

TESIS DOCTORAL

EL VIDRIO DE VENTANA Y SU EMPLEO EN LA
ARQUITECTURA ROMANA DE LA BÉTICA

ALMUDENA VELO GALA

Directores:

Cat. Margarita Orfila Pons

Dr. Manuel García Heras



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

Doctorado en Historia y Artes

Departamento de Prehistoria y Arqueología

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autor: Almudena Velo Gala
ISBN: 978-84-1117-164-9
URI: <http://hdl.handle.net/10481/71866>

“Las cosas tienen vida propia, todo es cuestión de
despertarles el ánimo”

(*Cien años de soledad*, Gabriel García Márquez)

A mis padres, mi hermana y mi
compañero de vida

AGRADECIMIENTOS

“El agradecimiento es la memoria del corazón”

(Lao-Tsé)

Es asombroso descubrir las casualidades de la vida. En uno de los primeros trabajos que tuve que realizar en mi licenciatura de Bellas Artes sobre la reinterpretación de una pintura, hace ya 20 años, seleccioné la obra *La clef des champs* de Rene Magritte. Nunca pensé que nuevamente mi investigación retornaría al vidrio de ventana, pero esta vez para reconstruir un paisaje del pasado visto a través de estos pequeños fragmentos. Con esta Tesis Doctoral termina esta etapa en la que el vidrio de ventana nuevamente ha sido mi objeto de investigación. Muchas veces, son aquellos magníficos profesionales los que, gracias a la pasión que demuestran en su trabajo, motivan y convencen a otros para iniciar nuevas investigaciones en su especialidad. En este sentido, la primera persona a la que quiero mostrar mi agradecimiento es a Fernando Cortés Pizano, por despertar en mí el interés por el vidrio de ventana.

Gracias a mis directores de Tesis, Margarita Orfila Pons y Manuel García Heras, por depositar vuestra confianza y apoyo en este proyecto. Vuestros consejos y correcciones han sido de una estimable ayuda para la finalización de esta Tesis.

El escaso conocimiento e interés de estos materiales por los arqueólogos e investigadores ha hecho que la búsqueda de cada uno de los fragmentos que se estudian en esta Tesis Doctoral haya sido un trabajo duro y complejo. Por ello, quisiera expresar mi agradecimiento a todas las personas que de una manera u otra, han hecho posible la identificación de los materiales que se han estudiado en esta Tesis, tanto ayudando en la manipulación de cientos de cajas en los almacenes de los museos como aportando información sobre la localización de algunos materiales. En concreto, gracias al personal de los museos de Riotinto, Carmona, Écija, Ronda, conjunto termal

de Herrera, Baena y Córdoba, tanto directores, conservadores, restauradores como a otros responsables de los materiales, que tan amablemente me han facilitado todos los trámites para el estudio de los vidrios y me han ayudado en esta intensa búsqueda; me han hecho sentir como en mi propia casa durante todo este tiempo.

Quiero mostrar mi especial agradecimiento al equipo del Museo Arqueológico Provincial de Córdoba, donde he pasado un largo tiempo. Gracias a Juana, Pepe, Miguel, Blanca, Lola y sobre todo a M^a Jesús Moreno y Silvia Maroto, me llevo grandes momentos y una gran amistad.

Por ser mi compañera de aventuras en la investigación y mi amiga, quiero incluir en estas líneas a Antonia Merino Aranda; estoy segura de que vas a tener un futuro brillante en tu carrera.

También quiero expresar mi enorme agradecimiento a Chlöe Duckworth, por toda tu ayuda, amistad y dedicación. Gracias a ti y a David Govantes por permitirme seguir descubriendo lo apasionante que es el estudio del vidrio, por contar conmigo en vuestros proyectos, confiar en mi trabajo y por hacerme sentir parte de esta pequeña gran familia que formamos los que nos dedicamos al estudio del vidrio antiguo.

Quiero finalizar agradeciendo el apoyo incesante de mis padres, mi hermana y mi marido, quienes me han motivado continuamente a seguir y poder cumplir uno de los sueños de mi vida. Sin vuestra ayuda no hubiese sido posible.

RESUMEN

Las evidencias arqueológicas y la información aportada por las fuentes clásicas (literarias, epigráficas e iconográficas) indican que el vidrio de ventana fue un material que jugó un papel destacado en la arquitectura de época romana. No obstante, debido a que no se ha recuperado del mismo modo que otros materiales, por desconocimiento o por desinterés así como por ser frecuentemente reciclado desde la Antigüedad, el conjunto de vidrio de ventana romano conocido representa con seguridad solo una parte muy sesgada de lo que debió ser en su momento.

La documentación arqueológica sugiere que el vidrio de ventana hizo su aparición hacia el cambio de era, momento en el que la industria vidriera comenzó a mejorar algunas de sus técnicas de elaboración. Asimismo, la amplia variedad formal de vanos existente en la arquitectura romana precisó del uso de diferentes tipologías de paneles, como los ortogonales planos o los hemisféricos, estos últimos empleados para cubrir los *oculi*, principalmente en construcciones termales. La utilización de vidrio en estos edificios tuvo, sobre todo, un carácter funcional, ya que permitía la iluminación de espacios internos al dejar pasar la luz del exterior y protegía, además, el interior de las salas de la climatología adversa. Por otro lado, también tuvo un importante valor estético ya que, junto a otros materiales, el vidrio formó parte de los grandes programas decorativos desarrollados en las estancias más prestigiosas.

En esta Tesis Doctoral se ha estudiado el vidrio de ventana de época romana en la provincia hispana de la Bética. La motivación principal para realizar esta Tesis fue cubrir el vacío existente en la investigación científica sobre este tipo de vidrio en esta provincia de la *Hispania* romana. Se seleccionaron los siguientes yacimientos arqueológicos por sus posibilidades de estudio para este tipo de vidrio: *Cortalago*, *Acinipo*, *Carmo*, *Astigi*, el conjunto termal de Herrera, Torreparedones y *colonia Patricia Corduba*. En total se ha estudiado un conjunto de 918 fragmentos de vidrio de ventana, lo que ha permitido confirmar la amplia presencia de este tipo de cerramiento en la arquitectura romana de la Bética. El análisis del contexto de los distintos hallazgos indicó que estos paneles se emplearon en esta provincia romana, tanto en edificaciones públicas (termas o curias) como privadas, y tanto en ámbitos urbanos como rurales. En Córdoba, por ejemplo, su uso se evidencia desde los siglos I al V d.C.

El estudio del conjunto de vidrio de ventana se ha realizado a partir de dos aproximaciones complementarias: una más tradicional basada en el análisis de la morfología de los fragmentos de vidrio y su contexto de hallazgo; y otra más novedosa a partir de la caracterización arqueométrica de una selección de muestras de vidrio de ventana, utilizando técnicas instrumentales como microsonda de electrones (EPMA), microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (MEBEC), microscopía electrónica de barrido convencional (MEB), microanálisis por dispersión de energías de rayos-X (EDS), difracción de rayos X (DRX) y espectrofotometría ultravioleta-visible-infrarrojo cercano (UV-Vis-IRP). Ambas aproximaciones han permitido obtener datos muy valiosos sobre la elaboración, la cronología, los sistemas de instalación, el estado de conservación, la composición química y la posible procedencia del vidrio utilizado de una parte muy importante de los fragmentos estudiados.

Los resultados indican que la mayoría de los vidrios de ventana hallados en la Bética eran paneles planos cuadrangulares que se realizaron por colada, a veces a partir de dos o más vertidos, entre época altoimperial y los siglos IV-V d.C. Solo se ha identificado un ejemplo hemisférico en el yacimiento de Torreparedones. La caracterización de su composición química mostró que se trata de vidrios de silicato sódico cálcico, composición habitual en los vidrios de época romana, en los que se empleó natrón mineral como fundente. La baja concentración de óxido de hierro revela que se utilizaron arenas con pocas impurezas, lo que proporciona el característico color verde-azulado a la mayoría de vidrios analizados, así como el uso mayoritario de dióxido de manganeso como agente decolorante. La comparación de los resultados de la composición química con los datos publicados en la bibliografía sugiere que la mayoría del vidrio de ventana empleado en la Bética se produjo en bruto en la costa sirio-palestina del Mediterráneo oriental, y que luego los paneles de vidrio plano se elaboraron, posiblemente, en talleres secundarios de esta provincia de la *Hispania* romana. En general, los vidrios analizados presentan un buen estado de conservación, aunque se ha detectado que en casi todos ellos se han eliminado las capas de degradación superficial como consecuencia de procesos de limpieza agresivos en el momento de sus hallazgos, o sistemas de almacenamiento inadecuados.

La aportación principal de esta Tesis Doctoral tiene dos claras implicaciones. Por un lado, ha servido para documentar y revelar que el vidrio plano de ventana fue

un material relevante, probablemente igual de importante que otros materiales constructivos, en la arquitectura romana de la Bética y que hasta ahora era prácticamente desconocido; y por otro lado, ha puesto de manifiesto la utilidad de una aproximación que combina el análisis morfológico y contextual con el análisis arqueométrico en el estudio sistemático de este tipo de materiales. El gran potencial que ofrece el estudio del vidrio plano de ventana plantea la necesidad de ampliar este tipo de investigación tanto a otras zonas de *Hispania* como a otras tipologías de vidrio romano, lo cual ayudará sin duda a tener una mejor comprensión de lo que fue la producción y uso del vidrio en las provincias occidentales del Imperio.

ABSTRACT

Window glass played a prominent role in the Roman architecture as archaeological evidences and classical sources (literary, epigraphs and iconographic) indicate. However, the Roman window glass known set only represents surely a very skewed part of what it should have been at that time. This is due to these materials are not recovered in excavations in the same way as others, probably because of ignorance or lack of interest, as well as being frequently recycled since antiquity.

Archaeological data suggests that window glass appeared towards the change of era. In that moment the glass industry began to improve some of their techniques. Likewise, the wide formal variety of openings in Roman architecture required the use of different types of panes, such as orthogonal or hemispherical windowpanes. These latter were frequently used in *oculi*, mainly in Roman baths. The use of window glass in these buildings was especially a functional practise. In these spaces the glass allowed the natural lighting of internal rooms and protected them from adverse weather. On the other hand, window glass had an important aesthetic value since it was part of the great decorative programs in relevant places, together with other materials.

Roman window glass in *Hispania Baetica* has been studied in this Doctoral Thesis. The main aim of this thesis is to fill the gap in scientific research on this type of glass in this province of Roman *Hispania*. The following archaeological sites were selected, due to their possibilities of study for this type of glass: *Cortalago*, *Acinipo*, *Astigi*, baths of Herrera, Torreparedones and *colonia Patricia Corduba*. A total set of 918 window glass fragments was studied, which has confirmed the wide presence of glass window enclosures in the Roman architecture of *Baetica*. The context analysis of the different findings indicated that these windowpanes were used in *Baetica* either in public (baths or curias) or private buildings, as well as in urban and rural areas. In Córdoba, for example, its use is evidenced from 1st to the 5th centuries AD.

The study of the window glass set was done from two complementary approaches: one more traditional based on morphological analysis and the contexts in which glass fragments were recovered; and the other one from a novel approach where some samples of window glass were characterized chemically. The instrumental

techniques used were: electron microprobe (EPMA), field emission scanning electron microscopy (FESEM), conventional scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive X-ray analysis (EDS), X-ray diffraction (XRD) and ultraviolet visible near infrared spectrophotometry (UV-Vis-NIR). Both approaches have allowed the obtaining of important data on manufacture processes, chronology, installation systems, conservation, chemical composition and the possible glass origin of an important part of the fragments studied.

The results indicate that in most cases glasses found in *Baetica* were square flat windowpanes made by cooled process, used between high imperial age and 4th-5th centuries AD. Sometimes this procedure was made using two or more glass poured. Only a hemispherical pane was documented in the archaeological site of Torreparedones. Chemical characterization showed that all the samples are soda-lime-silica glasses. This is the typical composition of Roman glasses, in which natron (mineral soda) was used as flux. The low iron oxides concentrations indicate the use of relatively high purity sands. These impurities provide the characteristic bluish-green colour of the majority of the glasses analysed. Manganese dioxide was used mainly as decolourant agent. A comparative study with other data published in the bibliography suggests that the vast majority of the glass used in the windowpanes of *Baetica* was done in the Sirio-Palestine coast. However the panes were made, possibly, in the secondary glass workshop of this Roman *Hispania* province. In general, glasses analysed are in good conservation although almost all of the degradation layers have been removed. This happened as a result of cleaning processes or storage systems unsuitable.

The main contribution of this Doctoral Thesis has two clear implications. On the one hand, it has served to document and to show that window glass, an unknown material, was as important as other elements in Roman architecture. On the other hand, it has shown the utility of an approach which combines morphological and contextual analysis with the archaeometric analysis in the systematic study of this type of materials. The great potential that window glass study offers poses the need to extend such researches to other parts of the Roman *Hispania* and other Roman glass types. This will help to certainly understand better the production and use of glass in Western provinces of the Empire.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	23
LISTA DE TABLAS.....	39
I. INTRODUCCIÓN.....	41
I.1 Objetivos.....	46
I.2 Metodología y estructura del trabajo.....	50
I.3 Antecedentes de las investigaciones sobre el vidrio de ventana romano.....	56
II. EL VIDRIO DE VENTANA EN ÉPOCA ROMANA.....	63
II.1 Fuentes para el estudio del vidrio de ventana en época romana.....	66
II.1.1 Fuentes literarias clásicas.....	67
II.1.2 Fuentes epigráficas.....	75
II.1.3 Fuentes iconográficas.....	79
II.1.3.1 <i>Relieves y bajorrelieves</i>	81
II.1.3.2 <i>Mosaicos</i>	84
II.1.3.3 <i>Pintura mural</i>	97
II.2 Materiales empleados para el cierre de vanos en época romana.....	104
II.3 El vidrio en la arquitectura romana pública y privada.....	116
II.3.1 El vidrio de ventana en las construcciones romanas de ámbito público.....	119
II.3.2 El vidrio de ventana en las construcciones romanas de ámbito privado.....	122
II.3.3 Otros indicadores para la investigación de los sistemas de cierre de ventanas con láminas de materiales translúcidos.....	125
II.4 Técnicas de elaboración del vidrio de ventana en la Antigüedad.....	127
II.4.1 Los primeros paneles de vidrio de ventana en época romana: el vidrio	

brillante/mate.....	129
<i>II.4.1.1 Características morfológicas de los vidrios brillante/mate.....</i>	130
II.4.1.1.1 Características externas.....	131
II.4.1.1.2 Características de la masa vítrea.....	134
II.4.1.1.3 La identificación de capas de vertido o colada en el interior de los paneles de vidrio.....	136
II.4.1.1.4 La forma de los paneles: vidrios cuadrangulares planos, vidrios circulares hemisféricos y otros casos excepcionales.....	138
II.4.2 El empleo de la técnica de soplado en cilindros o “manchones” para la obtención de vidrio de ventana.....	144
<i>II.4.2.1 Características morfológicas de los vidrios elaborados mediante soplado en cilindros.....</i>	146
II.4.2.1.1 Características externas.....	146
II.4.2.1.2 Características de la masa vítrea.....	149
II.4.3 El vidrio soplado en corona o “cibas”.....	150
<i>II.4.3.1 Características morfológicas de los vidrios elaborados mediante soplado en corona.....</i>	153
II.4.3.1.1 Características externas.....	153
II.4.3.1.2 Características de la masa vítrea.....	154
II.4.4 Sistemas de instalación de los paneles de vidrio en la arquitectura de época romana.....	154
<i>II.4.4.1 Inserción directa y empleo de marcos o bastidores de madera, metal, piedra y yeso.....</i>	155
<i>II.4.4.2 El sistema de doble instalación de bastidores de vidrio.....</i>	161
<i>II.4.4.3 El uso de plomo en la instalación de vidrios de ventana.....</i>	162
III. EL VIDRIO DE VENTANA EN <i>HISPANIA</i>.....	167

III.1 El vidrio de ventana en las provincias hispanas Tarraconense y Lusitania..	171
III.1.1 El vidrio de ventana en la provincia romana Tarraconense.....	171
III.1.1.1 <i>El conventus Lucensis</i>	172
III.1.1.2 <i>El conventus Bracarenensis</i>	174
III.1.1.3 <i>El conventus Asturicensis</i>	175
III.1.1.4 <i>El conventus Cluniensis</i>	178
III.1.1.5 <i>El conventus Caesaraugustanus</i>	181
III.1.1.6 <i>El conventus Tarraconensis</i>	189
III.1.1.7 <i>El conventus Carthaginensis</i>	192
III.1.2 El vidrio de ventana en la provincia romana Lusitania.....	199
III.1.2.1 <i>El conventus Emeritensis</i>	199
III.1.2.2 <i>El conventus Scalabitanus</i>	200
III.1.2.3 <i>El conventus Pacensis</i>	200
III.1.3 Análisis general de los hallazgos de vidrio de ventana de las provincias Tarraconense y Lusitania.....	201
III.2 El vidrio de ventana en la provincia romana de la Bética.....	205
III.2.1 El vidrio de ventana romano en la Bética: ejemplos publicados.....	206
III.2.1.1 <i>El vidrio de ventana del yacimiento de Cortalago (Minas de Riotinto, Huelva)</i>	206
III.2.1.2 <i>El vidrio de ventana en el yacimiento de la Casa del Obispo (Cádiz)</i>	208
III.2.2 El vidrio de ventana romano en la Bética: ejemplos inéditos.....	209
III.2.2.1 <i>Acinipo (Ronda, Málaga)</i>	212
III.2.2.1.1 El vidrio de ventana de las termas de <i>Acinipo</i>	212
III.2.2.2 <i>Carmo (Carmona, Sevilla)</i>	215
III.2.2.2.1 Vidrios de ventana romanos en el santuario de la calle San	

Felipe de Carmona (Sevilla).....	216
<i>III.2.2.3 Astigi (Écija, Sevilla)</i>	220
III.2.2.3.1 El vidrio de ventana de la excavación en la calle Garcilópez núm. 19.....	220
III.2.2.3.2 El vidrio de ventana de la excavación en la Plaza de la Puerta Cerrada núm. 9.....	221
III.2.2.3.3 El vidrio de ventana de la excavación en la calle Espíritu Santo a Barrera de Oñate.....	222
III.2.2.3.4 El vidrio de ventana de la excavación en la calle La Marquesa, edificio Telefónica.....	223
III.2.2.3.5 El vidrio de ventana de la excavación en la calle Jovar núm. 4.....	224
III.2.2.3.6 El vidrio de ventana de las excavaciones en la Plaza de España.....	225
<i>III.2.2.4 Las termas romanas de Herrera (Sevilla)</i>	227
III.2.2.4.1 El vidrio de ventana de las termas romanas de Herrera.....	228
<i>III.2.2.5 Torreparedones (Baena, Córdoba)</i>	231
III.2.2.5.1 Los paneles de vidrio de la curia de Torreparedones.....	231
III.2.2.5.2 Una nueva propuesta de restitución de los vanos de ventana del aula de la curia de Torreparedones.....	241
<i>III.2.2.6 Colonia Patricia Corduba (Córdoba)</i>	245
III.2.2.6.1 El vidrio de ventana de la excavación en el Paseo de la Victoria y Tejón y Marín núm. 6.....	248
III.2.2.6.2 El vidrio de ventana de la excavación en Diputación (Avd. América esq. Pretorio).....	249
III.2.2.6.3 El vidrio de ventana de la excavación en la calle Lucano núms. 7 y 9.....	250

III.2.2.6.4 El vidrio de ventana de la <i>villa</i> romana de Santa Rosa.....	251
III.2.2.6.5 El vidrio de ventana de la excavación en la parcela 2.3 del Plan Parcial Renfe.....	253
III.2.2.6.6 El vidrio de ventana de la excavación en la calle Rodríguez Marín núm. 17.....	255
III.2.2.6.7 El vidrio de ventana de la <i>villa</i> romana de Ronda del Marrubial.....	256
III.2.2.6.8 El vidrio de ventana del yacimiento de <i>Cercadilla</i>	265
III.2.2.6.9 El vidrio de ventana de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández núm. 13.....	271
IV. EL ESTUDIO MORFOLÓGICO Y ARQUEOMÉTRICO DEL VIDRIO DE VENTANA ROMANO DE LA BÉTICA.....	277
IV.1 El vidrio: componentes.....	280
IV.2 La producción de vidrio en la Antigüedad.....	284
IV.3 El reciclado del vidrio.....	290
IV.3.1 El reciclado del vidrio en las fuentes literarias clásicas.....	291
IV.3.2 Evidencias arqueológicas sobre el reciclado del vidrio.....	293
IV.3.3 El estudio arqueométrico como aproximación para la identificación del reciclado de vidrio.....	296
IV.4 El estudio morfológico y arqueométrico del vidrio de ventana romano de la Bética.....	298
IV.4.1 Análisis morfológico de los vidrios.....	299
<i>IV.4.1.1 La superficie de los paneles.....</i>	<i>299</i>
<i>IV.4.1.2 El color.....</i>	<i>303</i>
IV.4.1.2.1 Análisis de los cromóforos mediante espectrofotometría UV-Vis-IRP.....	307

IV.4.1.3	<i>Espesor y morfología de los perfiles de los paneles.....</i>	312
IV.4.1.4	<i>Improntas de las herramientas empleadas en la elaboración de los paneles.....</i>	313
IV.4.1.5	<i>Impurezas en la masa del vidrio.....</i>	315
IV.4.1.6	<i>Burbujas de aire en la masa del vidrio.....</i>	316
IV.4.1.7	<i>Capas de vertido o colada.....</i>	317
IV.4.1.8	<i>Dimensiones de los paneles restituidos.....</i>	320
IV.4.1.9	<i>Otros depósitos en la superficie de los paneles.....</i>	321
IV.4.1.10	<i>Discusión de los resultados obtenidos en el examen visual de los vidrios de ventana romanos de la Bética.....</i>	322
IV.4.2	Caracterización de la composición química de los vidrios de ventana romanos de la Bética.....	327
IV.4.2.1	<i>Análisis químico: técnicas de análisis y preparación de las muestras.....</i>	330
IV.4.2.2	<i>Resultados, discusión e interpretación del análisis químico de los vidrios de ventana romanos de la Bética.....</i>	331
IV.4.2.3	<i>Cambios en la composición química debidos a los procesos de elaboración de los paneles.....</i>	336
IV.4.2.4	<i>Estudio comparativo con otros vidrios de ventana romanos analizados.....</i>	340
IV.4.3	Análisis de otros depósitos de la superficie de los vidrios: restos de mortero y/o masilla de sellado de los paneles planos de la curia de Torreparedones.....	347
IV.5	Estado de conservación del vidrio de ventana romano de la Bética.....	350
IV.5.1	Alteraciones y deterioro.....	350
IV.5.1.1	<i>Alteraciones físicas.....</i>	351
IV.5.1.2	<i>Alteraciones químicas.....</i>	357

IV.5.2 Observación y microanálisis del estado de conservación.....	359
IV.5.3 Resultados obtenidos.....	361
V. CONCLUSIONES.....	373
V.1 Aportaciones de la Tesis y líneas futuras de trabajo.....	381
V. CONCLUSIONS.....	385
V.1 Thesis contributions and future lines of work.....	392
BIBLIOGRAFÍA.....	395
ANEXO I – TABLAS CAPÍTULO IV.4.2.....	435
ANEXO II – FACTORES DE ALTERACIÓN Y PROPUESTAS DE CONSERVACIÓN DEL VIDRIO ARQUEOLÓGICO.....	451
ANEXO III - CATÁLOGO DE PIEZAS.....	457

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1.** Yacimientos de la Bética donde se ha identificado vidrio de ventana romano (A. Velo Gala).
- Fig. 2.** Ficha-tipo empleada en el estudio del vidrio de ventana romano de la Bética que constituye esta Tesis Doctoral.
- Fig. 3.** Ilustración de las escenas laterales de un sarcófago cristiano procedente del Vaticano (Bottari, 1737: lámina XXXIV).
- Fig. 4.** Columna trajana e ilustraciones de algunos de los vanos de las arquitecturas representadas en las distintas escenas (Velo-Gala, Garriguet, 2017: Fig. 1).
- Fig. 5.** Mosaico del *Dominus Iulius*. Fotografía de la escena central del mosaico y detalles de los vanos representados (Velo-Gala, Garriguet, 2017: Fig. 2).
- Fig. 6.** Ilustración de los mosaicos de *villae* documentados en Tabarka (Túnez). Imagen general y detalle de algunos de los vanos (Velo-Gala, Garriguet, 2017: Fig. 3).
- Fig. 7.** Ilustración del fragmento de mosaico de tema agrícola hallado en El Alia (Túnez) (Velo-Gala, Garriguet, 2017: Fig. 4).
- Fig. 8.** Ilustración del fragmento del mosaico de la cúpula de Centcelles (Constantí, Tarragona) con una posible representación de paneles de vidrio de ventana (Velo-Gala, Garriguet, 2017: Fig. 5).
- Fig. 9.** Ilustración del fragmento de mosaico perteneciente a Ostia (Roma) y depositado en el *Toledo Museum of Art* (Velo-Gala, Garriguet, 2017: Fig. 6).
- Fig. 10.** Ilustración del edificio representado en una de las cenefas del mosaico conocido como El Baño de Venus, hallado en las excavaciones de Cuicul (Djemila, Argelia) (Velo-Gala, Garriguet, 2017: Fig. 7).
- Fig. 11.** Ilustración e imagen de algunos de los edificios representados en el mosaico Vista de Hippona (Velo-Gala, Garriguet, 2017: Fig. 8).
- Fig. 12.** Fragmento de celosía realizada en piedra y conservada en el Museo Arqueológico de Tipasa (Boulinguez, Napoli, 2008: 721, Fig. 9).
- Fig. 13.** Mosaico de Aquiles en Esciros de la *villa* romana de La Olmeda (Pedrosa de la Vega, Palencia). Fotografía general y detalle del vano (Villa romana de La Olmeda).
- Fig. 14.** Detalle del mosaico de la *villa* de Bad Kreuznach (Alemania) (Velo-Gala, Garriguet, 2017: Fig. 10).
- Fig. 15.** Representación de un recipiente de vidrio en una naturaleza muerta de una pintura mural de Pompeya (Braganti, Sampaolo, 2009: 374).
- Fig. 16.** (Izq.) Escena de Medea y Pelias, *triclinium* de la Casa del grupo de los vasos de vidrio, Pompeya (Bragantini, Sampaolo, 2009: 267); (dcha.) ventana con bastidor de madera en una pared del Colegio de los Augustales de Herculano (A. Velo Gala).

Fig. 17. Fragmento de pintura mural de segundo estilo pompeyano que perteneció a la colección Bárbara y Lawrence Fleischman (Anderson, 1994: 250).

Fig. 18. Reconstrucción de la pintura mural ubicada en el Museo Arqueológico de Bavay (Francia) que representa un vano de ventana con un marco o bastidor (Vipard, 2009: Pl. I, Fig. 3).

Fig. 19. (Izq. superior) Postigos de madera conservados en un vano de una de las construcciones de Herculano; (dcha. superior) calco en yeso de un postigo de madera en una ventana de la *villa* de Los Misterios en Pompeya; (inferior) calco en yeso de una puerta de madera de cuatro hojas con sistema de cierre de seguridad de la *villa* de Popea (Oplontis) (A. Velo Gala).

Fig. 20. (Izq.) Rejas *in situ* en algunos vanos de ventana en viviendas de Herculano; (dcha.) reja de una vivienda de época romana expuesta en el Museo Nacional de Arte Romano de Mérida (A. Velo Gala).

Fig. 21. Fragmento de *tegula* con *oculus* recuperado en las intervenciones arqueológicas de la calle San Felipe 1A de Carmona (Sevilla) (Dibujo de J. Román con modificaciones de A. Velo Gala).

Fig. 22. (Izq.) Dibujo de una tegula con orificio central o agujeros para la instalación de algún panel translúcido (Chipiez, 1877-1919: Fig. 2947); (dcha.) pintura mural perteneciente a una *villa* rústica de *Augusta Treverorum* (Cüppers, 1969: 11).

Fig. 23. Restitución de los revestimientos murales y del vano cerrado con láminas de yeso espejador de la sala superior al espacio de culto del edificio del atrio en las excavaciones del cerro del Molinete (Cartagena, Murcia) (A. Velo Gala).

Fig. 24. Láminas de *lapis specularis* procedentes de Pompeya (Fontaine, Foy, 2005c: 159, 161).

Fig. 25. Panel de vidrio paramental con un motivo figurativo conservado en el *Corning Museum of Glass* (Corning, Nueva York) (Harden, 1987: 31).

Fig. 26. Ninfas con mosaicos de teselas vítreas en la ciudad de Herculano (A. Velo Gala).

Fig. 27. Vanos de ventana del *caldarium* de las termas masculinas de Herculano (A. Velo Gala).

Fig. 28. Restitución del pórtico cerrado con paneles de vidrio de la Casa del Efebo en Pompeya (Vipard, 2003: Fig. 12).

Fig. 29. Restos de vidrio de ventana y de un enrejado de un vano en una construcción de la ciudad de Zeugma (Turquía) (Fontaine, Foy, 2005a: Fig. 7).

Fig. 30. (Izq.) Vidrio de ventana elaborado por colado: superficie brillante de un fragmento con huellas de herramientas; (dcha.) y superficie mate de otro fragmento (A. Velo Gala).

Fig. 31. Panel de vidrio romano de ventana perteneciente a los contextos termales de Garden Hill (Hartfield, Sussex), fotografía general y detalle de un borde cortado de forma intencionada (A. Velo Gala).

Fig. 32. (a) Burbujas esféricas y alargadas y (b) burbuja de aire de gran tamaño en superficie en un fragmento de vidrio romano de ventana brillante/mate (A. Velo Gala).

Fig. 33. Bandas de color morado o violeta debidas a la solarización o fotooxidación de los iones Mn^{2+} a Mn^{3+} , en un fragmento de vidrio romano brillante/mate (A. Velo Gala).

Fig. 34. Sección de un panel de vidrio elaborado por colada procedente de la *villa* de Broekom (Bélgica) (Cosyns, 2005: Fig. 46).

Fig. 35. Paneles de vidrio de ventana brillante/mate planos cuadrangulares procedentes de las excavaciones efectuadas en Pompeya (Italia) (A. Velo Gala).

Fig. 36. Vidrios circulares hemisféricos hallados en el pecio del siglo III d.C. descubierto en las proximidades de la isla de Embiez (Francia) (Foy, Fontaine, 2008: 419; Nenna, 2009: 317).

Fig. 37. Ilustración de un catálogo de vidrios de 1873 (Deville, 1873) donde se aprecian paneles de vidrio hemisférico entre otras tipologías de recipientes.

Fig. 38. Restos de pintura mural y restitución que representa un vano circular con bastidor, posiblemente cerrado con láminas de vidrio u otro material translúcido, procedentes de una *villa* y depositados en el Museo Arqueológico de Bavay (Francia) (Eristov, Groetembril, 2005: Fig. 15).

Fig. 39. Restos del panel hemisférico sin borde documentado en el *oculus* de la Casa I.8, 13 de Pompeya (Foy, Fontaine, 2008: 423, Fig. 14).

Fig. 40. Fragmentos de vidrio de ventana brillante/mate de forma cuadrangular abombados pertenecientes a la colección Gorga (Roma) (Foy, Fontaine, 2008: 423, Fig. 14).

Fig. 41. Reconstrucción hipotética del proceso de elaboración de un vidrio cuadrangular mediante la técnica de soplado en cilindro (A. Velo Gala).

Fig. 42. Superficies brillantes de un fragmento de vidrio soplado de la zona sur de la iglesia del asentamiento fortificado de Tonovcov (Kobarid, Eslovenia) (Milavec, 2015: Fig. 2).

Fig. 43. Lámina de vidrio soplado hallada en Butrint (Albania) (Foy, Fontaine, 2008: 431, Fig. 20).

Fig. 44. Panel de vidrio soplado restituido, donde se aprecian líneas de color morado debidas a un fenómeno de solarización o fotooxidación de los iones Mn^{2+} a Mn^{3+} , las cuales indican el empleo de manganeso como agente decolorante (Mosela, Francia) (Cabart, 2005: Fig. 44).

Fig. 45. Reconstrucción del proceso de obtención de vidrio plano mediante la técnica de soplado en coronas o “cibas” (Diderot, D’Alembert, 1751-1780: Láms. XI, XIV y XV).

Fig. 46. Paneles de vidrio realizados mediante soplado en corona: (1) restitución del panel de las termas de Bosra (Siria) (Broise, 1991: Fig. 32; Foy, Fontaine, 2008: Fig. 32); (2) panel de la iglesia de San Vital de Rávena (Italia) (Deichmann, 1976) ; (3) panel de la iglesia de Sigilliya (Sinaí) (Gorin-Rosen, 2000: Fig. 3).

Fig. 47. Paneles de vidrio de ventana realizados mediante soplado en corona documentados en las excavaciones de las termas de Marea (Egipto) (Kucharczyk, 2001: Fig.2).

Fig. 48. Esquema de los sistemas de fijación de vidrios de ventana documentados en la arquitectura romana (elaborado a partir de Vipard, 2009: Fig. 6).

Fig. 49. Fragmento de vidrio de ventana con mortero de sellado adherido recuperado en las excavaciones de la calle Basinghall 35 de Londres (Wardle, Sheperd, 2015: Fig. 43).

Fig. 50. Fragmentos de un panel de vidrio hemisférico *in situ* en un *oculus* de las termas femeninas de Herculano (Fontaine, Foy, 2005b: Fig. 22).

Fig. 51. Reconstrucción de la inserción de un panel de vidrio soplado en corona en uno de los vanos de un ábside de la ermita QR 195 en Kellia (Egipto) (Foy, Fontaine, 2008: Fig. 33).

Fig. 52. Bastidor de bronce del vano del *tepidarium* de las termas del foro de Pompeya (Mazois, 1829: Fig. 50).

Fig. 53. Bastidor de madera del pórtico oriental del *uiridarium* de la Casa del atrio en mosaico en Herculano (Vipard, 2009: Fig. 9).

Fig. 54. Celosía en piedra expuesta en el Museo Nacional de Arte Romano en Mérida (A. Velo Gala).

Fig. 55. (Izq.) Bastidores de yeso circulares; (dcha.) y con forma de corazón, documentados en las termas de Marea (Egipto) (Kucharczyk, 2001: Figs. 3 y 4).

Fig. 56. Reconstrucción del sistema de doble bastidor de las termas suburbanas de Herculano (Batz, 1991).

Fig. 57. Reconstrucción de los paneles de vidrio y del sistema de sujeción de uno de los vanos del *apodyterium* de la *villa* El Bosseno en Carnac (Morbihan, Francia) (Vanpeene, 2005: Fig. 14b).

Fig. 58. Paneles de vidrio de ventana realizados mediante colado y estirado hallados en Tirlémont (Bélgica), posiblemente reaprovechados, de dimensiones similares y con huellas de recorte para su adaptación a un vano (Cosyns, 2005: Fig. 47).

Fig. 59. Mapa de la península ibérica con algunos de los hallazgos de vidrio de ventana romano en las provincias Tarraconense, Lusitania e indicación (en gris) de los ejemplos de la Bética, tanto publicados como inéditos.

Fig. 60. Fragmentos de algunos de los bordes de vidrio de ventana recuperados en el campamento militar romano de *Cidadela* (Sobrado dos Monxes, La Coruña) (Caamaño Gesto, Vázquez Martínez, 2001: Fig. 3).

Fig. 61. Fragmentos de un panel de vidrio de ventana recuperados en las excavaciones de las termas públicas del *Alto da Cividade* (Braga, Portugal), restitución e imagen de los fragmentos (da Cruz, 2009b: 259).

Fig. 62. Restitución de un panel hemisférico a partir de algunos de los fragmentos de vidrio recuperados en Astorga (León) (da Cruz, 2009b: 261).

Fig. 63. Fragmentos de vidrio pertenecientes a paneles cuadrangulares planos y hemisféricos procedentes de la *villa* de El Soldán (Santa Colomba de Somoza, León) (da Cruz, 2009a: Fig. 3.8b).

- Fig. 64.** Fragmentos de vidrio de ventana de paneles planos ortogonales y restitución de panel hemisférico de las termas de *Suestatium* (Arcaya, Álava) (Loza Uriarte, Niso Lorenzo, 2015a: Figs. 86, 124 y 125).
- Fig. 65.** Panel de vidrio cuadrangular restituido procedente de las excavaciones de un área artesanal en Bílbilis (Huérmeda-Calatayud, Zaragoza) (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: Fig. 1A; Ortiz Palomar, 2001c: Fig. 3).
- Fig. 66.** Restitución del panel de vidrio de ventana hemisférico hallado en las termas de Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza) (E. Ortiz Palomar).
- Fig. 67.** Paneles de vidrio circular hemisférico documentados en el *frigidarium* y *caldarium* de las termas de Labitolosa (La Puebla de Castro, Huesca) (Vipard, 2009, Fig. 2, fotografía de A. Magallón).
- Fig. 68.** Fragmentos de vidrio de ventana romano recuperados en las excavaciones en un solar de la Plaza de la Morería de Sagunto (Valencia) (Falomir Ventura, 2005: 140).
- Fig. 69.** Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en los niveles de abandono del taller de vidrio de la calle Sabaters núm. 9 de Valencia (Sánchez de Prado, Ramón Peris, 2014: Figs. 4 y 13).
- Fig. 70.** Fragmentos de vidrio de ventana romano recuperados en las excavaciones de 1973 en el foro de *Ercavica* (Cañaveruelas, Cuenca) (Osuna Ruiz, 1976: Fig. 69).
- Fig. 71.** Perfiles restituidos de algunos paneles de vidrio de ventana plano del yacimiento de la *villa* romana de Torre Llauder (Mataró, Barcelona) (Clariana i Roig, 2011: Figs. 17 y 18).
- Fig. 72.** Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en las excavaciones de la *villa* de Vilauba (Gerona) (Castanyer i Masoliver, Tremoleda i Trilla, 1999: lámina 119).
- Fig. 73.** Algunos de los fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la *villa* de Els Alters (L'Ènova, Valencia) (Sánchez de Prado, 2006: Figs. 1.7, 2.3, 2.5, 4.4, 5).
- Fig. 74.** Fragmento de borde de vidrio de ventana expuesto en la colección del Museo Nacional de Arqueología Submarina, procedente del dragado de 1978 del Puerto de Mazarrón (Murcia) (A. Velo Gala).
- Fig. 75.** Fragmentos de vidrio de ventana romanos recuperados en diversas intervenciones realizadas en Guadix (Granada) (Cambil Campaña, 2012: Fig. 1 de A. López).
- Fig. 76.** Fragmento de vidrio de ventana recuperado en las excavaciones de la alcazaba de Santarém (Portugal) (Antunes, 2000: 167, Fig. 14).
- Fig. 77.** Ubicación del yacimiento de *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) (Google Maps).
- Fig. 78.** Panel de vidrio de ventana restituido perteneciente al yacimiento de *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) expuesto en el Museo Minero (A. Velo Gala).
- Fig. 79.** (Izq.) Fotografía del estado del yacimiento de *Cortalago* en el año 2014 (A. Velo Gala); (dcha.) plano de ubicación donde se recuperó el conjunto de vidrios de ventana del yacimiento de *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) (Regalado Ortega *et al.*, 2012: Fig. 3).

Fig. 80. Fragmento del borde de un panel de vidrio de ventana recuperado en las excavaciones del yacimiento de la Casa del Obispo en Cádiz (Jurado Fresnadillo, Domínguez Bella, 2004).

Fig. 81. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 20092 de las termas de *Acinipo* (Ronda, Málaga) (AC_01-AC_102) (A. Velo Gala).

Fig. 82. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 20091 de las termas de *Acinipo* (Ronda, Málaga) (AC_103-AC_106) (A. Velo Gala).

Fig. 83. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 20089 de las termas de *Acinipo* (Ronda, Málaga) (AC_107-AC_108) (A. Velo Gala).

Fig. 84. Plano de las termas de *Acinipo* (Ronda, Málaga) con indicación de la estancia donde se documentaron los vidrios de ventana (plano modificado de Castaño Aguilar *et al.*, 2009: Fig. 4).

Fig. 85. Localización del edificio cultural en la actual población de Carmona (Google Maps).

Fig. 86. Planta del santuario de la calle San Felipe 1A de Carmona (Sevilla) (J. M. Román Rodríguez).

Fig. 87. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en la intervención arqueológica de la calle San Felipe 1A de Carmona (Sevilla) (CAR_01-CAR_08) (A. Velo Gala).

Fig. 88. Sección de la sala D del santuario de la calle San Felipe de Carmona (Sevilla) (J. M. Román Rodríguez).

Fig. 89. Sección de la sala A del santuario de la calle San Felipe de Carmona (Sevilla) (J. M. Román Rodríguez).

Fig. 90. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación en la calle Garcilópez núm. 19 de Écija (Sevilla) (GL_01) (A. Velo Gala).

Fig. 91. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación en Plaza de la Puerta Cerrada núm. 9 de Écija (Sevilla) (PC_01) (A. Velo Gala).

Fig. 92. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación en la calle Espíritu Santo a Barrera de Oñate de Écija (Sevilla) (ES_01) (A. Velo Gala).

Fig. 93. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación en la calle La Marquesa, edificio Telefónica, de Écija (Sevilla) (MQ_01) (A. Velo Gala).

Fig. 94. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales pertenecientes a la excavación en la calle Jovar núm. 4 de Écija (Sevilla) (JO_01-JO_02) (A. Velo Gala).

Fig. 95. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales pertenecientes a la excavación en la Plaza de España de Écija (Sevilla) (PE_01-PE_09) (A. Velo Gala).

Fig. 96. Plano de las estructuras documentadas en el área occidental de las excavaciones en la Plaza de España (Écija) (García-Dils *et al.*, 2009: Fig. 2).

Fig. 97. Plano de las estancias documentadas en las intervenciones arqueológicas realizadas en las termas romanas de Herrera en el año 1990 (Romo Salas, Vargas Jiménez, 1992: Fig. 1).

Fig. 98. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las intervenciones del año 1990 en las termas romanas de Herrera (Sevilla) (HE_01-HE_16) (A. Velo Gala).

Fig. 99. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las intervenciones del año 2007 en las termas romanas de Herrera (Sevilla) (HE_17-HE_55) (A. Velo Gala).

Fig. 100. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las intervenciones del año 2009 en las termas romanas de Herrera (Sevilla) (HE_56-HE_57) (A. Velo Gala).

Fig. 101. Salas donde aparecieron los fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (plano elaborado a partir de Merino Aranda, 2014: Fig. 3).

Fig. 102. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en la sala interpretada como antiguo *aerarium* de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (U.E. 1399) (TO_01-TO_61) (A. Velo Gala).

Fig. 103. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en la sala interpretada como antiguo *aerarium* de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (U.E. 1399) (TO_62-TO_165) (A. Velo Gala).

Fig. 104. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en la sala interpretada como antiguo *aerarium* de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (U.E. 1399 y U.E. 1405) (TO_166-TO_233) (A. Velo Gala).

Fig. 105. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en la sala interpretada como pasillo distribuidor de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (U.E. 1406 y U.E. 1431) (TO_234-TO_263) (A. Velo Gala).

Fig. 106. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en la sala identificada con el acceso de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (U.E. 1080 y U.E. 1127) (TO_264-TO-265) (A. Velo Gala).

Fig. 107. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en el área norte de la basílica de Torreparedones (Baena, Córdoba) (U.E. 1245) (TO_266-TO_273) (A. Velo Gala).

Fig. 108. Restitución de los paneles planos cuadrangulares pertenecientes a los vanos de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (A. Velo Gala).

Fig. 109. Restitución del panel hemisférico circular perteneciente a uno de los vanos de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (A. Velo Gala).

Fig. 110. Posibles restos de mortero y/o masilla de sellado en uno de los fragmentos de borde de un panel cuadrangular plano y propuesta de sistema de instalación de los paneles de vidrio planos de los vanos de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (A. Velo Gala).

Fig. 111. *Tepidarium* de las termas del foro de Pompeya y propuesta de restitución de los vanos del paramento oeste del aula de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (Velo Gala, Merino Aranda, 2017: Fig. 7).

Fig. 112. (Superior) Vista exterior de la restitución de los vanos de ventana en los muros este; (inferior) y oeste de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (Velo Gala, Merino Aranda, 2017: Figs. 8 y 9).

Fig. 113. Vista de la posición solar el día 30 de marzo sobre los edificios del lado oeste del foro de Torreparedones (Baena, Córdoba) (A. Merino Aranda).

Fig. 114. Restitución de la secuencia de iluminación en el interior del aula de la curia de Torreparedones (Baena) a las 09:58 (superior) y 16:00 horas (inferior) (Velo Gala, Merino Aranda, 2017: Fig. 10).

Fig. 115. Plano de Córdoba con la delimitación de la ciudad romana, las principales vías de comunicación y los yacimientos donde se ha identificado vidrio de ventana entre los materiales recuperados (A. Velo Gala).

Fig. 116. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación en Paseo de la Victoria y Tejón y Marín, núm. 6 (Córdoba) (VIC_01) (A. Velo Gala).

