restos de ceniza. Asociado a todas estas estructuras se ha constatado un único nivel de uso de tierra apisonada.

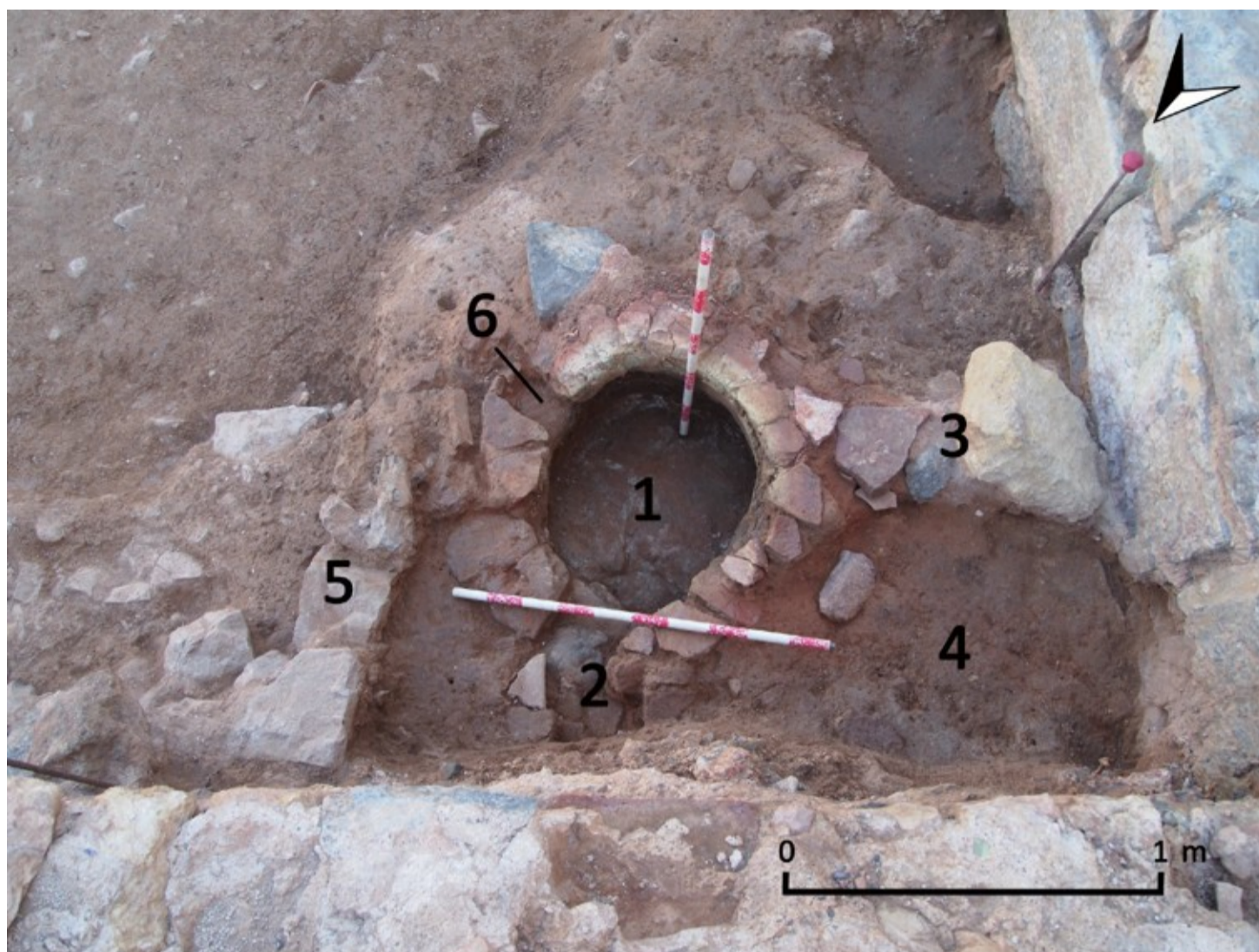
La otra mitad (suroeste) de la capilla estuvo ocupada por el canal de desagüe del edificio termal anexo al noroeste, aún en funcionamiento durante la primera etapa de la instalación y cuyo flujo de agua residual tal vez pudo ser utilizado en las tareas artesanales (Pavía, 2018, p. 243, fig. 6; García-Aboal, 2020) (fig. 8, nº 4). Estas estructuras dejaron de funcionar en la primera mitad del siglo V, antes del abandono de la instalación artesanal.

En el pórtico delante de la capilla suroeste hubo un segundo horno (nº 2) (figs. 4, nº 2, 5B, nº 2, 6B, nº 2, 10, nº 1, y 11, nº 1), muy similar al nº 1, que conserva parte de la cámara de combustión y quizás del arranque de la de fusión, la boca de alimentación con su canal y un segundo orificio de ventilación; no conserva la parte superior de la cámara de fusión ni restos de vitrificación. La cámara de combustión circular, de ca. 1 m de diámetro exterior, era de piedras, ladrillos y *tegulae* trabados con barro. El interior tenía una capa de arcilla endurecida de color amarillo claro y evidencias de rubefacción más intensas que en el caso precedente. No conserva restos del suelo. Tenía una boca de alimentación de ca. 18 cm prolongada en forma de canal (fig. 11, nº 2) y, al contrario que el nº 1, una segunda abertura de ventilación hacia el este (de ca. 10 cm) (fig. 11, nº 6). La cámara de combustión estaba rematada, como la del nº 1, por ladrillos en horizontal;

sobre esta hilera apoyaba un conjunto de ladrillos de canto que podrían pertenecer al arranque de la cámara de fusión (fig. 12). Un murete que conectaba el horno con el muro suroeste del santuario (fig. 11, nº 3) pudo servir para contener el relleno de arcilla compactada de una plataforma maciza similar a la del nº 1 (figs. 10, nº 2, y 11, nº 4). Al noreste del horno quedan los restos de otra estructura de barro y mampostería, conservada muy parcialmente (fig. 11, nº 5).



**Figura 10.** Molinete, Cartagena. *Insula II*. Plano arqueológico del sector suroeste del taller de vidrio, con indicación de las principales estructuras asociadas al horno nº 2 (CAD J. G. Gómez; edic. científica). M. Noguera, M.ª J. Madrid, M.ª V. García-Aboal y V. Velasco).



**Figura 11.** Molinete, Cartagena. *Insula II*. Horno nº 2 y estructuras adyacentes en el sector suroeste del taller de vidrio (fotografía Equipo Molinete).

262



**Figura 12.** Molinete, Cartagena. *Insula II*. Arranque de la cámara de fusión del horno nº 2 del sector suroeste del taller de vidrio, documentada durante el proceso de excavación (fotografía Equipo Molinete).

Más al sureste y también junto al muro suroeste del santuario había una estructura rectangular elaborada con material reutilizado, en cuyo ángulo sureste había un bloque de arenisca (de 0.65 m de lado) con un rebaje de sección hemisférica en su parte central, configurándose como un vaso que pudo servir de mortero (figs. 10, nº 3, y 13).

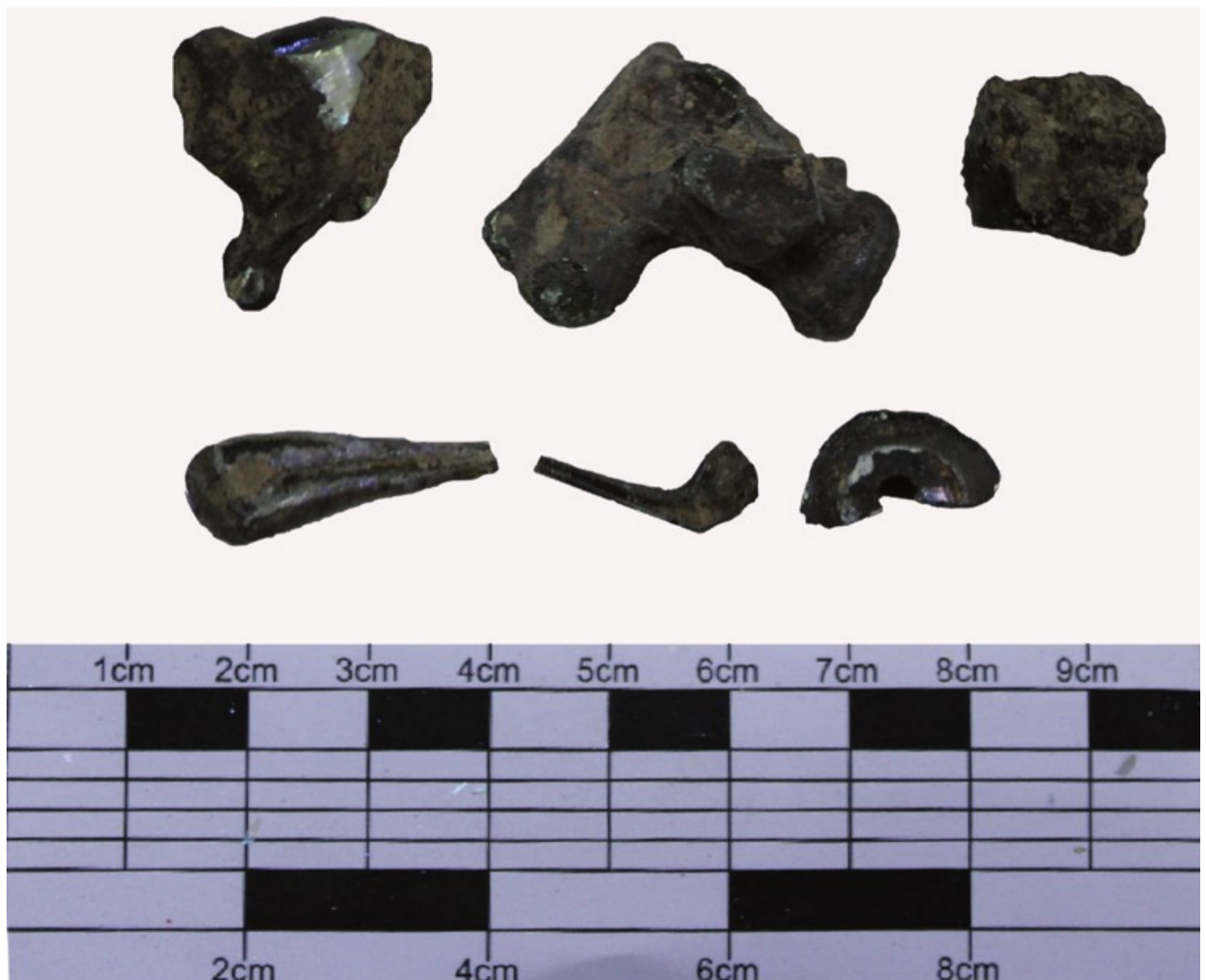


**Figura 13.** Molinete, Cartagena. *Insula II*. Estructuras con bloque de arenisca con rebaje hemisférico en su parte central (posible mortero), documentadas en la parte sureste del sector suroeste del taller de vidrio (fotografía Equipo Molinete).

Como a continuación expondremos, los hornos nº 1 y 2 y sus estructuras anexas podrían vincularse con la fabricación de vidrio. Otros indicios asociados a esta producción son muy escasos. No se han recuperado útiles, como las cañas de soplado, ni tampoco crisoles, a pesar de que el empleo de estos se generalizó en el siglo IV (Foy y Nenna, 2001, pp. 64-65). Tampoco hay residuos de producción, lo que podría explicarse por el reciclaje asociado a los procesos de fabricación, centrado en la recuperación y reaprovechamiento de vasos y material de desecho susceptible de ser refundido.

Sin embargo, sí se han documentado restos de gotas, pepitas e hilos de estiramiento que pueden vincularse a los procesos de producción vidriera (fig. 14). El problema de estos radica en que no provienen de unidades estratigráficas directamente asociadas a estructuras productivas, como los hornos, sino a algunos de los niveles de uso del área del adyacente taller de hierro, donde también se han hallado escorias férricas. A pesar de ello, estas escorias vítreas pueden interpretarse como deposiciones primarias relacionadas directamente con el periodo de actividad del taller («*giacitura primaria sepolta*», en opinión de Mannoni y Giannichedda, 1996, p. 121, fig. 19). En efecto, llama la atención la concentración de estos desechos en la zona noreste de la instalación dedicada al trabajo del metal y su ausencia en torno a los hornos de vidrio, pero ello podría explicarse por

desplazamientos fortuitos y labores de mantenimiento. De esta forma, algunas de estas escorias habrían pasado de la superficie de trabajo vidriero a integrarse en los niveles de uso del taller de hierro, posiblemente de modo accidental, pues la actividad de reciclaje no obvia que algunos objetos o escorias se extravíen o queden olvidados (Mannoni y Giannichedda, 1996, fig. 48). También debe tenerse en cuenta el mantenimiento diferencial en las distintas zonas de la instalación, que la secuencia estratigráfica evidencia con claridad. Alrededor de los hornos se constata un solo nivel de uso de tierra apisonada sin deposiciones asociadas a los trabajos productivos; los suelos estaban limpios y en perfecto estado. Por el contrario, en la zona de trabajo del metal la secuencia estratigráfica está formada por una superposición de varios niveles de uso y sus subsiguientes reparaciones, formados por tierra apisonada y definidos por la presencia de abundantes restos de las labores realizadas, como cenizas y escorias metálicas. Esto pone de relieve la diferencia en las tareas de mantenimiento en los dos sectores de la instalación: en el de los hornos este trabajo fue constante y concienzudo (no detectándose ni siquiera trazas de ceniza en el nivel de uso), pues era indispensable para su correcto funcionamiento (Mannoni y Giannichedda, 1996, pp. 234-235). En el adyacente sector férreo no hubo este tipo de tareas de limpieza, lo que provocó una superposición de niveles de uso por la acumulación de residuos. En este contexto, bien puede entenderse la presencia de algunas escorias vítreas en el ámbito de trabajo dedicado al hierro. Una situación similar, con este proceso de limpieza sistemática, se constató por ejemplo en el complejo vidriero excavado con ocasión de la construcción del aparcamiento Signoret en Aix-en-Provence (Provenza-Alpes-Costa Azul) (fig. 18, nº 2), donde las cenizas del horno vidriero se acumularon en dos áreas relativamente cercanas (Rivet, 1992, p. 353). Por el contrario de lo que sucede en muchos casos, incluido el taller del Molinete, en la estancia de trabajo y en un área anexa se recuperó un amplio conjunto de objetos vítreos (más de 1700) (Foy y Nenna, 2001, p. 52).