Fig. 117. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación en el solar del edificio de Diputación (Avda. América esq. Pretorio, Córdoba) (DIP_01) (A. Velo Gala).

Fig. 118. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación de la calle Lucano, núms. 7 y 9 (Córdoba) (LUC_01) (A. Velo Gala).

Fig. 119. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las excavaciones de la *villa* de Santa Rosa (Córdoba) (ALG_01-ALG_15) (A. Velo Gala).

Fig. 120. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las excavaciones de la *villa* de Santa Rosa (Córdoba) (ALG_16-ALG_19) (A. Velo Gala).

Fig. 121. Ubicación del *triclinium* de la *villa* de Santa Rosa (Córdoba) (plano elaborado a partir de Penco Valenzuela, 2005: Fig. 3).

Fig. 122. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las excavaciones en la parcela 2.3 del Plan Parcial Renfe (Córdoba) (PPR_01-PPR_07) (A. Velo Gala).

Fig. 123. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las excavaciones en la calle Rodríguez Marín, núm.17 (Córdoba) (ROD_01-ROD_02) (A. Velo Gala).

Fig. 124. Plano de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) donde se aprecian la *pars urbana* y la *pars rustica* de la *villa*, así como las modificaciones efectuadas en la misma en el siglo II d.C. (Ortiz Ramírez, 2011: Fig. 2).

Fig. 125. Fragmento de vidrio de ventana recuperado en la U.E. 25 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_01) (A. Velo Gala).

Fig. 126. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 63 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_02-MA_75) (A. Velo Gala).

Fig. 127. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E.63 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_76-MA_144) (A. Velo Gala).

Fig. 128. Fragmento de vidrio de ventana recuperado en la U.E. 89 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_145) (A. Velo Gala).

Fig. 129. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 102 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_146-MA_205) (A. Velo Gala).

Fig. 130. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 120 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_206-MA_207) (A. Velo Gala).

Fig. 131. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 142 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_208-MA_218) (A. Velo Gala).

Fig. 132. Fragmento de vidrio de ventana recuperado en la U.E. 143 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_219) (A. Velo Gala).

Fig. 133. Fotografía y dibujo del perfil del panel 1 de vidrio de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (Velo Gala, 2016: Fig. 11).

Fig. 134. Fotografía y dibujo del perfil del panel 2 de vidrio de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (Velo Gala, 2016: Fig. 11).

Fig. 135. Fotografía y dibujo del perfil del panel 3 de vidrio de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (Velo Gala, 2016: Fig. 11).

Fig. 136. Fotografía y dibujo del perfil del panel 4 de vidrio de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (Velo Gala, 2016: Fig. 11).

Fig. 137. Tiras de plomo documentadas en las mismas unidades estratigráficas que los vidrios de ventana de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (Velo Gala, 2016: Fig. 15).

Fig. 138. Plano del yacimiento de Cercadilla con la ubicación de los edificios donde se ha documentado vidrio de ventana (plano elaborado a partir de Fuertes Santos, Hidalgo Prieto, 2005).

Fig. 139. Fragmentos de vidrio recuperados en las excavaciones del año 1992 en el área donde se documentó una *villa* altoimperial en el yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_01-CER_24) (A. Velo Gala).

Fig. 140. Fragmentos de vidrio recuperados en las excavaciones del año 1992 y 2001 del criptopórtico del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_25-CER_32) (A. Velo Gala).

Fig. 141. Fragmentos de vidrio recuperados en las excavaciones del año 1992 en las salas poliabsidadas norte y sur del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_33-CER_36) (A. Velo Gala).

Fig. 142. Fragmentos de vidrio recuperado en las excavaciones del año 1998 en el ninfeo del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_37-CER_40) (A. Velo Gala).

Fig. 143. Fragmento de vidrio recuperado en las excavaciones del año 1993 en el *stibadium* del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_41) (A. Velo Gala).

Fig. 144. Fragmentos de vidrio recuperados en las excavaciones del año 2009 en el área termal del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_42-CER_43) (A. Velo Gala).

Fig. 145. Fragmento de vidrio recuperado en las excavaciones del año 1992 en el área del *trichorum* del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_44) (A. Velo Gala).

Fig. 146. Fragmentos de vidrio sin contextualización recuperados en las excavaciones de los años 1992, 1998 y 2000 en el yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_45-CER_48) (A. Velo Gala).

Fig. 147. Plano de las excavaciones realizadas en la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 de Córdoba con una propuesta de restitución del edificio (informe de la Actividad Arqueológica Preventiva modificado para indicar los espacios donde se documentó el vidrio de ventana identificado).

Fig. 148. Fragmento de vidrio de ventana recuperado en la estancia E1 de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 (Córdoba) (MH_01) (A. Velo Gala).

Fig. 149. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la estancia E2 de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 (Córdoba) (MH_02-MH_03) (A. Velo Gala).

Fig. 150. Fragmento de vidrio de ventana recuperado en la estancia E4 de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 (Córdoba) (MH_04) (A. Velo Gala).

Fig. 151. Fragmento de vidrio de ventana recuperado en la estancia E5 de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 (Córdoba) (MH_05) (A. Velo Gala).

Fig. 152. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la estancia E9 de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 (Córdoba) (MH_06-MH_31) (A. Velo Gala).

Fig. 153. Gráfico con el número de fragmentos de vidrio de ventana romano procedentes de yacimientos de la Bética publicados e identificados en la Tesis Doctoral (Total = 924 fragmentos).

Fig. 154. Tabla de arcilla de la biblioteca de Asurbanipal que contiene un recetario para la fabricación de vidrio, fechada en el siglo VII a.C. (Brill, 1972: Fig. 1).

Fig. 155. Fragmentos de vidrio de ventana parcialmente fundidos recuperados entre los materiales para reciclado del taller de vidrio del yacimiento romano de la calle Basinghall 35 de Londres (Wardle *et al.*, 2015: Fig. 43).

Fig. 156. Restos del horno y fragmentos de bloques de vidrio en bruto del taller de vidrio de la Calle Sabaters de Valencia (Sánchez de Prado, Ramón Peris, 2014: Figs. 5 y 11).

Fig. 157. (Izq.) Superficie brillante; (dcha.) y huellas del vertido en fragmentos de vidrio de ventana de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_86 y MA_175) (A. Velo Gala).

Fig. 158. Tipos de superficies detectadas en el lado mate de los vidrios de ventana romanos de la Bética: (1-2) superficie regular con algunas improntas de partículas de arena (MA_181 y MA_146); (3-4) superficie con picaduras homogéneas (MH_02 y MH_04); (5-8) superficie con estrías (COR_25, AC_08, TO_63 y TO_44) (A. Velo Gala).

Fig. 159. Anomalías detectadas en la superficie mate de algunos de los fragmentos de vidrio de ventana de la Bética: (1) TO_52; (2) MA_11; (3) MH_22 (A. Velo Gala).

Fig. 160. Depósitos de *gossan* en la superficie de uno de los fragmentos de vidrio de ventana romano del yacimiento de *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) (COR_77) (A. Velo Gala).

Fig. 161. Coloraciones observadas en los fragmentos de vidrio de ventana romanos inéditos de la Bética (A. Velo Gala) (n número de ejemplares).

Fig. 162. Fragmentos de vidrio romano de ventana de la Bética en los que se sospecha la presencia de manganeso tras el examen visual (A. Velo Gala).

Fig. 163. Espectro de absorción visible de uno de los vidrios de ventana romanos de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_196).

Fig. 164. Espectro de absorción visible de uno de los vidrios de ventana romanos procedente de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández (Córdoba) (MH_14).

Fig. 165. Espectro de absorción visible de uno de los vidrios de ventana romanos procedente de la *villa* el Algarrobo (Córdoba) (ALG_16).

Fig. 166. Espectro de absorción visible de uno de los vidrios de ventana romanos procedente del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_42).

Fig. 167. Espectro de absorción visible de uno de los vidrios de ventana romanos procedente del yacimiento de Torreparedones (Baena, Córdoba) (TO_17).

Fig. 168. Espectro de absorción visible de uno de los vidrios de ventana romanos procedente de las excavaciones en la calle Espíritu Santo (Écija, Sevilla) (ES_01).

Fig. 169. (Superior) Perfil de uno de los fragmentos de vidrio de ventana de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (TO_61); (inferior) perfil de uno de los fragmentos de vidrio de ventana de la excavación en calle Poeta Miguel Hernández (Córdoba) (MH_22) (A. Velo Gala).

Fig. 170. Fragmento de borde de vidrio de ventana perteneciente a la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_06) con varios tipos de impronta de las huellas empleadas en la elaboración del panel (A. Velo Gala).

Fig. 171. Direcciones de empuje de la masa del vidrio para la obtención de uno de los paneles de vidrio de ventana de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (A. Velo Gala).

Fig. 172. Inclusiones o infundidos en la masa de algunos vidrios de ventana de la Bética: (1) TO_108; (2, 3, 4) MA_85, MA_181 y MA_54 (A. Velo Gala).

Fig. 173. Presencia de burbujas de aire en los fragmentos de vidrio de ventana de la Bética: (1-2) burbujas esféricas y alargadas, imagen con luz transmitida (MA_198 y MA_07); (3-4) burbujas de grandes dimensiones (AC_22 y MA_93); (5) orificios provocados por burbujas cerca de la superficie (MA_47) (A. Velo Gala).

Fig. 174. Capas de vertido en uno de los dos fragmentos de vidrio de ventana romano de la excavación en la calle Rodríguez Marín de Córdoba (ROD_01) (A. Velo Gala).

Fig. 175. (Superior) Diferenciación de capas de vertido en un mismo panel de vidrio de ventana según color (MH_23); (inferior) y según el nivel de burbujas (MH_04) de la excavación en calle Poeta Miguel Hernández núm. 13 de Córdoba (A. Velo Gala).

Fig. 176. Burbuja de aire generada por el vertido de varias capas para la elaboración de un panel de vidrio colado. Fragmento de las excavaciones realizadas en la calle Poeta Miguel Hernández núm. 13, de Córdoba (MH_31) (A. Velo Gala).

Fig. 177. Depósitos en la superficie de los fragmentos de vidrio de ventana de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba): (1) línea que marca el límite de los restos de mortero y/o masilla de sellado (TO_45); (2, 3) restos de mortero y/o masilla (TO_71 y TO_66); (4) capa homogénea de suciedad y carbonatos en la superficie de uno de los fragmentos (TO_05); (5) diferenciación entre restos de mortero y/o masilla de sellado y costras carbonatadas (TO_49) (A. Velo Gala).

Fig. 178. Fragmentos de vidrio de ventana romanos de la Bética seleccionados para la caracterización de la composición química (A. Velo Gala).

Fig. 179. Diagrama ternario ($\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{Otros: MgO, CaO, Al}_2\text{O}_3 \text{ y Fe}_2\text{O}_3$) de los vidrios de ventana romanos de la Bética analizados mediante EPMA. Datos normalizados al 100 % y en % en peso.

Fig. 180. Diagrama binario de las concentraciones de MgO y K_2O (% en peso) de los vidrios de ventana romanos de la Bética analizados mediante EPMA.

Fig. 181. Diagrama binario de las concentraciones de CaO y Al_2O_3 (% en peso) de los vidrios de ventana romanos de la Bética analizados mediante EPMA.

Fig. 182. Diagrama binario de las concentraciones de Fe_2O_3 y MnO (% en peso) de los vidrios de ventana romanos de la Bética analizados mediante EPMA.

Fig. 183. Diagrama de barras de error de las concentraciones de K_2O y Na_2O (% en peso) detectadas en varias zonas de una misma muestra de algunos vidrios de ventana romanos de la Bética para un intervalo de confianza del 95 %.

Fig. 184. Diagrama binario de las concentraciones de SiO_2 y Na_2O (% en peso) de las muestras analizadas de vidrio de ventana romano de la Bética y otros ejemplos de la bibliografía.

Fig. 185. Diagrama binario de las concentraciones de Al_2O_3 y CaO (% en peso) de las muestras analizadas de vidrio de ventana romano de la Bética y otros ejemplos de la bibliografía.

Fig. 186. Diagrama binario de las concentraciones de CaO y MgO (% en peso) de las muestras analizadas de vidrio de ventana romano de la Bética y otros ejemplos de la bibliografía.

Fig. 187. Diagrama binario de las concentraciones de Fe₂O₃ y MnO (% en peso) de las muestras analizadas de vidrio de ventana romano de la Bética y otros ejemplos de la bibliografía.

Fig. 188. Restos del mortero de sellado de uno de los fragmentos de vidrio plano de ventana procedente del yacimiento de Torreparedones (Baena, Córdoba) (A. Velo Gala).

Fig. 189. Difractograma de rayos X del mortero conservado en los vidrios planos de la curia de Torreparedones. C Calcita. G Gehlenita. H Hematita. Q Cuarzo.

Fig. 190. (Izq.) Fractura por impacto identificada en un grupo de fragmentos contiguos de vidrio de ventana romano procedentes del conjunto termal de Herrera (Sevilla); (dcha.) y del yacimiento de *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) (A. Velo Gala).

Fig. 191. Desprendimiento de pequeñas lascas por golpes en los bordes de los fragmentos de vidrio de ventana romano de la *villa* de Ronda del Marrubial. (Izq.) Fractura antigua con solarización del vidrio y (dcha.) fractura reciente (A. Velo Gala).

Fig. 192. (Izq.) Fisura lineal; (dcha.) fisura con desviaciones en fragmentos de vidrio de ventana romano procedentes de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (A. Velo Gala).

Fig. 193. Grietas de tipo *pluma* en un fragmento de vidrio de ventana romano procedente de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (A. Velo Gala).

Fig. 194. Presencia de infundidos (señalados por las fechas rojas) en la masa del vidrio de uno de los fragmentos de vidrio de ventana romano de la *villa* de Ronda del Marrubial (A. Velo Gala).

Fig. 195. Fisuras generadas por la presencia de burbujas de aire en zonas próximas a la superficie en algunos de los fragmentos de vidrio de ventana romano procedentes de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (A. Velo Gala).

Fig. 196. Indicios de múltiples impactos en algunas zonas de fractura de varios fragmentos de vidrio de ventana romano de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (A. Velo Gala).

Fig. 197. Arañazos en la superficie brillante de uno de los fragmentos de vidrio de ventana romano procedente de la intervención arqueológica de la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 de Córdoba (A. Velo Gala).

Fig. 198. Capas de sales insolubles y otros depósitos (originados a partir de *gossan*) en fragmentos de vidrio de ventana romano de la Bética: (1) *Acinipo* (Ronda, Málaga) (AC_106); (2) conjunto termal de Herrera (Sevilla) (HE_26); (3) *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) (COR_27) (A. Velo Gala).

Fig. 199. Imágenes de MEBC de las capas de degradación del lado brillante de los vidrios de la muestra 1 Torreparedones (TO_250) (A) y muestra 11 Cercadilla (CER_12) (B). Se adjunta una tabla

con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de cada una de las muestras (--- no determinado).

Fig. 200. Imagen de MEBEC de las capas de degradación del lado mate de un fragmento de vidrio procedente del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (muestra 11). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de la muestra (--- no determinado).

Fig. 201. Imágenes de MEBEC de las capas de los vidrios: (A) lado mate de la muestra 2 (TO_17); (B) lado brillante de la muestra 6 (HE_11); (C) lado mate de la muestra 13 (MA_84) y (D) lado brillante de la muestra 14 (MA_173). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de cada una de las muestras (--- no determinado).

Fig. 202. Imagen de MEBEC de los depósitos carbonatados en la superficie brillante de un fragmento de vidrio procedente del yacimiento de *Acinipo* (Ronda, Málaga), muestra 8 (AC_23). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de la muestra (--- no determinado).

Fig. 203. (A) Imagen de MEB convencional de la superficie de las capas de degradación de uno de los fragmentos de vidrio recuperados en la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba), muestra 18 (MA_214); (B) vista en sección de las grietas y fisuras (señaladas con flechas blancas) en la capa de degradación de otro fragmento de esta tipología de las termas romanas de Herrera (Sevilla) (HE_11).

Fig. 204. (Izq.) Fotografía del fragmento de vidrio de ventana romano del yacimiento de Torreparedones en donde se indica la sección analizada; (dcha.) e imagen MEBEC de la muestra en sección (TO_250).

Fig. 205. Imagen de MEBEC de las capas de degradación en una fisura de tipo *pluma* de un fragmento de vidrio de ventana romano procedente del yacimiento de Torreparedones (Baena, Córdoba), muestra 1 (TO_250). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de la muestra (--- no determinado).

Fig. 206. Imágenes de MEBEC que muestran los daños en la superficie de algunos vidrios de ventana romanos de la Bética generados, posiblemente, por los tratamientos de limpieza mecánico-manual, muestras 9 (AC_52) y 15 (COR_69).

Fig. 207. (A y B) Imágenes de MEB convencional de infundidos en la masa del vidrio recuperado en la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba), muestras 16 (MA_158) y 17 (MA_129); (C) imagen de MEBEC de una burbuja de aire en la masa del vidrio de uno de los fragmentos procedente de las termas de Herrera, Sevilla, muestra 6 (HE_11); (D) imagen de MEBEC de la microestructura presente en la masa del vidrio de uno de los fragmentos de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba), muestra 14 (MA_173). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de la muestra 14 (--- no determinado).

Anexo II-Fig. 1. Esquema con los principales factores de deterioro y patologías detectadas en vidrios arqueológicos.

Anexo II-Fig. 2. Esquema con las recomendaciones de actuación tras el hallazgo de un vidrio arqueológico.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplos publicados de vidrios de ventana romanos elaborados mediante la técnica de colado en molde (Foy, Fontaine, 2008: 415, tabla 1).

Tabla 2. Ejemplos publicados de vidrios circulares hemisféricos de ventana romanos elaborados mediante la técnica de colado en molde (Foy, Fontaine, 2008: 415, tabla 1, con modificaciones de A. Velo Gala).

Tabla 3. Datos de vidrios de ventana documentados en las provincias Tarraconense y Lusitania.

Tabla 4. Contextualización y cronología de los yacimientos de la Bética en los que se ha identificado vidrio de ventana romano.

Tabla 5. Principales óxidos metálicos empleados en la coloración del vidrio antiguo.

Tabla 6. Muestras de vidrio de ventana romano de la Bética seleccionadas para análisis mediante espectrofotometría UV-Vis-IRP.

Tabla 7. Medidas de los paneles de vidrio de ventana romanos de la Bética restituidos (n número de muestras).

Tabla 8. Muestras seleccionadas del conjunto de vidrios de ventana romano de la Bética para su observación mediante MEBEC y su microanálisis EDS.

Tabla 9. Muestras seleccionadas del conjunto de vidrios de ventana romano de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) para la observación y microanálisis de su superficie mediante MEB.

Anexo I-Tabla 1. Fragmentos de vidrio de ventana romano de la Bética seleccionados para su caracterización químico-física.

Anexo I-Tabla 2. Concentraciones de los patrones del *Corning Museum of Glass* (% en peso). La tabla incluye los datos publicados por Brill (1999) (--- no determinado) (Des. est. desviación estándar).

Anexo I-Tabla 3. Resultados obtenidos del análisis de una muestra de vidrio de ventana romano del yacimiento de Torreparedones (Córdoba) utilizada como patrón interno de verificación en el segundo análisis de los vidrios mediante EPMA (% en peso).

Anexo I-Tabla 4. Resultados obtenidos en el análisis de los vidrios romanos de ventana de la Bética analizados mediante EPMA (% en peso).

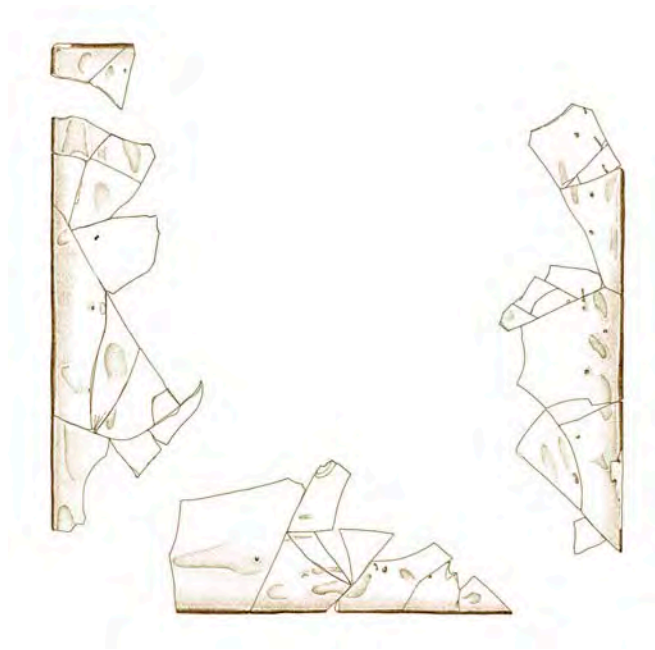
Anexo I-Tabla 5. Resultados obtenidos en el análisis de los vidrios de ventana romanos de la Bética mediante EPMA (% en peso) en las áreas cercanas al lado brillante, mate y centro (Des. est. desviación estándar).

Anexo I-Tabla 6. Resultados obtenidos en el análisis de un fragmento de vidrio de ventana procedente de la intervención arqueológica en la calle Poeta Miguel Hernández núm. 13 de Córdoba mediante EPMA (% en peso) (Des. est. desviación estándar).

Anexo I-Tabla 7. Composición química del grupo de vidrios romanos de elevado contenido de MnO y bajo concentración de Fe₂O₃. Datos del grupo Embiez A procedentes del estudio de Thirion-Merle, Vichy (2007) y del grupo Embiez B de Ganio *et al.* (2012) (--- no determinado) (Des. est. desviación estándar).

Anexo I-Tabla 8. Composición química de los vidrios de bajo contenido de MnO y el grupo RBGY2 definido por Gliozzo *et al.* (2013) (--- no determinado) (Des. est. desviación estándar).

I. INTRODUCCIÓN



Una parte importante del conocimiento de las sociedades del pasado procede del resultado del estudio de su cultura material. Muchos son los objetos de diversa naturaleza que se recuperan en los yacimientos, sin embargo los que suscitan un mayor interés son aquellos cuya información permite concretar aspectos cronológicos de los contextos en los que se hallaron. Otros, en cambio, carentes de esta valiosa información, quedan relegados a un segundo plano y son considerados eventualmente de interés para su investigación. No obstante, estos materiales deben estudiarse ya que, de otra forma, la reconstrucción del pasado se realizaría de una manera sesgada.

Desde que a mediados del tercer milenio a.C. el vidrio comenzara a utilizarse para la elaboración de pequeñas piezas, su uso fue poco a poco incrementándose. Las propiedades que ofrecía y su versatilidad favorecieron que este alcanzase diversos ámbitos, constituyendo actualmente un material imprescindible en la vida cotidiana. Sin embargo, a pesar de su importancia, los estudios sobre el vidrio antiguo son aún escasos en comparación con los de otros materiales, sobre todo en lo referente a la península ibérica. Ante la necesidad de solventar esta ausencia de información, surge una de las respuestas a la pregunta que justificará, en gran parte, la ejecución de esta Tesis Doctoral: ¿por qué estudiar el vidrio antiguo?.

La amplitud del tema en cuestión implicaría un proyecto de investigación fuera del alcance de esta Tesis Doctoral, lo que obliga a delimitar este estudio en varios aspectos, sobre todo en lo referente a la tipología de vidrio seleccionada, el marco cronológico y el contexto geográfico. Estos tres campos permitirán comprender y dar respuesta a otra de las grandes cuestiones que centran este trabajo ¿por qué estudiar el vidrio de ventana romano?.

En primer lugar, el marco cronológico investigado ha estado plenamente condicionado por la elección de la tipología de vidrio, ya que fue a inicios de la época imperial cuando el vidrio asiste a uno de los momentos de mayor expansión, debido en gran medida a algunas mejoras en este tipo de industria. Este desarrollo facilitó que este material, que de manera tradicional se había destinado a la elaboración de objetos de adorno personal y pequeños recipientes, multiplicase sus formas y se utilizara en otros ámbitos. Es en la arquitectura romana donde el vidrio encuentra uno de los papeles más destacados y donde puede situarse el origen de una de las manifestaciones plásticas más importantes del medievo: el vidrio de ventana.

La gran mayoría de los trabajos publicados sobre vidrios de época romana abordan el estudio de materiales documentados en áreas funerarias, donde aparecen menos fragmentados y en mejores condiciones de conservación respecto a otras zonas de ocupación. Aquellos restos procedentes de contextos domésticos, entre los que se encuentra el vidrio de uso arquitectónico, pasan, a menudo, desapercibidos. Este hecho hace que el vidrio de ventana sea prácticamente un tipo de vidrio desconocido, y no reconocido, por muchos investigadores, lo que ha supuesto en ocasiones la pérdida de los mismos, confundidos con contaminaciones de épocas más recientes.

El estudio del vidrio de ventana permite, por lo tanto, cubrir un vacío en la investigación desarrollada hasta el momento, ya que amplía el conocimiento del vidrio en época romana y aporta datos sobre un objeto poco investigado. Hay que destacar el importante valor que posee este tipo de vidrio, no solo en los trabajos sobre este material, sino en aquellos relacionados con la arquitectura. En la mayoría de las excavaciones los muros de los edificios se conservan en cotas que no permiten conocer la distribución de los vanos y los sistemas de iluminación de los mismos. Estos paneles son testimonios materiales útiles para elaborar hipótesis fiables sobre estos aspectos, a pesar de que su consideración en estudios referentes a las construcciones de este periodo es, muy a menudo, testimonial. En este sentido los descubrimientos realizados en las ciudades de Pompeya y Herculano constituyeron un punto de inflexión, debido a que los paneles de vidrio aún se preservaban *in situ* en algunas de las viviendas y edificios públicos.

Como se ha mencionado previamente, el estudio del vidrio en la península ibérica es escaso. Este ha sido uno de los principales condicionantes para situar el contexto geográfico en *Hispania*, y más concretamente en la provincia romana de la Bética. Las publicaciones en las que se menciona esta tipología de vidrio suelen circunscribirse al área septentrional, muchas de las cuales solo aluden a su presencia, describen de manera limitada las características que los definen y en ocasiones establecen una breve relación con el contexto de hallazgo, existiendo en la práctica una ausencia casi total de ejemplos documentados y estudiados en otras zonas de la Península.

La hipótesis de partida sugiere que, a pesar de la escasez de referencias sobre este tipo de vidrios en la Bética, con un único ejemplo publicado hasta el inicio de esta investigación, la presencia del vidrio en la arquitectura romana de esta provincia fue, sin duda, mayor. La Bética se convierte en época imperial en una de las provincias hispanas más activas en la producción y exportación de aceite y vino; este intenso comercio, y las ganancias que estas actividades generaron, debió favorecer tanto la entrada de objetos de vidrio importados como la materia necesaria para la elaboración de los mismos en los talleres vidrieros béticos.

Fuera de *Hispania*, el vidrio de ventana ha suscitado un mayor interés y en las últimas décadas su presencia se ha incrementado en los trabajos sobre vidrio antiguo, sobre todo en lo que respecta a aquellos de carácter arqueométrico. En la investigación del vidrio, al igual que en otras materias del campo de la Arqueología, la Arqueometría ha jugado un papel fundamental para solventar ciertas cuestiones que no pueden ser resueltas mediante métodos de investigación tradicional, contribuyendo así a incrementar los niveles de información que pueden proporcionar estos materiales. Gracias a la Arqueometría se puede determinar la composición química, tanto cualitativa como cuantitativa, de los vidrios y, a partir de los resultados, relacionar algunos de los componentes y sus concentraciones con los sistemas de elaboración de los objetos, además de realizar una aproximación a su posible procedencia. Asimismo, estas técnicas han sido imprescindibles para conocer de manera exhaustiva los procesos de degradación del vidrio arqueológico, permitiendo afrontar nuevos retos en la conservación y el almacenamiento de esta clase de materiales.

A pesar de que se ha comprobado que el vidrio de ventana fue un producto que se distribuyó a través de vías comerciales marítimas, debido a su fragilidad los paneles debieron elaborarse, mayoritariamente, en talleres locales próximos a su lugar de hallazgo. Esto implica que el vidrio de ventana puede ser un material de interés para su caracterización químico-física, ya que es un potencial indicador para explorar el origen del vidrio empleado en los talleres béticos destinados a este oficio.

La práctica ausencia de investigaciones arqueométricas en vidrios de época romana procedentes de esta zona, planteaba la necesidad de aplicar esta metodología de estudio a los vidrios de ventana que integran esta Tesis Doctoral. De esta forma no solo se pretende establecer un protocolo de trabajo aplicable a investigaciones futuras en materiales de similares características, sino que, además, se aporta un conjunto de datos que permite incluir a la Bética dentro de un marco más amplio sobre la producción y distribución de vidrio en el Mediterráneo durante la época romana.

I.1 Objetivos

Considerando lo anteriormente expuesto se establecen dos objetivos generales en esta Tesis Doctoral:

- Reconocer y documentar el vidrio de ventana romano en la provincia de la Bética y su relevancia tanto en la arquitectura de este periodo como en esta zona geográfica.
- Evaluar el estado de conservación de los vidrios de ventana estudiados y determinar la posible procedencia del vidrio empleado en su elaboración.

Para ello se abordará una investigación de los materiales procedentes de varios yacimientos a partir de dos aproximaciones complementarias: una más tradicional basada en el análisis de la morfología de los fragmentos de vidrio y el contexto del que proceden y otra más novedosa a partir del análisis arqueométrico de una selección de muestras de vidrio de ventana.

En relación con la procedencia, los vidrios estudiados se hallaron en siete yacimientos situados dentro de este límite territorial (Fig. 1):

- Acinipo* (Ronda, Málaga)
- Carmo* (Carmona, Sevilla)
- Astigi* (Écija, Sevilla)
- Conjunto termal de Herrera (Herrera, Sevilla)
- Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva)
- Torreparedones (Baena, Córdoba)
- Colonia Patricia Corduba* (Córdoba)



Fig. 1. Yacimientos de la Bética donde se ha identificado vidrio de ventana romano (A. Velo Gala).

La selección de estos yacimientos se efectuó considerando la importancia de algunos de los asentamientos, como por ejemplo en los casos de *Astigi*, que fue la capital del *conventus Astigitanus*, o la propia capital de la Bética, *colonia Patricia Corduba*. Otros, aunque no menos importantes, reflejaban núcleos poblacionales de menor envergadura pero que, sin embargo, han aportado conjuntos de fragmentos de gran amplitud, como los de Torreparedones y *Cortalago*. Esta consideración entre asentamientos destacados y otros vinculados al mundo rural permite evaluar la expansión de este tipo de materiales en diversos ámbitos. Asimismo, aquellos que han mantenido una ocupación ininterrumpida ofrecen una visión importante del empleo de este tipo de vidrio en la arquitectura y de la existencia de posibles cambios tecnológicos durante el periodo romano. El resto de lugares se estimaron de interés por la entidad de los restos de esta época conservados, como en el caso de Carmona, o por tener algún tipo de edificio donde esta clase de cerramiento era habitual, siendo el ejemplo seleccionado el del conjunto termal de Herrera.

Estos hallazgos de vidrio de ventana ofrecen una visión parcial del uso que tuvo esta clase de cerramientos en las construcciones de época romana y que debió de extenderse a un mayor número de núcleos poblacionales de la Bética. No obstante, las limitaciones en su estudio están condicionadas por la escasez de materiales, ocasionada principalmente por la práctica del reciclado durante el periodo romano y épocas posteriores. Por ello, cuando se produce el hallazgo de un gran número de fragmentos de vidrio se considera un hecho excepcional. En estos casos es cuando se puede proceder a realizar la restitución completa o parcial de los paneles y establecer hipótesis sobre la función y la morfología de los vanos que ocuparon, aportando de este modo datos de gran interés sobre la arquitectura del periodo. En el conjunto de vidrios de la Bética estudiados destacan, en este sentido, los yacimientos e intervenciones arqueológicas de *Cortalago*, Torreparedones y la *villa* de Ronda del Marrubial en Córdoba.

Para alcanzar los dos objetivos generales propuestos se trazaron los siguientes objetivos específicos:

- Proceder a una revisión de los estudios previos relacionados con el vidrio de ventana romano, sus técnicas de producción y las edificaciones a las que se asocia.
- Evaluar la información que pueden aportar las fuentes no arqueológicas sobre el vidrio de ventana.
- Realizar nuevos estudios sobre la iconografía romana del vidrio de ventana que no se habían tenido en cuenta en investigaciones precedentes.
- Analizar el contexto arqueológico del que proceden los vidrios estudiados. En el caso de que puedan vincularse con algún tipo de arquitectura, determinar su funcionalidad y posible lugar de instalación.
- Establecer un procedimiento de análisis tanto visual, y, por lo tanto macroscópico, como químico-físico, para el estudio del vidrio de ventana romano de la Bética.
- Determinar los patrones tecnológicos (elaboración, posible reciclado, composición química, etc.) y el estado de conservación de los paneles de vidrio de ventana romano de la Bética a partir del estudio morfológico y arqueométrico de los ejemplos seleccionados.
- Evaluar los resultados obtenidos con las distintas técnicas de análisis empleadas y compararlos con otros datos publicados, con la finalidad de contextualizar los materiales en términos de producción y de origen del vidrio empleado para su elaboración, en el caso de que estos se hubieran obtenido a partir de vidrio en bruto y no mediante el reciclado de recipientes fragmentados y desechados.
- Establecer una metodología de estudio y análisis aplicable a investigaciones futuras que pueda desarrollarse en otras áreas geográficas.
- Determinar la importancia de los tratamientos de almacenamiento y limpieza de los fragmentos estudiados a partir de la evaluación de su estado de conservación, para evitar una pérdida de la información de los restos de otros materiales e improntas de su superficie.

I.2 Metodología y estructura del trabajo

Para el estudio del vidrio de ventana romano de la Bética abordado en esta Tesis Doctoral, se han seleccionado testimonios de este tipo de materiales en los yacimientos andaluces anteriormente citados. Es una realidad que, del conjunto analizado, únicamente se había publicado el estudio tipológico de los vidrios de ventana del yacimiento de *Cortalago* (Regalado *et al.*, 2012), lo que evidencia la carencia de estudios dedicados a este tema. En los casos de *Acinipo*, Torreparedones y los vidrios de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba), la abundancia de fragmentos de vidrio plano permitió determinar que se trataba de paneles para el cierre de vanos. En cambio, para el resto de yacimientos, debido a que el vidrio de ventana no aparece identificado como tal en los listados de material, ha sido necesaria la supervisión de cada uno de los fragmentos de vidrio clasificados como “amorfos”, “sin identificar” o “galbos”, procedentes de diversas intervenciones arqueológicas. Así, el total de vidrios de ventana que se han estudiado en esta Tesis Doctoral constituye un conjunto de 918 fragmentos.

Los materiales procedentes de los yacimientos de *Acinipo*, *Cortalago* y Torreparedones, habían sido previamente identificados como tales por sus excavadores. Este hecho implicó que para su localización no se tuviera que hacer un rastreo del total de materiales procedentes de estos yacimientos, habiendo sido facilitados los mismos por las propias instituciones donde se encontraban depositados. En estos casos se procedió directamente a su estudio, aplicando la metodología de trabajo determinada a cada uno de los fragmentos. En relación a los procedentes de los otros yacimientos, como por ejemplo en el caso de *Astigi*, los vidrios de ventana de esta ciudad se localizaron una vez inspeccionadas un total de 646 bolsas pertenecientes a 235 cajas que contenían vidrio, algunas de ellas conjuntamente con otros materiales. De todas ellas, fue en seis de las 74 intervenciones arqueológicas consultadas del contexto urbano de la actual población de Écija, de donde proceden los fragmentos de vidrio de ventana identificados, e incorporados a esta Tesis. El grupo de vidrios de ventana de este yacimiento, formado por 15 fragmentos, se identificó entre los materiales de las intervenciones de las calles Garcilópez núm. 19, Plaza de la Puerta Cerrada núm. 9,

Espíritu Santo a Barrera de Oñate, La Marquesa (antiguo edificio de Telefónica), Jovar núm. 4 y Plaza de España.

En el caso del conjunto termal de Herrera los vidrios de ventana se hallaron en las cajas que contenían los materiales recuperados de las excavaciones efectuadas en el lugar en los años 1990, 2007 y 2009. El total de fragmentos que se vincularon con esta tipología fueron 57, siendo la mayoría de ellos (39 fragmentos) pertenecientes a las actuaciones del año 2007.

En *Carmo* se han revisado los materiales de cinco intervenciones arqueológicas realizadas en el actual contexto urbano, con un total de 155 cajas registradas. El hallazgo de vidrio de ventana romano ha sido positivo únicamente en una de ellas, el santuario de la calle San Felipe 1A, formando un conjunto de ocho fragmentos.

Finalmente, se realizó una mayor búsqueda para el estudio del vidrio de ventana de la capital de la Bética, *colonia Patricia Corduba*, donde únicamente se tenía constancia de la existencia de estos vidrios en la excavación efectuada en la conocida como *villa* de Ronda del Marrubial. Se consultaron un total de 54 intervenciones susceptibles de contener vidrio de ventana, con un volumen total de 296 cajas que contenían 1275 bolsas con vidrio. En total se determinó la presencia de 329 fragmentos de vidrio de ventana pertenecientes a nueve intervenciones arqueológicas efectuadas en Córdoba: Paseo de la Victoria y Tejón y Marín núm. 6, Diputación (Avd. esq. Pretorio), calle Lucano núms. 7 y 9, *villa* romana de Santa Rosa, Parcela 2.3 del Plan Parcial Renfe, calle Rodríguez Marín núm. 17, *villa* romana de Ronda del Marrubial, Cercadilla y calle Poeta Miguel Hernández núm. 13.

Para el acceso a los materiales y su estudio posterior se procedió a la solicitud a la Junta de Andalucía, de varias Actividades Arqueológicas Puntuales, indicando el interés de estos vidrios y su importancia para el óptimo desarrollo de la Tesis Doctoral. Finalizado el estudio se emitieron los informes requeridos por las instituciones y la legislación vigente. Estos trabajos se realizaron de manera consecutiva y no fue posible simultanearlos por cuestiones legales.

Una vez identificados los materiales, cada uno de los fragmentos se sometió a un exhaustivo examen de reconocimiento visual. Los datos más destacados de esta fase

de la investigación se registraron en una ficha diseñada para esta clase de materiales, en la que se recogen aspectos tan importantes como color, técnica de elaboración, características de sus superficies, dimensiones y espesor (Fig. 2). Para complementar todos estos datos se realizó un registro fotográfico general y detallado, empleando luz natural, rasante y transmitida, así como el dibujo arqueológico de cada una de las piezas (Anexo III). Este último proceso fue esencial, puesto que muchas de las imágenes capturadas no permitían visualizar aspectos tan interesantes como las huellas de las herramientas empleadas en la elaboración de los paneles.

Nº FRAGMENTO:		U.E.:	
TIPOLOGÍA BORDE <input type="checkbox"/> SIN BORDE <input type="checkbox"/>		MEDIDAS (cm) (según posición en dibujo): Altura máx. Anchura máx.	
COLOR:			
TÉCNICA DE ELABORACIÓN: Vidrio colado <input type="checkbox"/> Vidrio soplado en ciba <input type="checkbox"/> Vidrio soplado en corona <input type="checkbox"/>	PESO:	ESPESOR (mm.): Máx. Mín.	
		HUELLAS DE HERRAMIENTAS: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> MORFOLOGÍA DE LAS HUELLAS:	
MORFOLOGÍA DE LA SUPERFICIE:		PRESENCIA BURBUJAS DE AIRE: Baja <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Elevada <input type="checkbox"/>	
ESTADO DE CONSERVACIÓN: Malo <input type="checkbox"/> Aceptable <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/>		OTRAS OBSERVACIONES:	
PATOLOGÍAS:			

Fig. 2. Ficha-tipo empleada en el estudio del vidrio de ventana romano de la Bética que constituye esta Tesis Doctoral.

Cada uno de los fragmentos recibió una nomenclatura formada por las siglas que identifican su procedencia (COR-*Cortalago*; AC-*Acinipo*; CAR-*Carmona*; EC-

Astigi; HE-Herrera; TO-Torreparedones). En los casos de *Astigi* (GL-Garcilópez; PC-Plaza Puerta Cerrada; ES-Espíritu Santo; MQ-La Marquesa; JO-Jovar; PE-Plaza España) y Córdoba (VIC-Paseo de la Victoria; DIP-Diputación; LUC-Lucano; ALG-Villa Santa Rosa; PPR-Plan Parcial Renfe; ROD-Rodríguez Marín; MA-Ronda del Marrubial; CER-Cercadilla; MH-Miguel Hernández), los fragmentos se denominaron atendiendo al lugar del actual núcleo urbano donde se realizó la intervención arqueológica. El nombre se completa con el número de la pieza indicado en la documentación fotográfica y gráfica (véase capítulo III.2 y Anexo III).

Para proceder al estudio arqueométrico del conjunto de vidrios de ventana romanos de la Bética se realizó una selección previa de los ejemplos más representativos de algunos de los yacimientos, con un total de 82 muestras analizadas. A este grupo se añadió una muestra perteneciente a los restos del posible mortero empleado en la sujeción de los paneles que se conservaba en algunos de los vidrios de ventana del yacimiento de Torreparedones.

El análisis de la composición química de los materiales se efectuó en dos fases. Un primer grupo de muestras se preparó y analizó durante una estancia realizada en la Universidad de Leicester (Reino Unido), gracias a la *Convocatoria de movilidad internacional de estudiantes de programas de doctorado Universidad de Granada y CEI BioTic Granada 2015/2016*. Esta estancia fue supervisada por la Dra. C. Duckworth, especialista en el estudio del vidrio antiguo. En concreto, la caracterización química de este primer grupo se realizó en el *Research Laboratory for Archaeology and the History of Art* de la Universidad de Oxford bajo la dirección de V. Smith y se financió con una beca otorgada por la *Association for the History of Glass (AHG)*. El segundo grupo de materiales se analizó en el *Centro de Investigaciones Científicas (CIC)* de la Universidad de Granada.

En lo referente al estudio de los aspectos tecnológicos, el estado de conservación de los vidrios y la caracterización del posible mortero de sellado de los vidrios de Torreparedones, los análisis se realizaron en el *Laboratorio de Conservación del Patrimonio del Instituto de Historia* (CCHS-CSIC, Madrid; grupo de investigación CERVITRUM, Cultura Material y Patrimonio).

La estructura de este trabajo se ha ido configurando a medida que fueron surgiendo necesidades durante el transcurso del estudio de los materiales. Para identificar aquellas evidencias con las que podía determinarse la técnica de elaboración de los paneles, un requisito indispensable fue alternar el trabajo de búsqueda de los fragmentos con la revisión historiográfica de las publicaciones existentes sobre vidrio de ventana de época romana. Esta labor permitió comprobar que no todas las interpretaciones sobre estos materiales tienen el mismo grado de fiabilidad, ya que las técnicas de elaboración no siempre se interpretan en términos adecuados en lo que respecta a algunos ejemplares estudiados en diversas zonas del Imperio. Esto se debe al destacado valor que siguen teniendo los trabajos sobre la elaboración del vidrio de ventana romano surgidos a mediados del siglo XX, hoy en día superados por investigaciones más recientes pero menos conocidas. Este hecho motivó la redacción de un capítulo de la Tesis, el cual recopila todos los aspectos generales sobre el vidrio de ventana en la Antigüedad, con el propósito de que pueda utilizarse no solo para comprender los materiales inéditos de la Bética, sino que pudiese servir además como herramienta de ayuda para la interpretación de nuevos hallazgos. Entre las cuestiones abordadas en este capítulo se han recopilado los sistemas tradicionales de cubrición de los vanos en la Antigüedad, antes y tras la irrupción del vidrio con este nuevo uso, incidiendo en el yeso especular o *lapis specularis*, debido a la importante industria que este tipo de minería desarrolló en la *Hispania* romana.

Otro aspecto de interés en el conocimiento de estos materiales es la información que proporcionan al respecto las fuentes escritas. Aparte de los datos que arroja la Arqueología, la epigrafía y la literatura contemporáneas permiten obtener determinada información sobre la instalación de los paneles y el valor social que estos tenían. En relación a la iconografía, antes de la realización de esta Tesis solo se conocían escasas referencias al vidrio de ventana, por lo que se efectuó un estudio en profundidad que ha revelado aspectos cronológicos y de uso de gran interés sobre esta tipología de vidrio.

Para finalizar esta primera parte y antes de exponer los datos sobre el vidrio de ventana romano en *Hispania*, se ha dedicado un extenso apartado a los sistemas de elaboración del vidrio de ventana en la Antigüedad, con una descripción minuciosa de

las características que definen cada una de las tres técnicas identificadas. Además se han contemplado aspectos relacionados con la instalación de los paneles, a tenor de los testimonios que han proporcionado las distintas intervenciones arqueológicas y, sobre todo, los yacimientos del área vesubiana.