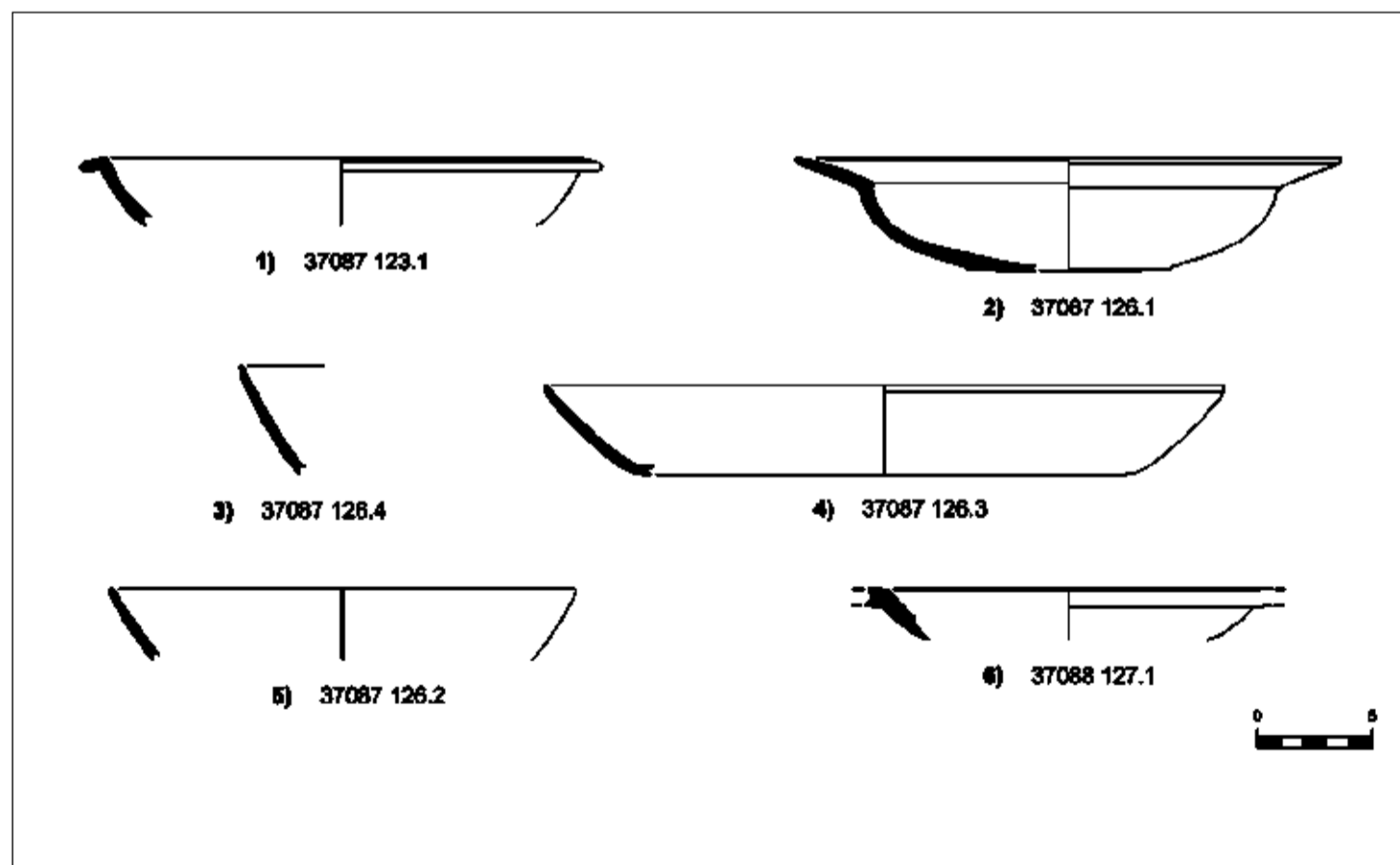
**Figura 14.** Desechos en forma de hilos de estiramiento, nódulos, gotas y barras acanaladas, asociadas a la fabricación de vidrio soplado, procedentes del área de trabajo del hierro adyacente al taller de vidrio (fotografías M.ª V. García-Aboal y D. Govantes-Edwards).

Junto a las referidas escorias, también se hallaron restos vítreos y de desecho de producción en los contextos asociados a la actividad del taller metalúrgico y en otros de fases posteriores. Tras su inventario, se ha realizado un muestreo para aplicar técnicas de análisis arqueométrico para caracterizar física y composicionalmente los vidrios y desechos estudiados. Los resultados permiten acotar el tipo de grupos composicionales de los objetos y contextualizarlos en la actividad productiva del taller y en el marco global de la producción vidriera hispana (Cruz y Sánchez de Prado, 2015, pp. 178-188) y mediterránea (*vide infra* cap. 4 y conclusiones).

### 2.2.2. Cronología

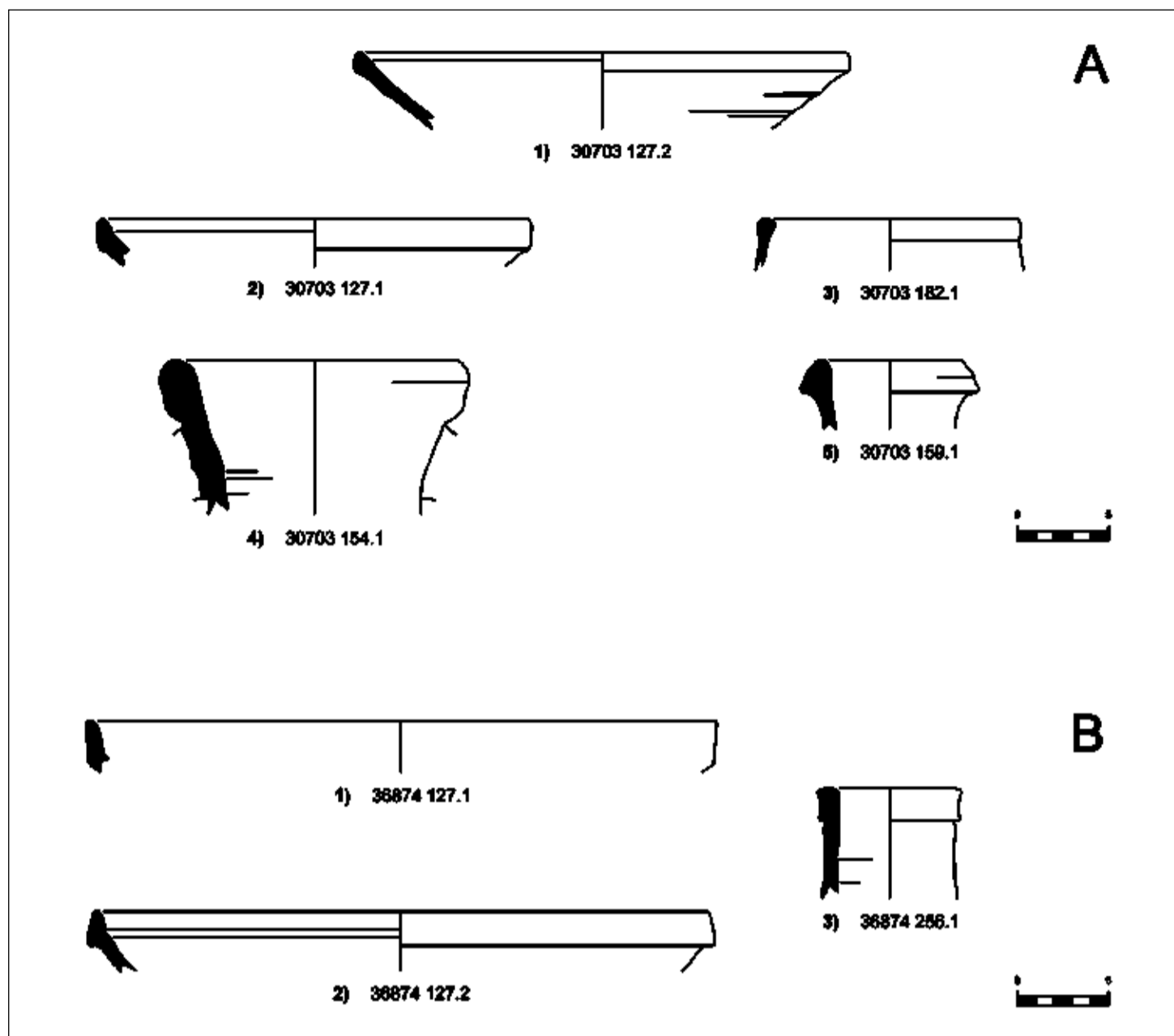
Como hemos referido, el santuario isiaco se transformó en el siglo IV en una instalación para la producción de vidrio y hierro (García-Aboal y Velasco, 2019), uso que perduró durante un largo lapso. Aunque la estratigrafía y los contextos materiales asociados son escasos y se conservan de forma parcial, su estudio permite establecer un amplio intervalo de funcionamiento. El inicio de la actividad puede situarse en el segundo cuarto/mediados del siglo IV, como sugiere la presencia de platos Hayes 58 (Hayes, 1972, pp. 93-96) y 59b (Mackensen, 1993, pp. 399-401) en los niveles de uso más tempranos (fig. 15, nº 1-6). El fin de la actividad del taller se fecha a mediados del siglo V, como avala la presencia en niveles de uso más tardíos de algunos tipos cerámicos característicos de esta centuria: las formas Hayes 61B3 (Bonifay, 2004, p. 171) y 91a (Hayes, 1972, pp. 140-144) (fig. 16B, nº 1-3).

El largo periodo de actividad de la instalación tiene su reflejo en varios niveles de uso y circulación superpuestos, que han sido documentados principalmente en el área destinada al trabajo del metal. Estos suelos permiten definir un total de 8 fases de uso, atestiguadas muy parcialmente. El nivel de la primera fase se data en el segundo cuarto/mediados del siglo IV (fig. 15, nº 1-6) y su uso se prolongó durante un largo periodo de tiempo, pues la segunda fase se fecha casi un siglo después (fig. 16A, nº 1-5), en un momento avanzado del primer cuarto del siglo V. En esta fase, el horno nº 1 quedó afectado por el derrumbe de algunas estructuras cercanas y se produjo la colmatación del mencionado canal de desagüe a consecuencia del abandono del edificio termal adyacente. El resto de las fases –de la tercera a la octava (fig. 16B, nº 1-3)– se sucedieron muy rápidamente, pues la última se fecha a mediados de la quinta centuria.



**Figura 15.** Selección de material del contexto cerámico asociado a la primera fase de uso del taller vidriero, fechada en el segundo cuarto/mediados del siglo IV. 1. Hayes 58 en TSA A. 2. Hayes 45b en TSA C. 3-5. Hayes 50 en TSA C. 6. Hayes 59b en TSA D (dibujo M.ª V. García-Aboal).





**Figura 16.** A. Selección de material del contexto cerámico asociado a la segunda fase del taller vidriero. 1. Hayes 50b, nº 61 en TSA D. 2. Hayes 61 B1 en TSA D. 3. Lamb. 1/3 en cerámica lucente. 4. Ánfora Majuelo I. 5. Ánfora indeterminada. B. Selección de material cerámico asociado a la octava y última fase de uso de la instalación artesanal. 1. Hayes 61 A/B2 en TSA D. 2. Hayes 61 B3 en TSA D. 3. Ánfora LRA 1 a (dibujo M.<sup>a</sup> V. García-Aboal).

La información arqueológica no permite determinar con seguridad si los dos hornos de vidrio estuvieron en uso de forma simultánea. Aunque el registro no aporta datos sobre la fecha exacta de su construcción, la cota y composición de los suelos y el depósito estratigráfico precedente permite plantear la hipótesis de que ambos fueran coetáneos, al menos durante un periodo de tiempo. Sin embargo, también el registro evidencia que el horno nº 1 dejó de funcionar a inicios del siglo V, algunas décadas antes del abandono del taller, lo que también permite sugerir la hipótesis de que el segundo se construyese para sustituir al primero, en consonancia con la habitual vida corta de estas estructuras y su sustitución por otras nuevas construidas incluso en el mismo lugar (Foy y Nenna, 2001, p. 62). La presencia de varias de estas estructuras en un mismo taller es frecuente, aunque es complejo determinar si todos tuvieron la misma función o si satisficieron diferentes pasos del proceso productivo. Así, por ejemplo, en Montée de la Butte (Lyon) se constató un área artesanal vidriera con un total de 15 hornos. No todos funcionaron a la vez, sino que algunos se construyeron sobre otros precedentes, llegando incluso a superponerse cinco estructuras de combustión en un mismo sector. Sin embargo, el taller se vertebró en varias zonas de trabajo en las cuales hubo hasta tres hornos trabajando a la vez (Motte y Martin, 2003).

La estrecha similitud entre los hornos nº 1 y 2 sugiere que se destinaron a la misma función. Con todo, la presencia de un orificio de tiro en el nº 2 podría revelar la necesidad de obtener una mayor temperatura durante el proceso de fusión, y por ende su uso para un proceso técnico preciso.

Tras el abandono del taller, en coincidencia con una nueva fase de dinamismo de la ciudad, el antiguo santuario fue nuevamente ocupado con estructuras domésticas y/o comerciales, como también se ha constatado en el Edificio del Atrio (Vizcaíno, 2018, p. 99).

### 3. EL SECTOR NOROESTE-SUROESTE DEL TALLER: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Frente a lo constatado en el sector noreste donde se hallaron abundantes escorias de hierro, la interpretación del sector noroeste-suroeste pasa por el análisis tipológico-tecnológico de sus dos hornos y algunas otras estructuras, así como por la toma en consideración de algunos restos vítreos y desechos productivos localizados en la herrería, todo lo cual avala plantear la hipótesis de un taller vidriero.

#### 3.1. Análisis tipológico/tecnológico de los hornos

Los dos hornos identificados en este sector conservan parte de la cámara de combustión, de planta circular y un diámetro entre 1 y 1.10 m, y sus respectivas bocas de alimentación. Aunque no quedan restos del suelo ni de vitrificación, el interior estaba revestido de arcilla y el material muestra evidencias de rubefacción. Ambos se construyeron parcialmente enterrados. El nº 2 tenía el arranque de la cámara de fusión y en la de combustión una abertura de tiro adicional. Todos estos rasgos son propios de una serie de hornos, preservados en un estado muy similar a los de Cartagena, asociados a la fabricación de vidrio y su soplado. A su interpretación y la de sus estructuras anexas coadyuvan también algunos documentos iconográficos con figuraciones de talleres y artesanos vidrieros. Analizamos a continuación los atributos de los hornos vidrieros con los que establecer analogías interpretativas para los del Molinete.

##### 3.1.1. Talleres primarios y secundarios: la evidencia iconográfica

Los autores de época romana apenas aportan información escrita sobre las instalaciones vidrieras. Plinio (*Nat.* 36. 193-194) proporciona una detallada descripción del proceso de fabricación del vidrio, que constaba de tres operaciones de fusión: la primera para fabricarlo en bruto, la segunda para obtener el *hammonitrum* o frita (aunque, en realidad, no existen evidencias materiales de que la producción vidriera en el periodo romano hiciera uso del fritado, que es un paso más bien relacionado con el empleo de fundentes vegetales, como sí se constata por ejemplo en Mesopotamia); y la tercera para lograr vidrio con que elaborar objetos diversos (Gasparetto, 1967, p. 51). No aporta, sin embargo, datos sobre los rasgos de las instalaciones usadas en cada uno de estos procesos.