El siguiente capítulo de la Tesis se centra en documentar lo que se conoce hasta el momento sobre el vidrio romano de ventana en *Hispania*. En este capítulo se han repasado, primero, algunos de los testimonios publicados procedentes de las provincias Tarraconense y Lusitania; a continuación, se expone la sección referente a los ejemplares inéditos de la Bética, aquellos que constituyen el cuerpo principal de esta Tesis Doctoral. En relación a estos últimos se procedió a detallar el contexto de hallazgo y a establecer una relación con la arquitectura a la que se vinculan, en aquellos casos en los que esta labor fue posible.

El cuarto capítulo reúne los resultados obtenidos en la investigación arqueométrica de los vidrios de ventana romanos de la Bética, abordando aspectos relacionados con la morfología de los materiales, la composición química de los vidrios y de algunos restos asociados a los sistemas de instalación, así como su estado de conservación. Los análisis arqueométricos llevados a cabo han sido: espectrometría ultravioleta-visible-infrarrojo próximo (UV-Vis-IRP), microsonda de electrones (EPMA), difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (MEBEC), análisis por dispersión de energías de rayos-X (EDS) y microscopía electrónica de barrido convencional (MEB).

Las conclusiones derivadas de la realización de este trabajo forman el quinto capítulo de la Tesis. Estos datos revelan el valor destacado que tiene el estudio de esta tipología de vidrio para el conocimiento de la arquitectura romana y el verdadero papel que jugaban estos objetos, aparentemente de uso cotidiano, en las sociedades de este periodo. Las investigaciones realizadas permitirán trazar, sin duda, líneas futuras de actuación extensibles a otras tipologías de vidrio, tanto de época romana como de periodos posteriores, que amplíen el escaso conocimiento que existe en la península ibérica sobre uno de los materiales más destacados de la Antigüedad.

Debido a su importancia se ha optado por incluir, al final de la Tesis, junto con el anexo que recopila los resultados del análisis químico de los materiales, un anexo

sobre las recomendaciones para la óptima conservación del vidrio arqueológico tras su hallazgo y otro que contiene el catálogo de los dibujos realizados de cada una de las piezas.

I.3 Antecedentes de las investigaciones sobre el vidrio de ventana romano

Dejando a un lado las fuentes literarias antiguas, que se expondrán en el capítulo II.1.1, tradicionalmente las investigaciones sobre el vidrio antiguo se han centrado en el análisis e identificación de las tipologías y de los procesos tecnológicos de elaboración de los recipientes recuperados. Estos trabajos pretenden, en gran medida, poder definir las formas características de cada periodo para emplearlas como herramientas de datación y posible procedencia de los objetos estudiados. Es la que se conoce como aproximación crono-tipológica, basada en el análisis macroscópico de los objetos y fragmentos.

Generalmente, en las publicaciones centradas en el estudio tipológico del vidrio, las menciones que realizan los autores acerca del empleo de este material en la arquitectura son reducidas o de escasa relevancia. Sin embargo, en los últimos años la identificación de la presencia en las intervenciones arqueológicas sobre yacimientos del vidrio arquitectónico de época romana se ha incrementado y está impulsando nuevas investigaciones destinadas a concretar aspectos relacionados con su elaboración, con la posible procedencia de las materias primas empleadas en la conformación de los paneles y con su probable funcionalidad. La importancia de estos objetos en la cadena de producción del vidrio, como producto elaborado y como parte de los materiales más demandados en los procesos de reciclado una vez desechados los paneles, es otro de los factores de interés que ha favorecido la presencia de este tipo de vidrio en los estudios arqueométricos.

Las primeras referencias sobre el vidrio de ventana de época romana aparecen en el siglo XVII, en varios de los compendios que recopilaban los hallazgos efectuados durante esta centuria en las ciudades del área vesubiana. La obra de J. J. Winckelman (1767), *Monumenti antichi e inediti*, menciona el descubrimiento de una serie de placas de vidrio que se encontraban *in situ* en uno de los vanos de una vivienda de Pompeya.

Sin embargo, esta no es la única referencia, ya que, en relación con la iconografía, indica la existencia de una pintura mural que representaba los baños de Faustina, los cuales aparecían con múltiples vanos revestidos de lastras de algún material translúcido. Estos mismos ejemplos aparecen en publicaciones posteriores, como el trabajo de G. D'Ancora (1803), *Prospetto storico-fisico degli scavi di Ercolano e di Pompei*. En esta nueva publicación también se menciona la existencia de algunos testimonios de placas de vidrio que se depositaron en el antiguo Museo de Portici, en Herculano. No obstante, a pesar de las evidencias, de las palabras del autor se deduce que aún existía cierta reticencia en pensar que estos materiales se emplearon como sistema de cierre para los vanos y que el vidrio de ventana era ya conocido por los romanos.

Unas décadas más tarde F. Mazois (1824) en su texto sobre las ruinas de Pompeya, *Les ruines de Pompei*, alude al empleo del vidrio de ventana en época romana, volviendo a citar los ejemplos de la obra de Winckelmann. Más interesantes son las descripciones posteriores que A. Mau (1902), *Pompeii its life and art*, realiza sobre este tipo de hallazgos en los contextos termales de algunas de las *villae* y espacios de Pompeya, donde incluso se describen varios de los sistemas de instalación de este tipo de paneles. En la línea de estas menciones también se encuentra la obra de P. Gusman (1900), *Pompeii the city, its life and art*, donde además el autor aporta datos de la existencia de este tipo de láminas en otras instalaciones de uso privado.

Las referencias al vidrio de ventana romano y a diversos materiales empleados con la misma finalidad, se amplían a otros contextos arqueológicos fuera del área vesubiana en la obra de A. Kisa (1908), *Das Glas im Altertume*. No obstante, este trabajo destaca entre los anteriormente mencionados por las referencias a los sistemas de elaboración de los vidrios planos en época romana. En esta misma dirección surge la definición de “ventana” de Ch. Chipiez (1877-1919), publicada en el *Dictionnaire des antiquités grecques et romaines*, obra editada por Daremberg y Saglio. Además de proceder a una descripción tipológica de los vanos en la arquitectura, Chipiez alude a otros materiales para el cierre de estos y a los mecanismos empleados para su apertura. En este caso destacan también nuevas referencias iconográficas al vidrio de ventana en algunos mosaicos y relieves.

Será a mediados del siglo XX cuando surjan los primeros estudios específicos sobre el vidrio de ventana de época romana. En 1955, Th. E. Haevernick y P. Hahn-Weimheimer publicaron un artículo con el título *Untersuchungen römischer fenstergläser*, en el que estudian la frecuencia de uso de este tipo de materiales y en qué clase de edificios estaba presente durante el periodo romano. En esta época fueron especialmente relevantes los trabajos dedicados a los sistemas de elaboración de los vidrios de ventana romanos, en concreto las publicaciones de D. B. Harden (1959, 1961), *New light on Roman and early Medieval window-glass* y *Domestic window glass, Roman, Saxon and Medieval*, y G. C. Boon (1966), *Roman window glass from Wales*. La influencia de la obra de Harden queda patente en obras posteriores, como por ejemplo en los manuales sobre el vidrio antiguo de R. J. Forbes (1966), *Studies in ancient technology vol. V*, y M. Vigil Pascual (1969), *El vidrio en el mundo antiguo*. Estos artículos siguen siendo obras de referencia en los textos actuales que mencionan esta clase de materiales, a pesar de que las investigaciones más recientes han superado las hipótesis de mediados del siglo XX.

En los últimos años la Arqueología experimental ha proporcionado información de gran interés sobre las técnicas de elaboración del vidrio plano en la Antigüedad. Son relevantes en este sentido, los experimentos realizados por M. Taylor y D. Hill en el año 2000, que demostraron la dificultad de la elaboración de los paneles de vidrio de época altoimperial. Aunque este proceso se publicó un año después de su ejecución en un boletín (Taylor, 2001), se describió minuciosamente en un artículo publicado dos años después por D. Allen (2002).

Otro de los trabajos de referencia más recientes en el estudio del vidrio de ventana romano es el realizado por D. Foy y S. D. Fontaine (2008). La exhaustiva descripción de los materiales y su relación con las distintas técnicas de elaboración, los sistemas de instalación y su vinculación con determinados edificios, así como algunas alusiones iconográficas sobre esta tipología de vidrio, hacen que sea considerado un referente en el conocimiento de estos materiales. Los numerosos ejemplos descritos en esta publicación abarcan hallazgos realizados en varias zonas del Imperio, aunque dada la procedencia de las autoras se presta una especial atención a los casos documentados en Francia.

Siguiendo la línea de estudio que implica la relación de los vidrios de ventana y la arquitectura a la que se vinculan se encuentran los trabajos de P. Vipard (2003, 2009), centrados en los ejemplos de ámbito doméstico. Aunque los testimonios más destacados vuelven a ser los procedentes de las ciudades vesubianas, son de interés las alusiones a otras zonas del Imperio que, aunque peor conservadas, verifican el uso de estos materiales en los contextos privados de provincias más occidentales.

En España, las técnicas de elaboración del vidrio plano han sido ampliamente discutidas en una publicación reciente de M. García-Heras *et al.* (2012) sobre la historia del vidrio, con procesos que abarcan desde su invención hasta la actualidad.

Por su papel en la divulgación del empleo del vidrio en la arquitectura son especialmente relevantes los catálogos de las exposiciones europeas sobre el vidrio romano. Tal es el caso, por ejemplo, de la muestra *Vitrum*, celebrada en Florencia (Italia) en el año 2004. Su catálogo, editado M. Beretta y G. Di Pasquale, recoge un amplio estudio del vidrio de ventana firmado por F. Dell'Acqua. Entre otros cabe destacar también el *I Coloquio Internacional de la AFAC (Association Française pour l'Archéologie du Verre)* celebrado en París-La Défense / Versalles del 13 al 15 de Octubre de 2005 o la exposición temporal que esta asociación dedicó al vidrio plano en Bavay (Francia) en ese mismo año. Como resultado de estas reuniones aparecieron varias publicaciones sobre testimonios de vidrios de ventana recuperados en diversas partes del Imperio, entre los que se encontraban algunos ejemplares procedentes de España (Ortiz Palomar, 2005). Algunos de ellos formaban parte de estudios más extensos que han derivado en la ejecución de Tesis Doctorales, como el estudio de los vidrios de ventana romanos de la región del Rin realizado por J. Komp, publicado en el año 2009 bajo el título *Römisches fensterglas: archäologische und archäometrische untersuchungen zur glasherstellung im Rheingebiet (berichte aus der geschichtswissenschaft)*.

No obstante, en lo que respecta a la península ibérica, el vidrio de ventana y, en general, el vidrio antiguo, no ha gozado del interés de muchos investigadores. Los estudios más extensos sobre esta clase de vidrio se han realizado por E. Ortiz Palomar y J. Á. Paz Peralta, sobre todo en materiales de la región aragonesa, concretamente de los yacimientos de Bilibis (Huérmeda-Calatayud, Zaragoza) (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 440; Ortiz Palomar, 2001c: 47), Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza)

(Ortiz Palomar, Paz Peralta, 2001: 161) y *Labitolosa* (La Puebla de Castro, Huesca) (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 442, Ortiz Palomar, 2001c: 52). Estos trabajos son de relevancia internacional, no solo por el número abundante de fragmentos de vidrio que proporcionaron estos yacimientos, sino porque, además, permitieron identificar una tipología de vidrio de ventana hasta entonces no determinada: el vidrio circular hemisférico. Aunque esta clase de paneles ya se habían documentado previamente, no se vincularon con los sistemas de cierre de vanos, sino que fueron interpretados como grandes recipientes contenedores (Deville, 1873). En el área suoriental de España, el vidrio de ventana aparece en varios de los numerosos trabajos sobre el vidrio romano hispano realizados por M. D. Sánchez de Prado, algunos de ellos recopilados en su Tesis Doctoral, *La vajilla de vidrio en el ámbito suoriental de la Hispania romana*, recientemente publicada (2016, 2018).

Otros artículos destacados que han mostrado el interés de esta clase de vidrios para el conocimiento de la arquitectura de época romana son los trabajos de J. M. Caamaño Gesto y M^a A. Vázquez Martínez (2001) sobre los vidrios de ventana del campamento de *Cidadela* (Sobrado dos Monxes, La Coruña), el realizado por M^a C. Regalado *et al.* (2012) en otro conjunto recuperado en el yacimiento de *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) y el estudio de I. Cambil Campaña (2012) de algunos fragmentos hallados en varias intervenciones arqueológicas en *Acci* (Guadix, Granada). Al margen de los hallazgos documentados por estos autores, para el resto de la península ibérica se dispone todavía de información escasa y dispersa. Los restos de paneles de vidrio a veces aparecen entre los listados de las piezas elaboradas con este material y solo en casos excepcionales se les dedica un pequeño análisis morfológico.

En el campo de la Arqueometría la caracterización de la composición química ha sido fundamental para poder distinguir algunas diferencias entre las materias primas empleadas en la fabricación del vidrio, con el propósito de establecer una serie de grupos composicionales vinculados con determinados periodos cronológicos y/o zonas. El trabajo de Sayre y Smith (1961) fue un referente para su definición, estableciendo cinco grandes grupos de vidrio en la Antigüedad. Esta clasificación se basó en la presencia de algunos componentes, así como en composiciones bien definidas en un marco cronológico concreto. A partir de este momento se han sucedido un gran

número de investigaciones en relación con estos aspectos, sobre todo en el ámbito anglosajón. Muchos de estos trabajos se han centrado en la caracterización de la composición química de vidrios hallados en instalaciones productoras tardorromanas documentadas en zonas del Mediterráneo oriental, entre los que se pueden citar algunos textos de I. C. Freestone (2003, 2006), I. C. Freestone *et al.* (2000, 2005), de M. Picon y M. Vichy (2003) o de M. D. Nenna *et al.* (2000, 2005); también aquellos de naufragios en cuyo cargamento el vidrio formaba una parte destacada de los productos almacenados. Estos últimos casos son bastante limitados, siendo los hallazgos por excelencia los de los pecios de Embiez (Francia) (Fontaine, Foy, 2007; Thirion-Merle, Vichy, 2007) y el conocido como *Iulia Felix* (Italia) (Silvestri, 2008; Silvestri *et al.*, 2008).

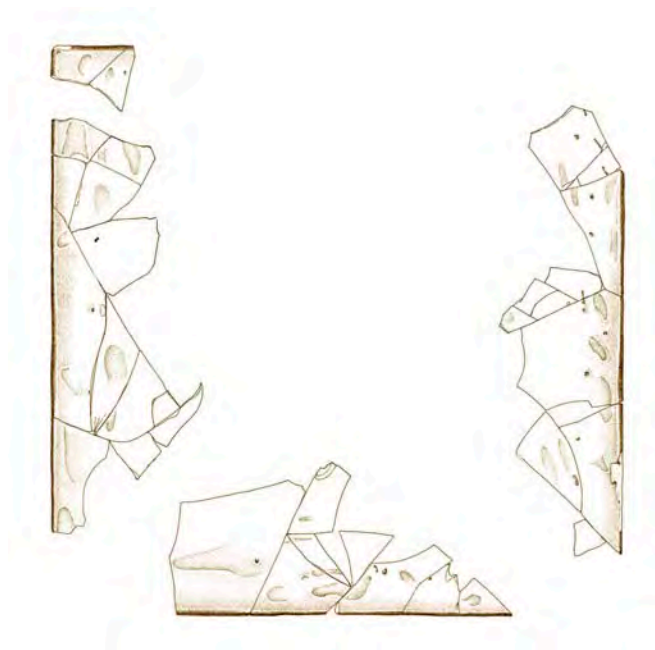
A pesar de que el vidrio de ventana debió elaborarse principalmente en talleres vidrieros de zonas próximas a su lugar de hallazgo, no es descartable que estos productos se comercializasen también a través de vías marítimas. Los paneles de vidrio recuperados en algunos de estos naufragios son un testimonio importante de esta práctica y han ocupado un lugar destacado como parte de los objetos caracterizados químicamente. En general, este interés ha promovido la investigación arqueométrica en conjuntos específicos de este tipo de vidrios, entre los que se encuentran un grupo de fragmentos de vidrio de ventana procedentes de varios yacimientos de Italia (Arletti *et al.*, 2010), ejemplares de *Thamusida* (Marruecos) (Gliozzo *et al.*, 2013), o casos más tardíos como los de Petra (Schibille *et al.*, 2008).

El vidrio de ventana también ha ocupado un papel destacado en las investigaciones relacionadas con el vidrio incoloro y los procesos de reciclado (Jackson, 2005; Foster, Jackson, 2009; 2010; Freestone, 2015; Jackson, Paynter, 2016). Debido a la necesidad de obtener paneles de una gran transparencia, para facilitar la óptima iluminación de los espacios interiores de los edificios, esta clase de vidrio está presente en la mayoría de los artículos y trabajos que abordan estas cuestiones. Lo mismo sucede cuando se trata de los procesos de reciclado, no solo porque esta práctica es más fácil de detectar en vidrios incoloros, sino porque además, debido al espesor de los paneles, estos se convirtieron en un material muy preciado una vez perdida su funcionalidad.

En relación con los estudios de caracterización de la composición química del vidrio antiguo, las publicaciones sobre materiales hispanos aún son escasas. No obstante, se han analizado bastantes conjuntos de materiales romanos procedentes de diversas zonas de la península ibérica (Gómez-Tubio *et al.*, 2006; García-Heras *et al.*, 2007; Carmona Tejero *et al.*, 2008; Castelo Ruano *et al.*, 2011-12; Palomar Sanz *et al.*, 2011, 2012; Schiavon *et al.*, 2012; Petit-Domínguez, 2014; Agua Martínez *et al.*, 2015). La diversidad de los objetos estudiados y la diferencia entre las técnicas de análisis aplicadas plantea todavía un panorama desigual, lo cual hace necesario establecer metodologías de actuación y ampliar estos estudios a otras colecciones para empezar a conocer tanto el funcionamiento como los patrones de producción de los talleres vidrieros en *Hispania*.

Por lo demás, en lo que se refiere a las investigaciones en el ámbito de la conservación del vidrio en España, los trabajos son más numerosos, tanto en vidrio en general (García-Heras, Villegas, 2004), como los que se refieren más específicamente a vidrio romano (p. ej., Agua Martínez *et al.*, 2015; Palomar Sanz *et al.*, 2012, 2013). En esta materia son varias las Tesis Doctorales que se han defendido en los últimos años, como la Tesis de E. López Ballester (1999), *Estudio analítico y desarrollo de métodos de intervención conservativa de vidrio arqueológico (siglos XV-XVII) de la Comunidad Valenciana*, o T. Palomar Sanz (2013) *La interacción de los vidrios históricos con medios atmosféricos, acuáticos y enterramientos*.

II. EL VIDRIO DE VENTANA EN ÉPOCA ROMANA



La ventilación y la aireación de los espacios interiores en las construcciones de la Antigüedad fueron dos aspectos de gran importancia en la planificación y el diseño de los edificios. Aunque, en un principio, la solución a estas cuestiones se solventó mediante la apertura de los vanos de acceso o la ubicación de las estancias en torno a espacios abiertos debidamente orientados, muy pronto la necesidad de incrementar ambos factores llevó a la apertura de vanos de ventana en los muros.

El amplio impulso urbanístico desarrollado a inicios de época imperial potenció la aparición de técnicas constructivas novedosas, gracias a las cuales se levantaron grandes edificios de carácter público. Esta nueva arquitectura precisaba de una correcta iluminación, por lo que fue dotada de amplios ventanales (Fuentes Domínguez, 2001a: 137). Todos estos vanos, en edificios tanto públicos como privados, requerían de sistemas de protección que resguardasen de las condiciones climáticas adversas, potenciasen la funcionalidad de algunos espacios y, en algunos casos, evitasen el hurto de los bienes más preciados. Debido a que la gran mayoría de los materiales empleados para cumplir estas funciones no permitían la penetración de la luz solar en las salas, muy pronto se recurrió al empleo de otros que, gracias a su translucidez, sí favorecieron la iluminación natural. Entre estos materiales, el *lapis specularis* o el vidrio destacaron entre otros para satisfacer todas estas cuestiones. Sin embargo, fue por razones de seguridad que los vanos cerrados mediante láminas de algún material translúcido se situaron en zonas de difícil acceso y, en aquellas más próximas a la cota del suelo, se debieron complementar con otros cierres de seguridad. Una de las soluciones más frecuentes en la arquitectura romana para resolver este problema fue el uso de rejas de hierro, tanto en espacios abiertos de tejados como en paramentos (Adam, 2005: 618, 630).

Posiblemente, por motivos económicos y productivos, el vidrio acabó siendo el material empleado por excelencia en la cubrición de los vanos de ventana. Aunque los testimonios de esta clase de vidrios son escasos en el registro arqueológico, el estudio de las fuentes literarias e iconográficas revela su importancia en las construcciones del momento. Las menciones y representaciones indican un incremento del uso de este tipo de cierre desde su aparición a finales del siglo I a.C. o principios del siglo I d.C.

En cuanto a la presencia de vidrio de ventana en las excavaciones, el análisis efectuado sobre los restos recuperados ha permitido definir distintas técnicas para la obtención de los paneles, asociadas con determinados periodos. Sin embargo, el vidrio de ventana no es considerado, en general, un buen indicador arqueológico en las excavaciones, especialmente a nivel cronológico. Esto se debe a que los sistemas de elaboración permanecieron en uso durante varias centurias, incluso perviviendo conjuntamente en los momentos de tránsito entre uno u otro. Es posible que estos cambios tecnológicos en la elaboración del vidrio de ventana estuviesen ligados al interés de los vidrieros por lograr paneles de mejores características y menor coste, gracias al empleo de menos vidrio para su confección. Estas mejoras habrían producido un incremento del uso del vidrio de ventana en las edificaciones a partir de época tardorromana. Sin embargo, los escasos estudios referentes a estos materiales y las prácticas de reciclado del vidrio solo permiten por el momento establecer hipótesis sobre este incremento, a la espera de nuevos hallazgos e investigaciones que confirmen este suceso.

II.1 Fuentes para el estudio del vidrio de ventana en época romana

Excepto hallazgos puntuales como los del área vesubiana, donde algunos paneles y fragmentos de vidrio y yeso especular permanecieron instalados *in situ*, los materiales de esta naturaleza que se han conservado en otros yacimientos suelen aparecer de manera fragmentada y, normalmente, sin una conexión directa con su contexto. Por este motivo, las fuentes escritas, tanto literarias como epigráficas, así como la iconografía, se convierten en herramientas de gran utilidad para obtener una información que la intervención arqueológica no puede aportar por sí misma. En otras

ocasiones, a pesar de no existir ningún tipo de evidencia material que indique la presencia de esta clase de cerramientos, algunas particularidades morfológicas de las estructuras edilicias conservadas indicarían la posible presencia de estos paneles en algunos vanos.

II.1.1 Fuentes literarias clásicas

A pesar de que algunos investigadores del vidrio han calificado su empleo para el cierre de vanos de ventana como una de las grandes innovaciones relacionadas con este material (Trowbridge, 1930: 186; Ortiz Palomar 2001a), las menciones sobre el mismo entre los autores grecolatinos fueron verdaderamente escasas. Adicionalmente a este problema inicial, el término empleado *–specularia–*¹ también se utilizaba para referirse a otros materiales que compartían uso con el vidrio de ventana, tales como el *lapis specularis* o yeso especular (Trowbridge, 1930: 187). Por este motivo es difícil discernir cuándo los autores clásicos hacían referencia a uno u otro material en sus obras. En cualquiera de ambos casos, la importancia de las fuentes escritas que han perdurado hasta la actualidad, es fundamental para conocer de primera mano la incidencia que tenían estos materiales dentro de la arquitectura de este periodo, su funcionalidad y los espacios que ocupaban.

Además de ser uno de los autores clásicos que mayor información aporta sobre el vidrio, Plinio el Viejo (23 a.C.-79 d.C.) es también el que ofrece una de las referencias más tempranas sobre el uso del vidrio en la arquitectura. En el *Lapidario*, libro XXXVI de la *Historia Natural*, aparece esta información en relación a la construcción de un teatro por M. Escauro:

“(...) El piso inferior del escenario era de mármol; el de en medio, de vidrio, de un lujo nunca antes visto ni tampoco después; el superior, de maderas doradas. (...)” (PLINIO, *Hist. Nat. XXXVI, 114*)

¹ Aunque de manera general el término utilizado es *specularia*, en algunos textos se especifica el uso de *vitrum*, por lo que se alude claramente al vidrio como material empleado. Esto sucede en las siguientes referencias recogidas en este trabajo: *Hist. Nat. XXXVI, 114; Car., 2, 10.*

No obstante, uno de los primeros autores en hacer referencia al cubrimiento específico de ventanas con un material translúcido fue Filón de Alejandría. En su obra *Legatio ad Gaium*, este autor menciona el uso de esta clase de materiales, aunque de sus palabras se deduce una clara alusión al empleo de láminas de yeso especular:

“Nosotros comenzamos a hablar informándolo; pero él, habiendo paladeado nuestra defensa y comprendido que no era de despreciar, nos interrumpió antes de que presentásemos los alegatos de más peso, y se lanzó hacia la habitación más grande de la casa, y, tras haber dado una vuelta en derredor, ordenó que las ventanas de sus paredes fueran restauradas con piedras transparentes que, de manera análoga al vidrio blanco, no impiden el paso de la luz pero protegen del viento y el ardor del sol.” (FILÓN, *Leg. ad Gaium*, 364)

Posteriormente, Lucio Anneo Séneca (4-65 d.C.) realiza varias menciones al revestimiento de vanos en sus *Epistolae morales ad Lucilium*, un conjunto de 124 cartas escritas de índole moral:

“Se considera un pobre y despreciable si las paredes no resplandecen con grandes y valiosos espejos redondos, si a los mármoles de Alejandría no los abrillantan las incrustaciones numídicas, ni los cubre por todas partes el barnizado laborioso y matizado imitando la pintura; si a la bóveda no la reviste el vidrio; si el mármol de Tasos, otrora curiosidad rara en algún templo, no rodea nuestras piscinas, donde sumergimos el cuerpo macerado por la abundante transpiración; si no son de plata los grifos que vierten el agua.” (SÉNECA, *Epistulae* 86, 8)

“¡De cuán gran tosquedad no acusan ahora algunos a Escipión, porque no había dado entrada a la luz del día en su caldario a través de amplias vidrieras, porque no se tostaba con la abundancia del sol, ni esperaba a hacer la digestión con el baño!(...)” (SÉNECA, *Epistulae* 86, 11)

“De algunos sabemos que han surgido precisamente en nuestro tiempo, como el uso de los cristales que transmiten la claridad de la luz mediante una lámina transparente, como los pavimentos abovedados en las salas de

baños y la tubería incrustada en las paredes a través de la cual se distribuye el calor para que abrigue de modo uniforme tanto las estancias más bajas como las más altas. (...)” (SÉNECA, *Epistulae* 90, 25)

Del texto de Séneca se pueden extraer varios datos de gran interés. Uno de ellos hace referencia al momento en el que estos materiales translúcidos fueron utilizados como sistema de cierre de vanos, ya que este autor lo sitúa en su misma época. De origen hispano, Séneca pudo conocer de primera mano el amplio desarrollo del comercio del *lapis specularis*, cuyas principales minas de extracción se encontraban ubicadas en la *Hispania Citerior* (Bernárdez Gómez, Guisado di Monti, 2004). Respecto a las edificaciones, Séneca menciona siempre el uso de este tipo de materiales en contextos termales, donde la cubrición de vanos con láminas translúcidas tuvo un papel destacado. Sin embargo, el texto no solo hace referencia a la funcionalidad de estos paneles, sino que también realiza una crítica por el lujo desmesurado que aportaban en la arquitectura de este periodo.

Aunque las referencias no son tan directas como las anteriores, en sus *Silvae*, una serie de poemas líricos, Publio Papinio Estacio (49-96 d.C.) parece indicar la presencia de aberturas, posiblemente cubiertas con algún material. En relación a su poema dedicado a los baños de Claudio Etrusco sugiere:

“(...) Por doquier es pleno día cuando el sol atraviesa la techumbre con todos sus destellos y, a pesar de su fuego, otro fuego le abrasa. (...)”
(ESTACIO, *Silvae* I, 5, v. 42 y sg.)

Más explícitas son las menciones realizadas por Plinio el Joven (61-112 d.C.) en una carta escrita a su amigo galo, cuando describe la hacienda y *villa* que poseía en Laurentino. A pesar de que solo en dos ocasiones refiere la existencia de un cerramiento con láminas, las descripciones sobre los vanos que poseía este edificio son numerosas. Debido a ello, posiblemente, la presencia de estos materiales fue mayor en su *villa* de lo descrito por el autor:

“(...) dejarás de asombrarte, cuando hayas conocido el encanto de mi villa,
(...) La villa proporciona suficiente comodidad, (...) En la entrada hay un vestíbulo, sencillo, pero no despreciable; a continuación un pórtico

redondo en forma de letra D, que rodea un patio pequeño, pero agradable. Que proporciona un magnífico abrigo contra el mal tiempo, pues está protegido por cristales (...) Tiene por todas partes puertas y ventanas tan grandes como las puertas, (...) A la izquierda del comedor, un poco más retirado, hay un amplio dormitorio, y luego otro más pequeño, que recibe el sol de la mañana por una ventana, y conserva el de la tarde por otra; (...) En este ángulo se encuentra una habitación curvada en forma de ábside, que sigue sucesivamente el recorrido del sol a través de todas las ventanas (...) la sala de baños fríos, (...) añade a esta una sala de fricciones, la cámara de calefacción, (...) adosada a estas habitaciones hay una piscina de agua caliente maravillosa, desde la que los nadadores pueden contemplar el mar, (...) Aquí se eleva una casa elevada, (...) El comedor aunque alejado del mar, disfruta de esta vista, (...) por detrás hay adosadas dos habitaciones, desde cuyas ventanas se divisa la entrada de la villa y un huerto, fértil y rústico. A partir de aquí se extiende una galería abovedada (...) Por ambos lados hay ventanas, más numerosas sobre el mar, menos frecuente sobre el jardín (...) Cuando el día está sereno y tranquilo se abren todas las ventanas (...) Además, por sus ventanas abiertas deja entrar y hace circular el céfiro, y nunca la atmósfera llega a ser pesada y agobiante. Al final de la terraza, (...) en él hay una habitación soleada que mira por un lado a la terraza, por otro al mar, y por ambos al sol; (...) Hacia la mitad de la pared posterior hay un gabinete elegantemente diseñado, que se puede incluir en la habitación, si se abren sus puertas de cristales y sus cortinas, o independizarlo, si se cierran. (...) se pueden contemplar gran número de vistas panorámicas separada o simultáneamente por otras tantas ventanas. Unido a este gabinete hay un dormitorio para el descanso nocturno, que ni las voces de mis esclavos, ni el murmullo del mar, ni el estruendo de las tormentas ni el fulgor de los relámpagos, ni siquiera la luz del día, pueden penetrar, a no ser que las ventanas estén abiertas. (...)" (PLINIO, Cartas II, 17)

En las cartas de Plinio aparece un nuevo dato relevante sobre el uso del vidrio o yeso especular, puesto que, además de su empleo en vanos de ventana, este autor indica que también se utilizaron en el diseño de algunas puertas.

Más allá de la función que tuvieron estos materiales en la arquitectura, otros autores latinos revelan que también se emplearon para la creación de invernaderos. Esta información está presente en dos ocasiones en la obra de Marco Valerio Marcial (40-104 d.C.). En sus *Epigramas* el autor escribe lo siguiente:

“Para que tus vergeles de pálidas rosas de Cilicia no teman al invierno y el viento helado no perjudique a los tiernos planteles, unas cristaleras puestas cara a los vientos infernales del sur dejan pasar unos rayos de sol limpios y una luz sin sombras. (...)” (MARCIAL, *Epigr. VIII, 14*)

“Quien ha visto los huertos del rey de Corcira, ese preferirá, Entelo, el campo de tu casa. Para que el invierno envidioso no queme los racimos purpúreos y el frío glacial no consuma el don de Baco, tu viña crece protegida por una piedra transparente, y la uva queda feliz al abrigo, pero sin embargo no está escondida. (...)” (MARCIAL, *Epigr. VIII, 68*)

Otra menciones similares aparecen en las obras de Columela *Res rustica*, en el capítulo dedicado al cultivo de las huertas, y en la *Historia Natural* de Plinio el Viejo, concretamente en el libro dedicado a la jardinería y plantas ornamentales, más vegetales, hierbas y arbustos:

“Pero con todo eso, se deberán cubrir con piedras especulares, para que en los días de frío se puedan sacar al sol sin peligro, en los días serenos. De este modo se daba cohombro a Tiberio César, casi todo el año.” (COLUMELA, *Res rust. XI, III, 52-53*).

“El pepino es del género de los vegetales de semilla que nacen fuera de la tierra, al cual el príncipe Tiberio era gran aficionado, no pasando un día sin que lo comiera, llevando los hortelanos a los huertos cajas móviles con ruedas para ponerlos al sol, y por el invierno los volvían a poner al amparo de vidrieras de lapis specularis.” (PLINIO EL VIEJO, *Hist. Nat. XIX, 23*).

En relación con la importancia que estos materiales tuvieron en la óptima preservación de los productos, Plinio el Viejo también recomienda su uso en las instalaciones de almacenamiento:

“Con carácter general se recomienda en la conservación de las frutas que el lugar destinado a despensa tenga un suelo de tablas en sitio fresco y seco, que pueda ventilarse con ventanas al norte en días apacibles y esté protegida de los austros con cristales. (...)” (PLINIO EL VIEJO, *Hist. Nat. XV*, 18).

Ya en el siglo III d.C., el jurista Domicio Ulpiano alude al vidrio de ventana como parte del equipamiento que constituía el legado de una vivienda y recoge las siguientes apreciaciones:

“Pegaso dice, que el instrumento de la casa es lo que se necesita para defenderse de las tormentas y los incendios, y no lo que se necesita solo por placer. Por lo tanto no incluye el vidrio, ni las cortinas que están en la casa para dar frescura o sombra. Esta era la opinión de Cassius, quien decía que había una gran diferencia entre el instrumento y el ornamento; porque el instrumento está para conservar la casa, los ornamentos son los que sirven al placer, como son las pinturas.” (ULPIANO, *Digestorum Lib. XXXIII*, 7, 16).

“Los paneles de vidrio fijos pienso que son parte de la casa; porque al comprar una casa, las ventanas y los estantes van con ella, ya sea que estén colocadas en el muro o se retiren temporalmente. Pero si no están en su lugar, pero se han apartado para sustituir los que faltan, se incluirán en el instrumento.” (ULPIANO, *Digestorum Lib. XXXIII*, 7, 25).

Del texto de Ulpiano se refleja que, aún en su época, el vidrio era considerado por algunos como un material secundario que, más que funcional, era utilizado por su carácter ornamental. En relación con los sistemas de instalación de los paneles, este autor indica dos mecanismos distintos. Por una parte los paneles de vidrio podían insertarse en los muros, permaneciendo de esta manera fijos, y por otra la instalación de los mismos en marcos o bastidores móviles, dos procedimientos que han sido constatados arqueológicamente.

A partir del siglo IV d.C. las referencias al vidrio evidencian un creciente valor del uso de este material en la arquitectura. En los siglos IV-V d.C. surgen testimonios sobre el empleo de vidrio de color, como los efectuados por el poeta Prudencio en su descripción sobre la iglesia de San Pablo Extramuros de Roma (Foy, 2005: 61); o a finales del siglo V d.C., cuando Sidonio Apolinar redacta en una de sus cartas sus impresiones sobre una iglesia recientemente construida en *Lugdunum* (Lyon, Francia):

“(...) y, debajo de las figuras pintadas, una capa de verde primaveral hace estallar en zafiros sobre vidrieras verdes (...)” (APOLLINARIS SIDONIUS, Cartas, Libro II, 10)

Otros autores se pronunciaron de manera similar en centurias posteriores, tales como Venancio Fortunato, en su obra poética del siglo VI d.C. *Carmina Miscellanea*, o su contemporáneo Gregorio de Tours en su tratado *Sobre la Gloria de los Confesores* (*De Glor. Conf.*, 96) (Ortiz Palomar, 2001a: 38):

“Recibe a través del vidrio de sus ventanas los primeros rayos del día (...)” (VENANCIO FORTUNATO, *Car.*, 2, 10)

Muy interesante es la información reportada por Rutilio Tauro Emiliano Paladio, escritor y agrónomo romano del siglo IV d.C. En su *Tratado de Agricultura*, se especifica el uso de estos materiales en otros contextos, más allá de las salas de las termas, *villae* o espacios religiosos:

“La almazara del aceite oriéntese al sur y protéjase contra el frío hasta el punto de recibir la luz por vidrios; así, las faenas que han de hacerse en invierno no las impedirá el frío cuando se preñe el aceite, gracias al calor, no se cuajará con el frío. (...)” (PALADIO, *Tratado de Agricultura*, I, XX, 1)

Sin embargo, entre los textos de los autores clásicos, destaca la ausencia del vidrio de ventana en la obra de Marco Vitruvio Polión: *Los diez libros de Arquitectura*, el único tratado de época romana de estas características que se conoce en la actualidad. Esta carencia, junto con los datos arrojados por el registro arqueológico, ha sido uno de los principales argumentos para que muchos estudiosos del vidrio de ventana sitúen su invención o descubrimiento a finales del siglo I a.C. (Grose, 1989) o inicios del siglo I d.C. (Dell’Acqua, 2004; Foy, Fontaine, 2008). Según estos investigadores, Vitruvio no

menciona el empleo de vidrio de ventana porque, sencillamente, la aplicación de este material como sistema de cierre de vanos era desconocida en ese momento.

Considerando que Séneca mencionaba que el uso de materiales translúcidos para cierre de vanos era un invento de su época y que los hallazgos arqueológicos de esta clase de materiales pertenecen a contextos fechados a partir del siglo I d.C., es probable que las hipótesis sobre el desconocimiento de esta clase de objetos en época de Vitrubio sean ciertas.

En relación con las ventanas en las casas de campo, Vitrubio no alude a ningún tipo de revestimiento en estos espacios, únicamente establece las siguientes recomendaciones:

“Débese cuidar que todos los edificios estén bien iluminados (...) en ciudad la elevación de las paredes externas, o la estrechez del lugar suele impedir las luces. (...) Tírese una línea de lo más alto de la pared que lo impide, hasta el lugar en que la luz se necesita, y si de ella arriba se descubre bastante porción de cielo, habrá allí luz suficiente (...) Se abrirán las ventanas hacia donde se pueda ver el cielo, para que sean claros los edificios. (...)” (VITRUBIO, *De Architectura VI, 6, 6*)

Respecto a las construcciones destinadas a baños públicos y privados, es importante incidir en el gran porcentaje de vidrios de ventana de época romana que se han documentado en este tipo de edificaciones y, más concretamente, asociados a las salas caldeadas de los mismos: *tepidarium* y *frigidarium*. El uso de paneles de vidrio en los vanos de las ventanas de estas estancias supuso una gran mejora, ya que facilitaban la iluminación de los espacios contribuyendo, al mismo tiempo, al mantenimiento de la temperatura y el ahorro de combustible. Nuevamente, y dado el importante papel que jugó el vidrio en los vanos de las termas, el hecho de que Vitrubio no lo mencione en el capítulo décimo de su libro cuarto, destinado específicamente a los baños, es significativo. Respecto a la iluminación y aireación de estas salas, cita lo siguiente:

“En la sala de los baños calientes y en la de los baños templados la luz debe entrar por el lado de poniente; si la naturaleza o situación del lugar no lo permite, en este caso tomará la luz desde el mediodía, ya que el tiempo

fijado para los baños va desde el mediodía hasta el atardecer. Debe procurarse que los baños calientes para mujeres y hombres estén juntos y situados con esta orientación, ya que así se logrará que los útiles de la casa de baños y el horno para calentar sean los mismos para ambos sexos.” (VITRUBIO, *De architectura V, 10, 1*)

“(…) La bañera debe situarse debajo de la ventana, pero de modo que los bañistas, que están alrededor, no impidan ni estorben el paso de la luz con sus sombras. (…)” (VITRUBIO, *De architectura V, 10, 4*)

“La sala de los baños de vapor y la sala para sudar –saunas– quedarán contiguas a la sala de baño de agua templada; su anchura será igual que su altura hasta el borde inferior, donde descansa la bóveda. En medio de la bóveda, en su parte central, déjese una abertura de luz, de la que colgará un escudo de bronce, mediante unas cadenas; al subirlo o bajarlo se irá ajustando la temperatura de la sala de los baños de vapor. (…)” (VITRUBIO, *De architectura V, 10, 5*)

En estos textos se pone de manifiesto la importancia que en este tipo de ambientes tenía no solo la iluminación sino también el ahorro, tanto de productos asociados al baño como del combustible para mantener la temperatura de las salas calientes. Por ello, resulta extraño que un material como el vidrio, que favorecía una combinación óptima de los dos aspectos mencionados, no fuese descrito en este apartado por Vitrubio.

II.1.2 Fuentes epigráficas

La información que aportan los textos epigráficos en referencia al vidrio de ventana durante el periodo romano es aún más escasa que la vertida por las obras de los autores latinos. A diferencia de estas, se trata de un testimonio directo, una fuente que ofrece una información que no ha sido expuesta a modificaciones o mutilaciones por obra de copistas y traductores de épocas posteriores.

Uno de los testimonios epigráficos legislativos de mayor relevancia en el estudio del vidrio de ventana ha sido el *Edictum Diocletiani et Collegarum de pretiis rerum*

venalium, concretamente los restos del mismo recuperados en Aphrodisias (Caria, Turquía) (Erim, Reynolds, 1973). Se trata de un edicto promulgado por el emperador Diocleciano en el año 301 d.C. que pretendía la regularización de los precios y salarios en el Bajo Imperio. Entre los precios estipulados existe una amplia referencia a la venta de diversos productos realizados en vidrio y, entre ellos, destaca la presencia del vidrio de ventana:

“Una libra de vidrio alejandrino: 24 denarios

Una libra de vidrio verdoso de Judea: 15 denarios

Una libra de copas y de vajillas en vidrio de Alejandría: 30 denarios

Una libra de copas y de vajillas en vidrio de Judea: 20 denarios

Una libra de vidrio de ventana de 1ª elección: 8 denarios

Una libra de vidrio de ventana de 2ª elección: 6 denarios”

Han sido varias las discusiones en relación a si la mención al vidrio de ventana en este testimonio epigráfico del edicto de Diocleciano era referente a este material, placas de yeso especular o, incluso, fragmentos de vidrio desechado para su posterior reciclado.

E. M. Stern (2007) sugiere que, en función del coste establecido, el hecho de que el vidrio de ventana tenga un precio estipulado por libra mucho menor que el vidrio en bruto podría indicar que el texto haría referencia a láminas de *lapis specularis* (Stern, 2007: 385). No obstante, tal como menciona esta autora, el vidrio en bruto al que se hace referencia es un material de una calidad elevada requerida para la elaboración de los recipientes de vidrio soplado, con una serie de cualidades que muchas veces no eran necesarias para la elaboración de paneles de vidrio (Stern, 2007: 385). Otro de los argumentos a favor de que la palabra *specularis* en el edicto sea vidrio de ventana, es que sería extraño mencionar otro tipo de material en una sección del edicto dedicada al vidrio (Stern, 2007: 386). Además hay que considerar que la minería del *lapis specularis*, cuyo máximo apogeo se fecha durante los siglos I y II d.C., entró en decadencia a partir de la época de los emperadores Trajano y Adriano, tal como atestiguan las minas más importantes del Imperio situadas en *Hispania* (Bernárdez

Gómez, Guisado di Monti, 2009: 214). Esto sucede en un momento bastante anterior a la promulgación del Edicto. Esta decadencia pudo ser causada por el empleo del vidrio con la misma finalidad que el yeso especular o por un agotamiento de muchas de las explotaciones de esta clase de mineral (Bernárdez Gómez, Guisado di Monti, 2009: 214).

En cambio, otros investigadores como I. C. Freestone consideran, al igual que E. M. Stern, que el vidrio de ventana requería de un esfuerzo mecánico como para mostrar en el edicto de Diocleciano un precio inferior al del vidrio en bruto. En este caso se interpreta que la mención a vidrio de ventana en realidad podría tratarse de fragmentos desechados de esta tipología de vidrio para su venta y posterior reciclado (Freestone, 2015: 34).

En cualquiera de ambas situaciones, la distinción de vidrios de ventana de primera y segunda calidad indica la existencia de dos clases de vidrios de esta tipología. A pesar de que el texto no aporta una información más detallada para determinar cuáles eran las características que definían uno u otro grupo, es posible que aquellos paneles de mayor transparencia y uniformidad fuesen los catalogados como de primera categoría. El grupo de segunda estaría compuesto por vidrios con mayores impurezas o irregularidades, al ser de menor calidad o presentar algunos defectos en su manufactura.

Otro de los textos conservados en los que se hace referencia al coste de los vidrios de ventana, es uno de los papiros hallados en la ciudad de Oxirrinco (Egipto) (Stern, 1999: 458; Stern, 2007: 386). Este documento recoge una declaración del gremio de los trabajadores, datada en el año 326 d.C. y que menciona el gasto de 6000 libras de vidrio romanas para la cubrición de los vanos de las salas caldeadas de las termas y del gimnasio (Stern, 2007: 386).

Las inscripciones latinas no son tan específicas a la hora de ofrecer información sobre los distintos objetos realizados en vidrio. Sin embargo, estas fuentes son de interés puesto que advierten sobre otros aspectos relacionados con la producción. Este es el ejemplo de una inscripción honorífica hallada en Puteoli (Italia) y fechada entre los años 334 y 342 d.C. (Dessau, 1892: 1224b). El texto indicaría que se trataba de un monumento dedicado a *Quinto Flavio Maesio Egantio Lolliano*, un alto cargo de la

administración de la provincia de África, que fue patrón de los fabricantes de vidrio y de incienso. La mención en dicho epígrafe, además de un *vicus turarius*, plantea la posibilidad de que próximo a este gremio de vidrieros se ubicasen otros artesanos, para los cuales el empleo del vidrio jugaba un papel destacado en la comercialización de sus productos. En este caso, se trataría del grupo de fabricantes de perfumes (Sterret-Krause, 2006: 32). En cuanto a la información arqueológica, algunas excavaciones efectuadas en la zona han documentado la existencia de estructuras destinadas a la producción de vidrio, confirmando la información aportada por dicha inscripción (Beretta, Di Pasquale, 2004: 28).

En el caso de Roma, un fragmento de mármol menciona la existencia de un pórtico que daba acceso al *horrea* de los trabajadores del vidrio (CIL VI 29844; Forbes, 1966: 174). Las investigaciones realizadas por M. Sternini en varios epígrafes que aludían a la actividad de los *speclariarii*, también evidenciaron la existencia de un gremio que se dedicaba a la elaboración de paneles de vidrio de ventana en Roma (Sternini, 1995: 29).

En el ámbito funerario son de interés las inscripciones que recuerdan el oficio desempeñado en vida por el difunto. Un epígrafe fechado en los siglos II o III d.C. y recuperado en unas excavaciones efectuadas en el barrio de Saint-Irénée (Lyon), recuerda a *Iulio Alexandro* trabajador del vidrio (Beretta, Di Pasquale, 2004: 193).

Por último, entre los epígrafes que hacen mención al vidrio, hay que destacar los sellos o marcas realizadas en los objetos vítreos. Dichas marcas corresponden a la firma del artesano que los realizó o informan sobre el lugar donde se manufacturaron estos materiales. Entre los ejemplos que ilustran este tipo de epígrafes, hay que hacer referencia a dos inscripciones estampadas en dos botellas de vidrio que se hallaron en 1926 en Austria y fechadas entre los años 51-100 d.C. (Aguilar-Tablada, Sánchez de Prado, 2006: 187, nota 12). Ambas inscripciones indican que los objetos se elaboraron por una tal *Sentia Secunda* en un taller vidriero instalado en Aquileia (Italia), lo cual permite confirmar esta clase de industria en dicha ciudad y el desarrollo de esta labor por una mujer. Se trata además de un suceso bastante particular puesto que no se conocen otros testimonios sobre mujeres especializadas en la elaboración de vidrio (Aguilar-Tablada, Sánchez de Prado, 2006: 187, nota 12).

II.1.3 Fuentes iconográficas

Las fuentes iconográficas han constituido uno de los principales focos de información para el conocimiento de las sociedades del pasado. A pesar de que no se trata de una fuente escrita directa, todas estas imágenes, plasmadas en diversos soportes y mediante distintas técnicas, manifiestan una ideología o realidad, con mayor o menor exactitud, contemporánea a su momento de ejecución. Por estos motivos, el estudio de la iconografía de época romana es una herramienta imprescindible para complementar la información aportada por el resto de fuentes literarias, epigráficas y arqueológicas.

A inicios del siglo I d.C. el número de representaciones de vidrio asiste a un crecimiento notorio. Esto es debido a la estandarización que estos productos tuvieron durante los inicios de esta centuria, gracias a los avances tecnológicos en su industria pero, sobre todo, a la invención de la técnica del soplado de vidrio a mediados del siglo I a.C. (Vigil Pascual, 1969: 85; Stern, 1999).

La precisión en los detalles de los objetos representados en diversos soportes manifiesta que la sociedad y, sobre todo, los artífices de estas obras estaban familiarizados con esta clase de materiales (Ortiz Palomar, 2001b: 64). Efectivamente, los hallazgos arqueológicos han demostrado la fidelidad de estos objetos en pinturas, mosaicos y relieves, tipos de soportes de imágenes que se analizarán a continuación. A pesar de ello, existe un número reducido de estas representaciones que muestran otros objetos de los cuales aún no se ha hallado ningún registro. Estas ausencias pueden deberse a que, o bien eran invenciones de los ejecutores, o bien eran materiales de los que todavía no se conoce ningún testimonio (Naumann-Steckner, 1991: 87-88; Ortiz Palomar, 2001b: 64).

El problema principal a la hora de identificar el vidrio en estas representaciones es saber si se trata de objetos realizados con este material o con otro de similar aspecto y forma. En aquellos casos en los que el objeto no transmite la sensación de transparencia –un claro indicador del vidrio– no se puede determinar con fiabilidad su naturaleza, ya que las mismas formas se elaboraron en cerámica o metal (Naumann-Steckner, 1991; Stern, 2004: 37).

Entre los estudios sobre la iconografía del vidrio romano (Naumann-Steckner, 1991; Sabrié, Sabrié, 1992), existe una destacada ausencia respecto a materiales como el vidrio de ventana. En algunas publicaciones de D. Foy y S. Fontaine referentes a esta clase de vidrios (2005, 2008) se aborda este tema, indicando que la representación más antigua de paneles de vidrio se encuentra en una pintura mural de una de las catacumbas de la Vía Latina en Roma, datada en el siglo IV d.C. La escena, que representa la persecución de Sansón por los filisteos, contiene un edificio con dos ventanas subdivididas por marcos (Foy, 2005: Fig. 54; Foy, Fontaine, 2008: Fig. 28). Las investigadoras argumentan que se trata de vidrio porque “solo la presencia del color azul de la pintura o mosaicos puede reflejar realmente la representación de vidrio translúcido y transparente” (Foy, Fontaine, 2008: 437). Ciertamente, el color verde-azulado es una característica común en esta clase de paneles. Estos tonos se asocian al color natural del vidrio y se producen por la presencia de impurezas de hierro en las arenas empleadas para su fabricación (Price, Cottam, 1998: 159).

Para analizar las posibles representaciones de vidrio de ventana en las diversas fuentes iconográficas, es necesario que estas dispongan de un tamaño que permita distinguir esta clase de objetos. Por ello, aunque no menos importantes en el estudio iconográfico referente a otras cuestiones, las representaciones en monedas y todas las imágenes –bajorrelieves y pinturas– de escasas dimensiones no se han tenido en cuenta en la realización de este estudio.

Puesto que, al igual que sucedía en las fuentes literarias y epigráficas, la denominación utilizada para esta clase de materiales también designaba otros empleados con la misma finalidad, es probable que muchas de estas representaciones también aludan a láminas de otros minerales. Sin embargo, aquellos que muestran la tonalidad verde-azulada pueden identificarse como vidrio de ventana.

Dado el gran corpus de imágenes que existen de época romana, en este estudio se muestran algunos de los ejemplos más destacados de representaciones de vidrio de ventana en la plástica romana. El análisis de todos los elementos que pueden indicar la presencia de vidrios o materiales translúcidos empleados para el cierre de vanos, es una herramienta útil para posibles interpretaciones futuras.

II.1.3.1 *Relieves y bajorrelieves*

Los relieves y bajorrelieves constituyen el menor número de ejemplos de interés en el estudio del vidrio de ventana. Esto no significa que no existan representaciones de esta clase de materiales, sobre todo cuando se muestran escenas en las que los edificios forman una parte destacada de la composición. El principal problema a la hora de interpretar la presencia de vidrios de ventana en un relieve es que la gran mayoría de estas piezas se encuentran desprovistas del estrato policromo. Esta capa aporta la información necesaria para poder distinguir claramente unos materiales de otros (Bradley, 2009). La pérdida de la pigmentación en la mayoría de las obras conservadas ha sido producto del deterioro del componente de naturaleza orgánica que actuaba como agente ligante entre el sustrato y el pigmento. Muchas veces este fenómeno se debe a la exposición a los agentes ambientales durante la vida útil del objeto, o como consecuencia de los procesos de deterioro tras su abandono, enterramiento y posterior descubrimiento.



Fig. 3. Ilustración de las escenas laterales de un sarcófago cristiano procedente del Vaticano (Bottari, 1737: lámina XXXIV).

Como consecuencia de la ausencia de policromía, el estudio del vidrio de ventana en los relieves y bajorrelieves de época romana se centra en localizar otros

elementos que puedan indicar su presencia. Ch. Chipiez fue uno de los primeros en identificar los marcos y bastidores como posibles indicadores de estos cerramientos en relieves y mosaicos. Entre los ejemplos que menciona este autor, se encuentran las escenas laterales de un sarcófago cristiano (Chipiez, 1877-1919: 1039) que en el siglo XVIII se encontraba en la iglesia de Santa Inés en Agonía de Roma (Bottari, 1737: 131) (Fig. 3).

Otro de los aspectos que se debe tener en consideración, es que la gran mayoría de las construcciones representadas se encuentran formando parte de los fondos de las escenas como elemento secundario en la composición. En estos casos la precisión de los detalles es reducida y los vanos suelen aparecer como meros espacios vacíos. No obstante, existen algunas excepciones donde se presentan divididos en secciones, simulando marcos, bastidores u otros sistemas de protección.

Entre los relieves históricos o alegóricos, una de las obras más destacadas es la columna de Trajano, construida entre los años 110 y 113 d.C. (Bianchi, 2003; Coarelli, 1999). En sus bajorrelieves, realizados en mármol lunense, aparecen en algunas de sus escenas una serie de construcciones, cuya importancia dependerá de la historia que en ella se está narrando (Fig. 4). De manera general, las aberturas aparecen en estos edificios como vanos cuadrangulares o absidales sin ningún elemento, a veces provistos de un borde exterior.

Algunos de los ejemplos más elaborados muestran marcos o bastidores que dividen los espacios en líneas verticales que podrían albergar láminas de algún material translúcido aunque, por la falta de color, representarían simples enrejados. Entre estas soluciones más complejas, destaca uno de los vanos de un edificio, posiblemente un templo, que incluye un entramado de listones y que parece corresponder a un *clathrus* o celosía, otra clase de recubrimiento para este tipo de espacios.

Otro monumento que presenta una configuración similar al anterior es la columna de Marco Aurelio, construida tras la muerte del emperador posiblemente en el año 189 d.C. (Beckmann, 2011). A diferencia de la columna trajana, las figuras adquieren más importancia en la composición, con tallas de mayor profundidad que potencian este efecto. En cambio, las edificaciones son más escasas y ocupan un lugar secundario, no adoptando una importancia visual en la narración de los

acontecimientos. En ellas se aprecian aberturas de vanos que no difieren de los modelos anteriormente expuestos.



Fig. 4. Columna trajana e ilustraciones de algunos de los vanos de las arquitecturas representadas en las distintas escenas (Velo-Gala, Garriguet Mata, 2017: Fig. 1).

Otros relieves son aquellos que decoran los arcos honoríficos en Roma, como por ejemplo los de Tito, Septimio Severo, Constantino o el arco de Galerio en Salónica (Kleiner, 1992). Estos ejemplos ofrecen una escasa información respecto a las representaciones de vanos, ya que en la mayoría de las escenas los personajes, sobre todo la figura del emperador, priman sobre otros aspectos. Los fondos en ocasiones son neutros y en otros muestran algunas construcciones o elementos arquitectónicos, pero la presencia de ventanas es limitada o de ejecución sobria.

Similares a los casos anteriores hay que sumar las representaciones de vanos en relieves de temática portuaria, donde la arquitectura es uno de los elementos más destacados. Ejemplos de este tipo se encuentran en el relieve de la colección Torlonia, donde se representan varios barcos a la llegada de un puerto (Rostovtzeff, 1937), o el que ha sido interpretado como la fachada del faro de Alejandría en el conocido como vidrio de Begram (Afganistán) (Quet, 1984). Los vanos de estas construcciones se representan como simples orificios en los paramentos.

Por último, además del ejemplo del sarcófago cristiano de la iglesia de Santa Inés en Agonía, al que hacía referencia Chipiez (1877-1919), en el ámbito funerario puede citarse de interés el conocido como sarcófago de Simpelveld, hallado en la provincia de Limburgo (Alemania) y fechado en el siglo II-III d.C. (Galestin, 2001). Este ejemplo constituye un *unicum* entre este tipo de piezas puesto que, al contrario de otros, los relieves que decoran sus superficies se encuentran en el interior de las paredes del sarcófago. Entre los numerosos objetos tallados que acompañan al difunto destaca la representación de dos edificios. En las paredes de estas construcciones se observa una serie de incisiones que simulan las ventanas, junto con otras líneas que, posiblemente, indican la presencia de vitrales o enrejados.

II.1.3.2 Mosaicos

En relación con el estudio del vidrio y su presencia en la musivaria, a partir del siglo II d.C. las representaciones de objetos, como vasos, copas y otro tipo de contenedores, se incrementan entre los detalles de las escenas de banquetes y ambientes domésticos (Ortiz Palomar, 2001b: 64-65). Sin embargo, este soporte no permite transmitir las formas con la misma definición que otros y, al igual que sucede en la relivaria, la identificación de esta clase de materiales resulta problemática.

En el caso de los mosaicos, los objetos de vidrio aparecen en un plano inferior y con unas dimensiones limitadas, siendo la cualidad de la transparencia la menos representada en ellos.

El análisis del vidrio de ventana en los mosaicos romanos se centra en aquellos que contienen en su composición algún tipo de arquitectura, como *villae* en paisajes

rurales, escenas portuarias, de carácter mitológico o doméstico. En este caso los problemas en su identificación son similares a los que tienen lugar cuando se trata de otra clase de recipientes realizados en vidrio.

Un gran número de mosaicos que representan *villae* se hallaron en contextos tardorromanos del área norte de África. De manera general, estas construcciones tienen un papel destacado en la composición, apareciendo solas o conjuntamente con animales y personas envueltas en actividades rurales (Neira Jiménez, 1999: 174). No se sabe si este tipo de representaciones reflejan modelos arquitectónicos reales de esta zona geográfica (Neira Jiménez, 1999: 175), pero un indicio de ello es que presentan patrones similares. Entre las características más destacadas de estos edificios se encuentran sus torres, que flanquean un recinto cerrado, a menudo amurallado, en cuyo interior priman una serie de construcciones (Neira Jiménez, 1999: 175). Todas estas imágenes presentan un gran número de aberturas, tanto puertas como ventanas, en estos edificios. A pesar de ello, es difícil distinguir en estos espacios, muchos de ellos subdivididos por bastidores, si el artista tuvo la intención de representar paneles de algún material translúcido. En la gran mayoría de los casos, los espacios dispuestos entre la retícula ortogonal se rellenan mediante teselas de color oscuro, en lugar de emplear otras de tonos claros o verde-azulados que indicarían una clara presencia de estos materiales. Esto muestra que podrían tratarse de meras representaciones simplificadas de otro tipo de cierres de seguridad, como rejas o celosías (Foy, Fontaine, 2008: 428, 437).

Ch. Chipiez mencionó en uno de sus trabajos que la presencia de un vano semicircular con un bastidor radiado en un mosaico del norte de África, era una clara alusión a la representación de láminas de vidrio (Chipiez, 1877-1919: 1039). A pesar de que este autor no especifica nada en relación al color de estos espacios, una revisión de los mosaicos del norte de África permite identificar que, posiblemente, Chipiez hacía referencia al conocido como mosaico del *Dominus Iulius*. Esta pieza fue hallada en *Cartago*, aunque actualmente se encuentra expuesta en el museo del Bardo (Túnez), y se fecha entre los años 380-400 d.C. (Dunbabin, 1978: 62) (Fig. 5).

La *villa* que aparece en dicho pavimento ocupa el espacio central en la composición, acompañada por una serie de personajes, entre los que destaca la figura

del *dominus*, que desarrollan tanto actividades de ocio como labores agrícolas. El acceso a dicha edificación se realiza por una puerta, en cuya parte superior se distingue un espacio semicircular con un marco en disposición radiada. Es posible, de acuerdo con lo mencionado por Ch. Chipiez, que estos espacios estuviesen acondicionados para la instalación de algún tipo de placa, ya que estos materiales se adaptaban mediante corte a cualquier forma (Allen, 2002: 106). Para el resto de vanos la solución tomada por el artista es la de mostrar un marco o bastidor que divide el hueco en varias secciones, un tipo de recurso que se repite en los ejemplos que se muestran a continuación.

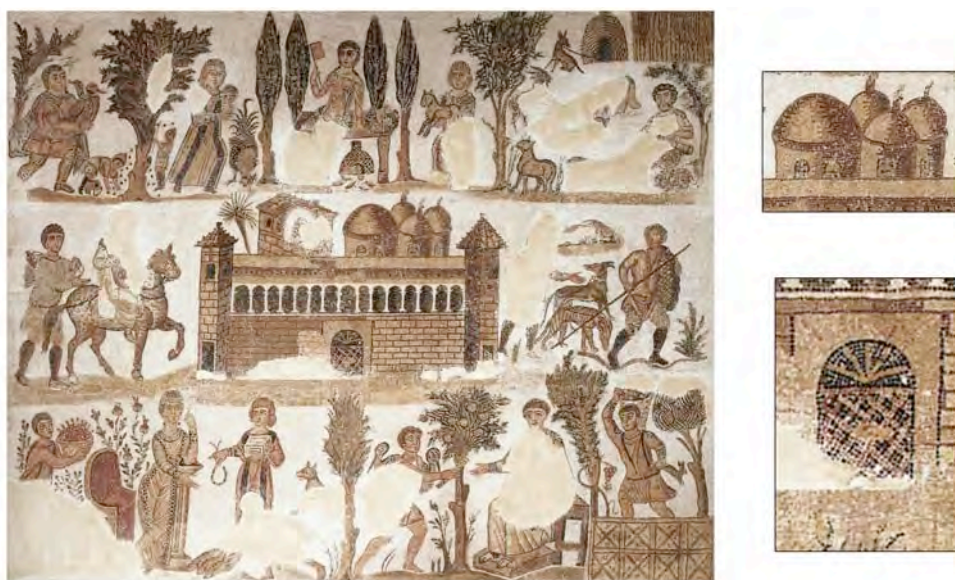


Fig. 5. Mosaico del *Dominus Iulius*. Fotografía de la escena central del mosaico y detalles de los vanos representados (Velo-Gala, Garriguet Mata, 2017: Fig. 2).

Considerando los hallazgos arqueológicos, en los que el vidrio de ventana aparece instalado en vanos de difícil acceso (Adam, 1996: 333), es posible que estos bastidores sean la representación de otro tipo de sistema de seguridad que se habría complementado o no con vidrios o yeso especular.

Este esquema se repite en tres mosaicos policromos hallados en Tabarka (Túnez), fechados entre los siglos IV y V d.C. (Dunbabin, 1978) (Fig. 6). Todos ellos

se realizaron para ocupar el pavimento de un espacio absidal, siendo las *villae* los elementos a destacar en la imagen. Estas construcciones se acompañan de figuraciones relacionadas con el entorno paisajístico: plantas, árboles, animales y cultivos. Muchos de los vanos aquí representados se subdividen en cuatro secciones a través de un bastidor.

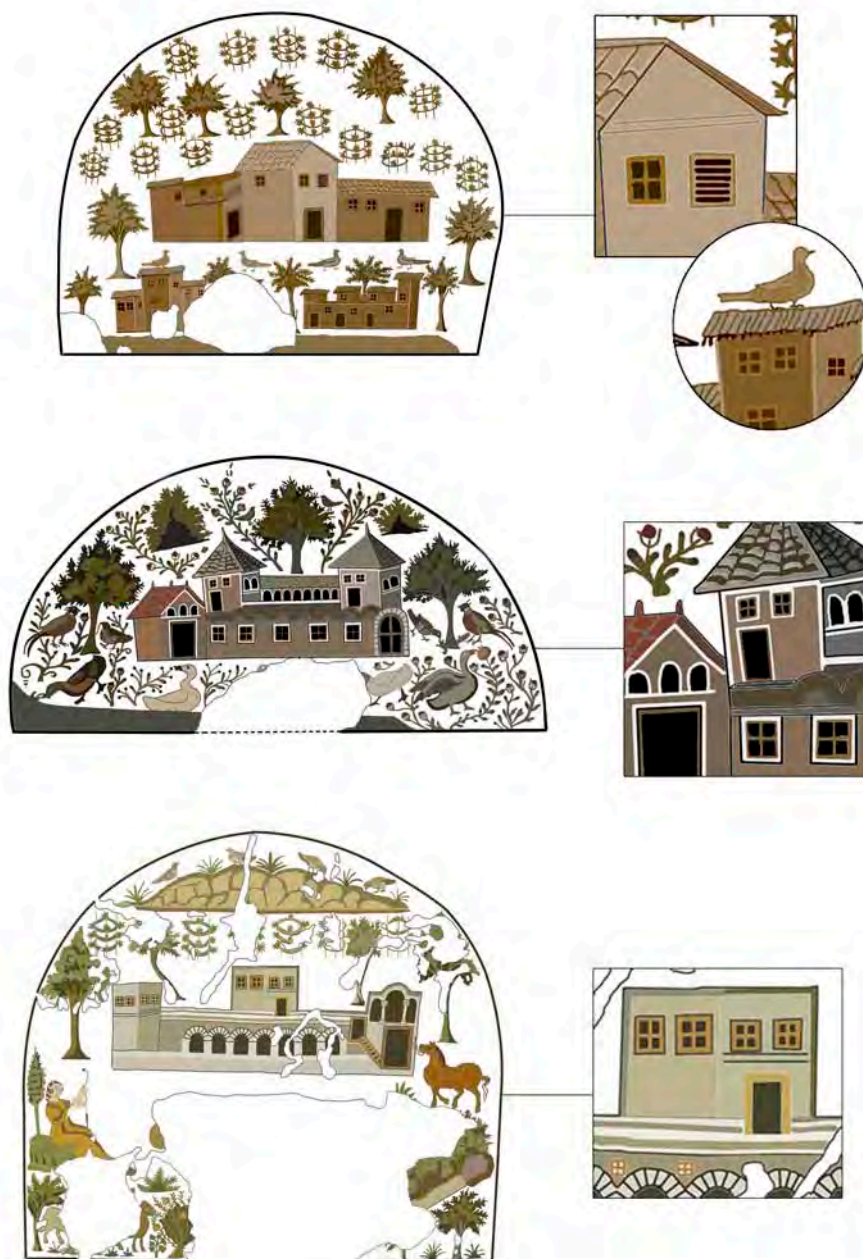


Fig. 6. Ilustración de los mosaicos de *villae* documentados en Tabarka (Túnez). Imagen general y detalle de algunos de los vanos (Velo-Gala, Garriguet Mata, 2017: Fig. 3).

La solución aportada para otros mosaicos de tema rural similar es más esquemática. En estos casos los vanos se muestran con formas cuadrangulares o absidadas y, en los más elaborados, presentan un marco exterior. Entre los ejemplos que ilustran estos sencillos recursos se encuentra el mosaico de la Casa de los *Laberii* en Uthina (Túnez), datado entre el año 160 y 180 d.C. (Blázquez Martínez, 1996). Este pavimento muestra una escena de arado acompañada de la imagen simplificada de una *villa*. Otro ejemplar más tardío, pero de significativa importancia para el conocimiento del área geográfica de Palestina de la época, es el mosaico bizantino de Madaba, fechado en el siglo VI d.C. (Piccirillo, 1989).

Sin embargo, entre los ejemplos de tema rural más destacados se encuentra un fragmento de mosaico de la primera mitad del siglo II d.C. hallado en El Alia (Túnez), en el que pueden observarse labores agrícolas (Charles-Picard, 1990). Junto a una de las figuras se aprecia un edificio con dos ventanas situadas en el segundo piso. El color verde-azulado de las teselas que llenan los espacios compartimentados por un bastidor en un vano, menos accesible y diferente de los modelos anteriormente presentados, alude a la posible representación de paneles de vidrio (Fig. 7).



Fig. 7. Ilustración del fragmento de mosaico de tema agrícola hallado en El Alia (Túnez) (Velo-Gala, Garriguet Mata, 2017: Fig. 4).

Otra imagen de similares características aparece en un mosaico que decora la cúpula de la habitación VII del monumento de Centcelles en Constantí (Tarragona, España). Este edificio y los materiales que lo revisten se han fechado a finales del siglo IV o principios del V d.C. (Remolà Vallverdú, Pérez Martínez, 2013).

En una de las construcciones figuradas se puede observar un vano en cuyas compartimentaciones se han empleado teselas de una tonalidad similar al ejemplo anteriormente expuesto (Fig. 8). Este rasgo podría interpretarse como una alusión a la presencia de paneles de vidrio en dicha construcción.



Fig. 8. Ilustración del fragmento del mosaico de la cúpula de Centcelles (Constantí, Tarragona) con una posible representación de paneles de vidrio de ventana (Velo-Gala, Garriguet Mata, 2017: Fig. 5).

Otro ejemplo que sigue esta misma pauta es un fragmento de Ostia (Roma), fechado en el siglo III o IV d.C., que actualmente se encuentra depositado en el *Toledo Museum of Art* (Pevnick, 2014). Esta pieza muestra una escena en la que dos personajes realizan un sacrificio a orillas del mar, mientras que otros tres se encargan de actividades relacionadas con la pesca (Fig. 9). El mosaico contiene además una serie de edificios cuyos vanos compartimentados, particularmente el de mayores dimensiones, se realizaron empleando teselas de color azul, quizás simulando la cubrición de los mismos con vidrios planos. Este tipo de grandes ventanas con vitrales son bien

conocidos en el mundo romano durante este periodo. Uno de los ejemplos más representativos es la basílica de Constantino en Tréveris (Alemania), cuyos amplios ventanales estaban recubiertos por paneles (Fontaine, Foy, 2005a: 18).



Fig. 9. Ilustración del fragmento de mosaico perteneciente a Ostia (Roma) y depositado en el *Toledo Museum of Art* (Velo-Gala, Garriguet Mata, 2017: Fig. 6).

Como se ha mencionado anteriormente, las escenas asociadas con la actividad pesquera a menudo aparecen acompañadas de grandes instalaciones portuarias, poblaciones cercanas que conectan con pequeños fondeaderos o *villae* marítimas (Noguera Celadrán, 1995-96: 227-228). Este tipo iconográfico de mosaico apareció en los siglos III-II a.C. y tuvo una fuerte influencia helenística y alejandrina, ampliándose extensamente a lo largo del Mediterráneo (Noguera Celadrán, 1995-96: 220). De manera general, estos pavimentos ocupaban ambientes relacionados con el agua en estancias de tipo termal o incluso formando parte del interior de algunas fuentes (Neira Jiménez, 1999: 171).

En esta clase de mosaicos las estructuras edilicias aparecen en distintos planos alternándose con otros elementos, sin ningún orden aparente o bien ocupando un espacio intencionado para diferenciar el plano marítimo del terrestre. En la gran mayoría, los edificios aparecen provistos de múltiples vanos, tratándose de espacios simples o subdivididos con marcos o bastidores, al igual que sucedía en algunas de las imágenes de las *villae*. Ejemplos de este tipo aparecen en mosaicos como el de la Vega baja de Toledo (España), fechado entre los siglos III-IV d.C., que fue posiblemente diseñado para la base de una fuente (Blázquez Martínez, 1982: 33-36). En él se pueden distinguir algunas instalaciones portuarias que aparecen alternadas con escenas y animales marinos.

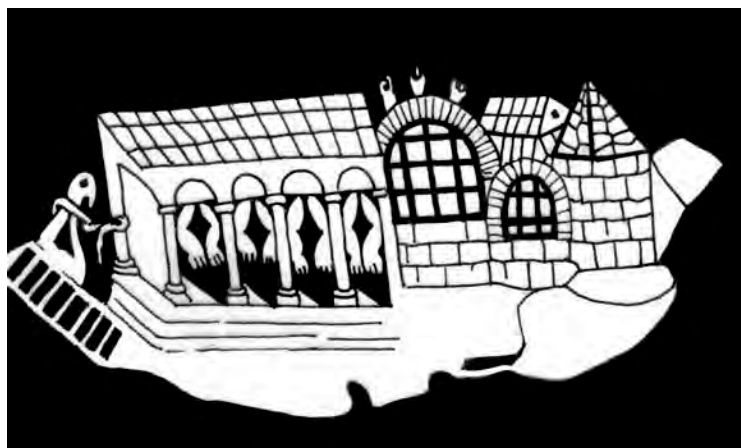


Fig. 10. Ilustración del edificio representado en una de las cenefas del mosaico conocido como El Baño de Venus, hallado en las excavaciones de Cuicul (Djemila, Argelia) (Velo-Gala, Garriguet Mata, 2017: Fig. 7).

En el caso de un mosaico hallado en la habitación XI de la Casa del asno en Cuicul (Djemila, Argelia), fechado a finales del siglo III o principios del IV d.C. (Blanchard-Lemée, 1975: 78, 19, Pl. X), aparece un edificio con dos amplias ventanas compartimentadas que difieren de los modelos portuarios anteriormente descritos (Fig. 10). Concretamente se trata de la imagen de un pequeño islote, situado en una de las cenefas exteriores que rodean la escena principal del baño de Venus, en el que destaca una construcción. Este edificio ha sido interpretado como residencia de carácter privado, una posible *villa* marítima, por los elementos que presenta (Blanchard-

Lemée, 1975: 78, 19, Pl. X). La principal diferencia que muestran las ventanas de esta *villa* es que el color de los espacios interiores que dibujan los bastidores es claro. Podría tratarse de una elección casual para equilibrar cromáticamente la composición, ya que el fondo de esta cenefa es oscuro, aunque no se puede descartar la posibilidad de que el artista representase algún tipo de material translúcido en estos vanos.

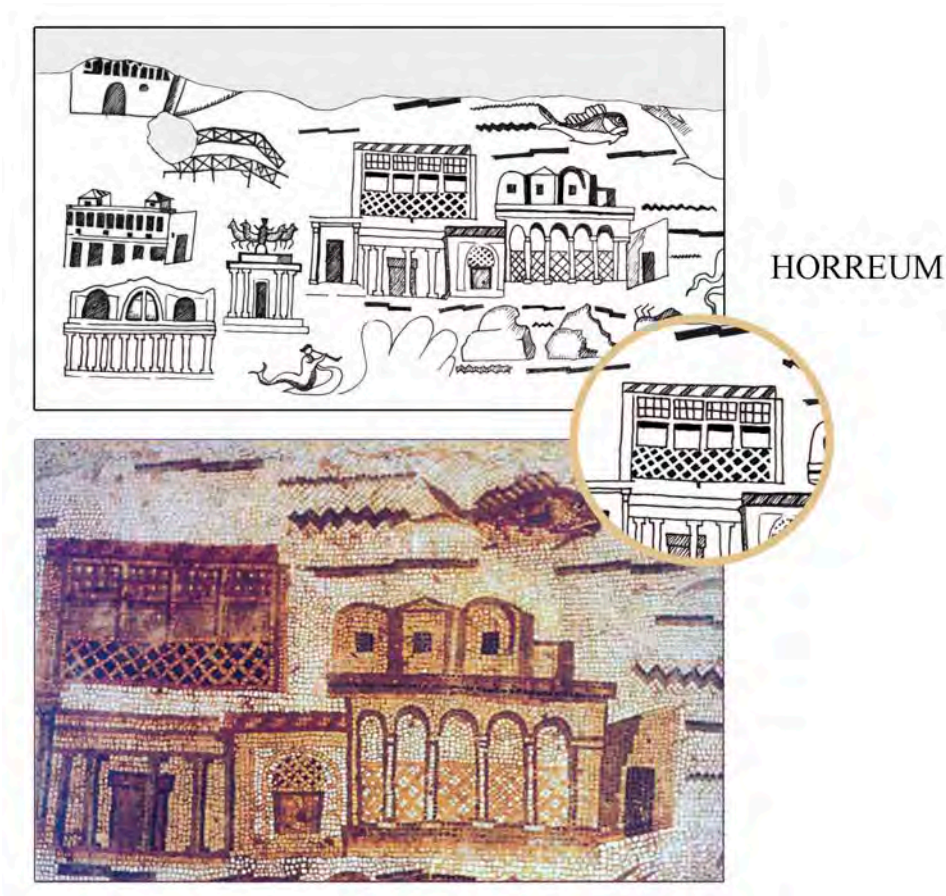


Fig. 11. Ilustración e imagen de algunos de los edificios representados en el mosaico Vista de Hippona (Velo-Gala, Garriguet Mata, 2017: Fig. 8).

De igual importancia para el estudio de la iconografía del vidrio de ventana es un mosaico procedente de la antigua ciudad de *Hippo Regius*, la actual Annaba (Argelia), datado entre los años 210 y 260 d.C. (Boulinguez, Napoli, 2008) (Fig. 11). Actualmente, este pavimento se encuentra dividido en tres secciones, de las cuales solo una permanece *in situ*, mientras que las otras dos están expuestas en el museo arqueológico de Annaba (Boulinguez, Napoli, 2008: 703). Una de estas secciones, que

recibe el nombre de Vista de Hippona, fue estudiada por C. Boulinguez y J. Napoli (2008), autores que han identificado en esta representación el puerto de la antigua ciudad de *Hippo Regius*. Algunas de las figuras y estructuras que se muestran han sido claves para esta identificación: un tritón soplando una concha –figura que en la Antigüedad se empleó como símbolo del faro de Alejandría–, un monumento triunfal dedicado a Neptuno y una estructura que representaría un muelle por las columnas que forman la parte inferior (Boulinguez, Napoli, 2008: 707-709).

Una de estas construcciones, la situada en la parte superior, ha sido identificada con un posible *horreum*, de acuerdo con las características formales, la comparativa con hallazgos arqueológicos y otras evidencias iconográficas, así como la información aportada por las fuentes literarias clásicas. Este tipo de almacenes se caracterizaban, sobre todo, por tener gruesos contrafuertes en sus muros laterales y un sistema de ventilación en la parte inferior que garantizaba la temperatura y humedad óptimas para la conservación de los productos allí almacenados (Boulinguez, Napoli, 2008: 719-720). En la parte superior, los muros parecen estar revestidos por algún tipo de piedra, una característica común en los almacenes de zonas costeras, como evidencian los restos recuperados en *Leptis Magna* (Boulinguez, Napoli, 2008: 722; Salido Domínguez, Neira Jiménez, 2014: 209). Sin embargo, en esta parte superior las teselas empleadas parecen tener tonos más claros que los utilizados para el resto del paramento. Esta distinción podría mostrar algún tipo de material translúcido que cubría una serie de vanos situados en las zonas más altas de los muros. El uso del vidrio de ventana para la cubrición de los vanos en los *horrea* de zonas costeras estaría justificado como sistema de regulación de las condiciones ambientales del interior de esta clase de instalaciones, al igual que sucede en las salas caldeadas de las termas. Algunos autores clásicos, como Varrón (Varrón, *De Re Rustica* 1, 57,3) o Plinio el Viejo (Plinio, *Nat. Hist.*, 18, 73), hacen referencia en sus obras a la necesidad de la abertura de vanos en graneros en los paramentos exteriores, para evitar problemas relacionados con la humedad en el interior. En concreto este último refiere la importancia del uso de materiales translúcidos en las ventanas para evitar que los productos se deterioren por acción de los vientos del sur (Plinio, *Nat. Hist.*, 15, 18). En cuanto al registro arqueológico, se han documentado láminas de vidrio en un *horreum*

de Vada Volaterrana (Italia), que podrían haber formado parte del cerramiento de los vanos de dicha construcción o de los productos almacenados para su posterior venta (Foy, Fontaine, 2008: 436). Aunque este tipo de material no aparece entre los registros de esta clase de construcciones, es posible que su uso en zonas costeras fuese mayor de lo estipulado. En estos ambientes el vidrio permitía la iluminación del interior y preservaba al mismo tiempo de los elevados niveles de humedad de estas áreas, malos para una óptima conservación de algunos productos.

En la parte inferior del *horreum* los espacios vacíos también se representan con un sistema de cerramiento o celosía, cuya funcionalidad era evitar el acceso a determinados animales o incluso para impedir el hurto de los productos allí almacenados. Este mismo sistema aparece en un vano semicircular de una de las puertas de otro edificio, dispuesto en la parte inferior de la escena (Salido Domínguez, Neira Jiménez, 2014: 209). Algunas celosías, pertenecientes a espacios semicirculares se han conservado en varias casas de Pompeya, como la realizada en cerámica de la Casa del Laberinto (Chipiez, 1877-1919; Adam, 1996) o la celosía en piedra que se conserva en el Museo Arqueológico de Tipasa (Argelia) (Boulinguez, Napoli, 2008) (Fig. 12).

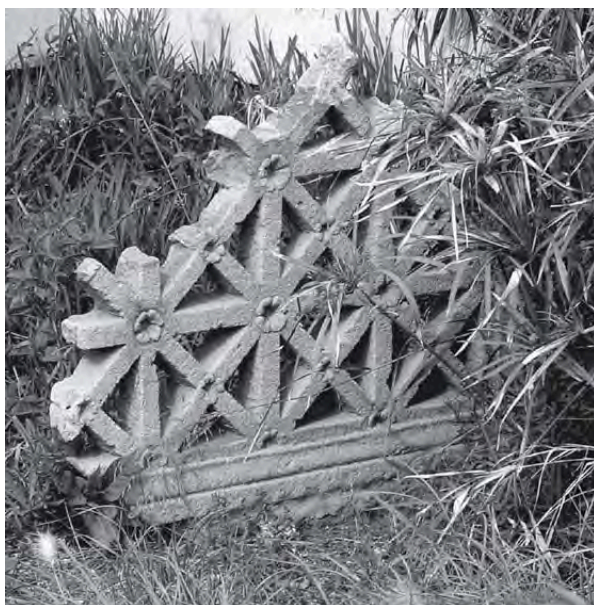


Fig. 12. Fragmento de celosía realizada en piedra y conservada en el Museo Arqueológico de Tipasa (Boulinguez, Napoli, 2008: 721, Fig. 9).

Aunque muchas de las imágenes de este tipo de vanos semicirculares divididos en secciones parecen representar elementos de protección, se puede afirmar que estas áreas también se acondicionaron para recibir láminas de materiales translúcidos. Esto se deduce en un magnífico mosaico del siglo IV d.C. hallado en la *villa* de La Olmeda (Pedrosa de la Vega, Palencia, España) que representa el pasaje mitológico de Aquiles en Esciros (Fig. 13) (De Palol y Salellas, Cortés Álvarez de Miranda, 1974).

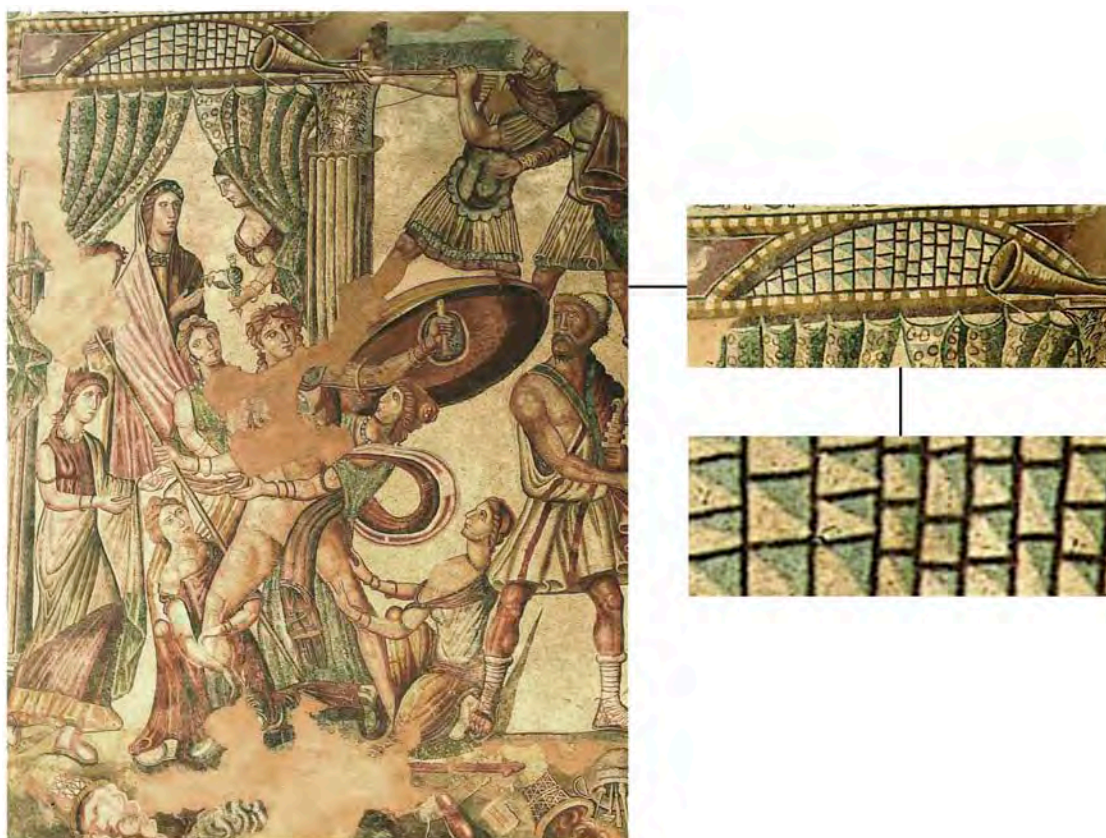


Fig. 13. Mosaico de Aquiles en Esciros de la *villa* romana de La Olmeda (Pedrosa de la Vega, Palencia). Fotografía general y detalle del vano (Villa romana de La Olmeda).

La escena se desarrolla en un ambiente arquitectónico interior, posiblemente el gineceo, donde se puede observar un vano semicircular que corona una puerta. En este espacio se aprecian una serie de formas geométricas irregulares, divididas por un bastidor, creadas cada una de ellas por un grupo de teselas blancas y otras azules subdivididas mediante una franja diagonal. Con esta disposición se puede deducir que la intención del mosaísta fue la de mostrar la presencia de un material translúcido

(vidrio, yeso especular, alabastro, etc.) en dichos espacios y, a su vez, el brillo o la transparencia de los mismos. Este efecto se consigue empleando las teselas de color blanco, es decir, el mismo tono que se utilizó en el fondo. Sin embargo, el marco irregular es una particularidad no observada en esta clase de subdivisiones, que suelen aparecer con una distribución ortogonal más o menos regular. Un ejemplo de esta disposición ordenada se puede contemplar en un mosaico del siglo VI d.C. que representa el palacio de Teodorico en la basílica de San Apolinar el Nuevo (Rávena, Italia) (Fontaine, Foy, 2005a: Fig. 5). Este suceso podría interpretarse de varias formas, por un lado se trataría de una abstracción del artista de un modelo real más regular, o por otro lado, de un ejemplo existente de láminas que se recortaron o reutilizaron y se insertaron en una red irregular, posiblemente fabricada con un material más maleable como el plomo. Esta segunda interpretación indicaría que la intención de cubrir estos espacios para permitir la iluminación, una vez cerrada la puerta, sería la de crear un juego de luces cuando la radiación solar incidía sobre los paneles. En este caso, este sistema pudo ser el precedente de los vitrales utilizados ya en época medieval. De hecho, los primeros testimonios de vidrieras se remontan al siglo III d.C. y se fabricaron empleando paneles de vidrio fragmentados (Foy, Fontaine, 2008: 442). En las publicaciones generales de la *villa* de La Olmeda no existe mención al hallazgo de este tipo de materiales, por lo que se desconoce si el mosaico se creó inspirándose en modelos reales de la propia *villa*. Sin embargo, este ejemplo refleja una realidad que sí ha sido documentada en muchos espacios de la arquitectura privada de este periodo, donde el vidrio de ventana se destinaba a la cubrición de los vanos de las estancias más relevantes, como los *triclinia*.

Por último, otro ejemplo, similar al anterior respecto a la identificación de paneles en vanos absidados, es el mosaico descubierto en la *villa* de Bad Kreuznach (Alemania) (Fig. 14). En uno de los tres edificios representados en este mosaico, el cual ha sido identificado con una posible *villa* marítima (Ehmig, 2005), aparecen una serie de espacios absidados sobre los intercolumnios de un peristilo. La parte superior de estos elementos arquitectónicos queda cerrada por un bastidor que, por el cambio de color de las teselas en esta área, estaría cerrado con láminas de algún material translúcido. Este ejemplo denota el carácter eminentemente estético que tenía la

instalación de esta clase de materiales en algunos lugares, puesto que en el caso de este mosaico revela su localización en una zona abierta al exterior donde carece de cualquier propósito funcional.