La arqueología proporciona más información y certifica la existencia de diferencias entre las instalaciones encargadas de fabricar vidrio en bruto a partir de la materia prima necesaria (talleres primarios) y aquellas otras en las cuales esta –o bien objetos vítreos ya elaborados y reutilizados– se refundía para fabricar nuevos objetos (talleres

secundarios). Respecto a los talleres primarios, aunque los datos son escasos, algunos hallazgos y análisis arqueométricos sugieren que la materia prima usada en diversos territorios del Imperio fue en su mayoría elaborada en la zona oriental del Mediterráneo, en Egipto y el área siro-palestina (Gorin-Rosen, 2000; Freestone *et al.*, 2000; Nenna *et al.*, 2000; Foy y Nenna, 2001, pp. 35-39; Freestone, 2006, p. 202), lo que a su vez corrobora la información proporcionada por Estrabón (16.2.25). No se puede descartar que la obtención de materia prima se llevara a cabo también en algunos puntos de la península itálica, *Galia* e *Hispania*, como afirma Plinio (*Nat.* 36. 194), si bien no disponemos de evidencias arqueológicas al respecto. A partir de la Edad Media se generalizaron los talleres donde se realizaban todas las fases de producción (Foy, 2000, pp. 147-170).

Para los talleres secundarios, algunas informaciones exhaustivas proceden de las escenas que decoran el disco de tres lucernas del Museo Arqueológico de Split, el Museo Arqueológico Nacional de Ferrara (Sternini, 1995, pp. 48-49; Foy y Nenna, 2001, p. 62, fig. 23) y la necrópolis de Spodnje Škofije (Eslovenia) (Lazar, 2006, p. 230) (fig. 17). Las tres fueron fabricadas con el mismo molde en la segunda mitad del siglo I. En el eje central del disco hay un horno dividido en dos cuerpos. El inferior corresponde a la cámara de combustión y tiene una boca de alimentación de mediano tamaño para introducir el combustible; a su derecha se observa una pequeña oquedad que debía servir para regular el tiro. El cuerpo superior corresponde a la cámara de fusión (o de cocción) y tiene, al menos, otro orificio para acceder al vidrio fundido y soplarlo. Así lo acredita la presencia junto al horno de un personaje sentado, que sostiene una caña de soplar. Frente a él, una superficie plana que sobresale de la pared del horno pudo servir como área de trabajo donde regularizar la masa vítrea. En el lado izquierdo se observa un segundo saliente, que podría corresponder a otro puesto de trabajo similar, o bien a un elemento de protección colocado sobre otro posible orificio en la pared del horno. En este mismo lado, frente al saliente, un segundo personaje observa atentamente un vaso que ase con las manos, el cual podría haber sido extraído de la cámara de recocido, por lo que la ubicación de esta tercera cámara pudo corresponder también con la presencia del mencionado saledizo. Una estructura similar se documenta en una terracota procedente de Egipto, interpretada como un horno vítreo, si bien el remate de la parte superior en forma de chimenea plantea algunas dudas (Foy y Nenna, 2001, p. 61, fig. 22).



**Figura 17.** Lucerna recuperada en la necrópolis de Spodnje Škofije (Eslovenia) (Lazar, 2006, p. 230).

### 3.1.2. Tipología y tecnología de los hornos vidrieros

Los hallazgos de hornos vidrieros en diversos puntos de la geografía romana imperial son, por lo general, parcos y fragmentarios, y suelen corresponder a la cámara de combustión, como en el caso del Molinete. Esta fragmentariedad dificulta el establecimiento de tipologías, más allá de la forma de las plantas (Foy y Nenna, 2001, p. 62), las cuales suelen ser de varios tipos: rectangulares, cuadradas, ovaladas y circulares (Sternini, 1995, p. 50).

Los circulares, a los que se adscriben los ejemplares del Molinete, son los más numerosos. Aunque sus rasgos constructivos son variados, tienen algunos que son comunes (Foy y Nenna, 2001, pp. 62-64). Su técnica constructiva no es uniforme, más allá del uso de material refractario, generalmente ladrillos, tejas y, en ocasiones, piedras, como se observa en el Molinete o en dos hornos hallados en la avda. Rosalía de Castro de Vigo. Aquí, las estructuras, fechadas entre la segunda mitad del siglo V y la primera del VI, son de piedra, ladrillo y *tegulae* reutilizados trabados con arcilla, que también fue usada para el revoco interno (Cruz, 2009, pp. 246-248). En otro de *Recopolis*, del siglo VI y primer tercio del VII, se emplearon los mismos materiales, aunque de distinto modo; las paredes de la cámara de combustión eran de piedra arenisca trabada con arcilla y estaban recubiertas con fragmentos de teja, lo que ayudaba a guardar la temperatura (Castro y Gómez, 2008, pp. 120-121, 123). Por el contrario, un sistema constructivo diferente se constata en una estructura circular de Manchester, construida íntegramente en arcilla, a excepción del suelo que estaba cubierto por losas, al menos en su última fase; se reconstruyó al menos tres veces, lo que determinó una progresiva reducción de su diámetro, que pasó de 0.80 a 0.34 m (Price y Cool, 1991, p. 24).

En general, los diámetros de estos hornos son muy variables. Un primer grupo muestra dimensiones inferiores al metro. Destaca entre ellos el más antiguo descubierto en el islote de La Vieille Monnaie (Lyon) (fig. 18, n° 1), con un diámetro de 0.58 m (Foy et al., 1991, p. 59; Sternini, 1995, p. 150; Foy y Nenna, 2001, pp. 52-53). Un segundo grupo tiene diámetros entre 1 y 1.5 m, cercanos a los de los del Molinete. En él se integran, por ejemplo, uno hallado en el convento de los Padres Paules de Ávila, datado entre los siglos IV-V y de 1 m de diámetro (Sánchez de Prado, 2018, p. 372), como el n° 1 del Molinete, y los de Saintes (Charente Marítimo, Nueva Aquitania) y Evreux (Eure, Normandía), cuyos diámetros eran ca. 1.5 y 1.6 m, respectivamente (Foy et al., 1991, p. 64; Sternini, 1995, p. 154). Por último, algunos hornos exceden en mucho estos diámetros, como sería el caso de un ejemplar circular hallado en la *Apernstrasse* de Colonia, de 2.26 m de diámetro (Sternini, 1995, pp. 158-160), y otro de Torcello (Veneto), fechado entre inicios del siglo VII y finales del VIII; junto a varios de planta rectangular, se individualizó otro circular construido con fragmentos de ladrillo y piedras trabadas con mortero cuyo diámetro era de 3.5 m. El hallazgo de multitud de residuos de fabricación de vidrio acredita su funcionalidad (Gasparetto, 1967, pp. 70-71).

Los acabados del suelo de la cámara de combustión, que en el Molinete no se han conservado, también suelen mostrar diferencias. Pueden estar cubiertos con losas de cerámica o de piedra, o simplemente con arcilla. Un horno de Augst (Basilea-Campiña, Liestal) tenía el fondo revestido de losas pétreas, sobre las cuales apoyaban otras piedras que servían para sostener el crisol (Sternini, 1995, pp. 194-195), mientras que el referido de Torcello tenía el fondo de mortero de cal parcialmente revestido de arcilla cocida (Gasparetto, 1967, pp. 70-71).



1

2



3



**Figura 18.** 1. Instalación artesanal vidriera de La Vieille Monnaie (Lyon) (Foy y Nenna, 2001, p. 52). 2. Horno de vidrio hallado en el aparcamiento Signoret (Aix-en Provence) (Foy y Nenna, 2001, p. 51). 3. Horno vidriero descubierto en la plaza Languévin de Troyes (Foy y Nenna, 2001, p. 54).

Es habitual que estos hornos contengan en el interior huellas de vitrificación, lo que coadyuva a su interpretación funcional. A veces se conservan en las paredes, o bien en zonas concretas y muy reducidas. El ya citado de Aix-en-Provence tenía restos de vitrificación en las paredes de la cámara de combustión, pero no en el fondo (Rivet, 1992, pp. 349-353) (*vide supra* fig. 18, nº 2), en tanto que en uno de La Subsistance (Lyon) la vitrificación solo se concentraba en torno a un orificio en la pared (Becker y Monin, 2003, p. 302). En otras ocasiones, como sucede en el Molinete, no quedan restos de vitrificación.

A veces se construyeron parcialmente enterrados o excavados en el suelo, como sucede con los del Molinete. Buen ejemplo de ello son los cuatro ejemplares de Avenches (Vaud, Broye-Vully), de mediados del siglo I. El fondo de las estructuras, de 0.50-0.65 m de diámetro, estaba excavado en el terreno y cubierto de *tegulae*, mientras que las paredes eran de adobes trabados con arcilla (Sternini, 1995, p. 195).

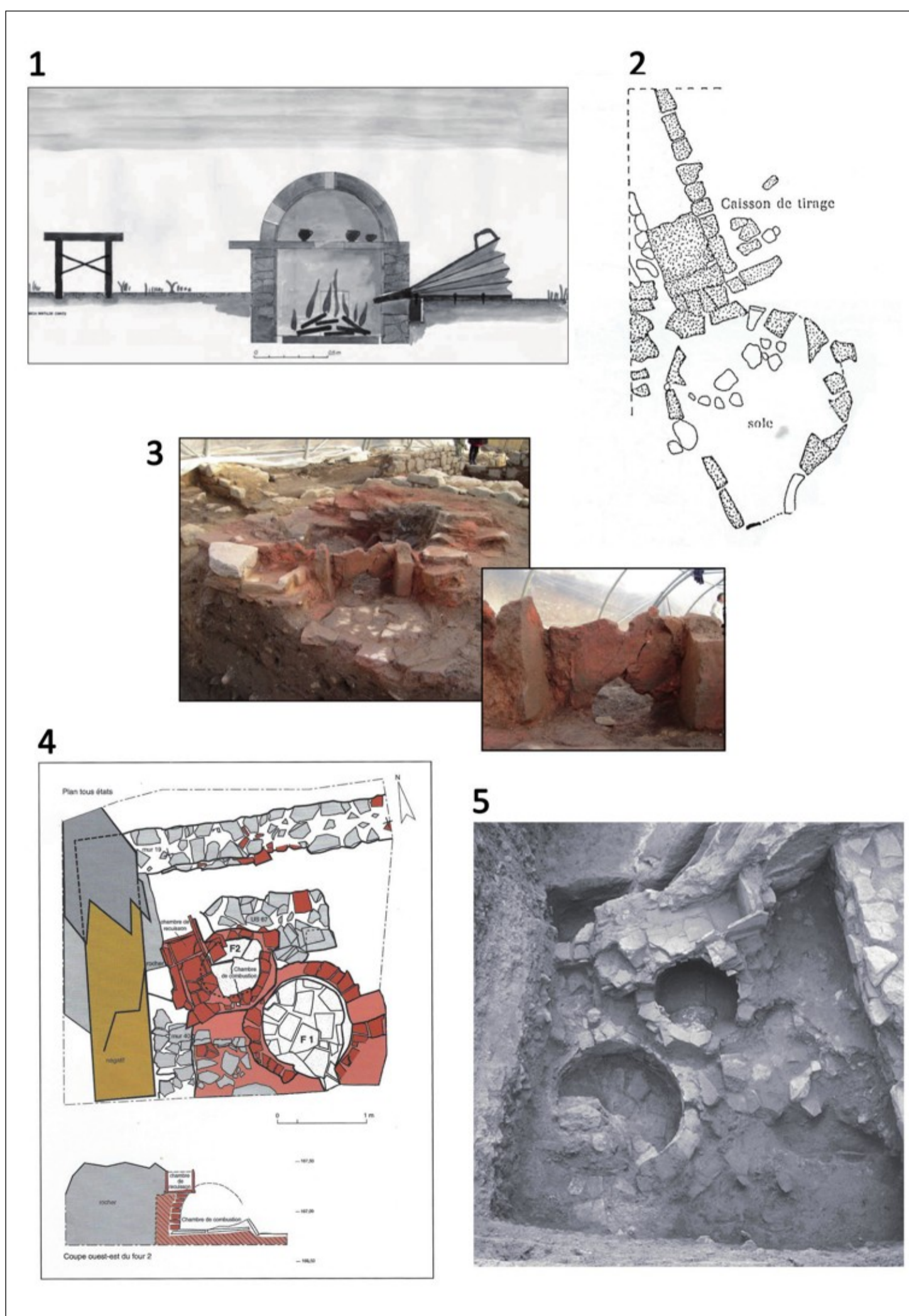
Un elemento indispensable de la cámara de combustión es la boca de alimentación, que servía para cargar el combustible y retirar las cenizas. Los hornos conocidos evidencian gran variedad de soluciones, aunque casi siempre la abertura suele estar precedida por un canal de piedras y tejas, como sucede con el nº 2 del Molinete. Destaca el circular de Troyes (Aube, Gran Este) (fig. 18, nº 3), cuya cámara de combustión se fabricó al interior con trozos de *tegulae* y al exterior con arcilla y fragmentos de tejas; el combustible se cargaba por un estrecho canal delimitado por cuatro *tegulae* dispuestas en perpendicular (Foy y Nenna, 2001, pp. 53-54). A veces el canal tenía forma de embudo, como en el nº 1 del Molinete y en el de la villa de Hellín (Albacete), de cronología imprecisa, donde las paredes de su cámara de combustión construidas con tejas se prolongaban a ambos lados de la boca de carga dando lugar a un canal abocinado, de 0.16 m de anchura y 0.30 m de longitud, pavimentado con tejas (Sánchez de Prado, 2018, p. 370).

Otras veces el canal muestra un sistema mucho más simple. Es el caso del referido horno de Aix-en-Provence, cuya cámara de combustión, de 0.75 m de diámetro exterior, tenía un canal construido con varias *tegulae* puestas de canto e hincadas en el suelo (Rivet, 1992, pp. 349-353; Foy y Nenna, 2001, pp. 51-52) (*vide supra* fig. 18, nº 2). Más sencillo aún es el sistema usado en varios hornos del taller de la calle Montée de la Butte de Lyon. En seis de los 15 documentados se aprecia la misma solución para la boca de alimentación: una abertura con el fondo revestido por una losa o ladrillo colocada en un plano inclinado (Foy y Nenna, 2001, p. 49; Motte y Martin, 2003). Menos habituales son hallazgos como el de Vieux (Mediodía-Pirineos, Tarn) (fig. 19, nº 2), donde el horno carecía de boca de alimentación y su canal, que se sustituyó por un orificio de tiro ubicado en la parte posterior y destinado a aumentar el rendimiento térmico (Foy et al., 1991, p. 62; Sternini, 1995, p. 155).

En general, estos hornos no solían disponer de orificios de tiro adicionales, ni de sistemas de insuflado en la cámara de combustión. Es más habitual la presencia de orificios situados en la parte superior de la estructura, que pudieron servir para evacuar los gases y también para regular el tiro mediante el uso de obturadores cónicos, como los documentados en Cesson-Sévigné (Bretaña, Ille y Vilaine) y Avenches (Pouille y Labaune, 2000, pp. 128-131; Sternini, 1995, p. 196). No obstante, aunque la presencia de este tipo de orificios no es frecuente, tampoco es extraña. En el horno más reciente de los documentados en La Vieille Monnaie, en el lado situado frente a la boca de alimentación se observan evidencias de una intensa rubefacción que parece indicar la presencia de una chimenea en este punto (Foy et al., 1991, p. 59) (*vide supra* fig. 18, nº 1). También en Lyon, en la pared sur de un horno de La Subsistance había una abertura rectangular cerca de la cual quedaban restos de vitrificación, lo que sugiere que sirvió para regular

el tiro y, tal vez, para evacuar humos. En el caso del Molinete, el segundo orificio de ca. 10 cm identificado en la cámara de combustión del nº 2 pudo destinarse para el tiro. Aunque el uso de chimeneas de tiro o de fuelles se constata con mayor frecuencia en hornos metalúrgicos, el resto de los caracteres del horno, especialmente la constatación de un segundo cuerpo, lo alejan de los modelos usados en época romana para la fusión y trabajo de metales (García Romero, 2002, pp. 391-399).

Mención aparte merece un horno vidriero constatado en la Crypta Balbi de Roma (fig. 19, nº 1), de finales del siglo V e inicios del VI, en uno de cuyos lados tenía un pequeño hueco en forma de T interpretado como punto de anclaje de un fuelle (Sternini, 1995, p. 184). Huellas de uso de un fuelle hay también en un taller vidriero de Bracara Augusta (Braga) (fig. 19, nº 3), datado entre la primera mitad del siglo IV y la primera mitad del V; en el más reciente había una oquedad cerrada con una teja que tenía un agujero en el centro, la cual pudo servir para encajar la boca de este artefacto (Cruz, 2009, pp. 217-223). Ignoramos si la presencia o no de estos elementos para controlar la combustión estuvo en relación con diferencias en la naturaleza del material trabajado y/o entre los procesos técnicos.



**Figura 19.** 1. Reconstrucción hipotética de un horno de vidrio tardoantiguo a partir de los datos documentados en la Crypta Balbi (Roma) (Saguì y Lepri, 2015, p. 226, fig. 1). 2. Dibujo del horno hallado en Vieux, dotado de chimenea de tiro (Sternini, 1995, p. 155, fig. 228). 3. Horno de la última fase de la antigua oficina de correos (CTT) de Bracara Augusta (Braga) y detalle de la teja que tapaba la boca (Cruz, 2009, p. 223). 4. Dibujo en planta y alzado del horno nº 2 del taller de La Subsistance (Lyon) (Foy y Nenna, 2001, p. 48). 5. Fotografía del horno anterior (Becker y Monin, 2003, p. 300).

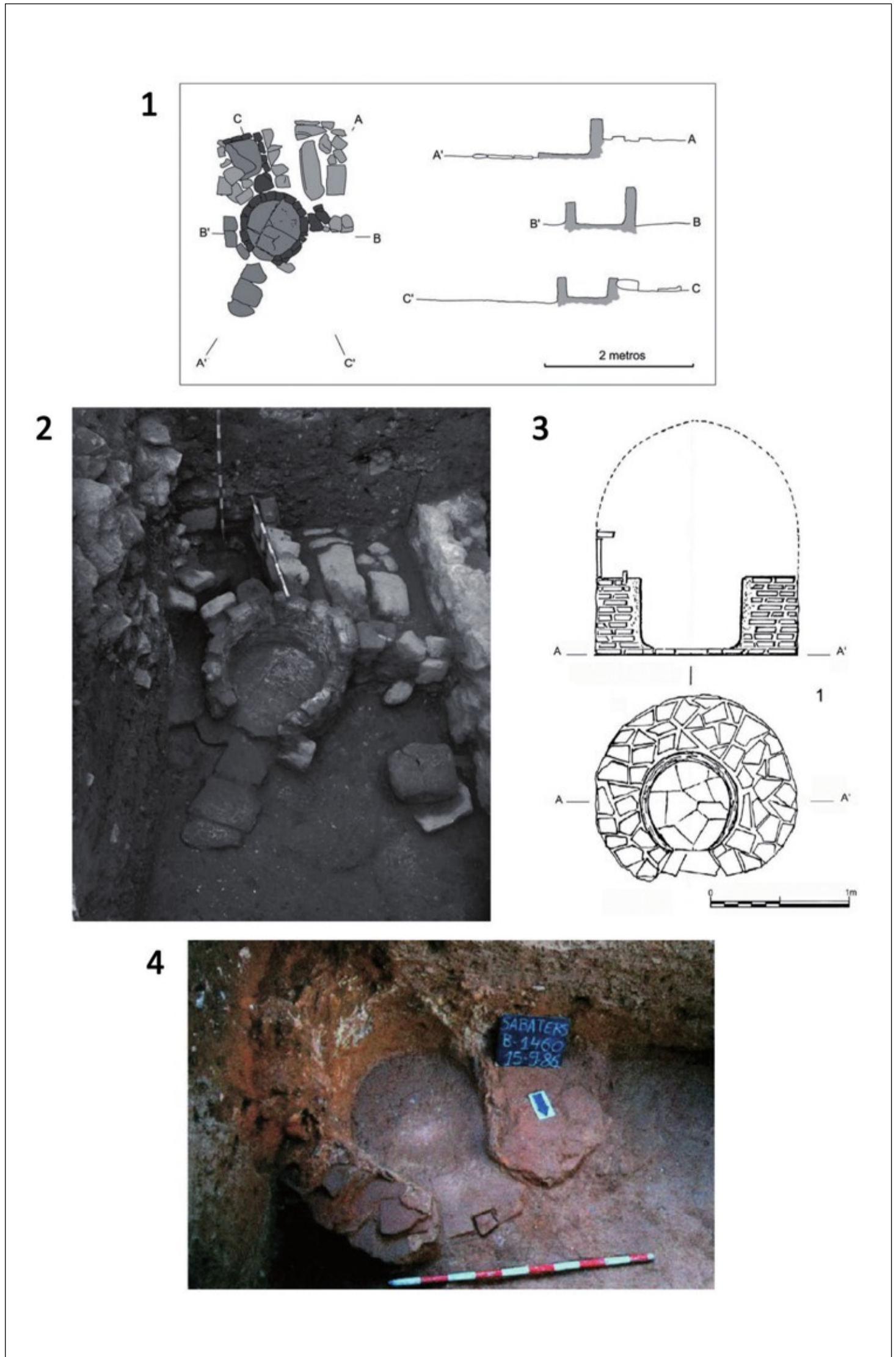
Como ya se ha referido, los restos de hornos vidrieros suelen corresponder a la cámara inferior de combustión, de modo que los datos arqueológicos sobre las de fusión son escasos o nulos. Estas cámaras disponían de aberturas situadas a media altura que permitían a los artesanos acceder al vidrio fundido. Su cubierta, que posiblemente tendría forma de bóveda, podría desmontarse periódicamente para limpiar el interior y cargarla de nuevo con material. El proceso cambió en época bajoimperial, cuando comenzó el uso de crisoles que podían ser cargados de materia vítrea y ser sustituidos al final del proceso de fusión de forma individual (Foy y Nenna, 2001, pp. 62, 64). En todo caso, desconocemos hasta qué punto la introducción de esta innovación pudo cambiar la configuración arquitectónica y/o estructural de estos hornos. En el nº 2 del Molinete se conserva el arranque de una bóveda de ladrillos que podría corresponder a esta estructura. La disposición de los ladrillos recuerda la constatada en el taller de calle Sabaters de Valencia (Albiach y Soriano, 1989, p. 726, fig. 1). En el Molinete, el estado de conservación no permite dilucidar si había o no una segunda superficie horizontal más elevada, o si tan solo se trataba del arranque de la cubierta abovedada.

### 3.1.3. El horno del taller vidriero de la calle Honda de Cartagena (fig. 20, nº 1-2)

De lo expuesto hasta ahora se colige que, a pesar de las diferencias existentes entre los hornos de soplado conocidos arqueológicamente, todos muestran atributos comunes que permiten identificarlos y vincularlos con la producción vidriera. Las similitudes de los dos del Molinete con algunos de los arriba citados son manifiestas. Sin embargo, su mejor analogía se documentó en la propia Cartagena, en la excavación del solar nº 17 de la calle Honda, sito a unos 50 m de distancia de la *Insula II* (vide *supra* fig. 2, nº 2). El periodo de actividad de este taller se ha fijado entre la segunda mitad del siglo III y principios del V. El horno documentado tenía cámara de combustión circular, de 0.62 m de diámetro interior. El fondo estaba revestido de losas cerámicas y las paredes eran de ladrillos trabados con argamasa, conservando huellas de vitrificación que acreditan su carácter vidriero. En su flanco oeste tenía una boca de alimentación de 0.30 m de ancho, prolongada hacia el exterior por un canal hecho con una losa cerámica y piedras planas. Hacia el norte la pared tenía otro orificio, de 10-14 cm de anchura, que comunicaba con una estructura anexa en cuya superficie se identificaron restos de ceniza; por este orificio se pudo acceder al vidrio fundido con una caña de soplado. Detrás, en su lado oriental, había una plataforma construida con material pétreo y adosada al muro de cierre de la antigua estancia altoimperial donde se ubicaba; esta plataforma se ha interpretado como cámara de recocado. La caracterización de este horno como vidriero también deriva del hallazgo de escorias vítreas en el circundante nivel de suelo de adobe (Fernández Matallana, 2009, pp. 146-147, 149).

Como puede observarse, las similitudes de este horno con los del Molinete son muy estrechas. El nº 1 reproduce su configuración de forma casi idéntica, con cámara de combustión circular y boca de alimentación, e igual sucede con el nº 2.





**Figura 20.** 1-2. Planimetría, secciones y fotografía del horno de vidrio documentado en la calle Honda, n.º 17, de Cartagena (Fernández Matallana, 2009, pp. 146 y 148). 3-4. Planta arqueológica, alzado y fotografía del horno hallado en la calle Sabaters de Valencia (Sánchez de Prado y Ramón Peris, 2014, p. 230, fig. 11).

### 3.1.4. Las estructuras anexas a los hornos

La interpretación de las estructuras anexas a los hornos nº 1 y 2 es compleja, aunque puede sugerirse alguna hipótesis. Detrás del nº 1 y adosada a los muros de la estancia donde se alzaba, había una especie de plataforma rectangular (*vide supra* figs. 8, nº 2, 9, nº 4), igual a la constatada junto al de calle Honda. Es posible que correspondiese a la parte de la superficie interna de una cámara de recocido. Estas se conservan raras veces y este precario estado de preservación dificulta su estudio. En la medida en que debían permitir el enfriamiento gradual de los objetos para evitar su rotura, eran espacios caldeados, pero a temperaturas más bajas. Y dado que por ellas debían pasar los objetos fabricados diariamente en el taller, su tamaño debía ser más grande que el del resto de cámaras u hornos, aunque no necesariamente (Sternini, 1995, p. 51). El testimonio mejor conocido es el referido de La Subsistance (Foy y Nenna, 2001, pp. 48-49) (fig. 19, nº 4-5), donde sobre un horno vidriero previamente desmontado se construyeron dos cámaras: una de combustión y otra de recocido. La primera tenía 0.60 m de diámetro y medía 0.70 m de altura, y estaba rematada por una bóveda de ladrillos trabados con tierra; en la parte baja orientada al este tenía una boca para la introducción del combustible, mientras que en el sur tenía otro orificio para ajustar el tiro. Al oeste y ligeramente elevada, se dispuso la cámara de recocido, rectangular (0.85 m por 0.35 m), parcialmente excavada en la roca y construida con tejas; ubicación, forma y ausencia de rastros de combustión avalan esta interpretación (Becker y Monin, 2003, pp. 301-302). La estructura del horno nº 1 del Molinete es semejante a esta de Lyon. En otros talleres esta función se desarrolló en estructuras de diversa morfología independientes del horno de soplado, si bien siempre anexas o ubicadas en sus inmediaciones. Ejemplos serían las construcciones rectangulares constatadas en Colonia (Sternini, 1995, pp. 158-160) y los hornos-trinchera de Cesson-Sévigné (Pouille y Labaune, 2000, p. 136). El nº 2 también tenía anexa en su lado occidental una plataforma de arcilla compactada (*vide supra* figs. 10, nº 2, 11, nº 4), pudiendo corresponder a la superficie de otra cámara de templado ubicada entre el horno y el muro suroeste del santuario.

Ignoramos la función exacta que pudo tener la pequeña estructura cuadrangular hallada al suroeste del horno nº 1 (*vide supra* figs. 8, nº 3, 9, nº 6). A semejanza de casos similares, podría ser una pequeña cámara de recocido, pero el hallazgo en su interior de una densa capa de cenizas sugiere que se dedicó a algún proceso de combustión. Otra estructura anexa al lateral oriental del nº 1 podría vincularse con el soplado del vidrio, aunque –a diferencia de como sucede en la calle Honda– no se ha conservado el orificio por el cual se accedería al vidrio fundido. Al respecto, es significativo el acabado plano de la parte superior conservada, a modo de estante, muy similar a una estructura constatada en el de la calle Sabaters de Valencia que se ha interpretado como zona de apoyo de los crisoles (Albiach y Soriano, 1989, p. 726, fig. 1) (fig. 20, nº 3-4).

Al este de la boca del nº 2 se constató un tabique pétreo (*vide supra* fig. 11, nº 5), que pudo pertenecer a la estancia donde estuvo la estructura de combustión, servir para resguardar la fuente de alimentación de corrientes de aire, o incluso corresponder a un anaquel usado para el trabajo de soplado. Por último, al sureste y cerca de este mismo horno, otra estructura conservaba un bloque de arenisca rebajado en su parte central, a modo de vaso (*vide supra* fig. 10, nº 3). Su cercanía al horno sugiere que sirviese como mortero destinado al troceado, especialmente de objetos vítreos reciclados (Gasparetto, 1967, pp. 53-54; Sternini, 1995, pp. 49, 178; Sánchez de Prado, 2018, p. 363).

#### 4. ESCORIAS VÍTREAS Y RESTOS DE VIDRIO: MUESTREO Y ANÁLISIS

Como ya se ha referido (*vide supra* cap. 2.2.1.2.), los restos de vidrio y de desecho de producción hallados en los contextos asociados a la actividad del taller metalúrgico (pero que deben proceder de la instalación vidriera adyacente) y a otras fases posteriores fueron muestreados para su caracterización física y composicional. El análisis químico de los vidrios muestreados tenía como objeto conocer los elementos mayores y menores (>0.1% masa) y los elementos traza (<0.01% masa) en ellos constatados, lo que puede arrojar luz sobre las materias primas y los procesos tecnológicos empleados en su elaboración, además de posibles prácticas de reciclaje (Govantes-Edwards *et al.*, 2014). Conviene recordar que el vidrio se produce en dos fases, la primaria, que implica la mezcla de materias primas para obtener el material “en bruto”, y la secundaria, que supone su refundición y su moldeado por medio del empleo de diversas técnicas, como el soplado. Es igualmente importante señalar que en época romana y tardorromana la inmensa mayoría del vidrio primario era producido en un número relativamente reducido de talleres en Egipto y la costa sirio-palestina (Gorin-Rosen, 2000; Freestone *et al.*, 2000; Nenna *et al.*, 2000; Foy y Nenna, 2001, pp. 35-39), siendo después exportado en bruto hasta los talleres secundarios situados por todo el Imperio e, incluso, más allá de sus fronteras (Freestone, 2006, p. 202).