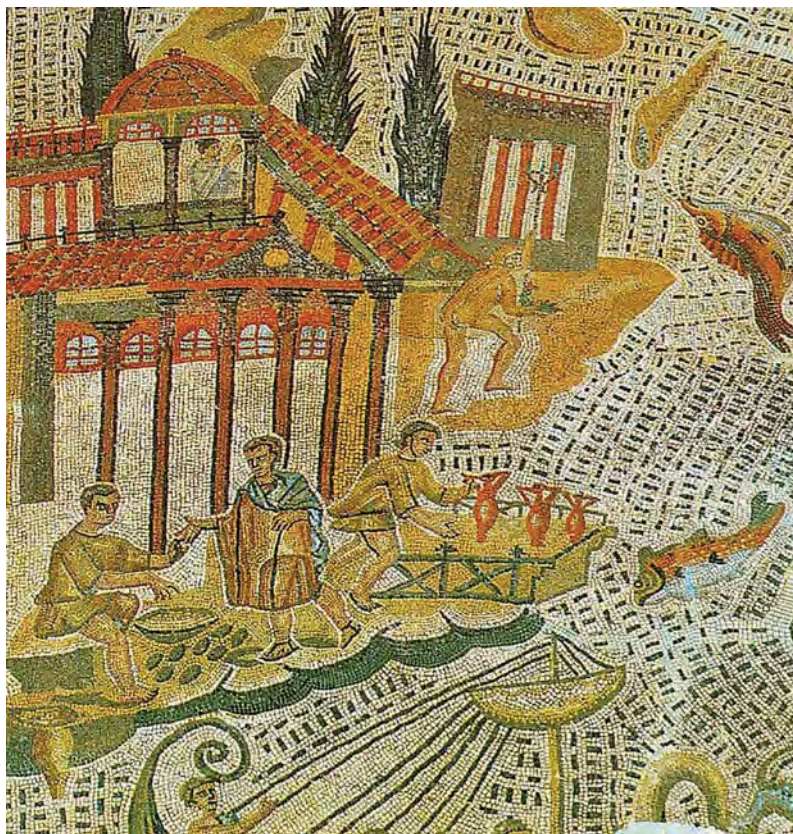


Fig. 14. Detalle del mosaico de la *villa* de Bad Kreuznach (Alemania) (Velo-Gala, Garriguet Mata, 2017: Fig. 10).

II.1.3.3 Pintura mural

La pintura mural ha sido uno de los soportes de mayor interés para el estudio iconográfico del vidrio en general. Esto se debe al amplio número de representaciones existentes de esta clase de materiales y a que este medio permite una mayor definición en la representación de dichos objetos.

La aparición del vidrio en la pintura mural se remonta al siglo IV a.C., tal como parece describir Pausanias en relación a unas pinturas realizadas en el *tholos* situado junto al santuario de Asclepio en Epidauro (Naumann-Steckner, 1991: 86).

En una de estas pinturas se representó un personaje que bebía de una copa de vidrio o cristal de roca, según describe el autor. Este tipo de recipientes son frecuentes en las representaciones pictóricas y, al igual que sucede respecto a otros soportes artísticos, su presencia se incrementará a partir del siglo I d.C.

Cuando los recipientes se muestran carentes de cualquier contenido, la técnica se limita a definir la forma con simples trazos de tonalidad blanca o verde-azulada, dependiendo posiblemente del color del vidrio. De manera ocasional, el brillo o reflejo de la luz también aparece en estas imágenes para crear la sensación de volumen, empleando los mismos tonos que se utilizan para el desarrollo de los perfiles. En cambio, cuando el contenido está presente es más fácil identificar el vidrio, ya que queda visible a través del mismo (Fig. 15).

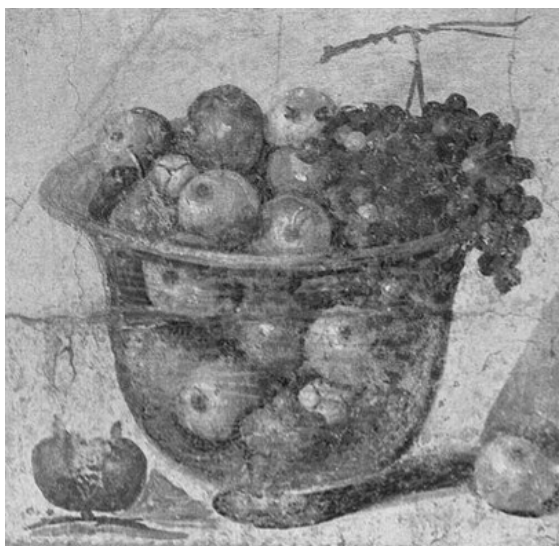


Fig. 15. Representación de un recipiente de vidrio en una naturaleza muerta de una pintura mural de Pompeya (Braganti, Sampaolo, 2009: 374).

En el estudio de las representaciones de objetos de vidrio, uno de los trabajos más significativos ha sido el realizado por F. Naumann-Steckner (1991). Esta investigadora dividió las imágenes de vidrio en la pintura en tres grupos: fantasías arquitectónicas, bodegones y escenas domésticas (Naumann-Steckner, 1991: 87). Esta clasificación también se ha empleado en el estudio iconográfico del vidrio de ventana que aquí se presenta. Por lo tanto, para el análisis de imágenes que puedan contener

vidrio de ventana o algún material translúcido empleado con la misma finalidad, se han consultado aquellas pinturas basadas en la arquitectura fantástica y escenas domésticas, así como todas aquellas que presenten edificios en su composición.

En primer lugar, los vanos presentes en las imágenes de edificaciones ficticias tienen la funcionalidad de ofrecer al espectador una ventana o abertura a través de la cual se puede contemplar un fondo o paisaje imaginario. Este tipo de pinturas aparecen, sobre todo, en el conocido como segundo estilo pompeyano. Ejemplos de esta clase de murales decoran las paredes de algunas de las principales estancias de *villae* construidas en el área vesubiana, como la *villa* de Oplontis en Torre Annunziata, o la *villa* de Los Misterios en Pompeya. No obstante, estas imágenes de interés también aparecen en pinturas murales de época imperial, concretamente en aquellas clasificadas como de tercer y cuarto estilo pompeyano. Ejemplos de pinturas del tercer estilo son aquellas que decoran la Casa de *Marcus Lucretius Fronto* en Pompeya donde escenas mitológicas se alternan en la arquitectura fantástica, o la escena teatral de la Palestra en Herculano (Bragantini, Sampaolo, 2009: 137).

Desde otro punto de vista, el exterior de los edificios representados en las pinturas en escenas domésticas y paisajes ofrece aspectos de interés en el análisis del vidrio de ventana. Representaciones de construcciones aparecen en pinturas del segundo, tercer y cuarto estilo pompeyano, aunque en mayor número en los paneles decorativos de estos dos últimos. Uno de los testimonios más destacados son las pinturas murales del *cubiculum* de la *villa* de *P. Fannius Synistor*, entre los ejemplos de segundo estilo pompeyano. En cambio, en el resto de estilos destacan ejemplos como los de los vanos de la edificación que aparece en una escena de *Pan y las Ninfas* de la Casa de *Giasone* en Pompeya (Bragantini, Sampaolo, 2009); la escena de *Ifigenia en Taúride*, de la Casa de *Caecilius Iucundus* (Bragantini, Sampaolo, 2009); o *Medea y Pelias*, una escena de la Casa del grupo de los vasos de vidrio (Bragantini, Sampaolo, 2009). No hay que olvidar otras muchas escenas de paisajes arquitectónicos, de pequeñas dimensiones, halladas en Herculano y Pompeya y en otras provincias del Imperio, como por ejemplo los hallazgos en las *villae* de la *Gallia Narbonensis* (Barbet, 2008: 349).

En ambos grupos la identificación de posibles paneles de vidrio o de algún tipo de material translúcido es problemática. En el primer caso, en los vanos ficticios que proyectan la perspectiva hacia el exterior, es importante tener en cuenta qué quería representar el artista. El principal interés sería mostrar las escenas a través de las ventanas y puertas sin ningún tipo de material que dificultase este aspecto, lo que explicaría la ausencia de representaciones de vidrio de ventana en este tipo de pinturas. A pesar de que existían paneles de una gran transparencia, de manera general, muchos de los vidrios de ventana eran translúcidos y de una tonalidad verde-azulada, una característica que dificultaba ver con claridad el paisaje exterior a través de estos materiales. Por otro lado, es difícil percibir este tipo de cerramientos en edificios que se encuentran en los fondos de paisajes, ya que son de dimensiones reducidas.

Teniendo en consideración todos estos aspectos, a pesar de que la pintura mural es una de las manifestaciones donde más aparecen representados los recipientes de vidrio, en el caso del vidrio de ventana su presencia es bastante escasa. Una de las primeras alusiones aparece en la obra de F. Mazois (1824) en la que se muestra una pintura mural que representaba el baño de Faustina (ilustrado y publicado previamente por Winckelmann, quien tomó esta información del trabajo de P. Bellori) (Mazois, 1824: 24). El pórtico de las termas y los vanos que se mostraban en esta pintura estaban cerrados por lastras de vidrio. Posteriormente, P. Vipard interpreta grandes ventanas cerradas con vidrio en los amplios vanos que aparecen en algunas de las fantasías arquitectónicas de la Casa del Laberinto en Pompeya (Vipard, 2009: Fig. 10). Además de las dos menciones anteriores, y considerando la pauta de D. Foy y S. Fontaine de que solo el color azulado representaría paneles de vidrio, a tenor de lo observado por estas dos investigadoras en una pintura mural de las catacumbas de la vía Latina en Roma (Foy, Fontaine, 2008: 437), dos ejemplos aquí estudiados merecen una atención especial. El primero de ellos, procede de la escena de *Medea y Pelias* en la Casa del grupo de los vasos de vidrio (Pompeya) (Fig. 16). Esta imagen contiene en su composición varias estructuras edilicias, en las cuales se pueden observar una serie de vanos. Entre estas aberturas destaca una de pequeñas dimensiones, compartimentada en tres secciones verticales por un posible bastidor. Los espacios internos presentan una tonalidad verde-azulada, que posiblemente indica la representación de paneles de

vidrio. Este tipo de solución ya aparecía en algunos de los bajorrelieves que decoraban la columna trajana y en testimonios arqueológicos, como el vano de un paramento interno en el colegio de los augustales en Herculano (Fig. 16). En este último caso, es posible que en origen los espacios estuviesen cubiertos por algún tipo de material, aunque la bibliografía no ofrece ningún dato al respecto.



Fig. 16. (Izq.) Escena de Medea y Pelias, triclinium de la Casa del grupo de los vasos de vidrio, Pompeya (Bragantini, Sampaolo, 2009: 267); (dcha.) ventana con bastidor de madera en una pared del Colegio de los Augustales de Herculano (A. Velo Gala).

El segundo ejemplo, de mayor interés, es un fragmento de pintura mural que formaba parte de la colección Bárbara y Lawrence Fleischman (Fig. 17). Este fragmento se asoció con otros dos, uno de la misma colección y otro de la Shelby White y Leon Levy. La pintura pertenece al segundo estilo pompeyano, por lo que se ha fechado en el tercer cuarto del siglo I a.C. (Anderson, 1994: 250-251). Debido a su similitud con otras piezas de los talleres pictóricos del área vesubiana, como las pinturas de la *villa* de Oplontis, pudo pertenecer a alguno de los paramentos de una vivienda ubicada en esta área (Godart, De Caro, 2007: 210).



Fig. 17. Fragmento de pintura mural de segundo estilo pompeyano que perteneció a la colección Bárbara y Lawrence Fleischman (Anderson, 1994: 250).

El fragmento muestra un paisaje urbano, realizado en tonos monocromáticos verde-azulados, visto a través de un vano situado entre dos columnas. La escena está dividida en dos secciones mediante la representación de un marco ricamente decorado. Este ejemplo podría ser una excepción en este tipo de pinturas, ya que posiblemente el artista quiso reflejar una realidad, es decir, un paisaje como realmente se vería a través de un vano cerrado por láminas de vidrio. Considerando el tamaño del fragmento,

aproximadamente de 91 cm de largo y 80,5 cm de ancho (Anderson, 1994: 251), cada panel representado alcanzaría unas medidas de 56 x 22 cm (aunque sería ligeramente más ancho ya que queda parcialmente oculto por las columnas). Estas dimensiones se encuentran dentro de las medidas de algunos paneles que se han documentado arqueológicamente, algunos de los cuales son cuadrangulares mientras que en otros su longitud duplica el ancho del panel (Foy, Fontaine, 2008: 410).

D. Gill propuso una restitución de los tres fragmentos de pintura mural (Gill, 2009: Fig. 3), que también puede ser importante en el contexto de este estudio en particular. A pesar de que el desconocimiento de la ubicación original imposibilita determinar la altura exacta en la que se hallaba representado dicho vano, los distintos elementos arquitectónicos indican que el fragmento de interés se encontraba en una posición inferior respecto a los otros dos. La representación de las bases de las columnas en la parte inferior de la imagen, no significaría que esta se encuentre en una posición cercana a la cota real del suelo, ya que se percibe un pequeño borde que simularía la existencia de una cornisa. Este elemento posibilita la continuación de la escena en un plano inferior, tal como se deduce de una pintura mural de similares características en el *cubiculum* XVII de la ínsula oeste VI de Pompeya, en la que puede verse un *tholos* (Bragantini, Sampaolo, 2009). Según esta hipótesis, la representación del vano de ventana quedaría situada en el paramento a una altura similar a la de los vanos originales. En cuanto a la coloración de los paneles, esta es una de las características principales para la identificación de los vidrios en esta pintura, junto con la presencia del marco. Aunque existen pinturas monocromáticas en colores verde-azulados similares, como por ejemplo las que decoran los muros del segundo estilo pompeyano de la *villa* conocida como Real *villa* de Portici (Barbet, 1985; Bragantini, Sampaolo, 2009), la principal distinción respecto al fragmento estudiado es la presencia del bastidor, decorado con flores, que subdivide la escena en dos. Además, la banda de color verde oscuro que se observa en el margen derecho del panel, también situado en este lado, sustentaría la idea de que efectivamente se trata de una representación de un vano, que se encontraba en un plano inferior respecto al paramento exterior del edificio simulado. Por ello el resultado sería la representación de un paisaje visto a través de un panel de estas tonalidades.

Por último, hay que mencionar tres fragmentos de una pintura mural de finales del siglo II d.C., depositados en el Museo Arqueológico de Bavay (Francia) y pertenecientes a una *villa* o *domus* (Eristov, Groetembriil, 2005) (Fig. 18). Las labores de restitución determinaron que se trataba de la representación de paneles de vidrio de ventana insertos en un bastidor ortogonal que cerraban un vano circular. La presencia de un trazo azul en forma de L en la parte derecha de estos espacios ha sido el principal argumento para determinar que podría tratarse de láminas de vidrio. Estas pinceladas imitarían el reflejo de la luz al incidir sobre esta clase de materiales, un recurso utilizado de manera similar en el mosaico de la *villa* de La Olmeda. Esta pintura arroja otro dato importante, ya que se trataría del primer caso conocido de este tipo de vanos cubierto por pequeñas secciones cuadrangulares. Generalmente, los testimonios arqueológicos indican un uso de paneles completos de forma hemisférica para el cierre de este tipo de ventanas (Foy, Fontaine, 2008: 424).

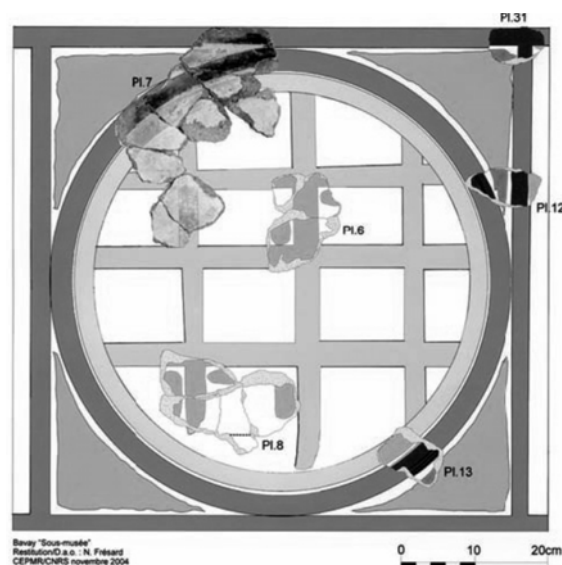


Fig. 18. Reconstrucción de la pintura mural ubicada en el Museo Arqueológico de Bavay (Francia) que representa un vano de ventana con un marco o bastidor (Vipard, 2009: Pl. I, Fig. 3).

II.2 Materiales empleados para el cierre de vanos en época romana

Antes de que el vidrio irrumpiese como sistema de cierre de vanos en las construcciones romanas, existieron otra clase de materiales de naturaleza vegetal,

animal y mineral que cumplieron estas funciones (Forbes, 1966: 184; Foy, Fontaine, 2008: 444). Posiblemente, debido a su fabricación doméstica y bajo coste, algunos de estos materiales convivieron con el vidrio en la arquitectura de este periodo.

Debido a su flexibilidad, se emplearon para cubrir vanos materiales de naturaleza animal como el pergamino, las cornamentas o determinados órganos (Foy, Fontaine, 2008: 444). A diferencia de otros, el gran inconveniente que presentaban estas láminas de origen animal era sus dimensiones, ya que solo permitían la cubrición de pequeñas aberturas (Foy, Fontaine, 2008: 444). Otros componentes vegetales se utilizaron para fabricar telas y esterillas, las cuales se sujetaban en uno de los laterales de las ventanas o se enrollaban (Forbes, 1966: 184).

Entre los componentes vegetales, la madera parece haber sido uno de los materiales preferentes en el cierre de vanos, sobre todo porque permitía cerrar grandes espacios. Puesto que se trata de un material orgánico, que solo se preserva en yacimientos con unas determinadas condiciones ambientales, su estudio se centra en los escasos testimonios existentes, las evidencias de los sistemas de instalación de estos elementos o los datos que aporta la iconografía (Ulrich, 2007).

En las ciudades vesubianas la presencia de postigos de madera en vanos de ventana está atestiguada por los numerosos ejemplos que se han conservado, ya sean carbonizados por las elevadas temperaturas de la erupción del Vesubio, como a través de los moldes de yeso que se efectuaron durante su descubrimiento (Ulrich, 2007: 2) (Fig. 19). Estas evidencias indican una variedad de soluciones respecto a la configuración de estos paneles y a su instalación. Los sistemas más sencillos incluían una única pieza formada por varias tablas trabadas. Este panel se instalaba en el vano sujeto con una serie de pernos laterales que permitían el cierre y apertura del mismo (Ulrich, 2007: 190). En algunos casos en lugar de emplearse una pieza se utilizaban dos, por lo que debían anclarse a ambos lados (Ulrich, 2007: 190, 192). Algunos mecanismos más complejos estaban constituidos por varias hojas que se plegaban gracias al uso de diversas bisagras (Ulrich, 2007: 192). Otros incluían la instalación de un listón con una ranura en el paramento que permitía el deslizamiento de los paneles, según indican algunas improntas identificadas en las zonas internas junto a los bordes de los vanos de algunas casas pompeyanas (Chipiez, 1877-1919: 1038). Estos

mecanismos disponían de listones de sujeción internos que se colocaban de manera transversal para evitar las intrusiones a través de los vanos de las ventanas y de las puertas (Ulrich, 2007: 191), tal como evidencian algunos moldes en yeso de la *villa* de Popea en Oplontis (Fig. 19).

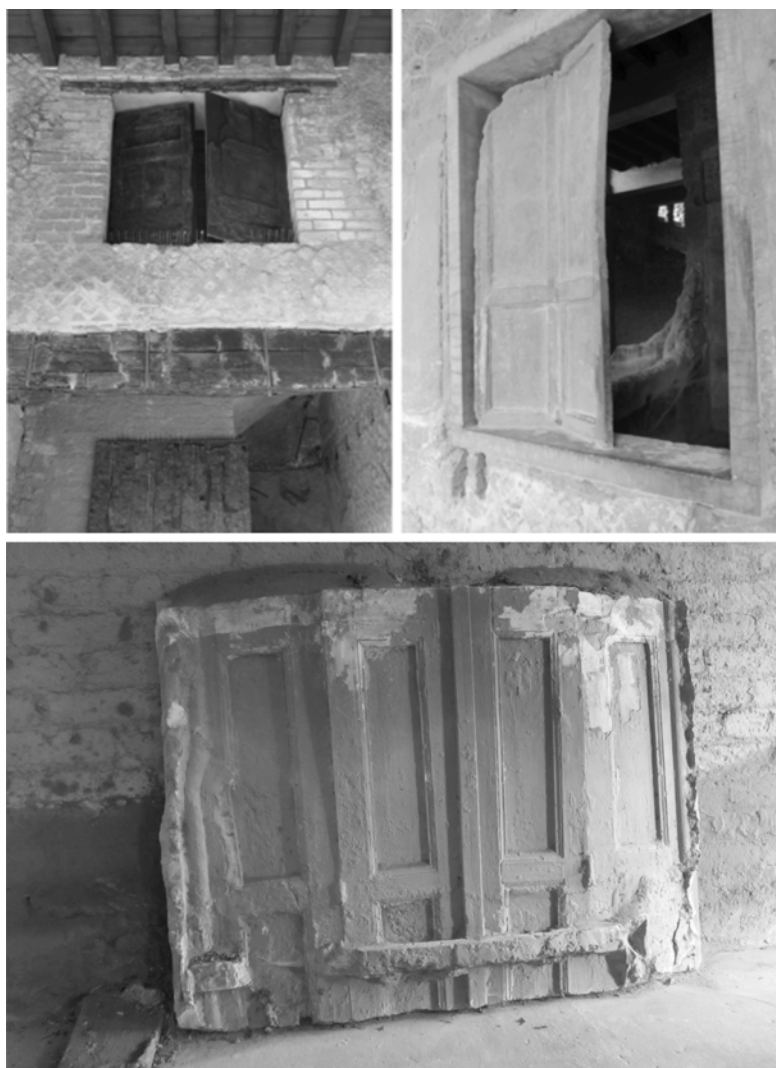


Fig. 19. (Izq. superior) Postigos de madera conservados en un vano de una de las construcciones de Herculano; (dcha. superior) calco en yeso de un postigo de madera en una ventana de la *villa* de Los Misterios en Pompeya; (inferior) calco en yeso de una puerta de madera de cuatro hojas con sistema de cierre de seguridad de la *villa* de Popea (Oplontis) (A. Velo Gala).

La importancia que estos materiales adquirieron para poder facilitar ciertas comodidades en la vida cotidiana también se refleja en las manifestaciones plásticas de

este periodo. Se han representado postigos de madera en diversas pinturas murales de época romana, tanto en Italia como en otras áreas del Imperio. La gran mayoría de estos murales muestran varias hojas plegadas abiertas que permiten visualizar bodegones o escenas de carácter doméstico, como se observa en los frescos de la *domus* del Criptopórtico o la recientemente descubierta *domus* de Priapo.

Aunque algunos de estos materiales orgánicos permitían la entrada parcial de la luz natural, otros precisaban de su total retirada para intensificar la iluminación natural de las estancias internas. Posiblemente fue por este motivo por lo que se emplearon algunas rocas y minerales translúcidos como mármoles, alabastros o micas (Forbes, 1966: 184; Fuentes Domínguez, 2001a: 138; Foy, Fontaine, 2008: 444).



Fig. 20. (Izq.) Rejas *in situ* en algunos vanos de ventana en viviendas de Herculano; (dcha.) reja de una vivienda de época romana expuesta en el Museo Nacional de Arte Romano de Mérida (A. Velo Gala).

En aquellos vanos de fácil accesibilidad fue preciso, además, la instalación de algunos sistemas de seguridad como rejas o celosías (*clathri*) (Fig. 20). Estos elementos se realizaron tanto en cerámica como en madera, piedra, yeso o metal, configurando, en la mayoría de los casos, una estructura ortogonal y, en otros, diseños más elaborados tanto geométricos como vegetales (Chipiez, 1877-1919: 1038). Estas soluciones debieron de ser también un condicionante para la iluminación de las salas puesto que, a

diferencia de los postigos, no podían retirarse e impedían la entrada de luz. La gran mayoría de enrejados de hierro estaban constituidos por simples barras entrecruzadas, aunque un gran número de ellos también muestra la colocación de barras en forma de aspa en las zonas de intersección. Al igual que sucede con el vidrio de ventana, debido a su conservación o su posterior reutilización tras el abandono de los edificios, estos testimonios son escasos fuera del área vesubiana. No obstante, algunos hallazgos destacan por su singularidad, como por ejemplo las dos rejas de hierro documentadas en el área del foro de *Pollentia* (Doenges, 2005: 19). En algunos casos, como se ha atestiguado en la antigua ciudad de Zeugma (Turquía), estos sistemas fueron complementados con la instalación de láminas de algunos minerales o vidrio (Grosman, 2013: 251).

En los casos en los que no era posible proceder a la abertura de vanos en los paramentos o la iluminación entrante a través de ellos no era suficiente, además de recurrir a la iluminación artificial, parece ser que existieron otro tipo de soluciones. En algunos yacimientos se han recuperado *tegulae* planas con orificios circulares en la parte central que habrían servido para incrementar la iluminación de los espacios a través de las techumbres y facilitar la aireación de determinadas salas, como las reservadas al cocinado de los alimentos. Estas piezas se caracterizan por la presencia de este orificio que muestra un reborde exterior destinado a contener el agua de lluvia y evitar su acceso al interior (Adam, 1996: 231; Bianchini, 2010: 90, Fig. 139). J. A. Overbeck mencionaba en una de sus obras la existencia de estas *tegulae* en varias de las viviendas de Pompeya, algunas de las cuales podrían haberse acondicionado para su cierre con algún material translúcido (Overbeck, 1884: 256-257). En algunos yacimientos de *Hispania* se han documentado fragmentos de este tipo de *tegulae*, como por ejemplo en *Cidadela* (Sobrado dos Monxes, La Coruña) y La Venta del Carmen (Los Barrios, Cádiz) (Morillo Cerdán, Salido Domínguez, 2013: 161). En Carmona (Sevilla) se ha recuperado un fragmento (Fig. 21) en la intervención realizada en la calle San Felipe 1A. Los datos aportados por otros materiales recuperados en los mismos contextos han permitido fechar el estrato en el que se recuperó en el siglo II d.C.²

² Información aportada por el director de la intervención y arqueólogo municipal J. M. Román Rodríguez.

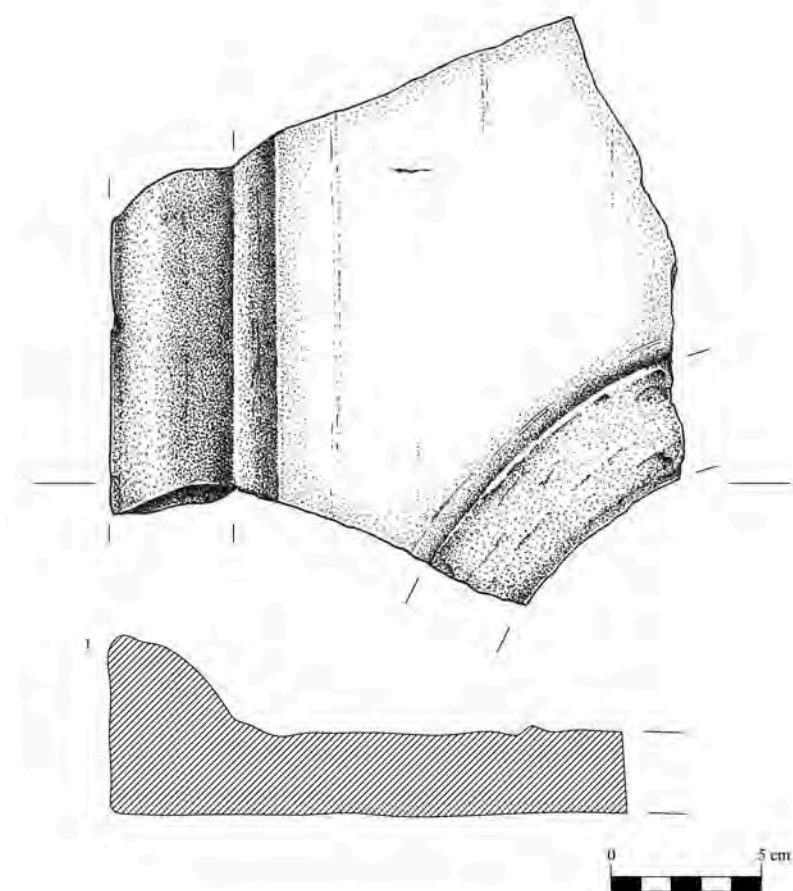


Fig. 21. Fragmento de *tegula* con *oculus* recuperado en las intervenciones arqueológicas de la calle San Felipe 1A de Carmona (Sevilla) (Dibujo de J. Román con modificaciones de A. Velo Gala).

Aunque los casos hispanos conocidos no parecen haberse preparado para recibir ninguna lámina en los orificios circulares, según la información escrita y gráfica aportada por Ch. Chipiez, existieron algunas *teguale* en Pompeya con orificios más alargados que disponían, a su vez, de pequeños agujeros para sujetar alguna lámina de vidrio o yeso especular (Chipiez, 1877-1919: 1039, Fig. 2947) (Fig. 22). La presencia de este tipo de soluciones en los tejados de las viviendas y edificios públicos también parece confirmarse por la iconografía. En una pintura mural perteneciente a una *villa* rústica de *Augusta Treverorum* (Tréveris, Alemania) (Fig. 22) aparecen representados varios personajes efectuando labores agrícolas en un paisaje dominado por una imponente representación arquitectónica. Este edificio muestra dos construcciones unidas por un espacio central columnado en cuya techumbre puede contemplarse una

serie de orificios que podrían representar *tegulae* con aberturas para la iluminación de un espacio interior en esta zona.



Fig. 22. (Izq.) Dibujo de una tegula con orificio central o agujeros para la instalación de algún panel translúcido (Chipiez, 1877-1919: Fig. 2947); (dcha.) pintura mural perteneciente a una *villa* rústica de *Augusta Treverorum* (Cüppers, 1969: 11).

No obstante, durante la época romana existió otro material que, por sus características, adquirió un destacado papel en el cerramiento de los vanos de las construcciones de uso público y privado: el yeso especular o *lapis specularis*. A diferencia de los sistemas de cierre empleados de manera tradicional, este mineral resguardaba los espacios interiores de la climatología adversa, permitiendo la entrada de la luz solar.

El yeso especular o *lapis specularis*, término empleado por los autores grecolatinos, se asocia, principalmente, a una variedad de sulfato de yeso conocida como selenita (sulfato cálcico hidratado). Este mineral se caracteriza por su transparencia y su estructura de grandes cristales que se exfolian con facilidad (Bernárdez Gómez, Guisado di Monti, 2002: 273), una cualidad que permitía la obtención de placas de distintos espesores y tamaños adaptables para su uso en la arquitectura. Por el contrario, esta propiedad disminuía la resistencia de este material ya que fácilmente podía fragmentarse en pequeñas láminas.

Aunque los testimonios arqueológicos de láminas de yeso especular son escasos, lo cierto es que otras fuentes reflejan la importancia de su empleo en época romana. Son numerosas las referencias que existen entre los textos de los autores clásicos, aunque, al igual que sucede con el vidrio (véase capítulo II.1.1), a veces es difícil discernir cuándo se trata de uno u otro material. Entre las citas que claramente aluden al *lapis specularis* destaca la información aportada por Plinio el Viejo. En su *Lapidario* (*Nat. Hist. XXXVI, 160*) Plinio no solo procede a describir este mineral, sino que además habla de sus usos y de las principales zonas de extracción (Bernárdez Gómez, Guisado di Monti, 2007: 51). En el caso de *Hispania* la información aportada por Plinio ha sido clave para conocer y desarrollar algunos proyectos de investigación en referencia a la minería del *lapis specularis* en esta provincia³. Este autor señala en su obra que la *Hispania Citerior* era el principal punto de extracción de este tipo de mineral en la Antigüedad y, en su época, el de mejor calidad en comparación con otras áreas de explotación situadas en Chipre, Capadocia, Sicilia y África. Además, sitúa las minas en un área a cien mil pasos del entorno de la ciudad de Segóbriga (Cuenca).

Efectivamente, las intervenciones arqueológicas desarrolladas en el lugar han demostrado el importante complejo minero existente en la zona y la intensa actividad comercial que se desarrolló gracias a la exportación del yeso especular. Una prueba de ello es la documentación de materiales cerámicos procedentes de diversas zonas del Imperio, hallados en los contextos de la ciudad de Segóbriga (Bernárdez Gómez, Guisado di Monti, 2002: 278). El material arqueológico recuperado en estos enclaves también ha permitido fechar el momento de mayor explotación de esta clase de mineral en el siglo I d.C. (Bernárdez Gómez, Guisado di Monti, 2002: 278). A pesar de ello, es posible que el inicio de la explotación del *lapis specularis* tuviese lugar en un momento previo, a finales de la República o inicios de la época imperial (Fuentes Domínguez, 2001a: 139; Bernárdez Gómez, Guisado di Monti, 2012: 185).

En los enclaves cercanos a los puntos de extracción se han documentado láminas de yeso especular, como en algunas de las intervenciones arqueológicas realizadas en la ciudad de Segóbriga, en el yacimiento del Cerro de Álvaro Fañez (Huete), *Ercavica* (Cañaveruelas) y el cerro de la Virgen de la Cuesta (Alconchel de la

³ Proyecto “Cien mil pasos alrededor de Segóbriga”.

Estrella), todos ellos en la provincia de Cuenca (Bernárdez Gómez, Guisado di Monti, 2004). Aunque estos testimonios indican la presencia de productos acabados en la zona, algunos investigadores consideran que, debido a su escasa dureza (2 según la escala de Mohs), es más probable que el material se exportase a otras partes del Imperio en forma de bloques (Arlandi Rodríguez, 2004: 340). Una vez alcanzado el lugar de destino, estos bloques se procesaban en láminas en los espacios de venta o instalación (Arlandi Rodríguez, 2004: 340). Aquellos fragmentos que no eran útiles o de suficiente calidad para este tipo de industria eran reutilizados para elaborar otra clase de materiales constructivos, como molduras o revestimientos (Bernárdez Gómez, Guisado di Monti, 2004).

Fuera de esta área los hallazgos de esta clase de materiales son escasos, posiblemente como consecuencia de la poca resistencia del yeso especular ante algunos factores de alteración. Sin embargo, otra de las causas que ha podido propiciar el reducido número de testimonios es que, al igual que ha sucedido con el vidrio, este material no se ha tenido muy en cuenta en los registros de las excavaciones arqueológicas. Esto también ha podido suceder como consecuencia del elevado estado de fragmentación que presentan los testimonios de este periodo, lo que hace que puedan confundirse con otros minerales procedentes del entorno (Foy, Fontaine, 2008: 444, 449).

En el resto de *Hispania*, el yeso especular debió de ser muy empleado en las construcciones de este periodo, aunque apenas se han conservado algunos registros que permitan evidenciar un uso extensivo en las edificaciones durante el momento de mayor explotación de este tipo de minería. Han aparecido algunos testimonios puntuales en los contextos de la zona del teatro de *Caesaraugusta* (Zaragoza) (Ortiz Palomar, 2001c: 47), en la ciudad romana de *Valeria* (Cuenca) (Fuentes Domínguez, 2001a: 139), en el denominado espacio 11 de la Casa del ninfeo en Bilibis (Calatayud, Zaragoza) (Sáenz Preciado *et al.* 2006: nota 17) y en las zonas de las termas de este mismo yacimiento, donde apareció junto con un elevado número de fragmentos de vidrio de ventana (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 442).

Otros hallazgos se han efectuado en la *villa* de la Huerta del Paturro (Portmán, Murcia), donde esta clase de paneles se ha documentado entre los materiales de la

U.E. 1030 de uno de los espacios (D1), junto con piezas que permiten fechar este conjunto a mediados o finales del siglo I d.C. (Sánchez de Prado, 2016: 111). En *Acci* (Guadix, Granada), las excavaciones realizadas en el conocido como callejón de la Tahona aportaron un fragmento de lámina de yeso (Cambil Campaña, 2012). Este testimonio pertenecía a los contextos de ocupación romana pero sin que se haya podido determinar la funcionalidad de las estructuras a las que se asocia (Cambil Campaña, 2012). En este mismo lugar también se recuperaron algunos fragmentos de vidrio empleados como cierre de vanos de ventana (Cambil Campaña, 2012).

Uno de los testimonios más destacados de esta clase de materiales, por su estado de conservación y la abundancia de restos, se efectuó en las excavaciones del conocido como cerro del Molinete, en Cartagena (Murcia). Los paneles de yeso especular se localizaron en los contextos de derrumbe de uno de los muros que, en una importante modificación de las termas efectuada a finales del siglo I d.C., separaba parte del pórtico de la estancia central de la palestra (Noguera Celdrán, Madrid Balanza, 2010: 115; Madrid Balanza *et al.*, 2014: 44). La creación de este nuevo espacio tuvo como finalidad la posible instalación de una *popina* (Noguera Celdrán, Madrid Balanza, 2010: 115). El cierre de vanos con láminas de yeso especular también se realizó en otros espacios de este mismo yacimiento, tal como atestiguan los testimonios asociados con algunos fragmentos de pintura mural encontrados en la denominada sala de culto del conocido como edificio del atrio, situado junto a las termas citadas anteriormente (Fig. 23). Tanto las pinturas, fechadas en el siglo II d.C., como las láminas de yeso pertenecieron a una habitación del piso superior de este espacio (Madrid Balanza *et al.*, 2014: 63).

Aunque se ha establecido la hipótesis de que el *lapis specularis* hallado en el Molinete pudiera proceder, por su proximidad, de las minas de yeso localizadas en la provincia de Almería (Bernárdez Gómez *et al.*, 2011: 8), el origen de estos materiales también podría situarse en otras zonas del interior de *Hispania*. Esto se debe a que *Carthago Nova* era el puerto principal y centro de gestión del *lapis specularis* procedente de las minas del entorno de Segóbriga, desde donde se distribuía a otras zonas del Imperio (Bernárdez Gómez, Guisado di Monti, 2002: 294; Noguera Celdrán, Madrid Balanza, 2014: 75).



Fig. 23. Restitución de los revestimientos murales y del vano cerrado con láminas de yeso especular de la sala superior al espacio de culto del edificio del atrio en las excavaciones del cerro del Molinete (Cartagena, Murcia) (A. Velo Gala).

Ejemplos más tardíos, con una cronología del siglo IV d.C., se han documentado en yacimientos como la *villa* de Materno en Carranque (Toledo), concretamente dos placas pertenecientes a los contextos de la basílica (Bernárdez Gómez, Guisado di Monti, 2004). No obstante, esta clase de hallazgos es testimonial ya que la decadencia de este tipo de industria se inició a partir de época flavia (Fuentes Domínguez 2001a: 139).

Fuera de la península ibérica las evidencias más destacadas proceden de las ciudades situadas en el área vesubiana. A comienzos del siglo XIX, en las excavaciones de 1927, se recuperaron en Pompeya ocho paneles completos de yeso especular, de 27 x 17 cm, junto con una treintena de fragmentos y restos metálicos de los sistemas de ensamblaje, todos ellos procedentes del peristilo de la Casa I.VII, 1 (Foy, Fontaine, 2008: 447) (Fig. 24). El yeso especular también se ha atestiguado en otras áreas del Imperio, como indican los ejemplos documentados en Francia, concretamente en Amiens, Gran Bretaña y África (Foy, Fontaine, 2008: 446).



Fig. 24. Láminas de *lapis specularis* procedentes de Pompeya (Fontaine, Foy, 2005c: 159,161).

A pesar de que el yeso especular ofrecía una serie de cualidades muy similares a las del vidrio, es posible que poco a poco fuese relegado por este debido a diversos factores. El vidrio era un material más versátil, puesto que se podían obtener láminas de distintas formas y formatos; en cambio, el yeso especular solo permitía elaborar láminas planas (Fuentes Domínguez, 2001a: 139). Además, la confección de paneles de vidrio podía efectuarse en instalaciones cercanas al lugar donde iban a ser ubicados, mientras que los bloques de yeso debían ser transportados.

No obstante, el factor decisivo a favor del vidrio debió ser el económico, puesto que, con el abaratamiento de este material gracias a la técnica de soplado, es probable que la producción de placas de yeso especular resultase más cara (Fuentes Domínguez, 2001a: 139).

Todos estos aspectos y el agotamiento paulatino de los lugares de extracción, pudieron ser claves para que el vidrio predominase en la arquitectura como material de cierre de vanos. El uso del yeso especular en las construcciones de las ciudades y provincias donde se encontraban las minas de este mineral debió ser importante. Desafortunadamente, no hay testimonios que permitan confirmar si en estas zonas y, durante el tiempo que el yeso y el vidrio convivieron, pudo predominar el uso de uno u otro material.

II.3 El vidrio en la arquitectura romana pública y privada

La invención de la caña de soplado en la elaboración del vidrio ha sido considerada uno de los avances tecnológicos más destacados de este tipo de industria en la Antigüedad. Gracias a la utilización de esta herramienta se crearon nuevos objetos, más fáciles de obtener y para los cuales se necesitaba menos materia prima (Stern, 1999: 442). Todas las ventajas que ofrecía esta nueva técnica y su aparición en el momento de creación del Imperio romano favorecieron la rápida expansión y el aumento de la producción del vidrio (Stern, 1999: 442-443). Este fenómeno causó, además, el abaratamiento de los costes de un material que, hasta ese momento, solo era accesible para las familias más ricas (Vigil Pascual, 1969: 85; Stern, 1999: 442-443). Gracias a ello el vidrio, que habitualmente se había utilizado para la elaboración de pequeños objetos y recipientes, comienza a adquirir otras funciones.

Entre los nuevos usos del vidrio durante la época romana, su empleo en la arquitectura va a ocupar un lugar destacado. Gracias a la información aportada por Plinio en su *Historia Natural*, se sabe que la utilización de vidrio en los edificios se efectuó por primera vez en el año 58 a.C., posiblemente para el revestimiento de paramentos (*Hist. Nat. XXXVI, 114*). El vidrio tenía la facilidad de ser un material que permitía a los vidrieros adicionar determinados componentes a su matriz para obtener un producto de diversos colores y grados de transparencia. Estas cualidades sirvieron para que el vidrio fuese apreciado en la arquitectura no solo por su uso funcional sino, además, por el valor estético que poseía.

Como elemento decorativo, el vidrio se empleó para la creación de distintos aplacados (*sectile*) que se utilizaban para embellecer las edificaciones y ocultar otros elementos constructivos de menor nobleza. Con estas piezas se creaban diseños sencillos y otros más complejos de formas geométricas e incluso figurativas, llegando a configurar verdaderos motivos que simulaban los ejecutados con otras técnicas. Ejemplos destacados son las figuraciones de animales marinos (peces) que aparecen en varios de estos *sectile*, como por ejemplo un fragmento conservado en el *Corning Museum of Glass* (Harden, 1987: 31) (Fig. 25) o varias piezas hexagonales, posiblemente destinadas a un uso similar, procedentes de las excavaciones de una de las *tabernae* del foro de *Pollentia* (Doenges, 2005: 40, Figs. 3.12-3.13).

El vidrio, además, ofrecía la posibilidad de imitar materiales de distinta naturaleza y, aunque su precio debió ser también elevado, se empleó como revestimiento paramental en sustitución de algunos mármoles o materiales lapídeos escasos y de gran coste. La identificación como aplacado para el revestimiento mural, a veces es posible gracias a la conservación, en uno de sus lados, de los restos de la argamasa y/o mortero que permitía la adhesión al paramento (Ortiz Palomar, 2001a: 39-40).



Fig. 25. Panel de vidrio paramental con un motivo figurativo conservado en el *Corning Museum of Glass*, Corning, Nueva York (Harden, 1987: 31).

Su uso en los pavimentos y muros en forma de teselas también fue frecuente, sobre todo para imitar aquellos colores que difícilmente se podían conseguir con minerales o rocas (Dunbabin, 1999: 149, 238). Este es el caso, por ejemplo, de las fuentes y ninfeas, donde el vidrio se utilizaba en forma de teselas de manera casi exclusiva, a veces alternándose con otros materiales característicos de estos ambientes como rocallas o conchas (Adam, 1996: 249) (Fig. 26). El empleo de teselas vítreas alcanzó su máximo esplendor a partir del siglo III d.C., momento en el que destacan por la amplia gama de colores empleados, incluyendo piezas con láminas de oro que simulaban teselas realizadas en este material (Ortiz Palomar, 2001a: 55).

Como elemento funcional, el uso de láminas de vidrio en la arquitectura romana constituyó un gran avance para la obtención de ciertas comodidades en la vida cotidiana. Algunos investigadores han establecido que el empleo de láminas de vidrio

como cierre de vanos fue un descubrimiento acontecido a finales del siglo I a.C. en la península itálica (Grose, 1989: 357-358). La hipótesis relacionada con el lugar de hallazgo ha sido vinculada con la escasez de evidencias, prácticamente ausentes, en el área del Mediterráneo oriental, donde el registro arqueológico empieza a ser abundante a partir del siglo IV d.C. (Forbes, 1966: 187, Foy, Fontaine, 2008: 409).



Fig. 26. Ninfecos con mosaicos de teselas vítreas en la ciudad de Herculano (A. Velo Gala).