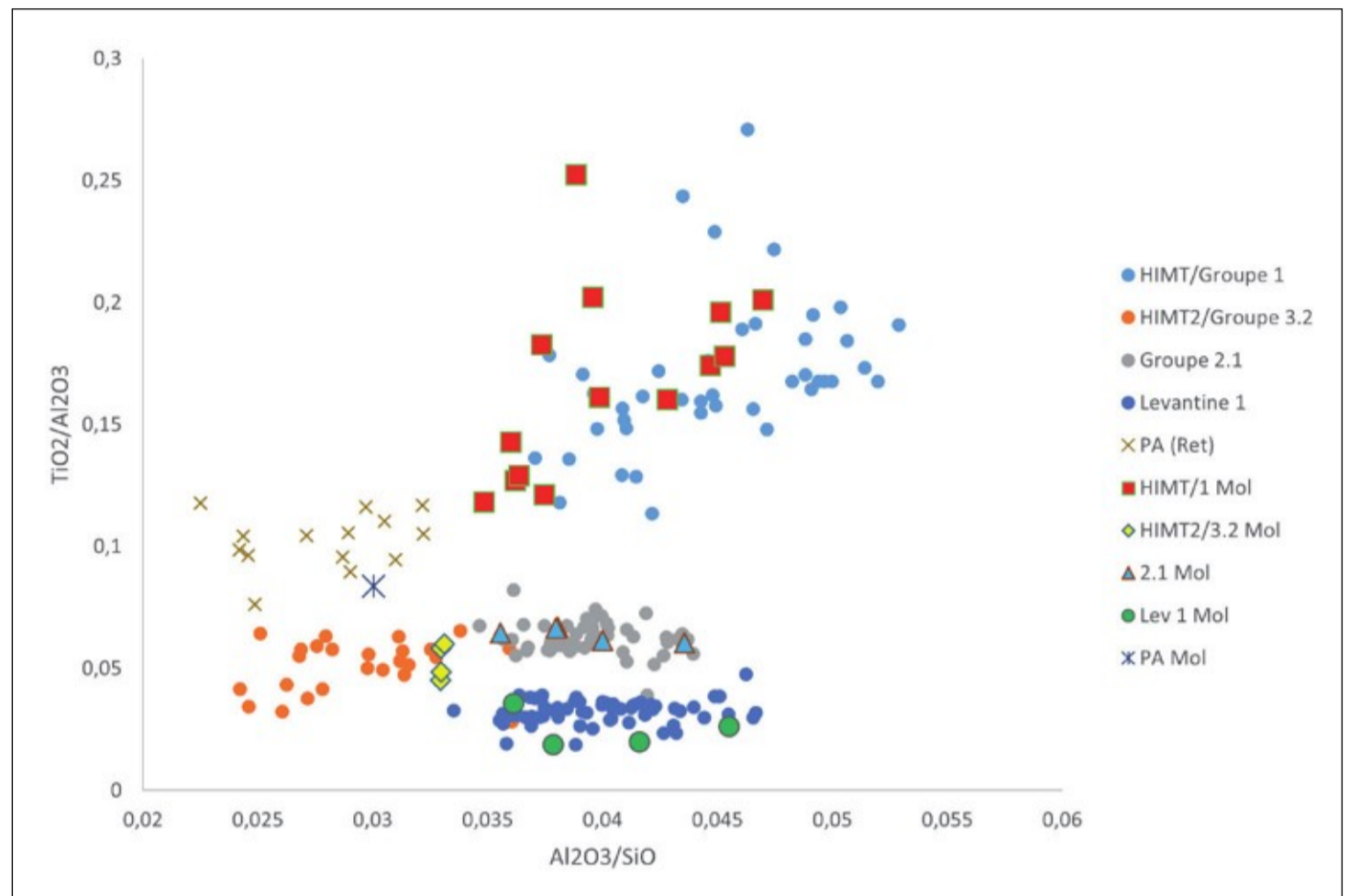
En las últimas décadas los análisis químicos han detectado una serie de grupos composicionales más o menos bien definidos, cuyo lugar de producción primaria y cronología están cada vez mejor caracterizados. Estos grupos se diferencian principalmente por el empleo de fuentes de silicio (el principal elemento formador del vidrio) con características geológicas distintas, que se reflejan sobre todo en la mayor o menor presencia de impurezas (como el óxido de hierro o el de titanio), resultado de la mayor o menor madurez de las arenas empleadas. Los vidrios levantinos, por ejemplo, empleaban con toda probabilidad arena de la desembocadura del río Belús, en el actual Israel, ya mencionada por el propio Plinio (*Nat.*, 36. 192) y definida por unos contenidos relativamente bajos de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  o  $\text{TiO}_2$ .

El panorama arrojado por los vidrios del Molinete –una población de 50 muestras, fechadas entre la época altoimperial y el siglo VII, 14 de las cuales fueron halladas en contextos relacionados de forma más o menos directa con el taller (tab. 1)– refleja de forma bastante fiel pautas pan-mediterráneas en la composición de vidrios coloreados naturalmente e incoloros, que son los más numerosos en la mayoría de los contextos y aquellos en los que se han enfocado los análisis. Por coloreados naturalmente se entiende aquellos que obtienen su coloración en la fase de producción primaria y cuyo color es producto de la mayor o menor presencia de ciertas impurezas colorantes, como el óxido de hierro. Los incoloros, excepto en casos poco comunes en los que esta ausencia de color es producto del uso de materias primas excepcionalmente puras, son el resultado del añadido de productos decolorantes, como el óxido de manganeso ( $\text{MgO}$ ) o el óxido de antimonio ( $\text{Sb}_2\text{O}_5$ ), para contrarrestar la presencia de estas impurezas, una práctica relativamente común en los cuatro primeros siglos de nuestra era, pero que se hace casi excepcional después. Además de esto, es posible encontrar vidrios opacificados (por ejemplo, con el añadido de óxido de plomo o de óxido de estaño) o de colores saturados (por ejemplo, teselas vítreas coloreadas con óxido de cobalto), pero nuestros análisis no han atendido a este tipo de producciones, mucho menos frecuentes que los recipientes de uso comercial o doméstico, que sólo reciben estos tratamientos en casos excepcionales.

Aunque está en prensa un trabajo específico sobre la metodología, principios científicos y resultados de los análisis realizados, al cual remitimos (García-Aboal *et al.*, e.p.), exponemos a continuación los resultados más relevantes como complemento a los datos ya expuestos y analizados del registro arqueológico. Así, la población de muestras del Molinete analizadas (fig. 21) incluye especímenes de los llamados *Blue-Green Roman Glass* (véase, por ejemplo, Gliozzo *et al.*, 2013), un tipo de producción levantina que domina los mercados durante la época alto imperial y hasta el siglo IV, aproximadamente, que presentan una característica coloración natural azul cielo, así como los tres tipos conocidos de vidrios incoloros (*Colourless 1*, decolorados con  $Sb_2O_5$ ; *Colourless 2*, decolorados con  $MnO$ ; y *Colourless 3*, en los que se combinan ambos elementos decolorantes) (Foster y Jackson, 2010, pp. 3070-3074). En época tardo imperial y tardoantigua, a partir del siglo IV, el conjunto presenta el característico predominio de los llamados *HIMT Glass/Groupe 1 (High Iron Manganese and Titanium)* (Foy *et al.*, 2003; Freestone *et al.*, 2018), unos vidrios egipcios que en los siglos IV y V constituyen aproximadamente las tres cuartas partes del identificado en la mayoría de centros del Mediterráneo occidental, acompañados de los llamados *Levantine 1*, los sucesores de los *Blue-Green glasses* en la costa sirio-palestina, como delata su evidente similitud composicional (si bien pueden distinguirse por las diferentes proporciones de óxido de aluminio  $-Al_2O_3-$  y calcio  $-CaO-$ ) (Brill, 1999; Freestone *et al.*, 2000). Igualmente han podido identificarse otros vidrios egipcios, como los llamados *HIMT2/Groupe 3.2* (Foster y Jackson, 2009; Foy *et al.*, 2003) (distinguibles de los *HIMT sensu stricto* por su menor contenido en  $Fe_2O_3$  y  $TiO_2$ ), el *Groupe 2.1* (cuya principal diferencia con los *HIMT/Groupe 1* es su menor contenido en titanio y su cronología, que se extiende entre los siglos VI y VII) (Foy *et al.*, 2003), así como un espécimen cuyos contenidos en óxido de magnesio ( $MgO$ ) y óxido de potasio ( $K_2O$ ) parecen indicar el uso de cenizas vegetales como fundente (el componente, generalmente un álcali metálico, que se añade al silicio para reducir su temperatura de fusión), en lugar de natrón, las sales evaporíticas empleadas como fundente en la inmensa mayoría de los vidrios producidos en época romana y tardorromana hasta aproximadamente principios del siglo IX (Shortland *et al.*, 2006).

Resulta especialmente interesante anotar que varias de las muestras analizadas proceden de contextos arqueológicos asociados de forma directa con la actividad del taller, y que algunos de estos corresponden a restos de producción, es decir, gotas, hilos de ductilidad (producto de las pruebas de los vidrieros para comprobar la plasticidad del vidrio antes de proceder al moldeado o soplado), etc. (*vide supra* fig. 14). Estos restos han sido identificados como exponentes de los grupos *HIMT* y *Levantine 1* (posiblemente procedentes del taller de Jalame, en Israel), cuyas cronologías coinciden plenamente con el periodo de actividad del taller. Esto parece indicar con poco margen para la duda que los vidrieros de *Carthago Spartaria* estaban soplando vidrio tanto egipcio como levantino, bien traído hasta la ciudad en bruto o bien con el reciclaje del que se encontraba en circulación durante el periodo en la cuenca mediterránea. Esto no resultaría extraño, dado que varios de los grupos analizados, incluidos aquellos relacionados arqueológicamente con el taller, presentan evidencias de reciclaje, si bien esto es una constante en época romana y tardorromana (Duckworth, 2020). Es importante, sin embargo, tratar de superar visiones obsoletas con respecto a las prácticas históricas de reciclaje que, al menos en lo que se refiere al vidrio romano y tardoantiguo, no sólo aparecen en épocas de crisis o en las que el abasto de materiales se interrumpe, sino que forman parte de la práctica cotidiana de talleres de toda índole. Así, en el Molinete ni existen grandes acumulaciones vítreas como las identificadas,

por ejemplo, en Recópolis, que se interpretan como indicio inequívoco de la práctica sistemática del reciclaje (Govantes-Edwards *et al.*, 2020), ni faltan indicios químicos de dicha práctica, posiblemente relacionadas con el taller, cuya cronología se corresponde con un periodo en el que no se documentan problemas de abasto de vidrio en bruto en la península ibérica.



**Figura 21.** Las ratios de  $Al_2O_3/SiO_2$  y  $TiO_2/Al_2O_3$  pueden reflejar el origen geológico de las fuentes de sílice empleadas en la producción de vidrio (el uso de ratios permite que los resultados no se vean afectados por diferencias en las proporciones de distintas materias primas empleadas en distintas tandas de vidrio), y son un sistema común de diferenciar grupos composicionales de vidrios romanos y tardo-romanos. Las muestras de contraste proceden de: *HIMT/Groupe 1* (Foy *et al.*, 2003); *HIMT2/Groupe 3.2*. (Foster y Jackson, 2009); *Groupe 2.1* (Foy *et al.*, 2003); *Levantine 1* (Brill, 2009); y cenizas vegetales (Oikonomou *et al.*, 2021) (elaboración D. J. Govantes-Edwards y C. Duckworth).

## 5. URBANISMO, ECONOMÍA Y PRODUCCIÓN EN CARTHAGO SPARTARIA EN LOS SIGLOS IV-V

### 5.1. La recuperación económica

La nueva instalación artesanal del Molinete contribuye a caracterizar y redefinir la Cartagena de los siglos IV y V. Tras el periodo del Alto Imperio, la colonia experimentó una temprana recesión, particularmente reflejada en el abandono de la mitad oriental de su recinto urbano y de algunas de sus infraestructuras públicas y privadas ya desde finales del siglo II (Quevedo, 2015, pp. 327-328). Incluso se ha postulado que el receso fue de tal envergadura que la ciudad apenas pudo subsistir entre los siglos III y IV, a pesar de haber alcanzado con Diocleciano la capitalidad de la nueva provincia *Carthaginiensis* (Murcia, 2010).

Aunque recientes hallazgos evidencian la vitalidad de la actividad pública e inversiones en el centro urbano hasta bien entrado el siglo III (García-Aboal *et al.*, 2016; Nogueira *et al.*, 2017), la capitalidad provincial alcanzada hacia el año 298 no ha tenido hasta la fecha reflejo en el registro arqueológico, al menos en los términos esperados. Con la excepción de las áreas de taller documentadas en la calle Honda, Morería y, ahora, en la *Insula II* (García-Aboal, 2020), apenas se constatan contextos atribuibles a la primera mitad del siglo IV y, en consecuencia, a la primera etapa de la capitalidad provincial. Por entonces, importantes edificios del entorno del foro, como el santuario isiaco, el Edificio del Atrio y las Termas del Puerto, estaban abandonados o habían experimentado procesos de incendio, colapso y abandono ya a finales del siglo III. En este contexto generalizado, los referidos talleres muestran procesos similares de amortización y reutilización de espacios urbanos precedentes y sus edificios, reflejando una ciudad reorientada hacia actividades económicas y de carácter productivo.

Los signos materiales de reactivación de la vida urbana son más patentes desde mediados del siglo IV, cuando los talleres vidrieros de calle Honda, Morería y Molinete trabajaban a pleno rendimiento. Testimonio de esta actividad es también la remodelación del edificio teatral augusteo, cuya *orchestra* y parte del frente escénico e *ima cavea* se dotó de un pavimento de tierra quizá destinado a la celebración de espectáculos (Ramallo *et al.*, 2013, p. 35). A esta fase podría corresponder la constatación de otros contextos artesanales de poca entidad, como los de las calles del Aire, n.º 34-36, y Cuatro Santos, n.º 17, así como otros de difícil interpretación, como el de calle del Aire, n.º 30 (Marín, 1998, pp. 224-226; Andreu y Vidal, 2005, p. 127; Antolinos y Soler, 2010, pp. 410-412). Todos ponen de manifiesto la reanudación de una cierta actividad edilicia, asociada a un proceso demostrativo de reactivación y reorientación económica (Murcia, 2010, p. 223) y a la dinamización comercial del puerto, reflejada en una significativa cantidad de materiales datados a partir del siglo IV recuperados en pecios del entorno de la ciudad (Pinedo *et al.*, 1997, pp. 308 ss.; Ramallo *et al.*, 2017; Vizcaíno, 2018; Cerezo, 2022). A pesar de este panorama, cabe suponer la existencia de un gobierno local que, al menos, trataba de gestionar los espacios públicos de la ciudad, en ocasiones para obtener réditos con los que autofinanciarse. Sería el caso de edificios públicos y semipúblicos de época altoimperial, que una vez abandonados por sus ocupantes serían vendidos o cedidos a nuevos inquilinos. En este sentido, las instalaciones abandonadas del antiguo santuario isiaco debieron de cambiar de manos, ser vendidas por sus antiguos propietarios o, en caso de ser suelo público cedido temporalmente, ser recuperado por la ciudad y otorgadas a un tercero autorizando su uso artesanal (Malavé, 2018).

Frente a la citada recuperación de ciertas zonas de la ciudad para actividades productivas, otras áreas y sus edificios quedaron abandonados durante estas décadas. Fue el caso de las Termas del Puerto, cuyo colapso aconteció en la segunda mitad del siglo III y que experimentó su definitiva amortización entre la segunda mitad del siglo IV y las primeras décadas del siguiente, convirtiéndose en un espacio de hábitat residual donde obtener materiales (*spolia*) para construir la ciudad de los siglos V al VII (Madrid *et al.*, 2015, pp. 15-22).

Hacia mediados del siglo V, en correspondencia con la fase final de actividad de los talleres del Molinete, calle Honda y Morería, la ciudad experimentó un importante proceso de renovación urbana (Vizcaíno, 2018), traducido en el reacondicionamiento de antiguos espacios y en la construcción de nuevos edificios. El antiguo decumano máximo, que unía el área portuaria con el foro, fue repavimentado con losas procedentes de otros ambientes y se flanqueó con una columnata (Murcia y Madrid, 2003, p. 259);

en su flanco suroriental se construyó un edificio cuya organización interna recuerda la de un almacén (Ramallo y Vizcaíno, 2011). Otras estructuras de almacenamiento se constatan en este periodo cerca de la línea de costa suroccidental, lo que las vincula a la actividad portuaria (Ramallo y Cerezo, 2018, pp. 170-171). La crujía sureste del antiguo Edificio del Atrio del Molinete, abierta al mencionado decumano y colapsada desde finales del siglo III, se reconstruyó en el siglo V con amplias *tabernae* de carácter comercial. Los espacios entre los contrafuertes del muro de contención suroriental de la terraza superior del antiguo foro colonial también fueron ocupados por estructuras de tipo comercial y artesanal (García-Aboal, 2022). La vocación comercial de la ciudad alcanzó su cénit con el mercado construido con material reutilizado sobre la escena e *imacavea* del antiguo teatro (Murcia et al., 2005; Ramallo y Vizcaíno, 2011, pp. 241-245). En la nueva topografía urbana tuvo cabida otro tipo de actividades productivas, además de las vidrieras ya referidas, como sugiere que en torno a este mercado se constaten ambientes con estructuras de combustión y escorias metálicas (Ramallo, 2011, p. 130). Los espacios domésticos también están representados por algunos hallazgos del Molinete (García-Aboal et al., 2016, p. 145). Esta reactivación de la ciudad en el siglo V podría ligarse al destacado papel jugado en las luchas del poder imperial contra el reino vándalo durante el mandato de Mayoriano (Hydat. *Chron.*, 44.4), siendo la dinámica productiva y comercial de esta centuria la responsable del reprimario urbano (Murcia et al., 2005; Ramallo et al., 2017; Vizcaíno, 2018). Con todo, el urbanismo y la arquitectura no alcanzaron en los siglos IV y V las cotas de desarrollo y magnificencia de épocas pasadas, quedando además el sector oriental del antiguo perímetro amurallado abandonado para el uso doméstico y ocupado por una extensa necrópolis que permaneció activa hasta inicios del siglo VII (Madrid y Vizcaíno, 2006).

## 5.2. Los talleres vidrieros

Como se ha referido, la constatación en la *Insula II* del Molinete de un área productiva con un taller vidriero y otro dedicado al hierro supone un nuevo hito para el conocimiento de la topografía, el urbanismo y la economía de la Cartagena tardoantigua. Fechable entre el segundo cuarto/mediados del siglo IV y la primera mitad del V, permite ahondar en la estructura y procesos tecnológicos desarrollados en este ambiente artesanal, sus zonas de trabajo y los vínculos entre ella, pues los dos talleres estuvieron intercomunicados entre sí, como sugiere la presencia de escorias vidrieras (gotas, hilos y pepitas) en la zona de trabajo del hierro. El sector dedicado al fundido y soplado del vidrio (donde había dos hornos y algunas otras estructuras) fue un taller secundario destinado a la fabricación de objetos con materias primas del Mediterráneo oriental y seguramente también con material reciclado, como sugieren los resultados de los análisis arqueométricos.

Esta instalación artesanal apuntala la existencia y consolidación en *Carthago Spartaria* entre los siglos IV y V de procesos de reocupación con fines productivos de antiguos ambientes públicos y semipúblicos amortizados, en este caso del antiguo santuario isíaco. Entre mediados del siglo III e inicios del V otros dos talleres vidrieros se instalaron en el entorno de la antigua acrópolis, uno en calle Honda, nº 17, y otro en Morería, y evidencian dinámicas productivas similares. El primero reaprovechó a mitad del siglo III la habitación de una antigua vivienda de mediados del siglo I, ubicándose tan solo a unos 50 m del taller de la *Insula II*, en concreto, al sureste del decumano máximo al que

abría la fachada del antiguo santuario (*vide supra* figs. 2, nº 2, y 20, nº 1-2). Del entorno del taller vidriero proceden abundantes escorias vítreas y desechos en forma de hilos de estiramiento, nódulos, gotas y barritas acanaladas, que se asocian a la fabricación de vidrio soplado. La instalación perduró activa hasta finales del siglo IV o inicios del V (Fernández Matallana, 2009; Sánchez de Prado, 2018, p. 364). En la Morería, en las inmediaciones del área portuaria y abierta a la laguna que delimitaba la ciudad por el noroeste (*vide supra* fig. 2, nº 3), se constata un barrio artesanal cuyo origen remonta a época púnica y romano republicana. En su 'área 5c', un antiguo almacén amortizado a inicios del siglo III albergó un taller vidriero dotado de horno, banco de trabajo y vertedero con abundantes escorias vítreas. El taller sufrió un incendio y quedó amortizado en un momento impreciso del siglo V (Egea *et al.*, 2006, pp. 15 ss., 35 ss., 53; Sánchez de Prado, 2018, pp. 364-365).

La constatación de tres talleres vidrieros que producen de forma más o menos coetánea evidencia, de una parte, la importancia de la actividad productiva en la *Carthago Spartaria* tardorromana, que reorientó parte de sus antiguas áreas de representación en favor de este tipo de instalaciones artesanales, y de otra, la elevada demanda de productos vidrieros por parte de la población urbana y periurbana. Al respecto, téngase en cuenta que en época altoimperial solo conocemos un taller vidriero, cuya actividad cesó hacia finales del siglo II o inicios del III (Antolinos y Soler, 2010, p. 440; Sánchez de Prado, 2018, pp. 366-367) (*vide supra* fig. 2, nº 4).

De forma coetánea, las instalaciones artesanales asociadas al trabajo del metal también experimentaron un nuevo impulso. En la de la calle Honda, nº 17, se documentaron escorias de fundición de metal (Fernández Matallana, 2009, p. 154), lo que sugiere el trabajo del hierro junto al del vidrio, como se constata en la cercana *Insula II*. Estas dos actividades suelen aparecer asociadas en Italia con cierta asiduidad, como se constata por ejemplo en Roma (Palombi y Spera, 2015, p. 16), en la villa de Santa Cristina (Siena), donde un edificio termal fue reocupado por una instalación artesanal para fabricar conjuntamente vidrio, plomo y hierro (Valenti, 2012), y en Spolverino (Grosseto), donde en un edificio del barrio artesanal se instaló un horno vidriero al que poco después se sumaron labores de forja (Sebastiani *et al.*, 2012).

### 5.3. La producción de vidrio: grupos compositivos identificados

El resultado de los análisis químicos evidencia que el conjunto vítreo del Molinete se amolda a los patrones generales observados a nivel mediterráneo en el periodo tardorromano. Como ya se ha señalado, los desechos de producción proceden de niveles de uso vinculados al funcionamiento de la instalación, aunque no se asocian de forma directa al taller vítreo sino al área adyacente destinada al trabajo del hierro. Junto a estas escorias, en los niveles de uso también se han recuperado fragmentos vítreos correspondientes a distintos vasos y recipientes. Es cierto que no se dispone de evidencias directas de que fuesen fabricados en este taller, pero los caracteres de la estratigrafía de donde proceden (deposiciones de carácter primario) no permiten descartar dicha posibilidad o, en todo caso, permiten plantear que fuese material de reciclaje destinado al aprovisionamiento del taller. Como se ha señalado, la posición estratigráfica de los restos se ajusta a los diferentes grupos compositivos identificados, especialmente en lo que respecta a los vidrios de color natural.



Las muestras identificadas como pertenecientes a los grupos *HIMT* y *HIMT2* proceden en su mayoría de contextos arqueológicos de los siglos IV y V, al igual que sucede con las asignadas al grupo *Levantine 1*. Los vasos incoloros son típicos de época altoimperial y su producción se prolongó hasta el siglo IV, por lo que su presencia en el taller podría estar relacionada con prácticas de reciclaje, como sucede con los *Blue-Green* romanos.

Quizá lo más significativo del conjunto sea la presencia de vidrio *HIMT* y *Levantine 1* no solo en forma de objetos acabados, sino también de restos de trabajo, lo que sugiere que los sopladores de Cartagena refundían *HIMT* “en bruto” o *cullet* para trabajar *in situ*. Parece que los vidrios con alta composición de manganeso-titanio son originarios de Egipto, pero no es posible determinar si su presencia en Cartagena responde a vínculos comerciales directos con Egipto (Foster y Jackson, 2009, pp. 189-190; Freestone, 2018, p. 159), o si había implicados puertos intermedios de almacenaje y redistribución, como podría ser Cartago. En todo caso, algunos pecios de la bahía de la ciudad evidencian la llegada a partir del siglo IV de producciones cerámicas de diversas regiones del Mediterráneo (Pinedo *et al.*, 1997, pp. 308 ss.; Ramallo *et al.*, 2017; Vizcaíno, 2018; Cerezo, 2022), lo que prueba el funcionamiento de rutas comerciales que pudieron canalizar la llegada de material “en bruto”. Con la naturaleza actual de las evidencias, es imposible determinar si este vidrio se comercializó en solitario, o si formó parte de fletes que incluyeran productos de mayor envergadura (Wickham, 2005, pp. 711-713).

A medida que disponemos de más datos para el periodo entre los siglos IV y VII, la posición dominante de los vasos *HIMT* en el “mercado” del vidrio es cada vez más evidente (para Gran Bretaña: Foster y Jackson, 2009, p. 195; para Francia: Nenna, 2014, p. 181) y parece que este fue también el caso de Cartagena (una lista completa de lugares donde se ha detectado este grupo en De Juan *et al.*, 2018). Un total de 18 muestras han sido atribuidas con seguridad a uno de los grupos de la familia *HIMT*, es decir, una proporción significativa del total de muestras tomadas para el periodo entre los siglos III y VII, y excluyendo las correspondientes a los siglos I-II. Los tipos *HIMT* y *HIMT2* aparecen en el siglo IV, en consonancia con lo que sucede con el grupo en otros lugares, mientras que el tipo Foy 2.1. se encuentra a partir del siglo V, pero sobre todo en niveles del VI e inicios del VII, de nuevo en correspondencia con la caracterización del tipo (Foy *et al.*, 2003, p. 47; Cholakova *et al.*, 2016). Aunque hay que tener en cuenta que el análisis de otros conjuntos puede haber utilizado técnicas diferentes y que la comparación de los resultados debe abordarse con precaución, en la península ibérica la escasa evidencia disponible confirma esta tendencia: en Vascos (Toledo), más de la mitad de las muestras analizadas se identifican como de la familia *HIMT* (De Juan y Schibille, 2017, pp. 5-7; la técnica utilizada fue LA-ICP-MS); las 3 muestras de los siglos IV-V de la Dehesa de la Oliva (Madrid) presentan rasgos característicos de la familia (Carmona *et al.*, 2008, p. 322; el vidrio fue analizado por XRF semicuantitativo); de las 7 muestras “tardoantiguas” de la villa de El Saucedo, al menos 4 o 5 muestran también rasgos que las asimilan a los tipos *HIMT* o *HIMT2* (Castelo *et al.*, 2011-2012, p. 697; análisis realizados por SEM-EDX); de las 9 muestras de la necrópolis de Alta de Cubas de la Sagra (Madrid), 7 tienen rasgos típicos *HIMT* (Agua *et al.*, 2015, p. 62; la técnica utilizada fue el FRX); por último, en un contexto recientemente estudiado en *Tarraco*, correspondiente a la segunda mitad del siglo V (aunque en origen se fechó en la primera) (Járrega, 2013, p. 149), de las 39 muestras analizadas un total de 30 tienen los altos contenidos de hierro, titanio y manganeso que definen la familia *HIMT* (Benet y Subías, 1989, pp. 352-353; la técnica utilizada fue XRF).

Las únicas excepciones conocidas están representadas por el Mercado de la Encarnación (Sevilla) y *Recopolis*. En Sevilla, en un conjunto de 25 muestras vítreas, solo 5

presentan rasgos asimilables a la familia *HIMT*, a pesar de que en muchos casos el vidrio tenía la coloración adecuada para ello. Sin embargo, algunas variables en la configuración analítica de estos análisis, por ejemplo, el uso de estándares inadecuados, recomiendan tomar con cautela estos resultados, los cuales además no están suficientemente explicados. Así, por ejemplo, el hecho de que la mayoría de las muestras tengan contenidos de sílice anormalmente bajos (por debajo del 55% y, a veces, incluso por debajo del 50%) no fue considerado relevante por los investigadores (Gómez-Tubio *et al.*, 2006). En *Recopolis* y otros enclaves cercanos, la distribución anómala del vidrio levantino y egipcio se ha interpretado como prueba de los cambios experimentados en los patrones de suministro (De Juan *et al.*, 2019, pp. 23-31; véase también: Schibille *et al.*, 2017, pp. 116-117), si bien se han presentado otras explicaciones alternativas (Govantes-Edwards *et al.*, 2020).

Recientemente se ha argumentado que los vidrios *HIMT* se dejaron con su color “natural” de forma intencionada (su coloración amarilla verdosa es principalmente el resultado de la presencia de impurezas de hierro de la arena con la que se fabricaban), para que fueran fácilmente reconocibles por los operarios vidrieros. Según esta hipótesis, la popularidad del tipo podría derivarse no tanto de las características externas del vidrio, sino del hecho de que se fundía y era trabajable a una temperatura más baja que otros vidrios de la competencia (por ejemplo, el *Levantine 1*), lo que lo hacía más económico para el soplador y, presumiblemente, también para el cliente (Freestone *et al.*, 2018). Los hallazgos en el Molinete parecen apoyar la hipótesis, ya que casi todos los residuos de trabajo en forma de hilos o gotas identificados y analizados se atribuyen con pocas dudas al grupo *HIMT*.

Además de estos vidrios (probablemente) egipcios, Cartagena también recibía otros, en bruto o no, de la región de Levante, como ilustra la presencia de los grupos *Levantine 1* (coetáneo al grupo *HIMT*) (para la procedencia del grupo *Levantine 1*: Foster y Jackson, 2009, pp. 189-190; Ceglia *et al.*, 2014; para *RBGY2*: Gliozzo *et al.*, 2013). Recientemente se ha propuesto (De Juan *et al.*, 2018, pp. 647-62) que la distinción detectada entre *HIMTa* y *HIMTb* (Ceglia *et al.*, 2014) (la diferencia básica entre estos subgrupos de vidrios *HIMT* descansa en sus proporciones de  $Fe_2O_3/TiO_2$  y  $Fe_2O_3/Al_2O_3$ ) puede tener implicaciones cronológicas, siendo *HIMTa* característico del siglo IV y *HIMTb* del V. En caso de que esta interpretación sea correcta, la presencia/ausencia de estos subgrupos en diferentes enclaves y regiones tendría considerables implicaciones para el comercio vidriero durante este periodo. Los datos disponibles indican que todos los vidrios *HIMT* encontrados hasta la fecha en la fachada mediterránea de la península ibérica pertenecen al grupo *HIMTa* (De Juan *et al.*, 2018), y las muestras del Molinete siguen esta misma tendencia. De cualquier modo, en este caso los objetos fueron hallados en contextos claramente fechados en el siglo V. Existe la posibilidad de que estas muestras representen material residual, si bien en este tipo de casos, en el que la línea *HIMTa*/siglo IV-*HIMTb*/siglo V se apoya sobre cimientos tan tenues, dar prioridad a los resultados arqueométricos sobre los arqueológicos es arriesgado (Govantes-Edwards *et al.*, 2022), especialmente cuando las cronologías tardoantiguas basadas en contextos cerámicos están actualmente siendo revisadas (Sanders, 2020).