La cronología de algunos de los testimonios pictóricos analizados en esta Tesis Doctoral, específicamente el fragmento de pintura mural de la colección Bárbara y Lawrence Fleischman (Fig. 17), avalarían la aparición del vidrio de ventana a finales del siglo I a.C. No obstante, según el registro arqueológico de este tipo de vidrio, algunos investigadores mantienen que el vidrio de ventana fue una invención de época romana que tuvo lugar a inicios del siglo I d.C. (Forbes, 1966; Vigil Pascual, 1969: 107; Isings, 1971: 44; Dell'Acqua, 2004: 110). Los ejemplos mejor conservados, procedentes de Pompeya y Herculano, permiten establecer un *terminus post quem*, sin poder concretar otras cronologías anteriores debido al escaso rigor con el que se desarrollaron las excavaciones de estas ciudades. Es posible que estos paneles perteneciesen a las últimas reformas de los edificios y suplantasen otros de mayor antigüedad, que se vieron dañados por el fuerte seísmo que afectó a la zona en el año 62 d.C. Además de todo ello, la demanda de vidrio de ventana desechado para su

reciclado habría reducido el registro de esta clase de vidrios en las excavaciones, no siendo posible confirmar los hallazgos más tempranos (Freestone, 2015).

A pesar de que ya existían otros materiales de naturaleza mineral que cumplían las mismas funciones, el vidrio acabó relegándolos a un segundo plano por las facilidades que ofrecía su elaboración, la obtención de otras formas y, posiblemente, su menor coste. Desde el momento en el que aparece el vidrio para el cierre de vanos, este se ha atestiguado en edificios de carácter público y privado, en algunos de los cuales jugó un papel destacado.

El vidrio plano también tuvo otros usos, aunque los testimonios existentes son excepcionales y, posiblemente, se trate de reutilizaciones de vidrio de ventana. Este es el caso de una lámina de vidrio recuperada en las excavaciones de la *villa* romana de Diaporit (Albania), donde se halló un panel en el ábside de la capilla de la iglesia que se instala en este enclave en el siglo V d.C. sobre una antigua *villa* de época romana (Jennings, 2015: 161-162). Los restos indican que el panel se habría utilizado como estantería en un nicho y se sustentaba en el paramento gracias al anclaje de varios clavos de hierro (Jennings, 2015: 162).

II.3.1 El vidrio de ventana en las construcciones romanas de ámbito público

Si existe un lugar donde el empleo del vidrio para el cierre de vanos ha sido predominante es en las construcciones de carácter público, sobre todo en aquellas destinadas a un uso termal. La gran mayoría de los hallazgos de esta tipología de vidrio se ha efectuado en contextos asociados con baños. La necesidad de mantener la temperatura en las habitaciones caldeadas de las termas, en combinación con la presencia de aberturas que permitían la iluminación y aireación de los espacios, propició la búsqueda de soluciones que facilitasen ambos aspectos. El vidrio era un material que ofrecía las cualidades necesarias para cumplir estos requisitos. Además de todo ello la instalación de marcos y bastidores móviles facilitaba, a su vez, la óptima ventilación de las salas. La utilización de mecanismos de cierre-apertura en estos

marcos debía ser un aspecto importante, a pesar de que apenas se han conservado algunos testimonios⁴.

Las fuentes literarias se hacen eco de estos asuntos en relación con otro de los aspectos destacados en la arquitectura romana: la importancia de la visualización del paisaje (Broise, 1991: 61). Sin embargo, estas cuestiones debieron afectar a las edificaciones situadas en lugares más apropiados, fuera de los núcleos urbanos, para el desarrollo del baño y el disfrute del entorno (Broise, 1991: 61). Un buen ejemplo de ello son las denominadas termas del norte en Arles (Francia), construidas a principios del siglo IV d.C., cuyas amplias ventanas dispuestas en el paramento del ábside del *caldarium* debieron estar cerradas por un amplio número de paneles de vidrio (Broise, 1991: 65). Además, estos vanos conservan restos de los sistemas de sujeción de los paneles de madera exteriores, que sirvieron para la protección y seguridad de las instalaciones (Broise, 1991: 66).

Desafortunadamente, la mayoría de las construcciones que se conservan vinculadas con el uso termal, apenas tienen una altura suficiente para conocer la disposición de los vanos de las ventanas y sus sistemas de cierre. No obstante, los restos recuperados en sus inmediaciones indican que el vidrio estaba presente en un gran número de ellas. Esto se debe, además, a que la gran mayoría de los vanos de las salas caldeadas de las termas se situaron en cotas elevadas, como consecuencia de los sistemas de calefacción de los paramentos (Broise, 1991: 62).

Al margen de aspectos vinculados con la iluminación y la aireación, el empleo de estos revestimientos en los vanos constituía, a su vez, un elemento importante para el ahorro económico en esta clase de instalaciones. Mantener la temperatura de las habitaciones no solo era una labor dedicada al confort de los bañistas, sino que propiciaba un menor gasto en combustible.

Otro de los aspectos destacados fue su empleo como elemento ornamental. La disposición de los vanos en determinados puntos de las salas permitía direccionar la luz

⁴ El ejemplo más conocido de esta clase de mecanismos de cierre-apertura de vanos cerrados con láminas de vidrio es el bastidor de bronce del *caldarium* de las termas del foro de Pompeya (Mazois, 1829: lámina 50).

natural hacia algunos elementos de interés en estos espacios (Vipard, 2009: 9). De este modo se iluminaron el *labrum* del *caldarium* o las bañeras de las salas caldeadas, como se puede observar en algunos de los testimonios conservados en el área vesubiana y en otras zonas del Imperio (Fig. 27). En estas ventanas las láminas de vidrio actuarían modificando el color, e incluso concentrando el calor de la luz solar. Esta última ha sido una de las funciones atribuidas a los paneles hemisféricos, cuya forma actuaría de manera similar a un prisma, concentrando el calor y distribuyendo la luz en las bóvedas y cúpulas donde se instalaban (Foy, Fontaine, 2008: 424).



Fig. 27. Vanos de ventana del *caldarium* de las termas masculinas de Herculano (A. Velo Gala).

Algunos de los grandes edificios termales de época romana, como los baños de Caracalla en Roma, debían de tener un sistema de cubrición mediante láminas de vidrio en los amplios vanos que poseía este edificio. Una de las últimas restituciones efectuadas propone la existencia de láminas de vidrio en todas las ventanas, a pesar de que no se conoce ningún ejemplar de esta clase de vidrio entre los materiales recuperados de sus contextos (Oetelaar, 2014: 49). Para esta restitución no se

planteaba el uso de otros materiales, ya que las termas de Caracalla se construyeron en el siglo III d.C., un momento en el que el vidrio habría suplantado completamente al *lapis specularis* con esta finalidad (Oetelaar, 2014: 49). La instalación de un número elevado de paneles de vidrio debió ser complementada con bastidores y marcos de refuerzo que ayudasen a cubrir esas grandes superficies (Oetelaar, 2014: 50).

Respecto a otros edificios de carácter público, como templos, santuarios y basílicas, algunos testimonios parecen confirmar la existencia de vanos de ventana cubiertos con láminas de vidrio (Foy, Fontaine, 2008: 417). Entre los ejemplos más destacados de este tipo de construcciones cerradas con vitrales se encuentra la basílica de Constantino en Tréveris (Alemania). Sus amplios ventanales con formas absidadas y distribuidos en dos filas debían estar cubiertos por paneles de vidrio, tal como muestra la restitución actual. Además de permitir la entrada de la luz, los vidrios debieron servir para mantener la temperatura de la sala, que contaba con un *hipocaustum* y un sistema de distribución del calor hasta la primera fila de ventanas (Fontaine, Foy, 2005a: 18). En el caso de las curias, los vanos de ventana debieron ser una óptima solución para la iluminación del aula, como denotan los amplios ventanales de la *Curia Iulia*. El uso de vidrio en curias se confirma en uno de los casos estudiados en la presente Tesis Doctoral.

Entre los edificios destinados al almacenamiento, como los *horrea*, este tipo de vidrio solo se ha documentado en los contextos de un edificio, identificado como *horreum*, en Vada Volaterrana (Italia) (Foy, Fontaine, 2008: 436). En este caso fue difícil determinar si los fragmentos de vidrio pertenecieron a los sistemas de cierre de las ventanas o formaron parte de los productos allí almacenados para su posterior comercialización (Foy, Fontaine, 2008: 436).

II.3.2 El vidrio de ventana en las construcciones romanas de ámbito privado

El uso del vidrio de ventana en las viviendas privadas queda atestiguado por los múltiples hallazgos que se han efectuado en estructuras y contextos asociados con *domus* o *villae* de este periodo. Aunque una gran mayoría de los fragmentos

recuperados proceden de *villae*, esto no implica que su utilización fuese más frecuente en este tipo de edificios respecto a las *domus* y, posiblemente, los testimonios sean menores en estas últimas debido a una ocupación continuada de las ciudades históricas.

En el ámbito privado, al igual que sucede en las construcciones públicas destinadas a un uso termal, donde el vidrio de ventana tuvo una destacada funcionalidad en los ambientes de las salas, se han encontrado fragmentos de vidrio de ventana pertenecientes a los sistemas de cierre de los vanos de termas privadas. En estos espacios los paneles de vidrio habrían cumplido las mismas funciones que en las termas públicas: mantenimiento de las temperaturas de las salas caldeadas, ahorro del combustible, mejora de la estética de las salas y demostración del poder adquisitivo del propietario. Sin embargo, el uso de esta clase de materiales no solo se restringe a los espacios del baño, sino que se extiende a otras zonas puntuales de la vivienda, como los *triclinia*, atrios y peristilos. Son muy escasos los testimonios que sitúan el uso del vidrio de ventana en zonas relacionadas con el almacenamiento o la actividad productiva de algunas *villae*.

Esta restricción a determinados ámbitos de la vivienda, sobre todo aquellos de mayor relevancia, ha permitido establecer una serie de hipótesis sobre el desempeño del vidrio de ventana en la arquitectura romana. Es posible que el vidrio se utilizara, además de como elemento de confort, como un símbolo de lujo del propietario (Vipard, 2009: 3). Este material debió ejercer un importante papel en la estética de estos espacios, aunque no permitía una correcta visualización del exterior de la vivienda debido a su irregularidad y translucidez. Cuando la luz solar incidía sobre los paneles creaba un juego de luces acorde con los programas decorativos de las salas (Vipard, 2009: 9).

Los mejores ejemplos de la presencia de cierres de ventana en atrios y peristilos proceden, nuevamente, de las ciudades vesubianas (Vipard, 2003). En la Casa del Efebo, uno de los testimonios mejor conservados, la parte del pórtico que conectaba con el *triclinium* y el jardín se cerró con un sistema de hojas de madera que sustentaban varios paneles de vidrio (Vipar, 2003: 107). Actualmente se puede observar una restitución del original (Vipard, 2003: nota 35) (Fig. 28).

Aunque este fenómeno debió de ser un suceso restringido a las casas más pudientes, su uso se atestigua en varias partes del Imperio. Ejemplos de esta clase de cerramientos se han documentado en algunas de las provincias occidentales, tales como en una *domus* del noroeste de la Galia (Vipard, 2003: 108) o en *Hispania*, en la *villa* romana de Torre Llauder (Mataró) (Ribas i Beltrán, 1966: 39).

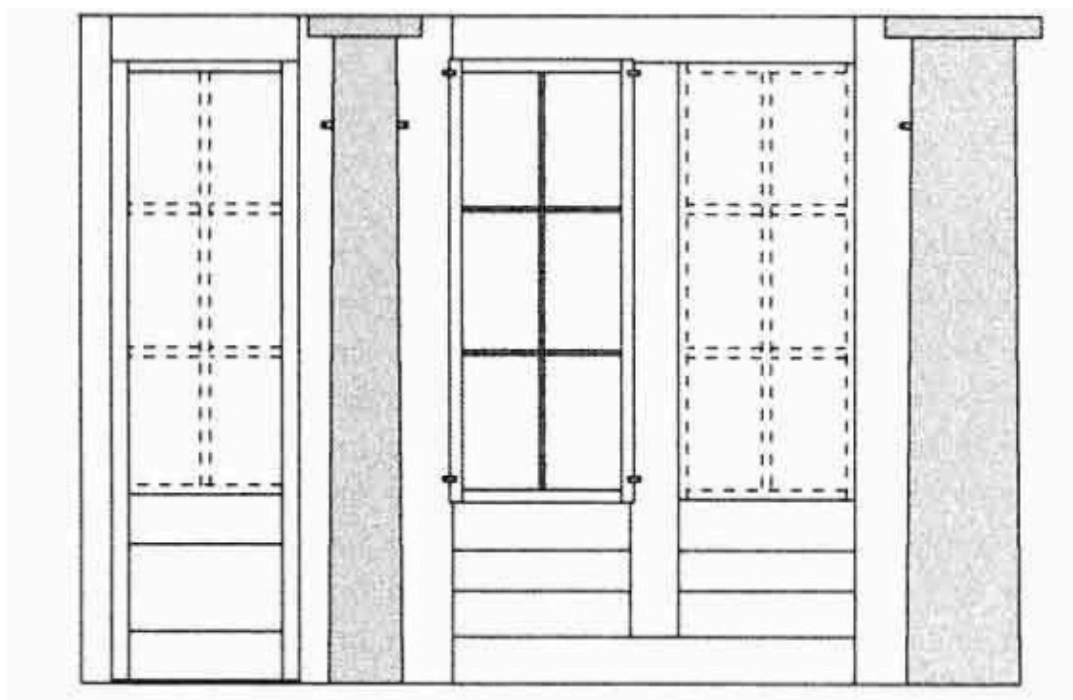


Fig. 28. Restitución del pórtico cerrado con paneles de vidrio de la Casa del Efebo en Pompeya (Vipard, 2003: Fig. 12).

En el caso de los *triclinia*, como espacio de recepción destinado a comedor, la presencia de vidrio está estrechamente ligada con el interés del propietario de manifestar su riqueza. Por ello estas estancias estaban ricamente decoradas, tanto con pavimentos musivos como con pinturas murales. El vidrio era, además, un elemento distintivo en los vanos que se instalaban en estas salas y que generalmente conectaban con espacios abiertos de la vivienda, como patios y jardines (Vipard, 2009: 8-9).

Como ya se mencionó anteriormente, fuera de algunas de las estancias de la denominada *pars urbana* de las *villae*, el uso del vidrio de ventana se documenta de manera ocasional. *Iesso* (Guisona, Lérida) (Uscatescu Barron, 2004) se encuentra entre

los yacimientos de *Hispania* (véase capítulo III.1.1.6) que confirman la presencia de esta clase de cierre en los espacios de *villae* destinados a la producción (*pars rustica*). Es posible que el empleo de vidrio plano en estos lugares, debido a su elevado coste, fuese menor respecto a otras zonas de la vivienda, a tenor de los testimonios que aporta el registro arqueológico. Sin embargo, no hay que olvidar que Plinio hace referencia a la importancia que estos materiales tuvieron para facilitar la óptima conservación de algunos productos en instalaciones de almacenamiento (*Hist. Nat. XV, 18*). Aunque Plinio no especifica si se trata de construcciones de ámbito privado, sus palabras y los testimonios arqueológicos indican que, efectivamente, el vidrio también se empleó en estos espacios.

II.3.3 Otros indicadores para la investigación de los sistemas de cierre de ventanas con láminas de materiales translúcidos

En numerosas ocasiones, el hecho de que no se documenten en las excavaciones fragmentos de vidrio de ventana u otros materiales translúcidos empleados con la misma finalidad, así como los sistemas de instalación que puedan indicar la presencia de estos materiales (véase capítulo II.4.4), no implica una total ausencia de estos elementos en las estructuras halladas. Muchas veces estos objetos no se han conservado debido a que estaban realizados en materiales perecederos o cuyo elevado valor en el mercado motivaba que, una vez abandonados los edificios, fuesen sustraídos para su reutilización (Broise, 1991: 61). Sin embargo, existen algunas particularidades en la arquitectura, como ranuras u orificios, que pueden indicar que los vanos estaban cerrados por algún tipo de material.

Las evidencias más claras de la presencia de un marco o bastidor se reflejan en la existencia de una serie de ranuras en los bordes, externos o internos, de los vanos, que servían para recibir esta pieza y sustentar las placas de vidrio. En algunas ocasiones estos sistemas no estaban constituidos por un marco exterior continuo, sino que las placas se insertaban en el paramento garantizándose su sujeción mediante el uso de una barra de metal en la zona central. Este esquema está presente en el ejemplo documentado en un vano del *apodyterium* de las termas femeninas de Herculano

(Vipard, 2009: 4). En este caso, junto a la ranura que prueba la inserción de los paneles en el paramento y los posibles restos de los morteros de sellado, existía un orificio que permitía la sujeción de las barras metálicas centrales. El principal inconveniente a la hora de distinguir estos orificios en el borde de un vano como sistema para sujeción de paneles de vidrio, es que pueden ser fácilmente confundidos con otros mecanismos de seguridad. Es posible que la situación de los vanos y su accesibilidad sean un buen indicador para descartar uno u otro sistema. Sin embargo, es probable que ambas soluciones coexistiesen como cierre de algunos vanos en la arquitectura romana, tal como atestiguan los restos documentados en algunas de las viviendas de la antigua ciudad de Zeugma (Turquía) (Grosman, 2013: 251) (Fig. 29). En uno de los estratos de derrumbe se localizó un enrejado de hierro junto con una serie de fragmentos de vidrio de ventana que se asociaron al mismo (Foy, Fontaine, 2008: 428). En *Hispania* se han documentado algunos ejemplos de vidrio de ventana junto con rejas de hierro en las excavaciones del foro de *Pollentia* (Alcudia, Mallorca), concretamente en una serie de estancias (habitaciones F, X e Y) asociadas con *tabernae* en contextos fechados en el siglo III d.C. (Orfila Pons *et al.*, 1999: 112; Doenges, 2005: 29).

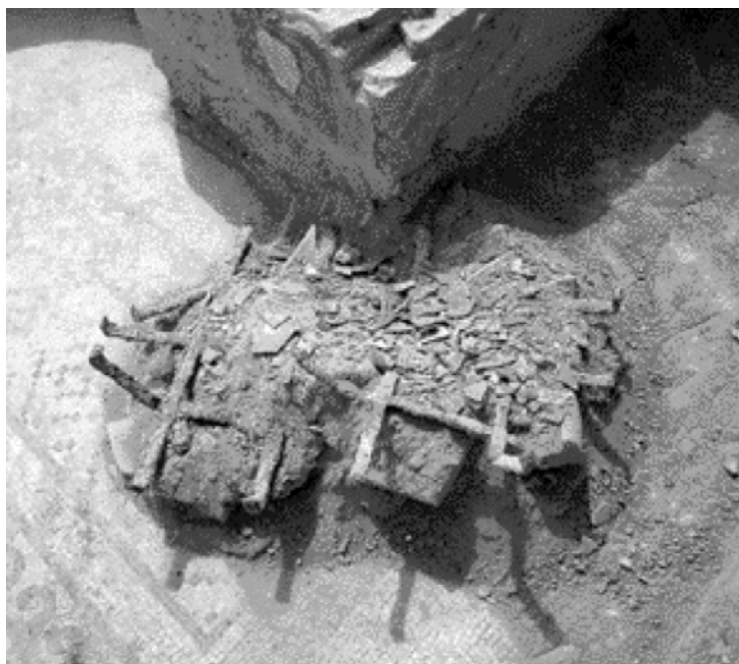


Fig. 29. Restos de vidrio de ventana y de un enrejado de un vano en una construcción de la ciudad de Zeugma (Turquía) (Fontaine, Foy, 2005a: Fig. 7).

En otros casos, la existencia de una pequeña ranura o separación continua entre el paramento de fábrica y los morteros de revestimiento del mismo en el borde interior de los vanos, es un posible indicador de que los paneles de vidrio o yeso especular se encontraban instalados entre ambos. Mediante este sistema los paneles quedaban fijos, como el documentado en los vanos circulares u *oculi* de las termas femeninas de Herculano (Fontaine, Foy, 2005b: 35).

No obstante, estas ranuras no se limitaban solo a los vanos de las ventanas ya que los pórticos de algunas casas o *villae* fueron también provistos de amplios vitrales que cerraban los intercolumnios. El ejemplo mejor conocido es el de la *domus* del Efebo en Pompeya, en cuya sección noroeste un pequeño jardín con pórtico presentaba un sistema de cerramiento mediante marcos de madera y paneles de vidrio⁵. Las columnas de los tres intercolumnios mostraban un rebaje, tanto en su fuste como en las basas y capiteles, que estaba destinado a albergar el marco que sostenía los vidrios (Vipard, 2003: 107-108).

La limitación que presenta este tipo de indicadores es la necesidad de que los paramentos de las estructuras edilicias conservadas alcancen una cota suficientemente elevada que posibilite documentar la presencia de los vanos, un hecho que no es muy frecuente en la mayoría de los yacimientos conservados de este periodo. Además, es difícil determinar en qué momento de ocupación de los edificios se procedió a la instalación de los paneles y, aunque es posible que coincidiese con el periodo de mayor esplendor de dichas construcciones, también podrían asociarse con modificaciones realizadas en épocas posteriores.

II.4 Técnicas de elaboración del vidrio de ventana en la Antigüedad

De los temas relacionados con el vidrio de ventana, el que ha generado una mayor controversia entre los investigadores que se han dedicado a esta tipología de materiales, es el referente a la reconstrucción de los procesos de elaboración de los paneles durante el periodo romano. Actualmente se asume, de forma general, que se

⁵ Las restituciones efectuadas se realizaron a partir de los elementos conservados poco tiempo después de su descubrimiento por A. Maiuri en el año 1927 (Vipard, 2003: 107, nota 35).

emplearon tres técnicas para la elaboración del vidrio de ventana en la Antigüedad: el vidrio colado y estirado, el vidrio soplado en cilindros o “manchones”, y el vidrio soplado en coronas o “cibas”. De estos dos últimos procesos tenemos un conocimiento muy detallado gracias a la obra del monje Teófilo *Schedula diversarum artium*, escrita en el siglo XII d.C. No obstante, no existen referencias literarias sobre los vidrios elaborados mediante el colado y posterior estirado de la masa fundida, una técnica que ha sido atribuida a los primeros vidrios de ventana. Debido a la ausencia de información, la reconstrucción de este proceso se ha basado en los datos generados a partir del análisis morfológico de los materiales recuperados en distintos contextos arqueológicos procedentes de diversas zonas del Imperio y, por otra parte, en la apreciación de unas características comunes identificadas en numerosos fragmentos examinados. Estas particularidades son las que permiten diferenciarlos de otros ejemplos posteriores elaborados a partir de las conocidas técnicas de soplado en cilindros y en coronas.

La gran mayoría de publicaciones específicas sobre esta materia sugieren que el uso de cada uno de estos procesos de elaboración se ajusta a un periodo cronológico más o menos definido. Sin embargo, el registro de paneles de vidrio elaborados mediante distintas técnicas, y asociados a un mismo edificio y periodo cronológico, permite confirmar que el desarrollo de las nuevas tecnologías no suplantó de forma inmediata a los sistemas de trabajo tradicionales (Foy, Fontaine, 2008: 430). Los vidrios de ventana de época imperial se elaboraron mediante colado y estirado, mientras que los vidrios del Bajo Imperio se obtuvieron a partir del soplado en cilindros (Boon, 1966: nota 7; Isings, 1971: 44, 95). Aunque existen testimonios que indican que el vidrio soplado en cilindros ya se empleó para la elaboración de paneles planos a finales del siglo II d.C. (Jennings, 2015), el cambio importante de tecnología pudo producirse a finales del siglo III o inicios del siglo IV d.C. (Foy, Fontaine, 2008: 410). Este hecho explicaría el incremento de placas de vidrio soplado en áreas del Mediterráneo oriental a partir de estas centurias (Foy, Fontaine, 2008: 410). El vidrio soplado en coronas aparece en torno al siglo IV d.C. (Foy, Fontaine, 2008: 439). Su presencia se detecta, sobre todo, en las zonas orientales del Imperio y se ha considerado el predecesor del vidrio soplado en “cibas” o circular, ampliamente

utilizado en el siglo XIV en Europa occidental (Forbes, 1966: 185; Vigil Pascual, 1969: 108; Foy, Fontaine, 2008: 439).

II.4.1 Los primeros paneles de vidrio de ventana en época romana: el vidrio brillante/mate

Como ya se mencionó anteriormente, la ausencia de referencias sobre las técnicas de elaboración de los primeros paneles de vidrio de ventana en las fuentes literarias contemporáneas, ha motivado que la reconstrucción de estos procesos se base en la información aportada por el registro arqueológico y por los datos arrojados a partir de la Arqueología experimental. Son numerosos los fragmentos de vidrio de ventana de época romana que se han documentado en diversas zonas del Imperio, algunos de los cuales han permitido la reconstrucción total o parcial de los paneles a los que correspondían. Estos vidrios han revelado la presencia de una serie de características morfológicas comunes.

En 1908 A. Kisa, en su obra *Das glas im Altertume*, señalaba la diferencia de estos paneles con los de principios del siglo XX, elaborados mediante soplado en cilindros. Asimismo, establecía que su técnica de elaboración fue el colado sobre una placa o molde delimitados por un borde, sobre los cuales se vertía el vidrio fundido y se estiraba hasta alcanzar las medidas deseadas (Kisa, 1908: 364-365).

Posteriormente G. C. Boon (1966) emprende un trabajo centrado en el análisis de esta tipología de vidrios, concretamente en relación con los hallazgos efectuados en Gales. En este estudio realiza un análisis exhaustivo de sus características frente a los paneles más tardíos elaborados mediante soplado en cilindros o “manchones”. Su trabajo pretendía, en gran medida, debatir otras publicaciones que, por el contrario, aseguraban que las técnicas de elaboración de los primeros vidrios de ventana coincidían con las desarrolladas posteriormente a partir del siglo III d.C. (Harden, 1961: 39-63).

Al igual que en el trabajo de Kisa, G. C. Boon defiende que los paneles de vidrio de ventana de este primer periodo se fabricaron mediante un proceso de colado

en moldes, acuñando la terminología de vidrios brillante/mate para esta tipología de vidrios de ventana (Boon, 1966).

No obstante, y a pesar de que el trabajo realizado por Boon ha sido un referente para el estudio del vidrio de ventana de época romana durante décadas, algunas experiencias desarrolladas por la Arqueología experimental han demostrado que la tecnología de elaboración de los vidrios brillante/mate era un procedimiento de mayor complejidad.

En el año 2001, M. Taylor y D. Hill dieron a conocer los resultados de una actividad experimental, como parte de un documental para la BBC, sobre la producción de los primeros vidrios de ventana romanos (Taylor, 2001). Un año después estos resultados se describirán de forma detallada en un artículo por D. Allen (2002). La primera de las conclusiones obtenidas fue que el proceso de elaboración de los vidrios brillante/mate no fue un mecanismo sencillo. Puesto que el plano de trabajo se encontraba a menor temperatura, el vidrio fundido no pudo ser colado y extendido sobre la superficie. Para poder realizar un panel, primero elaboraron un disco plano que se introdujo en el horno y se calentó sucesivamente por zonas, las cuales eran posteriormente estiradas con diversas herramientas. De esta manera se obtuvo un panel cuadrangular de similares características a los primeros vidrios de ventana del periodo romano. Este hecho implicaría que los paneles de vidrio romanos posiblemente no se elaboraron por un proceso continuado de colada, sino por el calentamiento y estirado progresivo de las distintas áreas del panel.

II.4.1.1 Características morfológicas de los vidrios brillante/mate

De forma general, coincidiendo con la gran mayoría de estudios realizados en esta tipología de materiales, los primeros paneles de vidrio de ventana elaborados a partir de finales del siglo I a.C. y principios del siglo I d.C. son vidrios que se caracterizan por una serie de rasgos o características comunes. Estas particularidades están relacionadas tanto con el proceso de manufactura como con las superficies sobre las cuales se elaboraron los paneles.

II.4.1.1.1 Características externas

La principal característica que define a esta clase de vidrios de ventana como vidrios brillante/mate, es la distinción existente entre sus dos superficies, una brillante y otra mate, tal como indica su denominación (Fig. 30). El lado mate se corresponde con la superficie de contacto sobre la que el vidrio se vierte y posteriormente se estira, mientras que el brillante es resultado de la solidificación del vidrio vertido en contacto con el aire (Boon, 1966; Foy, Fontaine, 2008: 409).

La superficie brillante es similar en todos los ejemplos documentados y en ella son perceptibles algunas ondas provocadas por el vertido inicial de la masa vítrea. En cambio, en la zona mate se pueden apreciar diferencias entre ejemplares, relacionadas con la naturaleza del plano de trabajo para la conformación de los paneles.

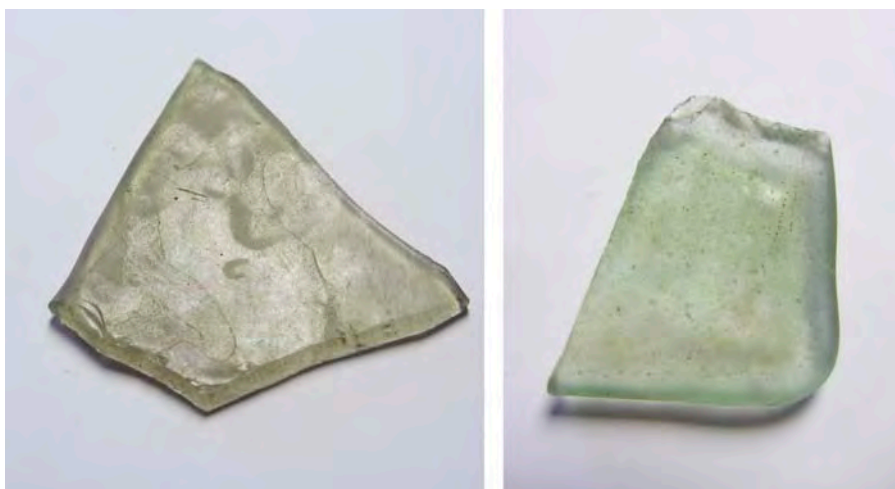


Fig. 30. (Izq.) Vidrio de ventana elaborado por colado: superficie brillante de un fragmento con huellas de herramientas; (dcha.) y superficie mate de otro fragmento (A. Velo Gala).

La presencia de líneas impresas en la cara mate de algunos ejemplos ha sido una característica determinante para que algunos investigadores argumenten que la superficie de base pudo estar constituida por placas de madera. Esta teoría fue sugerida en el estudio de los vidrios de ventana de Caerleon (Reino Unido) (Boon, 1966) y en los de Bómbilis (Zaragoza, España) (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 440). Sin embargo, los trabajos de Arqueología experimental de M. Taylor y D. Hill (Allen, 2002:105) concluyeron que la elevada temperatura necesaria para la fusión del vidrio

provocaba la carbonización de estas placas tras un contacto prolongado con la masa fundida, adhiriéndose al panel y dando lugar a la formación de manchas oscuras en el vidrio. Además de todo ello, el panel de vidrio debía introducirse en el horno para su recalentamiento conjuntamente con la placa sobre la que se conformaba. Este último proceso descartó definitivamente en estos estudios el uso de la madera, ya que no pudo soportar la acción del fuego de forma reiterada.

Por este motivo, en la mayoría de publicaciones sobre este tema, se indica la utilización de materiales pétreos o cerámicos (refractarios) como materia de las placas, aunque P. Cosyns también propone el posible empleo de metal (Cosyns, 2005: 50). Estos componentes, a diferencia de la madera, son capaces de soportar la temperatura del vidrio fundido. En el caso de los materiales pétreos y metales o aleaciones, la exposición a ciclos continuos de calentamiento a elevada temperatura y enfriamiento brusco, podría producir, un deterioro más o menos progresivo por choque térmico. Por el contrario, los materiales cerámicos más refractarios, en especial aquellos ricos en alúmina, podrían ser más adecuados para esta fase de elaboración del vidrio de ventana debido a que poseen una elevada resistencia a los cambios bruscos de temperatura.

Las marcas presentes en la superficie mate también pueden ser producto de alguna anomalía o particularidad de dichos soportes o, incluso, ser debidas a la fuerza ejercida para estirar el vidrio en caliente.

Otras improntas perceptibles en la mayoría de los fragmentos recuperados son las de las partículas de arena que se aplicaban sobre las superficies de trabajo. De esta forma se evitaba que el material se adhiriese a las mismas cuando se retiraba para su traslado a la cámara u horno de recocido para su enfriamiento controlado.

Uno de los rasgos más destacados en esta clase de paneles es el elevado espesor que presentan, entre los 0,5 y 8,0 mm aproximadamente. Estas medidas provocaban que las láminas fuesen de mayor peso y con una sección más irregular respecto a los paneles elaborados en épocas posteriores. Las zonas de menor espesor son aquellas que se corresponden con la parte central, mientras que, por el contrario, los mayores espesores se encuentran en áreas cercanas al borde como consecuencia del proceso de estirado. Debido a la elevada viscosidad del material, era preciso la utilización de espátulas, pinzas o escariadores, herramientas que en algunos de los extremos del

panel, coincidiendo con la superficie brillante, han dejado su impronta (Kisa, 1908: 365; Boon, 1966: 44; Foy, Fontaine, 2008: 409). Estas huellas son fácilmente perceptibles en vidrios bien conservados y presentan principalmente formas esféricas que se alternan con otras lineales.

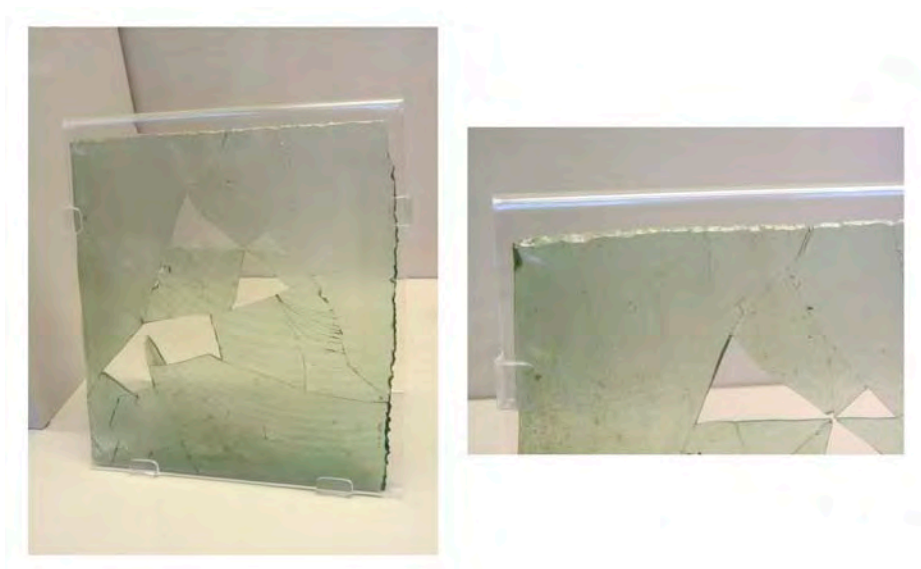


Fig. 31. Panel de vidrio romano de ventana perteneciente a los contextos termales de Garden Hill (Hartfield, Sussex), fotografía general y detalle de un borde cortado de forma intencionada (A. Velo Gala).

El borde de esta clase de paneles es redondeado a consecuencia de este proceso de elaboración (Kisa, 1908: 365; Cosyns, 2005: 49), muy similar al aspecto de aquellos recipientes cuyos extremos son pulidos a fuego. Algunos de estos bordes muestran una desviación en la orientación que ciertos investigadores atribuyen a la deformación provocada por el uso de algunas herramientas, a la extensión del panel sobre los perfiles de la superficie de trabajo, o por el proceso de traslado para la fase de recocido del panel (Cosyns, 2009).

Se han documentado ejemplares de esta clase de vidrios, como el panel procedente de los contextos termales de los siglos I-II d.C. de Garden Hill (Hartfield, Sussex, Reino Unido) (Harden, 1974: 280) (Fig. 31), en los que se observa que algunos de sus laterales se cortaron de forma intencionada. Esta era una práctica frecuente debido a que los paneles obtenidos no eran regulares y era preciso proceder al corte del

material sobrante para su ajuste en los marcos y bastidores (Allen, 2002: 106). Otras veces, estas marcas se asocian a fenómenos de reutilización de paneles antiguos para su colocación en nuevas construcciones, las cuales poseían marcos o bastidores de distintas dimensiones respecto a los originales (Cosyns, 2005: 50).

II.4.1.1.2 Características de la masa vítrea

En el interior de los vidrios romanos de ventana brillante/mate se observan pequeñas burbujas de aire esféricas, debidas probablemente a un mal afinado del vidrio. Estas burbujas pueden adquirir una forma alargada en algunas zonas del panel debido al estiramiento de la masa de vidrio (Fig. 32 a). De manera puntual, presentan mayores dimensiones cuando se hallan cerca de la superficie brillante por causa de los gases contenidos en su interior, que tienden a ascender hacia la superficie (Fig. 32 b).

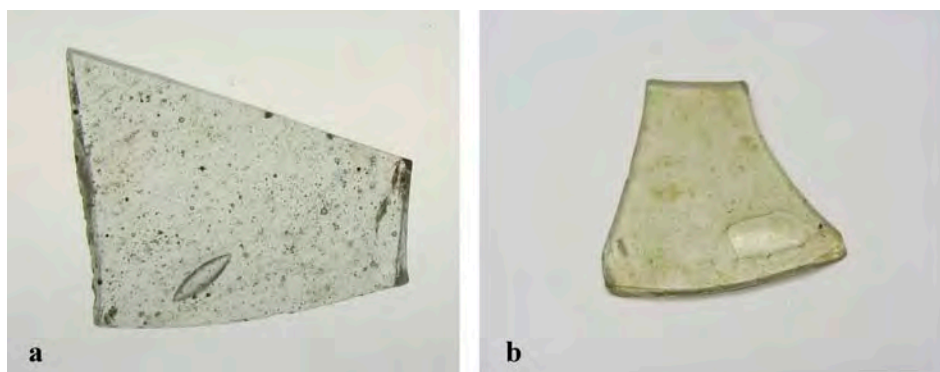


Fig. 32. (a) Burbujas esféricas y alargadas y (b) burbuja de aire de gran tamaño en superficie en un fragmento de vidrio romano de ventana brillante/mate (A. Velo Gala).

Dentro de los vidrios también es frecuente observar algunas partículas de color oscuro, cuya procedencia puede asociarse a los contextos de trabajo o a las herramientas empleadas. Dichas partículas pueden ser también “infundidos”, es decir, parte de algún componente de la masa vitrificable que no se ha fundido, debido, con toda probabilidad, a que no se ha alcanzado una temperatura de fusión suficiente.

Los vidrios de ventana brillante/mate de este periodo se caracterizan por presentar tonalidades que oscilan entre las gamas de color verde, azul y amarillo, con

un predominio de los tonos verde-azulados. Estos colores se producen por el estado de oxidación de los iones hierro, Fe^{2+} (que imparten color azul) o Fe^{3+} (que imparten color amarillo) (Fernández Navarro, 2003: 457, tabla 58). El óxido de hierro se encuentra como impureza en las arenas vitrificables empleadas para la fabricación del vidrio, así como por las condiciones de trabajo de los hornos donde se producía la fusión o re-fusión de la masa vítrea (Price, Cottam, 1998: 15; Ceglia *et al.*, 2013). Entre la gama de estos colores existen algunos ejemplares de vidrio cuya tonalidad azul se conoce en la bibliografía específica como azul *aqua*.

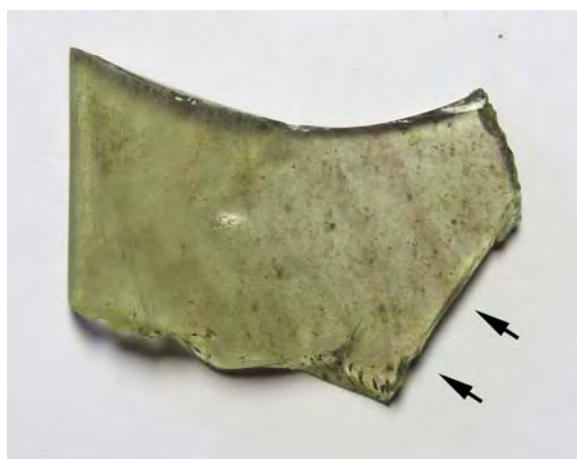


Fig. 33. Bandas de color morado o violeta debidas a la solarización o fotooxidación de los iones Mn^{2+} a Mn^{3+} , en un fragmento de vidrio romano brillante/mate (A. Velo Gala).

Algunos de los fragmentos presentan una gran transparencia, ya que la fabricación del vidrio se efectuó a partir de una cuidada selección de materias primas de gran pureza carentes de elevadas concentraciones de óxidos de hierro, o por la adición de un agente decolorante (Jackson, 2005: 763-764). Durante el periodo romano se emplearon para este fin el óxido de antimonio y el dióxido de manganeso, obtenidos a partir de fuentes minerales, predominando este último a partir de finales del siglo III d.C. (Jackson, 2005). Aunque la determinación de este tipo de componentes en el vidrio suele realizarse mediante el estudio arqueométrico de los materiales, tema que se abordará en mayor profundidad en el capítulo IV, existen algunos rasgos que sugieren, visualmente, la adición intencionada de alguno de estos componentes por parte de los vidrieros. Por ejemplo, el uso de dióxido de manganeso

como decolorante puede inferirse en algunos fragmentos por la presencia de bandas o pequeñas manchas de tono morado o violeta, debidas a reacciones de solarización o foto-oxidación de los iones Mn^{2+} a Mn^{3+} (Boon, 1966: 45; Foy, Fontaine, 2008: 414; Fernández Navarro, 2003: 488) (Fig. 33).

Aunque la coloración de los paneles no es un argumento concluyente para determinar la cronología de estos materiales, se aprecia una evolución, desde su invención, en la obtención de paneles con un mayor grado de transparencia (Foy, Fontaine, 2008: 414). Esta apreciación se ha planteado a partir de los resultados del estudio arqueométrico de algunos vidrios de esta tipología, los cuales revelan un aumento de las concentraciones de dióxido de manganeso para la obtención de paneles más transparentes (Jackson, 2005: 772; Foy, Fontaine, 2008: 414).

Respecto a la existencia de fragmentos de vidrio de ventana de este periodo con una intencionalidad en la coloración de los paneles, el único testimonio conocido es el conjunto de fragmentos de vidrio azul oscuro recuperados en las excavaciones de los baños de la *villa* de Gorhambury próxima a la ciudad de *Verulamium* (Reino Unido). El tono de estos paneles difiere de la mayoría de los casos conocidos porque quizá fue realizado con el objetivo de armonizar con los programas pictóricos murales de las estancias (Neal *et al.*, 1990; Allen, 2002: 109).

II.4.1.1.3 La identificación de capas de vertido o colada en el interior de los paneles de vidrio

Existen algunas variaciones entre los ejemplos de vidrios brillante/mate que han sido identificadas por algunos investigadores y que están relacionadas con la presencia de subdivisiones en el interior de la masa del vidrio. Estas líneas de vertido o colada, constituidas por pequeñas burbujas que pueden llegar a formar una diminuta cámara de aire, son perceptibles en las zonas de fractura y podrían estar asociadas al proceso de elaboración de esta clase de paneles (Fig. 34).

G. Boon, en su estudio sobre el vidrio romano de ventana de Caerleon-upon-Usk, Monmouthshire (Gales, Reino Unido) (1966), argumentaba que esta particularidad, presente en algunos de los fragmentos, indicaría que se habrían

elaborado mediante el vertido de varias coladas de vidrio. Estas líneas permitirían identificar el número de vertidos o coladas que se realizaron para obtener el espesor deseado del panel.

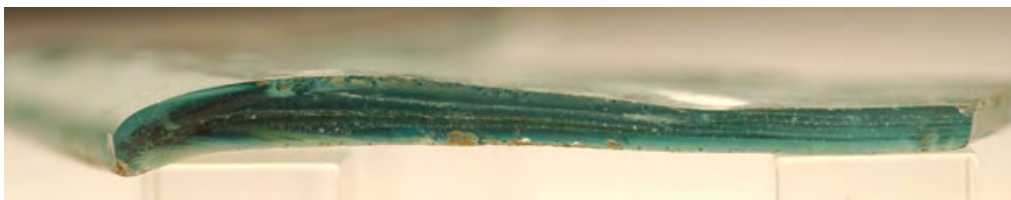


Fig. 34. Sección de un panel de vidrio elaborado por colada procedente de la *villa* de Broekom (Bélgica) (Cosyns, 2005: Fig. 46).

Sin embargo, la presencia de estas capas ha sido uno de los factores que ha servido para cuestionar, en algunas publicaciones, si algunos de los paneles considerados como colados en realidad eran vidrios realizados mediante la técnica de soplado en cilindros. P. Cosyns puntualiza al respecto que el hecho de que algunas de estas subdivisiones no alcancen los bordes de los paneles podría indicar que la capa superior e inferior sea la misma. Esto revelaría la posibilidad de que se tratase de un panel elaborado mediante soplado de un cilindro que posteriormente era aplanado (Cosyns, 2009). La distribución irregular de estas capas y el hecho de que en muchos fragmentos la última de ellas sea la que coincida con el borde del panel, sustentaría la técnica de colado para esta clase de vidrios (Bonn, 1966: 44) y no, como sugieren algunos investigadores, soplado en cilindros.