Por último, varias de las muestras analizadas presentan indicios de reciclaje de vidrio, cuyas prácticas son notoriamente esquivas. Por un lado, su huella química puede ser bastante tenue, como por ejemplo la presencia de una cantidad relativamente elevada (>100 ppm) de elementos como el antimonio o el cobre en ciertos tipos, que sin embargo suele estar por debajo de los límites de detección de las técnicas utilizadas

(Sainsbury, 2018, p. 330). A esto hay que añadir que los antiguos vidrieros debían ser conscientes de las características del vidrio con el que trabajaban, y es posible que trataran de evitar el reciclaje de material con diferentes particularidades en un mismo lote (Freestone, 2006, p. 210), evitando las composiciones intermedias entre grupos, que en ocasiones pueden proporcionar indicios de esta práctica. Como resultado de estos factores, es muy probable que las prácticas de reciclado estén infrarrepresentadas, quizás de forma significativa. Más que una medida de contingencia implementada en tiempos de crisis, el reciclaje puede haber sido una actividad muy común, parte de la práctica cotidiana de los talleres (Duckworth, 2020).

### Financiación y agradecimientos

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de I+D+i MICINN: PID2019105376GB-C41/MCIN/AEI/10.13039/501100011033. La excavación de la *Insula II*, acometida entre 2015 y 2017, se integra en el proyecto general del Parque Arqueológico del Molinete, promovido por el Ayuntamiento de Cartagena, ejecutado por el consorcio Cartagena Puerto de Culturas y financiado por la Fundación Repsol. La documentación CAD y ortofotogramétrica y la composición de las figuras 1-6, 8 y 10 corresponde a José Gabriel Gómez Carrasco, topógrafo del equipo del parque. El resto han sido diseñadas por los autores del trabajo. Nuestra gratitud a Miguel Martín Camino, director del Museo Arqueológico Municipal 'Enrique Escudero de Castro' de Cartagena, y María José Madrid Balanza, directora del Museo Foro Romano. Molinete de Cartagena, por la ayuda prestada para acceder al material objeto de estudio. Nuestro reconocimiento también al equipo técnico del Parque Arqueológico del Molinete, cuyo buen hacer y profesionalidad han sentado las bases sobre las que se cimienta este estudio, y a los evaluadores que han contribuido a mejorar el trabajo con sus sugerencias y observaciones.

284

### Contribución a la autoría

- Concepción y diseño: JMNC.
- Redacción del borrador: MVG-A, JMNC (parte arqueológica), DGE (parte arqueométrica).
- Análisis e interpretación de los datos: MVG-A (parte arqueológica), DGE, ChD (parte arqueométrica).
- Recogida de datos: MVG-A, DGE.
- Provisión de materiales de comparación: MVG-A.
- Apoyo administrativo, técnico o logístico: MVG-A, ChD (análisis laboratorio).
- Consejo estadístico: DGE, ChD.
- Revisión crítica del artículo y aprobación final: JMNC.
- Obtención de financiación y responsable del proyecto que ha permitido el estudio: JMNC.
- Diseño gráfico: JMNC.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agua, F., Conde, J., Oñate, P., Sanguino, J., Dávila, A., García-Heras, M. y Villegas, M. (2015) "Caracterización y estado de conservación de vidrios tardorromanos del Museo Arqueológico Regional de Madrid procedentes de las necrópolis de Cubas de la Sagra", *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 54 (2), pp. 58-68. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bsecv.2015.03.003>
- Albiach, R. y Soriano, R. (1989) "Un horno de vidrio romano en Valentia", en *XIX Congreso Nacional de Arqueología*, vol. I. Castellón 1987. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, pp. 725-733.
- Alvar, J. (2012) *Los cultos egipcios en Hispania*. Besançon: Presses Universitaires de Franche-Comté.
- Andreu, M. y Vidal, M. (2005) "Excavación arqueológica del solar situado en la Calle del Aire, nº 30 - Callejón de Bretau de Cartagena", *MemArqMurcia*, 13, pp. 123-128.
- Antolinos, J. A. y Soler, S. (2010) "Testimonios arqueológicos sobre la producción de vidrio en Carthago Nova: excavación en calle Mayor 41 de Cartagena", *Memorias de Arqueología de la Región de Murcia*, 15, pp. 437-444.
- Becker, C. y Monin, M. (2003) "Fours de verriers antiques des Subsistances, Lyon", en Foy, D. y Nenna, M.-D. (eds.) *Échanges et commerce du verre dans le monde antique. Actes du colloque de l'AFAV. Aix-en-Provence - Marseille 2001*. Montagnac: Monique Mergoil, pp. 297-302.
- Benet, C. y Subías, E. (1989) *Un abocador del segle V d. C. en el Fòrum Provincial de Tàrraco*. Tarragona: TED'A.
- Bonifay, M. (2004) *Études sur la céramique romaine tardive d'Afrique*, B.A.R. International Series, 1301. Oxford: Archaeopress.
- Brill, R. (1999) *Chemical Analyses of Early Glasses*. Volumes 1 and 2. Corning, NY: The Corning Museum of Glass.
- Capriotti, G. (2014) "The Flavians: Pharaonic Kingship between Egypt and Rome", en Bricault, L. y Versluys, M. J. (eds.) *Power, politics and the cults of Isis. Proceedings of the V<sup>th</sup> International Conference of Isis Studies*, Religions in the Graeco-Roman World, 180. Leiden-Boston: Brill, pp. 237-259.
- Carmona, N., Villegas, M., Montero, I., Castellanos, M. y García-Heras, M. (2008) "Análisis de vidrios romanos del yacimiento de la Dehesa de la Oliva (Patones, Madrid)", en Rovira, S., García-Heras, M., Gener, M. y Montero, I. (eds.) *Actas del VII Congreso Ibérico de Arqueometría*. Madrid 2007. Madrid: Editorial CSIC, pp. 319-328.
- Castelo, R., Gutiérrez Neira, C., Barrio, J., Hurtado, J., Pardo, A.I., López Pérez, A. y García Giménez, R. (2011-2012) "Estudio arqueohistórico y analítico de un conjunto de vidrios de la villa romana de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo)", *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 37-38, pp. 687-703.
- Castro, M. y Gómez, A. (2008) "La actividad artesanal en Recópolis. La producción de vidrio", en Olmo, L. (ed.) *Recópolis y la ciudad en época visigoda*, Zona Arqueológica, 9. Alcalá de Henares: Museo Arqueológico Regional, pp. 116-128.
- Ceglia, A., Cosyns, P., Nysand, K. y Terryn, H. (2014) "Late antique glass distribution and consumption in Cyprus: a chemical study", *Journal of Archaeological Science: Reports*, 61, pp. 213-222. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.06.009>
- Cerezo, F. (2022) "Sistemas portuarios y navegación en el SE de la Península Ibérica. Carthago Nova y la redistribución regional. Una visión a través del registro arqueológico subacuático", en Lasheras, A., Ruiz de Arbulo, J. y Terrado, P. (eds.) *Tarraco Biennal. Actes 5e Congrès International d'Arqueologia I Món Antic. Ports Romans. Arqueologia dels sistemes portuaris*. Tarragona: ICAC y URV, pp. 61-76.
- Cholakova, A., Rehren, T. y Freestone, I. (2016) "Compositional identification of 6<sup>th</sup> c. AD glass from the Lower Danube", *Journal of Archaeological Science*, 7, pp. 625-632. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.08.009>
- Cruz, M. (2009) *O Vidro Romano do Noroeste Peninsular. Um olhar a partir de Bracara Augusta*. Tesis Doctoral. Universidade do Minho. Instituto de Arqueología. Accesible en: <https://hdl.handle.net/1822/9883> (consultado 20 junio 2023).

- Cruz, M. y Sánchez de Prado, M. D. (2015) "Glass working sites in *Hispania*: what we know", en I. Lazar (ed.) *Annales du 19<sup>e</sup> Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre*. Piran 2012. Koper: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, pp. 178-188.
- Dardaine, S., Fincker, M., Lancha, J. y Sillières, P. (2008) *Belo VIII. Le sanctuaire d'Isis*. Madrid: Casa de Velázquez.
- De Juan, J. y Schibille, N. (2017) "Glass import and production in *Hispania* during the early medieval period: The glass from Ciudad de Vascos (Toledo)", *PlosOne*, 12, pp. 1-19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182129>
- De Juan, J., Schibille, N., Molina, J. y Sánchez de Prado, M. D. (2018) "The supply of glass at *Portus Illicitanus* (Alicante, Spain): a meta-analysis of HIMT glasses", *Archaeometry*, 61 (3), pp. 647-662. <https://doi.org/10.1111/arcm.12446>
- De Juan, J., Vigil-Escalera, A., Cáceres, Y. y Schibille, N. (2019) "Changes in the supply of eastern Mediterranean glasses to Visigothic Spain", *Journal of Archaeological Science*, 107, pp. 23-31. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2019.04.006>
- Duckworth, C. (2020) "Seeking the invisible: new approaches to Roman glass recycling", en Duckworth, C. y Wilson, A. (eds.) *Recycling and Reuse in the Roman Economy*. Oxford: Oxford University Press, pp. 301-356.
- Egea, A., De Miquel, L., Martínez, M. A. y Hernández, R. (2006) "Evolución urbana de la zona 'Morería'. Ladera occidental del Cerro del Molinete (Cartagena)", *Mastia*, 5, pp. 11-59.
- Fernández Matallana, F. (2009) "La producción de vidrio en *Carthago Nova*. Algunas evidencias arqueológicas", *Mastia*, 8, pp. 139-157.
- Fontana, F. (2010) *I culti isiaci nell'Italia settentrionale. 1. Verona, Aquileia, Trieste, Polymnia*. Studi di Archeologia, 1. Trieste: EUT.
- Foster, H. y Jackson, C. (2009) "The composition of 'naturally colored' late Roman vessel glass from Britain and the implications for models of glass production and supply", *Journal of Archaeological Science*, 36 (2), pp. 189-204. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.08.008>
- Foster, H. y Jackson, C. (2010) "The composition of late Romano-British colourless vessel glass: glass production and consumption", *Journal of Archaeological Science*, 37 (12), pp. 3068-3080. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.07.007>
- Foy, D. (2000) "Technologie, géographie, économie. Les ateliers de verriers primaires et secondaires en Occident, esquisse d'une évolution de l'Antiquité au Moyen-Âge", en Nenna, M.-D. (coord.) *La route du verre. Ateliers de verriers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge*. Lyon: Maison de l'Orient Méditerranéen, pp. 147-170.
- Foy, D. y Nenna, M.-D. (2001) *Tout feu, tout sable. Mille ans de verre antique dans le Midi de la France*. Marseille: Musées de Marseille-Édisud.
- Foy, D. et al. (1991) "Ateliers de verriers de l'Antiquité et du haut Moyen Age en France: méthodologie et résultats, un état de la question (enquête reprise et mise à jour, à partir du catalogue de l'exposition «A travers le verre, du Moyen Age à la Renaissance»", en Foy, D. (ed.) *Ateliers de verriers de l'Antiquité à la période Pré-industrielle*, 4<sup>e</sup> Rencontres de l'AFAV. Rouen 1989. Rouen: Association Française pour l'Archéologie du Verre, pp. 55-69.
- Foy, D., Picon, M., Vichy, M. y Thirion-Merle, V. (2003) "Caractérisation des verres de l'Antiquité tardive en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux", en Foy, D. y Nenna, M.-D. (eds.) *Échanges et commerce du verre dans le monde antique. Actes du colloque de l'AFAV*. Aix-en-Provence - Marseille 2001. Montagnac: Monique Mergoïl, pp. 41-86.
- Freestone, I. (2006) "Glass production in Late Antiquity and the Early Islamic period: a geochemical perspective", *Geological Society, London. Special Publications*, 257, pp. 201-216.
- Freestone, I. C., Gorin-Rosen, Y. y Hughes, M. J. (2000) "Primary Glass from Israel and the Production of Glass in Late Antiquity and the Early Islamic Period", en Nenna, M.-D. (coord.) *La Route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge*, TMO, 33, Lyon: Maison de L'Orient Méditerranéen, pp. 65-83.
- Freestone, I., Degryse, P., Lankton, J., Gratuze, B. y Schneider, J. (2018) "HIMT, glass composition and commodity branding in the primary glass industry", en Rosenow, D., Meek, A., Phelps, M.

- y Freestone, A. (eds.) *Things that Travelled: Mediterranean Glass in the First Millennium AD*. London: UCL Press, pp. 159-190.
- García-Aboal, M. V. (2020) "Pervivencia y transformación urbanística en *Carthago Nova*: del santuario isiaco altoimperial al espacio industrial de los ss. IV-V d.C.", en Mateos, P. y Morán, C. J. (eds.) *Exemplum et Spolia. La reutilización arquitectónica en la transformación del paisaje urbano de las ciudades históricas*. Mérida: Instituto de Arqueología de Mérida, pp. 533-544.
- García-Aboal, M. V. (2022) *Evolución urbana y resiliencia en Cartagena: pervivencia y cambio de la ciudad entre las épocas altoimperial y altomedieval. El paradigma del Parque Arqueológico del Molinete*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Accesible en: <http://hdl.handle.net/10201/123664> (consultado 20 junio 2023).
- García-Aboal, M. V. y Velasco, V. (2019) "El barrio artesanal de la Insula II del Molinete", en Noguera, J. M. et al. (eds.) *Santuario de Isis y Serapis (Insula II) Molinete/Cartagena. Barrio del Foro Romano*. Murcia: Editum, pp. 115-121.
- García-Aboal, M. V., Velasco, M., Madrid, M. J. y Noguera, J. M. (2016) "De *Carthago Nova* a *Carthago Spartaria*", en Noguera, J. M. et al. (eds.) *Barrio del Foro Romano / Roman Forum District / Molinete / Cartagena*. Murcia: Cartagena Puerto de Culturas, pp. 140-145.
- García-Aboal, M. V., Govantes-Edwards, D. J., Duckworth, C. y Noguera Celdrán, J. M., (e.p.) "Glass supply in Roman, Late Roman and Byzantine *Carthago Nova* (Cartagena, Murcia, Spain) from a compositional approach", *Journal of Archaeological Science: Reports*.
- García Romero, J. (2002) *Minería y metalurgia en la Córdoba romana*. Córdoba: Servicio de Publicaciones.
- Gasparetto, A. (1967) "A proposito dell'officina vetraria torcellana. Forni e sistema di fusione antichi", *Journal of Glass Studies*, 9, pp. 50-75.
- Gliozzo, E., Santagostino Barbone, A. y D'Acapito, F. (2013) "Waste glass, vessels and window-panes from Thamusia (Morocco): grouping natron-based blue-green and colorless Roman glass", *Archaeometry*, 55 (4), pp. 609-639. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2012.00696.x>
- Gómez-Tubio, B., Ontalba, M. A., Ortega-Feliu, I. y Respaldiza, M. A. (2006) "PIXE-PIGE analysis of late roman glass fragments", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, 249, pp. 616-621.
- Gorin-Rosen, Y. (2000) "The ancient glass industry in Israel: summary of the finds and new discoveries", en Nenna, M.-D. (coord.) *La Route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge*, TMO, 33, Lyon: Maison de L'Orient Méditerranéen, pp. 49-63.
- Govantes-Edwards, D., Duckworth, C., Córdoba, R., Camacho, C. y Aparicio, L. (2014) "El vidrio andalusí y su composición química: primeros resultados y posibilidades de estudio", *Boletín de Arqueología Medieval*, 18, pp. 31-50.
- Govantes-Edwards, D., Duckworth, C., Gómez de la Torre-Verdejo, A. y Olmo, L. (2020) "Smoke signals: the social dimension of glass production in Visigothic Iberia", en Hodgkinson, A. y Lelek, C. (eds.) *Approaches to the Analysis of Production Activity at Archaeological Sites*. Oxford: Archaeopress, pp. 50-64.
- Govantes-Edwards, D., García Porrás, A., Duckworth, C. y Montanari, E. (2022) "A holistic and reflexive methodology for the archaeological investigation of pyrotechnological activity in the Alhambra", en García Porrás, A., Duckworth, C. y Govantes-Edwards, D. (eds.) *The Royal Workshops of the Alhambra. Industrial Activity in Early Modern Granada*. Woodbridge: The Boydell Press, pp. 17-25.
- Hayes, J. (1972) *Late Roman Pottery*. London: The British School at Rome.
- Járrega Domínguez, R. (2013) "Las últimas importaciones romanas de cerámica en el Este de *Hispania Tarraconensis*: una aproximación", *Spal*, 22, pp. 143-172. <http://dx.doi.org/10.12795/spal.2013.i22.06>
- Lazar, I. (2006) "An oil lamp from Slovenia depicting a Roman glass furnace", *Vjesnik Za Arheologiju I Povijest Dalmatinsku*, 99 (1), pp. 227-235.