Los estudios en otras tipologías de vidrio, donde también se ha observado este fenómeno, indican que el origen de estas subdivisiones se debe a varios procesos, tanto físicos como químicos. Desde un punto de vista físico, su formación puede atribuirse al aire que quedaría atrapado al verter una capa de vidrio sobre la siguiente (Freestone, 1990: 107). En cambio, el origen químico de estas capas se atribuye a las diferencias de potencial de reducción de distintos vidrios. Estas dos masas diferentes, al entrar en contacto a elevadas temperaturas, generan una liberación de oxígeno y, por ello, la formación de burbujas (Freestone, 1990: 107; Bertini *et al.*, 2014: 262).

Estas capas permiten clasificar los vidrios brillante/mate según dos técnicas de elaboración: el vertido y posterior estirado del vidrio mediante una única colada y el vertido de varias capas de vidrio fundido para poder obtener la masa necesaria para la configuración del panel.

II.4.1.1.4 La forma de los paneles: vidrios cuadrangulares planos, vidrios circulares hemisféricos y otros casos excepcionales

Respecto a la forma de los primeros vidrios de ventana, la gran mayoría de los fragmentos recuperados en las excavaciones arqueológicas se corresponden con paneles planos rectangulares o cuadrangulares (Fig. 35). Las dimensiones son variables, entre 20-100 cm de largo, presentando una media para algunos investigadores de 23-33 cm (Dell'Acqua, 2004: 111) y para otros de 30-60 cm (Foy, Fontaine, 2008: 410). Destaca la particular existencia de paneles cuadrados y otros cuya longitud duplica el ancho de la lámina (Foy, Fontaine, 2008: 410)⁶ (Tabla 1).



Fig. 35. Paneles de vidrio de ventana brillante/mate planos cuadrangulares procedentes de las excavaciones efectuadas en Pompeya (Italia) (A. Velo Gala).

⁶ En ambos casos, los autores coinciden en referenciar que el ejemplo de vidrio de ventana plano cuadrangular de mayores dimensiones procedía de la ciudad de Pompeya (Italia) y alcanzaba unas dimensiones de 100 x 70 cm (Dell'Acqua, 2004: 111; Foy, Fontaine, 2008: 414).

Tabla 1. Ejemplos publicados de vidrios de ventana romanos elaborados mediante la técnica de colado en molde (Foy, Fontaine, 2008: 415, tabla 1).

Procedencia	Medidas (cm)	Fuentes
Pompeya	25 x 19	Deville, 1873: 96, pl. CXII, A
	40 x 40 (2 paneles)	Günter, 1968: 78
	100 x 70	Günter, 1968: 78
Pompeya (<i>Villa</i> de Diómedes)	27 x 27 (4 paneles)	Haevernick, Hann-Weinheimer, 1955: 67
Pompeya (Mansión de Polibio)	51 x 45,5	Ciarallo, De Carolis, 2001: 209, nº 275
Herculano	70 x 60	Kisa, 1908; Harden, 1974; Baatz, 1991; Dell'Acqua, 2004
	80 x 80	Broise, 1991: 63
Ciudades vesubianas	27 x 33	Kisa, 1908: 363
	54 x 33	Kisa, 1908: 363; Dell'Acqua, 2004: 117
	60 x 30	Kisa, 1908: 362-363
Garden Hill (Sussex)	54 x 33	Harden, 1974: 280-281
<i>Carnuntum</i> (Austria)	40 x 20	Günter, 1968: 77
<i>Bilbilis</i> (España)	44,1 x 44,6	Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997:440, fig.1; Ortiz Palomar, 2001: 45
Limoges (Avenue de la Révolution)	60 x 30	Perrier, 1983: 193 y 1993: 120
Aix- en Provence (Parking Signoret)	53,6 x 46	Rivet, 1992: 393-395
	46,6 x 44,5	
Champallement (Nièvre)	61 x 45	Nevers, Porte du Croux inv. 533
	60 x 44	Nevers, Porte du Croux inv. 534
	60,4 x 44	Nevers, Porte du Croux inv. 535

Además de los paneles cuadrangulares, según su forma existía otra tipología que, aunque con menor frecuencia, estaba presente en la arquitectura de este periodo. Se trata de paneles circulares de sección hemisférica, que se asocian al cerramiento de vanos de ventana circulares u *oculi* (Fig. 36). Estos vidrios presentan una gran similitud

con los anteriores, aunque su principal distinción se hallaría en los procesos de elaboración. A diferencia de los vidrios de ventana planos, para obtener el abombamiento del panel, sería preciso la utilización de un molde hemisférico sobre el que se adaptaría la torta de vidrio plano colado (Allen, 2002: 108; Foy, Fontaine 2008: 419).



Fig. 36. Vidrios circulares hemisféricos hallados en el pecio del siglo III d.C. descubierto en las proximidades de la isla de Embiez (Francia) (Foy, Fontaine, 2008: 419; Nenna, 2009: 317).

Esta clase de paneles se muestran en la obra de A. Deville: *Histoire de l'art de la verrerie dans l'Antiquité* del año 1873, catalogados como una tipología de recipiente cuyo uso difería de las interpretaciones actuales (Deville, 1873) (Fig. 37). No obstante, las investigaciones realizadas por E. Ortiz Palomar y J. Á. Paz Peralta, en un conjunto de materiales procedentes de las termas de *Labitolosa* (La Puebla de Castro, Huesca), Los Bañales (Zaragoza), *Leonica* (Teruel) y Astorga (León), indicaron que se trataban de vidrios de ventana (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997).

La forma tan particular de estos paneles ha servido para interpretarlos desde una perspectiva funcional, ya que el panel actuaría de forma similar a un prisma, concentrando la temperatura y facilitando la iluminación (Foy, Fontaine, 2008: 424). Por este motivo, la mayoría de ejemplos se han hallado asociados a los vanos de las ventanas de las estancias más caldeadas de los edificios termales (*tepidarium* y *caldarium*). En estos espacios el vidrio evitaba la pérdida de calor y, con ello, favorecía

el ahorro del combustible empleado para los sistemas de calefacción (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 2001: 161; Foy, Fontaine, 2008: 424-425).

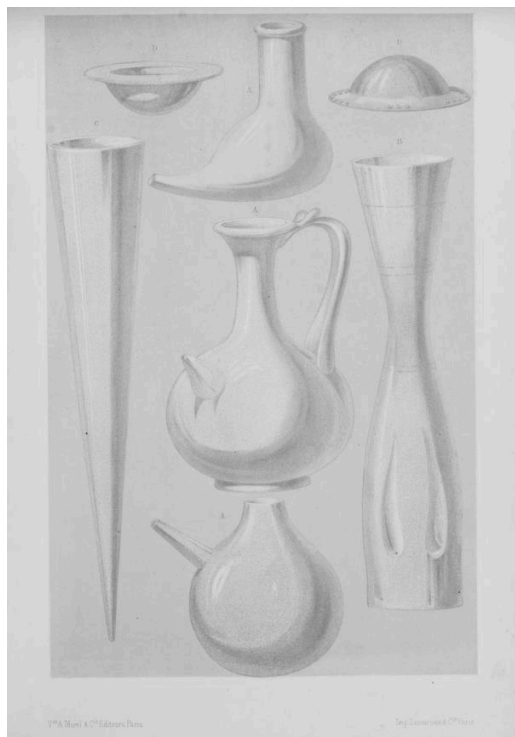


Fig. 37. Ilustración de un catálogo de vidrios de 1873 (Deville, 1873) donde se aprecian paneles de vidrio hemisférico entre otras tipologías de recipientes.

El tamaño medio de los paneles hemisféricos se sitúa entre los 40-50 cm de diámetro (Tabla 2). El de menores dimensiones se recuperó en Scafati (Italia), de 21,4 cm de diámetro; y el de mayor diámetro, 52 cm, en el naufragio de Embiez (Francia) (Foy, Fontaine, 2008: 421).

Los hallazgos del naufragio de Embiez, fechados a finales del siglo II o principios del siglo III d.C., son considerados un importante testimonio de esta clase de vidrios brillante/mate (Fontaine, Foy, 2007). El elevado número de paneles, así como su excelente estado de conservación, ha permitido establecer que estos materiales se comercializaban a través de vías marítimas como productos acabados y que su utilización fue contemporánea a la de los paneles de tipo cuadrangular plano (Foy Fontaine, 2008: 422).

Tabla 2. Ejemplos publicados de vidrios circulares hemisféricos de ventana romanos elaborados mediante la técnica de colado en molde (Foy, Fontaine, 2008: 415, tabla 1, con modificaciones de A. Velo Gala).

Procedencia	Medidas contorno (cm)	Fuentes
Pompeya (colección del Louvre)	25 (3 paneles)	Deville, 1873, XXXVI; Arveiller, Nenna, 2000: nº 275, 276, 277; Arveiller, 2005
Scafati (Italia)	21,4	De Spagnolis, 1999: 38, nota 13
<i>Sentinum</i> (Italia)	25/35 (2 paneles)	Taborelli, 1980: 151, figs. 6.1 y 6.2
Liestal-Munzach (Alemania)	31	Fünfschilling, Rütli, 1998: figs. 4 y 8-9
Caerwent (Gales)	50	Allen, 2002: fig. 8-8
Embiez (Francia), inv. 390-388	41	Inédito
Embiez (Francia), inv. 399a	42,5	
Embiez (Francia), inv. 399b-399c	47 (2 paneles)	
Embiez (Francia), inv. 399d	49,5	Fontaine, Foy, 2007: fig. 26
Embiez (Francia), inv. 399e	49/50	
Embiez (Francia), inv. 399f	50	
Embiez (Francia), inv. 399g	50/52	
Caumont-sur-Dance (Francia)	42	Inédito
Cimiez (Francia)	45	Inédito
Olbia (Francia)	40	Fontaine, 2006b, nº 419
Conimbriga (Portugal)	40	Alarcão, Etienne, 1976, XXXVII, fig. 76
Astorga (España)	24	Fuentes Domínguez <i>et al.</i> , 2001: 161
Leonica (España)	35	Ortiz Palomar, 2001: 44
Los Bañales (España)	45	Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 161
Labitlosa (España)	45,3	Ortiz palomar, 2001: fig. 6
	48,6	Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 441-442; Magallón Botalla, Sillières, 1998: fig. 13; Ortiz Palomar, 2001: fig. 6

Respecto a si estos *oculi* fueron también cerrados con paneles circulares planos, similares a los documentados en épocas posteriores realizados mediante la técnica en corona, no se ha documentado ningún ejemplar hasta la fecha. No obstante, los restos de una pintura mural, procedentes de una *villa* o *domus* de finales del siglo II d.C., almacenados en el museo de Bavay (Francia), parecen confirmar el cierre de esta clase de aberturas con paneles planos cuadrangulares insertos en un marco o bastidor reticular (Fig. 38).

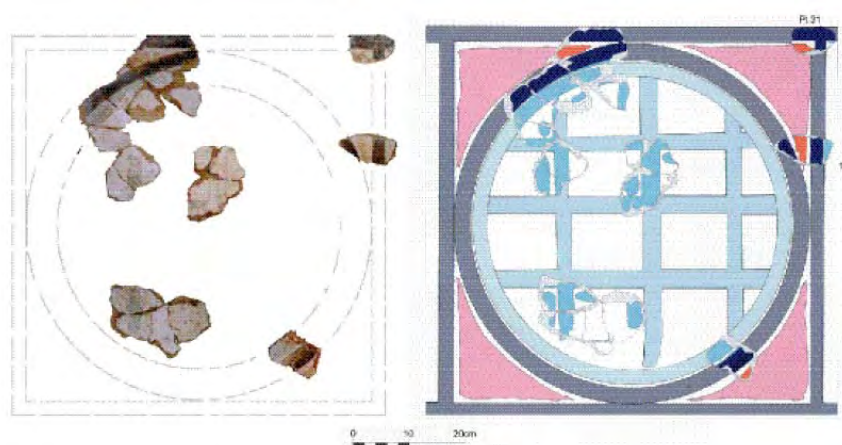


Fig. 38. Restos de pintura mural y restitución que representa un vano circular con bastidor, posiblemente cerrado con láminas de vidrio u otro material translúcido, procedentes de una *villa* y depositados en el Museo Arqueológico de Bavay (Francia) (Eristov, Groetembril, 2005: Fig. 15).

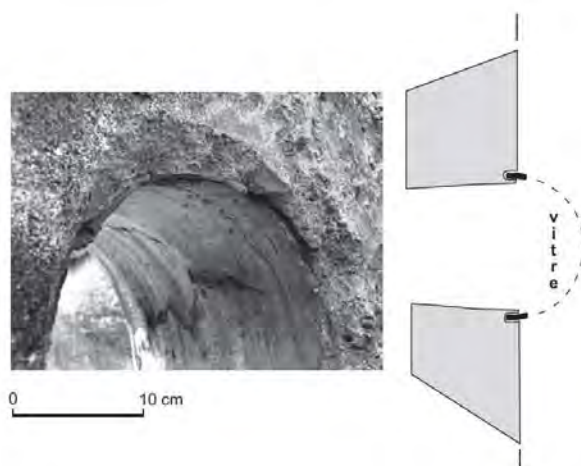


Fig. 39. Restos del panel hemisférico sin borde documentado en el *oculus* de la Casa I.8,13 de Pompeya (Foy, Fontaine, 2008: 423, Fig. 14).

De manera puntual, se han documentado también vidrios de ventana de este periodo que varían respecto a los ejemplos anteriores en algunas de sus características. El primero de ellos es un panel, conservado parcialmente, que se halló en una de las *domus* de Pompeya (Casa I.8,13). Esta pieza se encontraba inserta en el *oculus* de un paramento vertical y carecía del borde plano que presentan esta clase de paneles circulares hemisféricos (Fig. 39) (Foy, Fontaine, 2008: 419).

Otros dos fragmentos, pertenecientes a la colección Gorga de Roma, muestran una simbiosis entre las dos formas principales de los vidrios brillante/mate. Se trata de paneles con un levantamiento de la parte central aunque, en este caso, presentan una forma cuadrangular (Fig. 40).

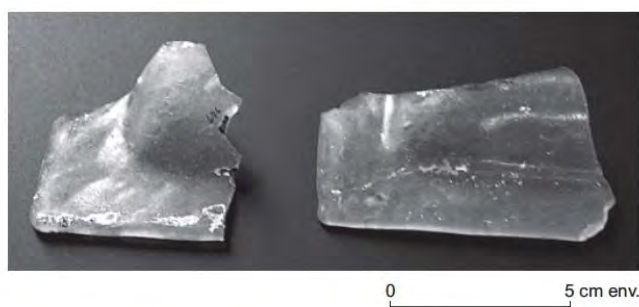


Fig. 40. Fragmentos de vidrio de ventana brillante/mate de forma cuadrangular abombados pertenecientes a la colección Gorga (Roma) (Foy, Fontaine, 2008: 423, Fig. 14).

II.4.2 El empleo de la técnica de soplado en cilindros o “manchones” para la obtención de vidrio de ventana

A pesar de la existencia de ejemplos de vidrio soplado en cilindros en contextos del siglo II d.C.⁷, fue a partir del siglo III y, sobre todo, del IV d.C., cuando la técnica del vidrio colado y estirado para la elaboración de paneles de ventana queda relegada a

⁷ Algunos ejemplares de vidrio de ventana elaborados mediante soplado en cilindros, recuperados en las excavaciones de Butrint (Albania), se han fechado en el siglo II d.C. (Jennings, 2015). Otros fragmentos de vidrio de ventana realizados mediante esta técnica, datados en el siglo III d.C., se han identificado también en la *villa* Holheim Nördlingen en Alemania (Foy, Fontaine, 2008: 430).

un segundo plano gracias a la introducción del soplado en cilindros o manchones (Allen, 2002: 109; Foy, Fontaine, 2008: 430). Este nuevo sistema de elaboración de vidrios de ventana se mantendrá hasta el siglo XX (Foy, Fontaine, 2008: 430).

A diferencia de las técnicas anteriores, se tiene un amplio conocimiento de la elaboración del vidrio soplado en cilindros gracias al tratado medieval del siglo XII *Schedula diversarum artium*, obra del monje benedictino Teófilo Presbítero. El libro II se centra en la fabricación del vidrio y, concretamente, los capítulos VI y IX detallan los procesos para la obtención de láminas, que posteriormente se cortaban para la conformación de las vidrieras.

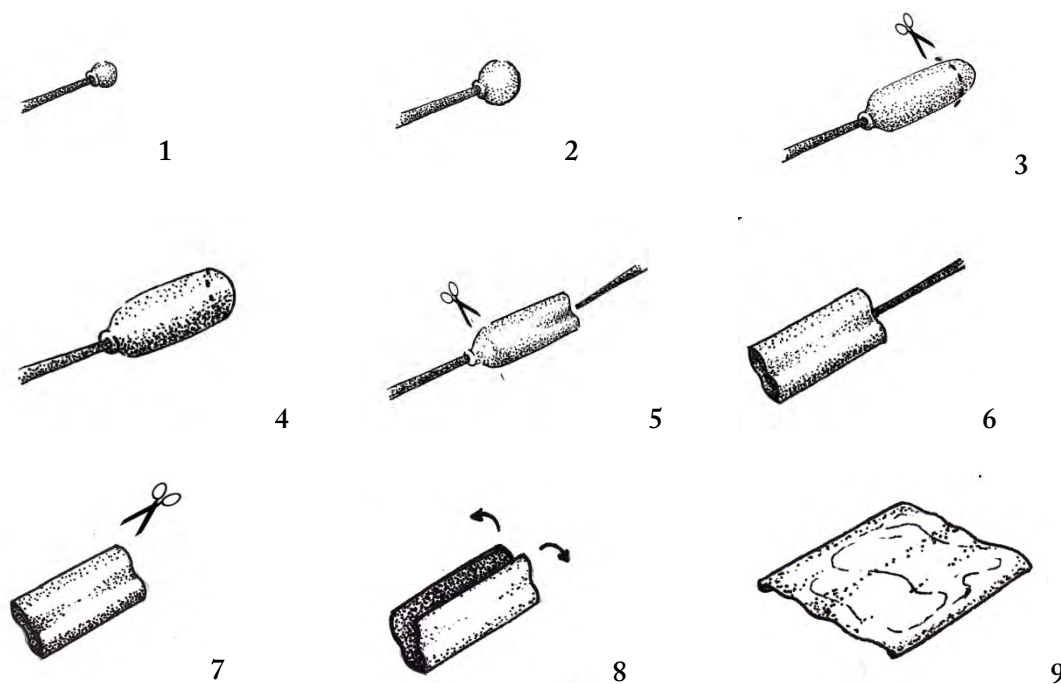


Fig. 41. Reconstrucción hipotética del proceso de elaboración de un panel de vidrio cuadrangular mediante la técnica de soplado en cilindro (A. Velo Gala).

El vidrio plano soplado en cilindros se obtenía, en primer lugar, tomando una posta de vidrio con el extremo de la pipa o caña de soplado, que se moldeaba haciéndola rodar sobre una superficie lisa o “mármol” dispuesta junto al horno. Expuesta esta masa al calor, se insuflaba aire a través del tubo, consiguiendo una forma esférica que se alargaba progresivamente mediante el balanceo de la pipa de soplado.

Una vez alcanzada la longitud deseada del cilindro, la base se calentaba y cortaba. Posteriormente se procedía a su apertura con una pieza de madera redonda hasta que se obtenían las dimensiones de la parte central del cilindro. Para separar la zona unida a la pipa de soplado, la parte inferior se sujetaba al puntel en forma de ocho y se utilizaba una herramienta de madera humedecida, repitiendo el proceso de ensanchamiento tal como se había realizado con el otro extremo. El cilindro obtenido de esta manera se trasladaba entonces a los hornos de recocido para su posterior enfriamiento. Tras estos procesos, el cilindro se cortaba en uno de sus lados con un hierro caliente y se abría paulatinamente en el horno con ayuda de algunas herramientas. Finalmente, se trasladaba nuevamente a los hornos de recocido donde se garantizaba su aplanado mediante apilado con otros paneles (Theophilus, *Schedula diversarum artium*, Cap. VI y IX; García-Heras *et al.*, 2012: 66-67) (Fig. 41).

II.4.2.1 Características morfológicas de los vidrios elaborados mediante soplado en cilindros

Al igual que sucede con los vidrios brillante/mate, los paneles obtenidos mediante este proceso tienen una serie de rasgos que permiten diferenciarlos de los realizados mediante otras técnicas. No obstante, los vidrios elaborados por soplado en cilindros a veces pueden confundirse con los predecesores, sobre todo si las dimensiones de los fragmentos recuperados son escasas o el estado de conservación de los mismos no permite distinguir las características derivadas de cada uno de los procesos de elaboración.

II.4.2.1.1 Características externas

Los paneles de vidrio elaborados mediante soplado en cilindros se caracterizan principalmente por el acabado brillante de sus dos superficies (Boon, 1966: 41, Foy, 2005: 59) (Fig. 42). Aunque esta es una de las principales particularidades de esta clase de materiales, algunos ejemplos muestran la impronta de partículas de arena en uno de sus lados que le dan un ligero acabado mate. Esta impronta se originaba, posiblemente, por el proceso de calentamiento del panel para su apertura, al apoyarlo sobre una

superficie con algunas partículas o suciedad⁸. En otros ejemplares también se ha observado un rallado en uno de los lados, atribuido al empleo de las herramientas que facilitaban el proceso de apertura y aplanado del panel (Foy, Fontaine, 2008: 431).



Fig. 42. Superficies brillantes de un fragmento de vidrio de ventana soplado de la zona sur de la iglesia del asentamiento fortificado de Tonovcov (Kobarid, Eslovenia) (Milavec, 2015: Fig. 2).

Los vidrios de ventana obtenidos mediante esta técnica son de un espesor más reducido y regular que los elaborados mediante colado. El promedio de espesor se encuentra entre 1,5 y 3,0 mm en los ejemplos hallados en occidente (Foy, Fontaine, 2008: 431), llegando a alcanzar algunas dimensiones mayores en otras zonas del Imperio⁹.

Los numerosos ejemplos de esta clase de vidrios hallados en Butrint (Albania) han permitido definir varios sistemas para la terminación de los bordes de estos paneles (Jennings, 2015) (Fig. 43). Por un lado, se observan bordes de sección cuadrada por corte del panel para su separación de la caña o del puntel; y por otro, bordes que han sido pulidos a fuego. Ambos casos pueden aparecer en una misma

⁸ Algunos de los ejemplos del denominado “Grupo 2” (siglos II y III d.C.) de Butrint (Albania) presentan múltiples hendiduras en uno de sus lados como consecuencia del aplanado del cilindro sobre una superficie con partículas (Jennings, 2015: 157).

⁹ Véanse algunos de los ejemplos de vidrio de ventana elaborados mediante soplado en cilindros de Butrint (Albania) (Jennings, 2015) o los vidrios del siglo VI d.C. de Janto (Turquía) y de las iglesias de Byllis (Albania) (Foy, Fontaine, 2008: 433).

pieza (Jennings, 2015: 156). Algunos de estos bordes son redondeados, ya que muchos de estos procesos se ejecutaban cuando la masa de vidrio estaba aún en caliente. En la mayoría de ocasiones, las huellas de las herramientas empleadas para el corte y posterior apertura del cilindro han desaparecido (Foy, Fontaine, 2008: 433).



Fig. 43. Lámina de vidrio soplado hallada en Butrint (Albania) (Foy, Fontaine, 2008: 431, Fig. 20).

Respecto a las esquinas del panel, aquellas que coinciden con el lado largo del cilindro, quedan en muchos casos ligeramente deformadas y levantadas, lo que indica cuál fue el último punto de corte del mismo (Jennings, 2015: 156). Al igual que sucede con los paneles elaborados por colado y estirado, en algunos bordes se observan a veces las huellas de las herramientas empleadas para la apertura del cilindro o para la corrección de variaciones en las dimensiones del mismo (Jennings, 2015: 160). Otras deficiencias dentro del proceso de soplado y posterior aplanado del cilindro generaban zonas de extrema delgadez o, incluso, orificios. Estos defectos se tapaban

posteriormente con una pequeña masa de vidrio fundido y son perceptibles en las superficies de algunos paneles (Jennings, 2015: 159).

Respecto a las dimensiones alcanzadas por los paneles, es posible que con esta técnica no pudieran realizarse vidrios planos de gran tamaño. Uno de los mayores ejemplos que se ha documentado es el panel completo de Hettange-Grande (Mosela, Francia), con unas medidas de aproximadamente 31 x 31 cm (Foy, Fontaine, 2008: 433). Además, debido a la irregularidad de los extremos de las placas obtenidas, en ocasiones se han hallado fragmentos que muestran que fueron recortados para poder adaptarse a los marcos o bastidores (Foy, 2005: 60).

II.4.2.1.2 Características de la masa vítrea

En el interior de los paneles de vidrio soplado en cilindros puede apreciarse un aumento de las burbujas de aire, de dimensiones variadas y con formas alargadas, debidas al proceso de insuflado (Foy, Fontaine, 2008: 430; Jennings, 2015: 156). Este hecho provoca que, en aquellos ejemplos en los que el número de burbujas es elevado, la opacidad del panel aumente (Foy, Fontaine, 2008: 431; Jennings, 2015: 158).

También son apreciables, sobre todo en aquellos fragmentos más deteriorados, la presencia de una especie de remolinos en una de sus superficies (Jennings, 2015: 159), posiblemente causados por la heterogeneidad de la masa de vidrio (Foy, Fontaine, 2008: 431).

La existencia de algunas franjas de color morado o violeta debidas a la solarización o foto-oxidación de los iones Mn^{2+} a Mn^{3+} puede sugerir, como ya se ha hecho referencia anteriormente (ver apartado II.4.1.1.2), a la adición intencionada de manganeso como agente decolorante para la obtención de paneles de mayor transparencia (Jennings, 2015: 157). Estas franjas son perceptibles en un panel casi totalmente restituido hallado en Hettange-Grande (Mosela, Francia) (Cabart, 2005) (Fig. 44).

No obstante, estos conjuntos de vidrio de ventana soplado en cilindros pertenecientes a un mismo yacimiento, pero adscritos a distintos periodos, como los ya mencionados de Butrint, permiten establecer que los primeros paneles elaborados

mediante esta técnica eran de una mayor calidad que los que aparecen a partir de los siglos III y IV d.C. y, especialmente, los adscritos al siglo V d.C. (Jennings, 2015). Asimismo, la coloración de la masa de vidrio presenta tonalidades más claras en los paneles tempranos en comparación con los paneles más tardíos (Jennings, 2015: 160). Este cambio se asocia a un incremento de las prácticas de reciclado del vidrio en épocas más tardías, así como a una disminución de la calidad del vidrio en bruto disponible para la elaboración de los paneles (Jennings, 2015: 157).



Fig. 44. Panel de vidrio soplado restituído, donde se aprecian líneas de color morado debidas a un fenómeno de solarización o fotooxidación de los iones Mn^{2+} a Mn^{3+} , las cuales indican el empleo de manganeso como agente decolorante (Mosela, Francia) (Cabart, 2005: Fig. 44).

II.4.3 El vidrio soplado en corona o “cibas”

La técnica de soplado en corona comenzaba con la colocación de una posta de vidrio en el extremo de la caña de soplar. Una vez obtenida una esfera de las dimensiones deseadas, se adhería al puntel y se separaba de la caña. Mediante un continuo efecto de rotación del puntel y la ayuda de herramientas, el vidrio, aún en estado plástico, adquiría una forma cada vez más abierta hasta la obtención de un disco plano (Forbes, 1966: 185; Foy, Fontaine, 2008: 431; García-Heras *et al.*, 2012: 64). Estos cilindros se empleaban para cubrir vanos, bien de manera completa o mediante

la subdivisión en fragmentos de dimensiones y formas variadas (Forbes, 1966: 185) (Fig. 45).

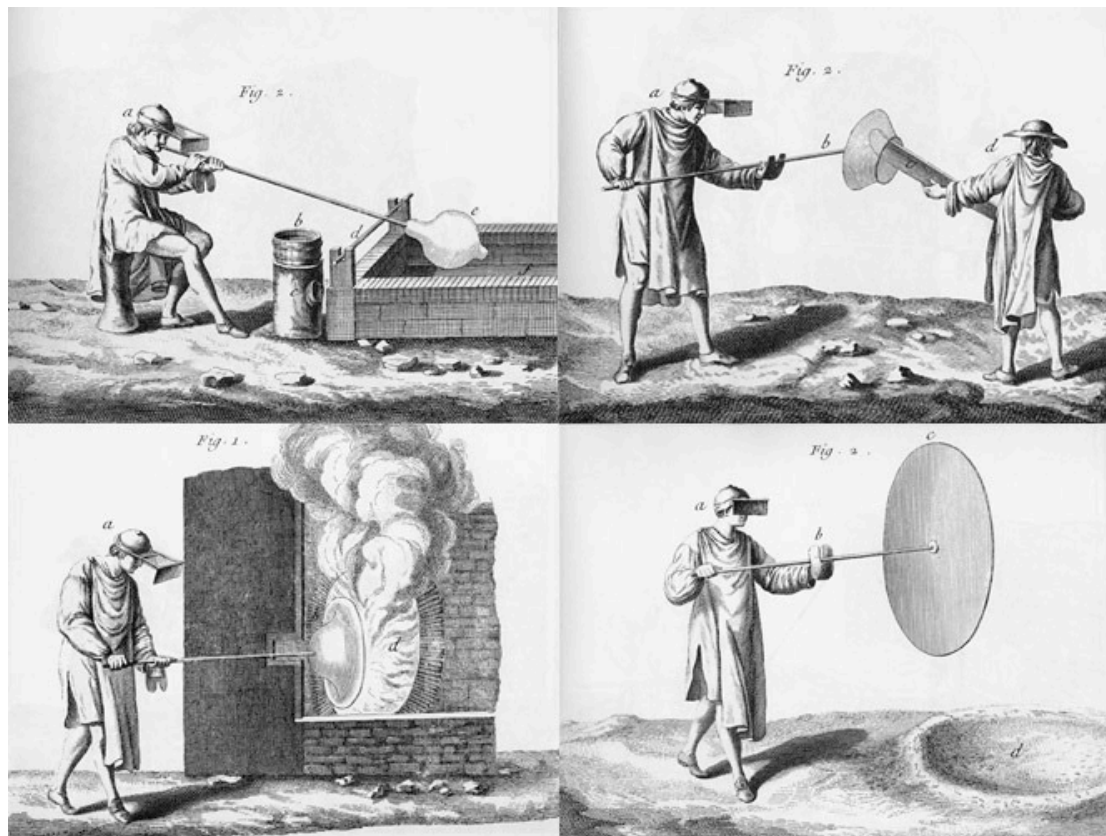


Fig. 45. Reconstrucción del proceso de obtención de vidrio plano mediante la técnica de soplado en coronas o “cibas” (Diderot, D’Alembert, 1751-1780): Láms. XI, XIV y XV).

Según un pasaje de la Mishná, el uso de paneles de vidrio soplado en coronas se remonta a inicios del siglo II d.C. en Galilea (Engle, 1987: 79-81). No obstante, no se conocen evidencias materiales que corroboren estos datos (Foy, Fontaine, 2008: 439). El vidrio de ventana elaborado por el procedimiento de soplado en coronas o “cibas”, pudo incorporarse a la arquitectura desde el siglo IV d.C. en adelante a tenor de los restos materiales recuperados (Forbes, 1966: 185; Vigil Pascual, 1969: 108; Foy, Fontaine, 2008: 439). A partir del siglo V y del siglo VI d.C. los testimonios de esta clase de vidrio aumentan, aunque estos descubrimientos parecen concentrarse en áreas del Mediterráneo oriental (Foy, Fontaine, 2008: 439) (Fig. 46).

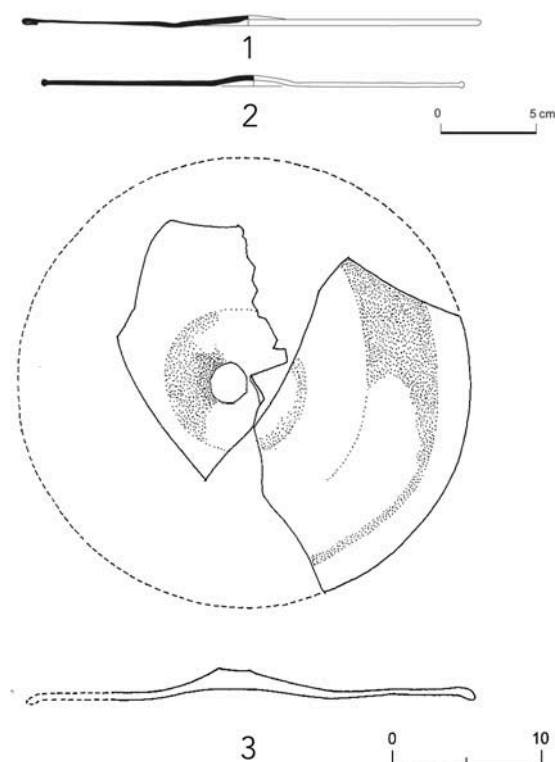


Fig. 46. Paneles de vidrio realizado mediante soplado en corona: (1) restitución del panel de las termas de Bosra (Siria) (Broise, 1991: Fig. 32; Foy, Fontaine, 2008: Fig. 32); (2) panel de la iglesia de San Vital de Rávena (Italia) (Deichmann, 1976)¹⁰; (3) panel de la iglesia de Sigilliya (Sinai) (Gorin-Rosen, 2000: Fig. 3).

Otros hallazgos destacados se produjeron en las intervenciones efectuadas en Gerasa (Jordania) (Meyer, 1988: 207-211) y en las termas de Marea (Egipto) (Kucharczyk, 2001: 68-69). Entre los materiales recuperados en estos lugares, datados entre los siglos VI-VIII d.C., un buen número de fragmentos de vidrio de ventana se habían elaborado mediante la técnica de soplado en coronas (Fig. 47).

En occidente la elaboración de esta variedad de paneles se extiende a partir de los siglos XII-XIII d.C. (Foy, Fontaine, 2008: 440; García-Heras *et al.*, 2012: 66) y tuvo una gran incidencia dentro del área de los Países Bajos y Normandía (García-Heras *et al.*, 2012: 66). En esta zona del Imperio existen algunos fragmentos que se han identificado como vidrio en corona del siglo IV d.C. en las excavaciones de

¹⁰ Imagen extraída de Foy, Fontaine, 2008: Fig. 32.

Chichester (Gran Bretaña) (Charlesworth, 1977: 182), del siglo VI d.C. en Bourse (Marsella) y del siglo VI-VII d.C. en Italia (Foy, Fontaine, 2008: 440). Todos ellos podrían tratarse de productos importados desde talleres orientales (Foy, Fontaine, 2008: 440).

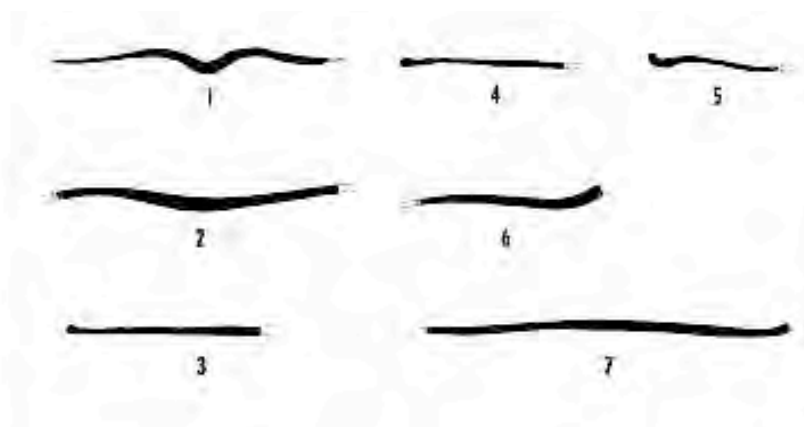


Fig. 47. Paneles de vidrio de ventana realizados mediante soplado en corona documentados en las excavaciones de las termas de Marea (Egipto) (Kucharczyk, 2001: Fig. 2).

II.4.3.1 Características morfológicas de los vidrios elaborados mediante soplado en corona

Al igual que sucede con las técnicas de elaboración expuestas anteriormente, los vidrios de ventana obtenidos mediante el soplado en corona tienen una serie de características comunes derivadas del proceso de manufactura. No obstante, estos son más fáciles de identificar respecto al resto de vidrios de ventana realizados mediante colado o soplado en cilindros.

II.4.3.1.1 Características externas

Los paneles elaborados mediante soplado en corona se asemejan a platos de escasa profundidad. Tienen unos 16-20 cm de diámetro y presentan un espesor acentuado en la parte central del disco, entre 3 y 5 mm, a causa de su unión con el puntel. Este engrosamiento muestra una marca denominada *omphalon* o *umbilicus*, una de las principales características que permite la identificación de esta clase de vidrios de

ventana (Forbes, 1966: 187; Vigil Pascual, 1969: 108; Dell'Aqua, 2004: 111; Foy, Fontaine, 2008: 431; García-Heras *et al.*, 2012: 64).

Los bordes son redondeados a fuego o realizados mediante un pequeño doblez, similar al tratamiento dado a algunos platos, lo que puede complicar su identificación cuando se documentan fragmentos de escasas dimensiones (Allen, 2002: 110).

II.4.3.1.2 Características de la masa vítrea

Al igual que en las técnicas anteriores, los paneles también son translúcidos y, como se trata de un proceso de soplado, ambos lados son brillantes. Otro de los rasgos más distintivos es la presencia de burbujas de aire, cuya forma alargada y en dirección concéntrica se origina por los movimientos rotatorios para la conformación del disco (Dell'Aqua, 2004: 111). Algunos ejemplos del palacio triconque de Butrint (Albania) muestran que, además de paneles incoloros, se elaboraban otros coloreados de forma intencionada en tonos púrpura o violeta y verde-azulado oscuro (Jennings, 2015: 161). No obstante, estos paneles coloreados son ejemplares más tardíos de los siglos X y XI d.C., ya que en este yacimiento no existen evidencias de este tipo en centurias anteriores (Jennings, 2015: 161).

II.4.4 Sistemas de instalación de los paneles de vidrio en la arquitectura de época romana

Uno de los problemas más destacados a la hora de reconstruir los sistemas de instalación de los paneles de vidrio en la arquitectura del periodo romano, es que, en la mayoría de los casos, no se conservan en los yacimientos. Esto se debe a que se realizaban con materiales de naturaleza orgánica o porque fueron sustraídos de los edificios para su reutilización o reciclaje. Solo en casos excepcionales, como por ejemplo los de las ciudades del área vesubiana, algunos vidrios de ventana permanecieron *in situ* manteniendo los elementos de sujeción, los cuales arrojan luz sobre la existencia de una gran variedad de soluciones (Fig. 48).

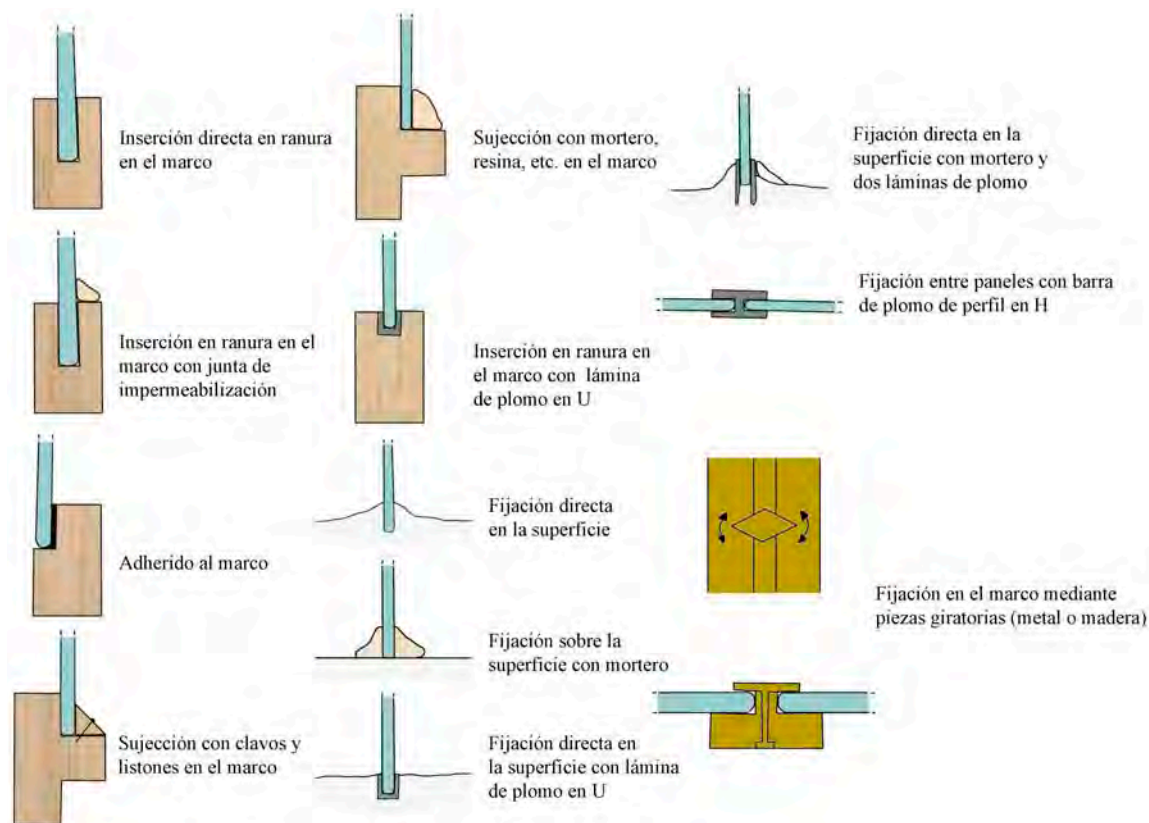


Fig. 48. Esquema de los sistemas de fijación de vidrios de ventana documentados en la arquitectura romana (elaborado a partir de Vipard, 2009: Fig. 6).

II.4.4.1 Inserción directa y empleo de marcos o bastidores de madera, metal, piedra y yeso

El sistema más sencillo de disposición de una placa de vidrio o de algún material translúcido en un vano de ventana, era su inserción en el paramento de forma directa, sin ningún tipo de marco o bastidor, y adherido al mismo mediante argamasa (Foy, Fontaine, 2008: 426; Vipard, 2009: 4). Se han documentado restos en la superficie de algunos de los fragmentos de vidrio recuperados que atestiguan el uso de morteros de cal de tonalidades blancas o rosáceas (Foy, Fontaine, 2008: 426; Cosyns, 2009), así como morteros de yeso o morteros en los que se añadía cerámica machacada (chamota) (Foy, Fontaine, 2008: 426). En este último caso, la cerámica favorecía la hidrofugación y garantizaba un óptimo sellado del panel. La conservación de esta clase de depósitos en la superficie del vidrio es una herramienta útil para la identificación de

algunos fragmentos de borde de escasas dimensiones como vidrio de ventana, ya que en ocasiones podrían confundirse con otras clases de recipientes (Allen, 2002: 110).

Algunos ejemplos significativos de esta clase de morteros se han documentado en los vidrios de ventana de la *villa* de Villers-le-Bouillet (Bélgica) (Cosyns, 2009) o en un fragmento recuperado en las instalaciones del taller de vidrio de la calle Basinghall 35 en Londres, el cual, a pesar de formar parte de una acumulación de materiales para su posterior reciclado, aún conservaba restos del mortero de sellado (Fig. 49) (Wardle, Shepherd, 2015: 42).



Fig. 49. Fragmento de vidrio de ventana con mortero de sellado adherido recuperado en las excavaciones de la calle Basinghall 35 de Londres (Wardle, Sheperd, 2015: Fig. 43).



Fig. 50. Fragmentos de un panel de vidrio hemisférico *in situ* en un *oculus* de las termas femeninas de Herculano (Fontaine, Foy, 2005b: Fig. 22).

Fragmentos de vidrio insertos de forma directa entre el muro de fábrica y los morteros de revestimiento del paramento aún pueden observarse *in situ* en algunas de las ventanas circulares de las termas femeninas de Herculano (Fontaine, Foy, 2005b: Figs. 21-22) (Fig. 50), o los hallados en la Casa I.8, 13 de Pompeya (Foy, Fontaine, 2008: 423-424).

Este método solía aplicarse en aquellas ventanas cuyas dimensiones solo precisaban de la instalación de un único panel, como por ejemplo los *oculi*. El principal inconveniente que presentaba la adopción de este tipo de solución era que los vanos permanecían sellados sin posibilidad de apertura y, en caso de rotura del panel, era preciso intervenir en el paramento para su sustitución (Foy, Fontaine, 2008: 427). Aunque este tipo de cerramiento es poco usual en el Mediterráneo oriental en los vanos circulares de las bóvedas, existen algunos testimonios más tardíos del uso de paneles de vidrio elaborado mediante soplado en corona que se habrían colocado siguiendo este sistema, como el caso de la ermita copta en Kellia (Egipto) (Foy, Fontaine, 2008: 441) (Fig. 51).