- Mackensen, M. (1993) *Die Spätantiken Sigillata- und Lampentöpfereien von El Mahrine (Nord-tunesien)*. Studien zur nordafrikanischen Feinkeramik des 4. bis 7. Jahrhunderts, Münchner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte, 50. München: C. H. Beck Verlag.
- Madrid, M. J. y Vizcaíno, J. (2006) “Nuevos elementos de ajuar de la necrópolis oriental de *Carthago Spartaria* (I)”, *Mastia*, 5, pp. 85-130.
- Madrid, M. J., Murcia, A., Noguera, J. M. y Fuentes, M. (2010) “Reutilización y contextos domésticos del Edificio del Atrio (siglos III-IV)”, en Noguera, J. M. y Madrid, M. J. (eds.) *Arx Hasdrubalis. La ciudad reencontrada. Arqueología en el cerro del Molinete / Cartagena*. Madrid: Museo Arqueológico Regional, pp. 226-237.
- Madrid, M. J., Pavía, M. y Noguera, J. M. (2015) “Las termas del Puerto de *Carthago Nova*: un complejo augusteo de larga perduración”, en López, J. (ed.) *Tarraco Biennial. Actes. 2º Congrés Internacional d’Arqueologia i Món Antic. August i les Províncies Occidentals. 2000 aniversari de la mort d’August*, vol. II. Tarragona: Fundació Privada Mútua Catalana, pp. 15-22.
- Malavé, B. (2018) *Ciudad tardorromana, élites locales y patrimonio inmobiliario. Un análisis jurídico a la luz del Código Teodosiano*. Madrid: Dykinson.
- Mannoni, T. y Giannichedda, E. (1996) *Archeologia della produzione*, Torino: Einaudi.
- Marín, C. (1998): “Segunda intervención arqueológica en la C/ Cuatro Santos nº 17 de Cartagena”, *Memorias de Arqueología de la Región de Murcia*, 7, pp. 224-229.
- Motte, S. y Martin, S. (2003) “L’atelier de verrier antique de la Montée de la Butte à Lyon et ses productions”, en Foy, D. y Nenna, M.-D. (eds.) *Échanges et commerce du verre dans le monde antique. Actes du colloque de l’AFAV. Aix-en-Provence - Marseille, 2001*. Montagnac: Monique Mergoil, pp. 303-320.
- Murcia, A. (2010) “*Carthago Nova* durante los siglos III y IV. Cultura material y dinámica comercial”, en Noguera, J. M. y Madrid, M.J. (ed.) *Arx Hasdrubalis. La ciudad reencontrada. Arqueología en el cerro del Molinete / Cartagena*. Madrid: Museo Arqueológico Regional, pp. 221-225.
- Murcia, A. y Madrid, M. J. (2003) “Las termas de la calle Honda-Plaza de los Tres Reyes de Cartagena: material latericio y problemas de inserción urbana”, en Noguera, J. M. (ed.) *Arx Asdrubalis. Arqueología e Historia del Cerro del Molinete*. Murcia: Editum, pp. 231-267.
- Murcia, A., Vizcaíno, J., García Lorca, S. y Ramallo, S. F. (2005) “Conjuntos cerámicos tardíos de las excavaciones en el teatro romano de Cartagena”, en *Late roman Coarse Wares 1*, B.A.R. International Series, 1340. Oxford: Archeopress, pp. 1-36.
- Nenna, M.-D. (2014) “Egyptian glass abroad: HIMT glass and its markets”, en Keller, D., Price, J. y Jackson, C. (eds.) *Neighbours and Successors of Rome. Traditions of glass production and use in Europe and the Middle East in the later first millennium AD*. Oxford: Oxbow Books, pp. 177-193.
- Nenna, M.-D., Picon, M. y Vichy, M. (2000) “Ateliers primaires et secondaires en Égypte à l’époque gréco-romaine”, en Nenna, M.-D. (coord.) *La Route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge*, TMO, 33. Lyon: Maison de L’Orient Méditerranéen, pp. 97-112.
- Noguera, J. M. (2014) “Die *Colonia Iulia Urbs Nova Carthago*: neues zur Geschichte einer Stadt, die sich noch im Baube findet”, en Panzram, S. (ed.) *Städte in Spanien. Moderne Urbanität seit 2000 Jahren*. Mainz am Rhein: Nünnerich-Asmus Verlag, pp. 29-44.
- Noguera, J. M. y Madrid, M. J. (2014) “*Carthago Nova*: fases e hitos de monumentalización urbana y arquitectónica (siglos III a.C.-III d.C.)”, *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I. Prehistoria y Arqueología*, 7, pp. 13-60. <https://doi.org/10.5944/etfi.7.2014.15668>
- Noguera, J. M., Cánovas, A., Madrid, M. J. y Martínez, I. (eds.) (2016) *Barrio del Foro Romano / Molinete / Cartagena. Proyecto integral de recuperación y conservación*. Murcia: Cartagena Puerto de Culturas.
- Noguera, J. M., Abascal, J. M. y Madrid, M. J. (2017) “Un *titulus pictus* con titulación imperial de *Carthago Nova* y puntualizaciones a la dinámica urbana de la ciudad a inicios del s. III d.C.”, *Zephyrus*, 79, pp. 151-174. <https://doi.org/10.14201/zephyrus201779149172>

- Noguera, J. M., Cánovas, A., Madrid, M. J. y Martínez, I. (eds.) (2019) *Santuario de Isis y Serapis (Insula II) Molinete / Cartagena. Proyecto integral de recuperación y conservación*. Murcia: Editum.
- Oikonomou, A., Rehren, T. y Fiolitaki, A. (2021) "An early Byzantine glass workshop at Argypolis, Crete: Insights into complex glass supply networks", *Journal of Archaeological Science: Reports*, 35, pp. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102766>
- Palombi, C. y Spera, L. (2015) "La banca dati e il GIS degli indicatori di produzione. Note topografiche e prime riflessioni di sintesi", en Molinari, A., Spera, L. y Santangeli, R. (eds.) *L'archeologia della produzione a Roma (secoli V-XV). Atti del Convegno Internazionale di studi*. Roma 2014. Roma: Edipuglia, pp. 9-72.
- Pavía, M. (2018) "Thermae públicas y balnea domésticos en la ciudad romana de Carthago Nova", *Spal*, 27 (1), pp. 237-253. <https://doi.org/10.12795/spal.2018i27.09>
- Pinedo, J., Arellano, I., Gómez, M. y Miñano, A. (1997) "Informe preliminar del corte estratigráfico de El Espalmador Grande (Puerto de Cartagena)", *Memorias de Arqueología de la Región de Murcia*, 6, pp. 304-309.
- Pouille, D. y Labaune, F. (2000) "L'atelier de verrier antique de Cesson-Sévigné", en Nenna, M.-D. (coord.) *La Route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge*, TMO, 33. Lyon: Maison de L'Orient Méditerranéen, pp. 125-146.
- Price, J. y Cool, H. E. M. (1991) "The evidence for the production of glass in Roman Britain", en Foy, D. y Sennequier, G. (eds.) *Ateliers de verriers de l'Antiquité à la période Pré-industrielle, 4<sup>e</sup> Rencontres de l'AFAV*. Rouen 1989. Rouen: Association Française pour l'Archéologie du Verre, pp. 23-29.
- Quevedo, A. (2015) *Contextos cerámicos y transformaciones urbanas en Carthago Nova (s. II-III d.C.)*, Roman and Late Antique Mediterranean Pottery, 7. Oxford: Archaeopress.
- Ramallo, S. F. (2011): *Carthago Nova, puerto mediterráneo de Hispania*. Murcia: Fundación Cajamurcia.
- Ramallo, S. F. y Cerezo, F. (2018) "Carthago Spartaria, declive y recuperación de una civitas romana en la Spania bizantina", en Sánchez Ramos, I. y Mateos, P. (eds.) *Territorio, topografía y arquitectura de poder durante la Antigüedad Tardía*, Mytra, 1. Mérida: Instituto de Arqueología de Mérida, pp. 155-194.
- Ramallo, S. F. y Vizcaíno, J. (2011) "Estructuras de almacenamiento en Carthago Nova y su territorium (s. III a.C.-VII d.C.)", en Arce, J., Goffaux, B. y Mateos, P. (eds.) *Horrea d'Hispanie. La question du stockage en méditerranée romaine*. Madrid: Casa de Velázquez, pp. 225-263.
- Ramallo, S. F., Ruiz, E. y Murcia, A. J. (2013) "Aproximación a las fases de ocupación de Cartagena a partir del registro arqueológico obtenido en las intervenciones del teatro romano: breve síntesis de su evolución urbana", *Anales de Prehistoria y Arqueología*, 29, pp. 23-56.
- Ramallo, S. F., Cerezo, F. y Vizcaíno, J. (2017) "Puertos y espacios portuarios entre la antigüedad y la alta edad media: nuevos escenarios de investigación", en Diarte, P. (ed.) *Cities, Lands and Ports in Late Antiquity and the Early Middle Ages: Archaeologies of Change*. Rome: Bra Dyp US, pp. 159-174.
- Rivet, L. (1992) "Un quartier artisanal d'époque romaine à Aix-en-Provence. Bilan de la fouille de sauvetage du parking Signoret en 1991", *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 25, pp. 325-396.
- Saguì, L. y Lepri, B. (2015) "La produzione del vetro a Roma: continuità e discontinuità fra tardoantico e altomedioevo", *L'archeologia della produzione a Roma (V-XV secolo). Atti del Convegno Internazionale di Studi*. Roma 2014. Bari: Edipuglia, pp. 225-241.
- Sainsbury, V. (2018) "When things stopped travelling: recycling and the glass industry in Britain from the first to the fifth century CE", en Rosenow, D., Meek, A., Phelps, M. y Freestone, A. (eds.) *Things that Travelled: Mediterranean Glass in the First Millennium AD*. London: UCL Press, pp. 324-345.
- Sánchez de Prado, M. D. (2018) *La vajilla de vidrio en el ámbito suroriental de la Hispania romana. Comercio y producción entre los siglos I-VII d.C.*, Serie Arqueología. Alicante: Servicio de Publicaciones Universitat d'Alacant.



- Sánchez de Prado, M D. y Ramón Peris, A. (2014): "La producción de vidrio en Valentia. El taller de la calle Sabaters", *Lucentum*, 33, 215-242. doi: [10.14198/LVCENTVM2014.33.13](https://doi.org/10.14198/LVCENTVM2014.33.13)
- Sanders, G. (2020) "Spring forward: two examples of how shifting chronologies can postpone the dark ages", *Herom*, 9, pp. 353-379. <https://doi.org/10.1400/280263>
- Schibille, N., Olmo, L., Duckworth, C., Gómez de la Torre-Verdejo, A., Govantes-Edwards, D. y De Juan, J. (2017) "The glass from Reccopolis: an analytical approach", en Coutinho, I. et al. (eds.) *Proceedings of the 5<sup>th</sup> GLASSAC International Conference*, Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, pp. 116-117.
- Sebastiani A., Chirico, E., Colombini, M. y Cygielman, M. (2012) "Spolverino (Alberese-GR): relazione alla II campagna di scavi archeologici", *The Journal of Fasti on line*. Accesible en [www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2012-271.pdf](http://www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2012-271.pdf) (consultado 20 junio 2023).
- Shortland, A., Schachner, L., Freestone, I. y Tite, M. S. (2006) "Natron as a flux in the early vitreous materials industry: sources, beginnings and reasons for decline", *Journal of Archaeological Science*, 33, pp. 521-30. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.09.011>
- Soler, B. y Noguera, J. M. (2011) "Urban development and monumentalisation in the roman colony Vrbs Iulia Nova Cartago (Cartagena, Hispania Citerior)", en Nogales, T. y Rodà, I. (eds.) *Roma y las provincias: modelo y difusión*, vol. II. Roma: L'Erma di Brestchneider, pp. 1095-1105.
- Sternini, M. (1995) *La Fenice di Sabbia. Storia e tecnologia del vetro antico*. Bari: Edipuglia.
- Valenti, M. (2012) "Santa Cristina (Buonconvento-Si): le campagne di scavo dal 2009 al 2012", *The Journal of Fasti on line*. Accesible en <https://www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2012-266.pdf> (consultado 20 junio 2023).
- Velasco, V., Madrid, M. J., Martínez, I. y Noguera, J. M. (2020) "Actuaciones en el Parque Arqueológico del Molinete (Cartagena): primeros resultados de la intervención arqueológica y de conservación-restauración en el Foro de la colonia", en *XXVI Jornadas de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia*. Murcia: Ediciones Tres Fronteras, pp. 21-31.
- Vizcaíno, J. (2018) "Ad pristinum decus. La metamorfosis urbana de Carthago Spartaria durante el siglo V", en Callegarin, L. (ed.) *Entre civitas y madina. El mundo de las ciudades en la península ibérica y en el norte de África (siglos IV-IX)*, Madrid: Casa de Velázquez, pp. 75-104.
- Wickham, C. (2005) *Framing the Early Middle Ages. Europe and the Mediterranean 400-800*. Oxford: Oxford University Press.