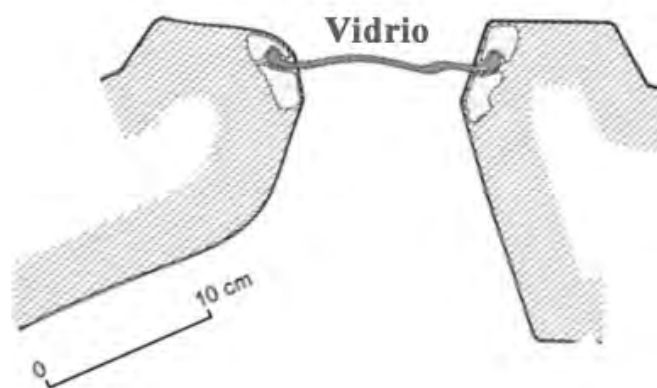


Fig. 51. Reconstrucción de la inserción de un panel de vidrio soplado en corona en uno de los vanos de un ábside de la ermita QR 195 en Kellia (Egipto) (Foy, Fontaine, 2008: Fig. 33).

Sin embargo, la documentación de restos de argamasa en algunos fragmentos de bordes de vidrios de ventana no es solo indicativa de su inserción en el paramento de forma directa. Estos morteros y, posiblemente, resinas, masillas o alquitrán, se emplearon frecuentemente para el sellado de los paneles cuando se colocaban en

marcos y bastidores de madera, metal o piedra (Chipiez, 1877-1919: 1039; Forbes, 1966: 186; Foy, Fontaine, 2008: 436; Vipard, 2009: 5). La mayor ventaja que permitían estos sistemas era la cubrición de vanos de grandes dimensiones y su fácil sustitución, en caso de que se produjese la rotura de alguna de las placas.

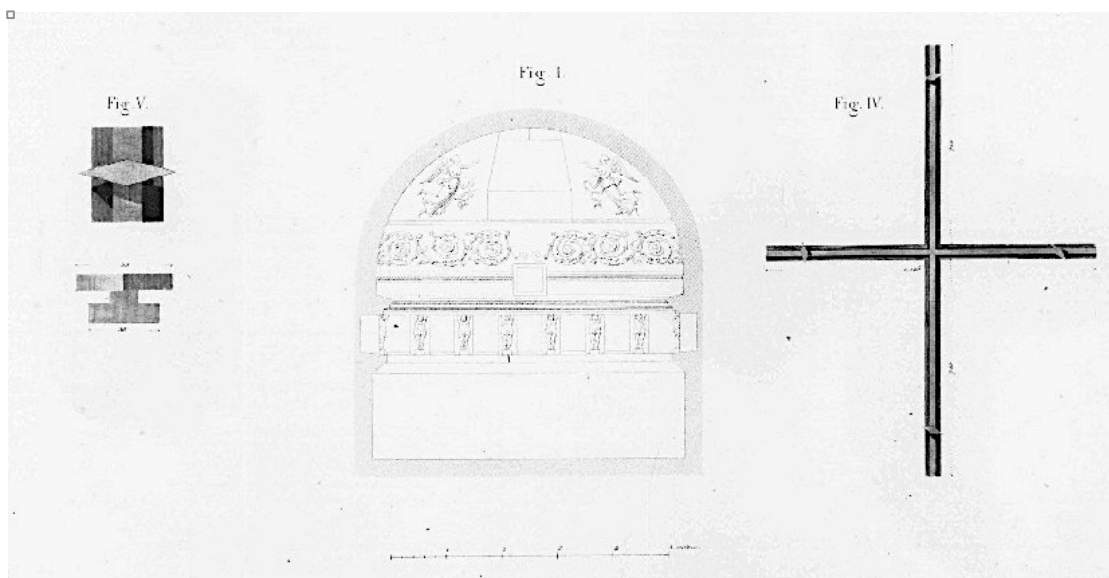


Fig. 52. Bastidor de bronce del vano del *tepidarium* de las termas del foro de Pompeya (Mazois, 1829: Fig. 50).

Los marcos más sencillos estaban constituidos por una única pieza de bronce o madera que sustentaba el panel, mientras que otros disponían de un amplio sistema de listones ortogonales. Los más sofisticados tenían, además, mecanismos de cierre y apertura para permitir la óptima ventilación de los espacios interiores. Ejemplos de estos sistemas de cierre-apertura se han documentado en un vano circular del *apodyterium* de las termas del foro de Pompeya, el cual estaba cubierto por un panel hemisférico instalado en un marco de bronce con dos bisagras (Mau, 1902: 535), y en uno de los vanos del *tepidarium* del mismo edificio. Este último caso no se preserva en su lugar en la actualidad, pero fue descrito minuciosamente e ilustrado por F. Mazois en 1829. Este autor destaca el particular sistema de pomos giratorios realizados en bronce, al igual que el resto del bastidor, que permitían la retirada de los paneles

cuando se deseaba mantener el vano abierto (Chipiez, 1877-1919: 1039, Fig. 2945; Foy, Fontaine, 2008: 427; Vipard, 2009: 5) (Fig. 52).

El sistema de bastidor ortogonal parece haber sido el preferente para vanos de ventana de forma cuadrangular o absidada, aunque también debió emplearse en la cubrición de vanos circulares u *oculi*.

Algunos bastidores cuadrangulares realizados en madera se han conservado carbonizados y de forma parcial en algunas de las casas de Pompeya y Herculano, como por ejemplo los listones que cerraban una parte del pórtico oriental del *viridarium* de la Casa del atrio en mosaico en Herculano (Vipard, 2009: 6) (Fig. 53).



Fig. 53. Bastidor de madera del pórtico oriental del *viridarium* de la Casa del atrio en mosaico en Herculano (Vipard, 2009: Fig. 9).

Existen otros sistemas que podrían denominarse como mixtos, empleando las dos técnicas de sujeción anteriormente mencionadas. Este sería el caso de uno de los vanos de ventana del *apodyterium* de las termas femeninas de Herculano, que estaría

cubierto por varios paneles insertos en su lado exterior en el paramento y sujetos en la parte central por un travesaño o barra de metal (Vipard, 2009: 4).

Los marcos o bastidores realizados en piedra, similares a las celosías o *clathri*, también se acondicionaron para la instalación de placas mediante la presencia de rebajes y orificios que permitían la inserción de elementos para su sujeción. Esta clase de bastidores se ha hallado en las excavaciones de la basílica de Bir Ftouha en Cartago (Túnez), de mediados del siglo VI d.C., o en la iglesia de la misma cronología de St. Polyeuctes Sarançhane en Estambul (Foy, Fontaine, 2008: 437). En *Hispania* un ejemplo de ello es la celosía en piedra procedente de la finca Los Alisares en Mérida, que actualmente forma parte de la colección expuesta en el Museo Nacional de Arte Romano (Fig. 54). Esta pieza, de grandes dimensiones, presenta cinco orificios circulares con un pequeño rebaje y tres pequeños orificios circundantes que aún conservan restos metálicos, posiblemente para sustentar alguna lámina de vidrio o de algún mineral (Bernárdez Gómez, Guisado di Monti, 2007: Fig. 7).



Fig. 54. Celosía en piedra expuesta en el Museo Nacional de Arte Romano en Mérida (A. Velo Gala).

Ejemplos más tardíos, como los de las termas de Marea (Egipto), fechados desde el siglo VI al VIII d.C., atestiguan el uso de grandes bastidores realizados en mortero de yeso que estaban cerrados por vidrios elaborados por soplado en cilindros y en corona (Fig. 55) (Kucharczyk, 2001). Aunque los restos recuperados no han

permitido la restitución completa de ninguno de los marcos, parece que siguieron diseños con un patrón geométrico (Kucharczyk, 2001: 69). No obstante, en el conjunto se han recuperado dos con forma de corazón, uno de los cuales aún preservaba restos del panel de vidrio que lo cerraba, atestiguando otros diseños más elaborados, los cuales permitirían un mayor aporte de luz (Kucharczyk, 2001: 69).



Fig. 55. (Izq.) Bastidores de yeso circulares; (dcha.) y con forma de corazón, documentados en las termas de Marea (Egipto) (Kucharczyk, 2001: Figs. 3 y 4).

II.4.4.2 El sistema de doble instalación de bastidores de vidrio

La necesidad de mantener unas condiciones térmicas específicas en algunas de las salas de uso termal, propició el desarrollo de sistemas de cierre optimizados que garantizaran estas condiciones. Aunque el cierre de los vanos de ventana mediante láminas de vidrio debió suponer un gran avance, en algunas de estas edificaciones, concretamente en las termas suburbanas de Herculano o en las termas de Neptuno en Ostia, se ha documentado un sistema basado en el cierre de vanos con un doble bastidor (Fig. 56). En el caso de las termas de Herculano, los marcos de la ventana perteneciente a la sala de la *natatio* mantenían una distancia entre sí de unos 10 cm y soportaban paneles de unos 80 x 80 cm, mostrando un esquema similar al del resto de vanos de las salas calientes (Broise, 1991: 62-63). En Ostia se trata de dos ventanas que distan 1,20 m entre sí y que permitían el paso de calor desde el *caldarium* hasta el *apodyterium* (Broise, 1991: 64). Otro ejemplo de similares características se halló en las termas de Odessos (Varna, Bulgaria), donde se documentó un doble panel de vidrio en

un marco realizado en mármol (Vipard, 2009: nota 28). Este mecanismo garantizaba el mantenimiento de una temperatura constante, con el consiguiente ahorro en combustible, y, además, evitaba las condensaciones por calor en la superficie del vidrio (Broise, 1991: 62; Vipard, 2009: 5).

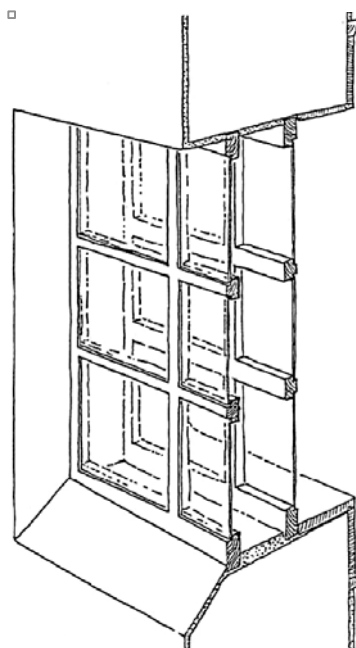


Fig. 56. Reconstrucción del sistema de doble bastidor de las termas suburbanas de Herculano (Baatz, 1991¹¹).

II.4.4.3 El uso de plomo en la instalación de vidrios de ventana

El hallazgo de piezas realizadas en plomo en los mismos contextos donde se han localizado algunos de los materiales de revestimiento de las ventanas o los marcos para su instalación, ha revelado la importancia de su uso en estos sistemas desde época romana. Los elementos de plomo presentes en los vanos de la arquitectura de este periodo se utilizaban como material auxiliar para garantizar el sellado y la sujeción entre el panel y el bastidor. También se empleaba como perfil, de sección en H, para permitir la unión de varias placas en un vano sin necesidad de una estructura rígida que las sostenga. Mediante este último dispositivo se minimizaban los espacios entre los

¹¹ Imagen extraída de Vipard, 2009: Fig. 7.

paneles, favoreciendo la penetración de la luz en las estancias (Foy, Fontaine, 2008: 427).

Las tiras de plomo también se utilizaron como piezas de sujeción mediante su inserción en orificios. De esta manera, evitaban desplazamientos de las placas en los bastidores, como por ejemplo atestigua el caso citado de la iglesia de St. Polyeuctes Sarançhane en Estambul (Foy, Fontaine, 2008: 437). Otras, de mayores dimensiones, aparecieron en los mismos contextos que algunos vidrios de ventana, como los de la *villa* de Ronda del Marrubial en Córdoba (Velo Gala, 2016: 59). Estos materiales podrían asociarse a los marcos o bastidores que sustentaban los paneles y su función sería evitar las oscilaciones provocadas en las ranuras por la irregularidad del espesor de los vidrios planos obtenidos mediante colado y estirado (Velo Gala, 2016: 59).



Fig. 57. Reconstrucción de los paneles de vidrio y del sistema de sujeción de uno de los vanos del *apodyterium* de la *villa* El Bosseno en Carnac (Morbihan, Francia) (Vanpeene, 2005: Fig. 14b).

De mayores dimensiones, y asociados a una estructura metálica de hierro, son los ganchos de plomo que se hallaron junto a los paneles de vidrio de la *villa* El Bosseno en Carnac (Morbihan, Francia) (Fig. 57). Estos materiales pertenecieron a alguno de los vanos del *apodyterium* de los baños privados de la *villa* y se interpretaron en 1887 por James Milne como parte del sistema de instalación (Vanpeene, 2005: 27-

28). Se desconoce exactamente si estas tiras solo actuaban como medio de sujeción o formaron parte de algún tipo de mecanismo de apertura (Vanpeene, 2005: 27-28).

Hay testimonios arqueológicos que confirman que la creación de vitrales de composiciones más elaboradas insertos en redes de plomo, surgieron en el momento en el que el vidrio de ventana elaborado mediante el soplado en cilindros comienza a predominar como sistema de cierre de vanos (Foy, Fontaine, 2008: 442). Esta técnica sería, posiblemente y en sus inicios, un proceso basado en la reutilización y la adaptación de fragmentos de recipientes de vidrio y vidrio de ventana colado desechados (Foy, Fontaine, 2008: 442), tal como demuestran los paneles de Tirlémont (Bélgica), hallados en contextos del siglo III d.C. (Cosyns, 2005: 50) (Fig. 58). Otros ejemplos iconográficos corroborarían esta hipótesis como, por ejemplo, el mosaico de Aquiles en Skyros de la *villa* romana de La Olmeda (Palencia, España), fechado en el siglo IV d.C. (De Palol y Salellas, 1982: 54) (Fig. 13), en el cual puede observarse una red irregular con fragmentos de algún material translúcido (Velo-Gala, Garriguet Mata, 2017: 168).

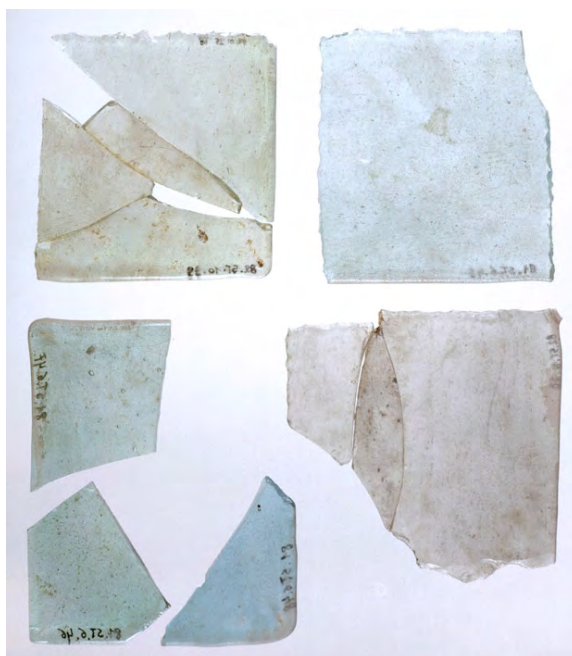


Fig. 58. Paneles de vidrio de ventana realizados mediante colado y estirado hallados en Tirlémont (Bélgica), posiblemente reaprovechados, de dimensiones similares y con huellas de recorte para su adaptación a un vano (Cosyns, 2005: Fig. 47).

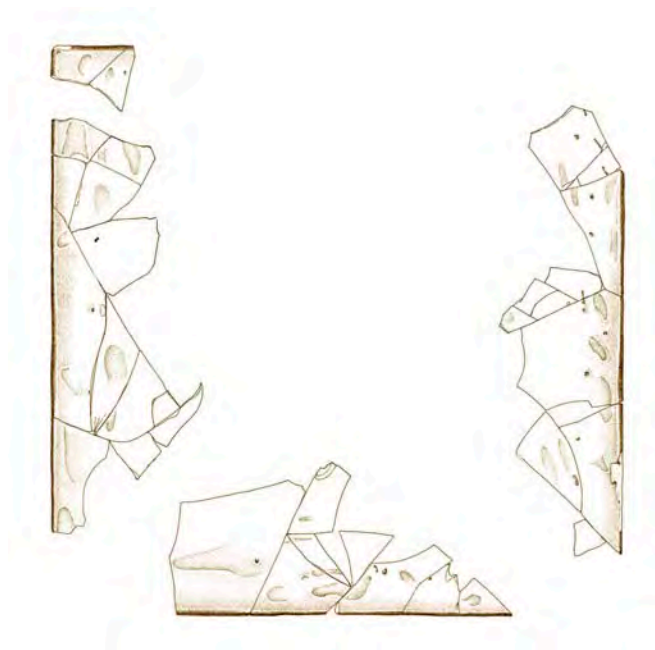
No obstante, su aparición en este momento no debió de ser casual, ya que la utilización de redes de plomo para la sustentación de fragmentos de vidrio colado pudo ser limitada por el exceso de peso que tenían esta clase de paneles. Los vidrios realizados mediante soplado o en corona eran de un menor espesor que los precedentes y mucho más aptos para la adopción de estas soluciones.

Diversas tiras de plomo de sección en H, junto con fragmentos de vidrio de varios colores, se han documentado en los monasterios de Wearmouth y Jarrow en Northumbria, en contextos datados desde el siglo VII hasta el IX d.C. (Cramp, 1975; Harden, 1978: 7-8). Aunque los vidrios podrían haberse instalado en los vanos mediante una red de plomo, en el caso de Jarrow los fragmentos recuperados parecen indicar que sirvieron como apoyo a la instalación de los vidrios en un marco de madera que, por los rebajes de la ventana, facilitaba su portabilidad (Cramp, 1975: 95).

Un mayor número de fragmentos de plomo, hasta 110, se documentaron en Tours (Francia), de los cuales el ejemplar más antiguo procede de contextos del siglo V d.C. de las excavaciones del claustro de San Martín (Motteau, 2005: 101). El mayor número de testimonios procede de los siglos VIII-IX d.C., aunque en el conjunto recuperado no pudo determinarse ninguna característica relacionada con el alma o las alas del perfil que pudiera asociarse con la cronología (Motteau, 1985: 42-43). Otras evidencias proceden de depósitos del siglo IX d.C. del Monasterio de San Vincenzo al Volturno (Molise, Italia), que estaban asociadas a fragmentos de vidrio de ventana de formas geométricas que configurarían algunos diseños sencillos de vitrales (Dell'Acqua, 1997: 38-39). Sin embargo, es posible que sí existiera una correlación con un aumento del retoque en muescas de los bordes de los fragmentos de vidrio de los paneles y el uso de las redes de plomo, debido a la necesidad de un mayor ajuste de las piezas para la composición del panel (Motteau, 1985: 42).

No será hasta el siglo VII d.C. cuando surjan formas más variadas para la composición de vitrales de diversos colores, apareciendo una centuria después los primeros testimonios de pintura sobre vidrio (grisalla), tal como atestiguan los ejemplos franceses de Saint-Denis y Normandía (Foy, 2005: 63).

III. EL VIDRIO DE VENTANA EN *HISPANIA*

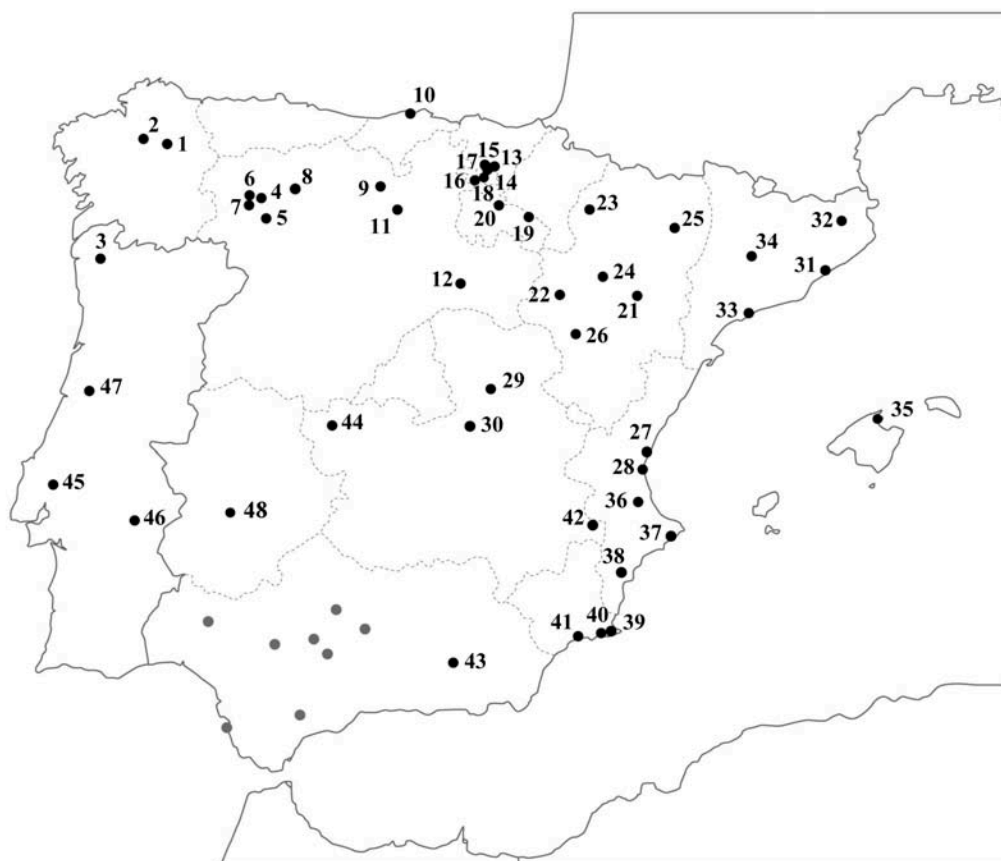


La utilización del vidrio de ventana en la arquitectura hispanorromana está confirmada por la presencia de numerosos testimonios en varios de los yacimientos distribuidos en esta área geográfica. En concreto ha sido la provincia romana Tarraconense, y sobre todo en la zona del *conventus Caesaraugustanus*, donde se han registrado el mayor número de hallazgos en *Hispania*. La identificación de esta cantidad de ejemplares entre los materiales recuperados de numerosas intervenciones arqueológicas en esta provincia se debe, principalmente, al desarrollo de investigaciones interesadas en el conocimiento de esta tipología de vidrios en algunos de los yacimientos de esta zona. En el resto de los territorios ocupados por otras provincias hispanas, Lusitania y la Bética, probablemente su presencia sea similar en número, aunque los estudios donde aparece el vidrio de ventana romano desarrollados hasta la fecha han sido bastante reducidos.

De manera general, solo en escasas ocasiones el vidrio de ventana hispano ha ocupado un papel destacado en las publicaciones. En otras aparece mencionado como parte de los materiales recuperados en las intervenciones, sin proceder a un análisis pormenorizado que permita conocer las principales características que definen cuáles fueron los procesos de elaboración de estos ejemplos. Por estos motivos la recopilación de todos los hallazgos efectuados en la Península se convierte en una labor compleja.

Los fragmentos identificados hasta el momento pertenecen a las dos tipologías más comunes dentro de esta clase de vidrios: planos cuadrangulares y circulares hemisféricos (véase capítulo II.4.1.1.4). No obstante, la gran mayoría de los testimonios se corresponden con los primeros. Todos estos hallazgos permiten establecer un panorama de distribución del vidrio de gran amplitud en el norte peninsular, destacando su presencia tanto en la arquitectura pública como privada y en centros de producción vidriera (Fig. 59).

Debido a la gran extensión geográfica de las provincias Tarraconense y Lusitania, los testimonios que se exponen a continuación se han dividido según los *conventus iuridici* a los que pertenecieron.



- | | |
|--|---|
| 1. <i>Lucus Augusti</i> (Lugo) | 25. <i>Labitolosa</i> (La Puebla de Castro, Huesca) |
| 2. <i>Cidadela</i> (Sobrado dos Monxes, La Coruña) | 26. <i>Leonica</i> (La Loma-Fuentes Claras, Teruel) |
| 3. <i>Bracara Augusta</i> (Braga) | 27. Sagunto (Valencia) |
| 4. <i>Asturica Augusta</i> (Astorga, León) | 28. <i>Valentia</i> (Valencia) |
| 5. <i>Petavonium</i> (Rosinos de Vidriales, Zamora) | 29. <i>Ercavica</i> (Castro de Santaver-Cañaveruelas, Cuenca) |
| 6. Santa Colomba de Somoza (León) | 30. Segóbriga (Saelices, Cuenca) |
| 7. Corona de Quintanilla (Quintanilla de Somoza, León) | 31. Torre Llauder (Mataró, Barcelona) |
| 8. <i>Lancia</i> (León) | 32. <i>Villa de Vilauba</i> (Gerona) |
| 9. San Millán (Herrera de Pisuerga, Palencia) | 33. <i>Tarraco</i> (Tarragona) |
| 10. San Juan de Maliaño (Camargo, Santander) | 34. <i>Iesso</i> (Guissona, Lérida) |
| 11. <i>Segisama</i> (Sasamón, Burgos) | 35. <i>Pollentia</i> (Alcudia, Mallorca) |
| 12. <i>Vxama</i> (Burgo de Osma, Burgos) | 36. Els Alters (Énova, Valencia) |
| 13. Albeiumendi (San Román de San Millán, Álava) | 37. Baños de la Reina (Calpe, Alicante) |
| 14. <i>Suestatium</i> (Arcaya, Álava) | 38. <i>Ilici</i> (Elche, Alicante) |
| 15. <i>Iruña-Veleia</i> (Iruña de Oca, Álava) | 39. <i>Villa Huerta del Paturro</i> (Portmán, Murcia) |
| 16. Cabriana (Comunión, Álava) | 40. <i>Carthago Nova</i> (Cartagena, Murcia) |
| 17. Cascajuetas (Ariñez, Álava) | 41. Puerto de Mazarrón (Murcia) |
| 18. <i>Uralde</i> (Condado de Treviño, Burgos) | 42. <i>Villa de Las Torres</i> (Almansa, Albacete) |
| 19. <i>Calagurris</i> (La Calahorra, La Rioja) | 43. <i>Acci</i> (Guadix, Granada) |
| 20. <i>Vareia</i> (Logroño, La Rioja) | 44. El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo) |
| 21. <i>Celsa</i> (Velilla de Ebro, Zaragoza) | 45. <i>Scallabis</i> (Santarém, Portugal) |
| 22. Bilibis (Huerméda-Calatayud, Zaragoza) | 46. Santa Vitória do Ameixial (Estremoz, Évora) |
| 23. Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza) | 47. <i>Conimbriga</i> (Coímbra) |
| 24. <i>Caesar Augusta</i> (Zaragoza) | 48. Mérida |

Fig. 59. Mapa de la península ibérica con algunos de los hallazgos de vidrio de ventana romano en las provincias Tarraconense, Lusitania e indicación (en gris) de los ejemplos de la Bética, tanto publicados como inéditos.

III.1 El vidrio de ventana en las provincias hispanas Tarraconense y Lusitania

El territorio ocupado por el valle del Ebro ha sido uno de los enclaves más destacados para el estudio del vidrio de ventana durante la época romana, a nivel peninsular. Esto se debe, en gran medida, a algunos hallazgos relevantes, y al desarrollo de las investigaciones realizadas por E. Ortiz Palomar y J. Á. Paz Peralta en los contextos de yacimientos tan importantes como *Caesaraugusta*, Bómbilis y Los Bañales, todos ellos en la provincia de Zaragoza (Ortiz Palomar, 2001c; Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997). Por su extensión, mucho mayor que el resto de provincias, o debido a un interés en la consideración de todos los materiales recuperados en las excavaciones, lo cierto es que la presencia del vidrio de ventana en la provincia Tarraconense es destacada. En cambio, la provincia Lusitania muestra un número menor de testimonios. Es posible que, al igual que sucede en la Bética, haya existido un escaso interés por estos materiales y que, en realidad, su presencia en la arquitectura romana de este territorio sea equiparable a la de otras zonas más septentrionales.

III.1.1 El vidrio de ventana en la provincia romana Tarraconense

La provincia Tarraconense se encuentra dividida en siete *conventus iuridici*, creados para garantizar la administración política y económica de este territorio: *Lucensis*, *Bracarenensis*, *Asturicensis*, *Cluniensis*, *Caesaraugustanus*, *Tarraconensis* y *Carthaginiensis* (Albertini, 1923).

En todos los *conventus iuridici* se han localizado yacimientos donde el registro de vidrio de ventana romano ha sido positivo. Aunque en la mayoría de estos lugares la presencia de esta clase de vidrios es meramente residual, un número determinado de yacimientos ha proporcionado un volumen de material suficiente para establecer algunas hipótesis sobre la funcionalidad de estos paneles y su posible lugar de instalación.

III.1.1.1 *El conventus Lucensis*

Entre los yacimientos ubicados más al noroeste de la provincia Tarraconense donde ha aparecido esta tipología de vidrio, se encuentra *Lucus Augusti* (Lugo, Galicia). La actual ciudad fue fundada sobre un campamento militar y nombrada capital del *conventus Lvcensis* en época de Augusto (Rodríguez Colmenero, 2011: 39).

Las excavaciones realizadas en la calle Clérigos revelaron una serie de estructuras que se correspondían con una *domus*, donde, además, se documentó un horno dedicado a la producción de vidrio (Rodríguez Colmenero, 2011: 88). Entre los objetos recuperados asociados a estas estructuras, se identificaron algunos fragmentos de vidrio plano de ventana (Rodríguez Colmenero, 2011: 88). El registro de esta clase de materiales condujo a plantear que, en estas instalaciones, la elaboración de vidrios planos para el cierre de vanos pudo formar parte de los materiales que allí se manufacturaron (Rodríguez Colmenero, 2011: 88). Sin embargo, los restos de los paneles podrían ser parte de los materiales recopilados para su reciclado, ya que en las inmediaciones también se halló un espacio termal, edificado en el siglo III d.C., vinculado a una de las *domus* que ocupaba esta *insula* (García-Entero, 2005: 249).

Otro de los yacimientos situados en esta zona de la Península donde se ha documentado vidrio de ventana, es el campamento militar romano de *Cidadela* (Sobrado dos Monxes, La Coruña). Entre los materiales pertenecientes a las campañas arqueológicas, desarrolladas entre los años 1981 y 1997, se distinguieron hasta un total de 23 fragmentos de vidrio plano (Fig. 60). El estudio de estos vidrios fue realizado y publicado por J. M. Caamaño Gesto y M^a A. Vázquez Martínez (2001).

El mayor número de fragmentos de vidrio de ventana apareció durante el primer año de excavaciones, con un total de 15 unidades (Caamaño Gesto, Vázquez Martínez, 2001: 208). Estas piezas se descubrieron, junto con *tegulae* con un orificio central, en un nicho de la estancia de una de las dos dependencias de la parte trasera del *principia* o cuartel general (Caamaño Gesto, Vázquez Martínez, 2001: 208). Dos años después, en el espacio comprendido entre el *principia* y un posible almacén, se localizaron tres nuevos fragmentos (Caamaño Gesto, Vázquez Martínez, 2001: 209). Otros dos se recuperaron en el año 1996 en las excavaciones del *praetorio* y el

intervallum y, finalmente, un año después apareció el último en las proximidades del *principia* (Caamaño Gesto, Vázquez Martínez, 2001: 209).

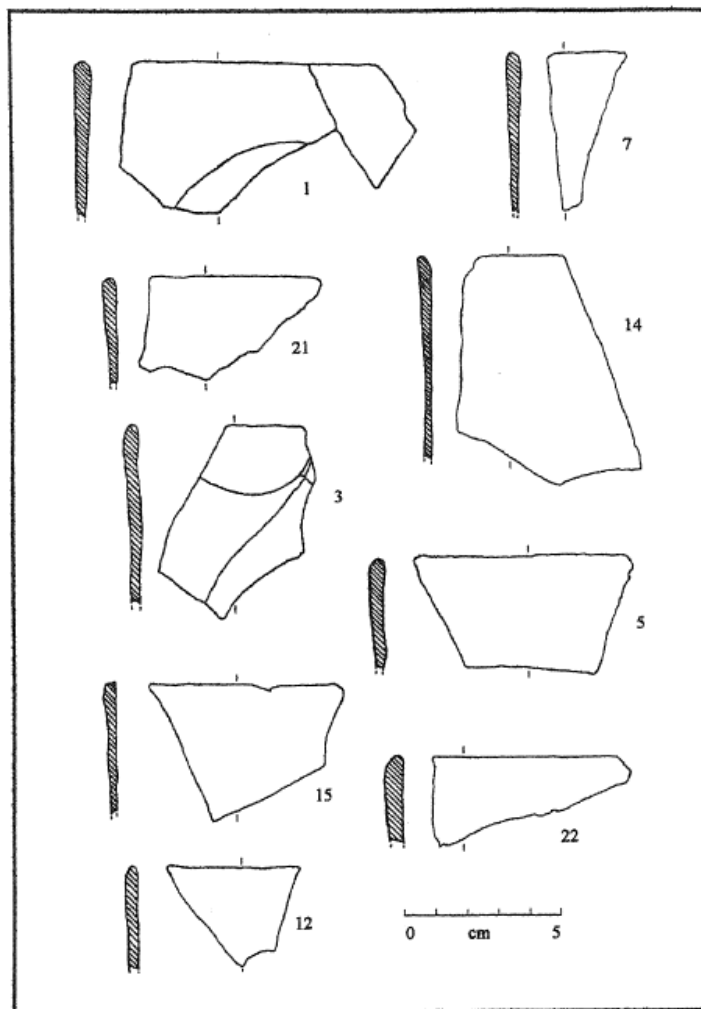


Fig. 60. Fragmentos de algunos de los bordes de vidrio de ventana recuperados en el campamento militar romano de *Ciudadela* (Sobrado dos Monxes, La Coruña) (Caamaño Gesto, Vázquez Martínez, 2001: Fig. 3).

Según los datos arrojados por el estudio de estos materiales, se trata de vidrios que presentan dos superficies bien diferenciadas, una mate y otra brillante, con huellas de las herramientas empleadas en la elaboración de los paneles (Caamaño Gesto, Vázquez Martínez, 2001: 209). En el lado mate se han observado pequeños surcos en las zonas próximas a los bordes, lo que ha llevado a interpretar que se usaron moldes o superficies de madera en los procesos de elaboración (Caamaño Gesto, Vázquez

Martínez, 2001: 2009). En relación con el color, las tonalidades de los fragmentos oscilan entre los tonos verdes y ámbar (Caamaño Gesto, Vázquez Martínez, 2001: 209).

A pesar de que todos los datos anteriores indican claramente un proceso de colada para la elaboración de los vidrios de ventana hallados en *Cidadela*, los autores plantean la técnica del soplado en cilindros (Caamaño Gesto, Vázquez Martínez, 2001: 210). Esta propuesta está basada en la hipótesis de que esta técnica no requeriría de instalaciones especiales, pudiendo aprovecharse los hornos vidrieros para la elaboración de otro tipo de recipientes de menor tamaño (Caamaño Gesto, Vázquez Martínez, 2001: 210). Sin embargo, por las características descritas, los fragmentos parecen pertenecer a paneles elaborados mediante colada. La recuperación de otros materiales ha permitido establecer una cronología para estos vidrios que oscila entre los siglos II-IV d.C. (Caamaño Gesto, Vázquez Martínez, 2001: 206).

III.1.1.2 El conventus Bracarensis

Dentro del *conventus* Bracarensis, el vidrio de ventana romano ha sido identificado en varias intervenciones realizadas en *Bracara Augusta* (Braga, Portugal). Estos materiales han formado parte de una Tesis Doctoral dedicada al vidrio romano en la zona del noroeste peninsular (da Cruz, 2009a). Concretamente, los hallazgos pertenecen a tres actuaciones arqueológicas efectuadas en el entorno urbano actual: las termas públicas del *Alto da Cividade*, la ínsula de las *Carvalheiras* y la de *Cavaliariças* (da Cruz, 2009a: 155). Entre los lugares anteriormente mencionados, hay que señalar el destacado volumen de fragmentos procedentes de las termas públicas del *Alto da Cividade*. Este amplio grupo permitió la restitución parcial de un panel cuadrangular plano (Fig. 61) que, a diferencia de otros ejemplos recuperados en otras zonas de *Hispania*, presenta unas amplias manchas marrón-púrpura producidas por la adición de manganeso para su decoloración (da Cruz, 2009b: 155).

Estos fragmentos se recuperaron en un contexto asociado a la parte central del edificio (Martins, 2005: 38). No obstante, pudieron pertenecer a los vanos de la fachada oeste que tuvo que ser destruida para la ampliación de la *palestra*, creando un

nuevo espacio que envolvía la piscina de agua fría (Martins, 2005: 38). Otros materiales han permitido fechar esta modificación de las estructuras originales de las termas a finales del siglo II o principios del III d.C. (Martins, 2005: 38). Según estos datos, los vidrios podrían pertenecer al momento de ocupación del lugar en el siglo II d.C.



Fig. 61. Fragmentos de un panel de vidrio de ventana recuperados en la excavaciones de las termas públicas del *Alto da Cividade* (Braga, Portugal), restitución e imagen de los fragmentos (da Cruz, 2009b: 259).

Dentro del grupo de fragmentos hallado en *Bracara Augusta* también se identificó la presencia de un panel de vidrio de ventana hemisférico. Se trata de una pieza de tonalidades verdosas que conservaba de manera parcial el borde y el arranque de la parte central abombada. Aunque no se aporta información sobre el contexto de hallazgo, el autor indica que podría haber ocupado algún vano circular en algún edificio de carácter termal (da Cruz, 2009b: 259). Para el resto de fragmentos recuperados en este yacimiento se desconoce la información respecto a su morfología o contexto de hallazgo.

III.1.1.3 El conventus Asturicensis

Asturica Augusta (Astorga, León), capital del *conventus Asturicensis*, se ha identificado como otro de los centros de producción de vidrio secundarios en *Hispania* que estuvo activo entre mediados del siglo I y el IV d.C. (da Cruz, 2009a: 238).

Entre los edificios de uso termal de época romana conocidos en la ciudad, las excavaciones en las denominadas termas menores han aportado testimonios de vidrio plano. Este edificio se hallaba situado en el lado oeste de la urbe junto a la muralla tardorromana (Burón Álvarez, 2006: 296). Construidas a mediados del siglo I d.C., y con importantes modificaciones en la centuria siguiente, las termas se abandonaron a mediados del siglo III d.C. para crear una zona de tránsito junto al lienzo de la muralla (Burón Álvarez, 2006: 296-297). Precisamente, es en los estratos de colmatación donde se han conservado muchos de los elementos constructivos de las termas, entre los cuales figuran los fragmentos de vidrio de ventana anteriormente mencionados (Burón Álvarez, 2006: 297).

Entre otros ejemplos de esta clase de vidrios recuperados en los contextos de la ciudad, destaca el hallazgo de algunos fragmentos de paneles hemisféricos (Fig. 62). Los bordes de las piezas permiten calcular las dimensiones de, al menos, dos de los paneles, los cuales alcanzarían 55 y 33 cm de diámetro (da Cruz, 2009b: 261).

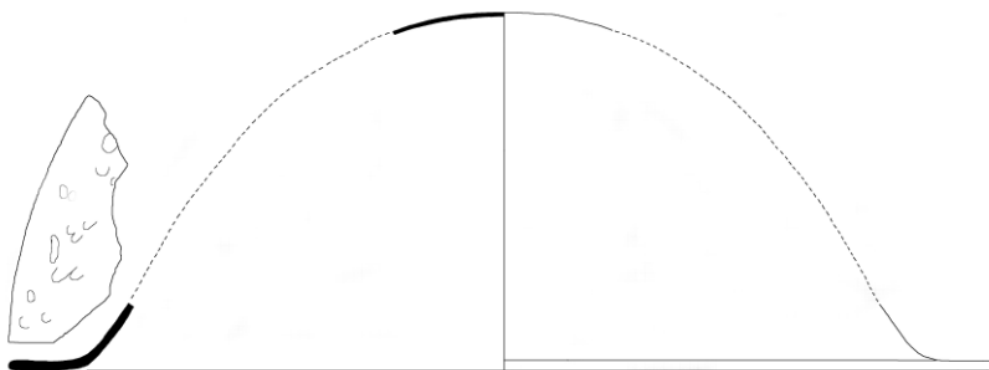


Fig. 62. Restitución de un panel hemisférico a partir de algunos de los fragmentos de vidrio recuperados en Astorga (León) (da Cruz, 2009b: 261).

Otro de los yacimientos donde destaca la presencia del material vítreo recuperado es la *villa de El Soldán* (Santa Colomba de Somoza, León) (Fig. 63). Este lugar se excavó en el año 1933 y las estructuras exhumadas se relacionaron con la intensa minería aurífera desarrollada en la zona durante el periodo romano (Carro y Carro, 1935). Además de ello, la *villa* fue definida por sus excavadores como “el

primer centro de fabricación de vidrio plano conocido en España”, a partir del importante volumen de fragmentos y otros restos de producción detectados (Carro y Carro, 1935). Sin embargo, debido a la metodología empleada en la excavación del yacimiento, no existe una información fiable sobre los contextos de hallazgo. Aunque el volumen de fragmentos podría indicar que formaron parte de los productos fabricados en las instalaciones documentadas en la *villa*, tampoco se puede descartar que fuesen materiales acumulados para su reciclado. Entre el importante conjunto de vidrios se pudieron restituir dos paneles completos e identificar un fragmento de vidrio hemisférico deformado por la acción del fuego (da Cruz, 2009a: 257).

Las imágenes publicadas permiten apreciar que se trata de paneles elaborados por colada muy similares a otros ejemplos recuperados en otras áreas de *Hispania*.



Fig. 63. Fragmentos de vidrio pertenecientes a paneles cuadrangulares planos y hemisféricos procedentes de la *villa* de El Soldán (Santa Colomba de Somoza, León) (da Cruz, 2009a: Fig. 3.8b).

El yacimiento de San Millán, en el municipio de Herrera de Pisuerga (León), se corresponde con un gran vertedero ubicado en la zona sureste del campamento militar romano que fue establecido en la zona por la *legio IIII* Macedónica (Fernández Ibáñez, 2010: 100). Un testimonio de vidrio de ventana apareció entre los estratos excavados durante la campaña del año 1988 (Marcos Herrán, 2002: 89). El único fragmento recuperado se corresponde con el borde de un panel, de espesor variable entre 2-3 mm, y de color verdoso (Marcos Herrán, 2002: 89). A partir de las características observadas, se ha establecido que su sistema de elaboración fue mediante colada (Marcos Herrán, 2002: 89). En cuanto a la cronología de este fragmento, los

estratos de este vertedero se fechan desde el asentamiento del campamento hasta el siglo II d.C., con una especial potencia en aquellos datados desde época de Augusto a Tiberio (Morillo Cerdán, 1992: 28-29).

También se ha hallado vidrio hemisférico en los contextos de *Lancia* (León), donde uno de los fragmentos de borde aún preservaba los restos de masilla, o posiblemente argamasa, empleada para su sujeción (da Cruz, 2009b: 262).

III.1.1.4 El conventus Cluniensis

Entre los años 1995 y 1998 se realizaron una serie de intervenciones arqueológicas en el yacimiento romano situado en el actual cementerio de **San Juan de Maliaño** (Camargo, Santander) (San Miguel Llamosas *et al.*, 2003). Estas actuaciones revelaron una serie de estructuras que se identificaron con una *domus* y un recinto termal, ambos de época romana (San Miguel Llamosas *et al.*, 2003). Fue en los contextos pertenecientes a la zona del *hypocaustum* de las termas construidas en la segunda mitad del siglo I d.C., donde se encontró un amplio conjunto de fragmentos de vidrio de ventana planos (San Miguel Llamosas *et al.*, 2003). Por la proximidad del hallazgo al muro oeste de la estancia, estos paneles se han asociado con los vanos que debieron existir en dicho paramento (San Miguel Llamosas *et al.*, 2003). Sobre las características de estos materiales, los investigadores no indican ningún dato que permita conocer algunos aspectos sobre su técnica de elaboración. Es posible que los paneles formasen parte de las mejoras acometidas en las reformas que sufre el edificio durante inicios del siglo II d.C. (San Miguel Llamosas *et al.*, 2003).

Otro de los hallazgos de interés dentro de este entorno se realizó en las proximidades de **Sasamón** (Burgos), en una zona suburbana de la antigua *Segisamo*. Aunque el lugar no ha sido excavado, la documentación de amplias estructuras y el estudio de los materiales en superficie, así como las distintas labores de prospección desarrolladas, indican que podría tratarse de un asentamiento vinculado con el control militar de la zona desde el siglo I d.C. hasta la tardoantigüedad (García Sánchez, Cisneros Cunchillos, 2014). Entre los materiales recuperados los investigadores han identificado algunos fragmentos de vidrio de ventana (García Sánchez, Cisneros

Cunchillos, 2014: 131), aunque en este estudio no se aporta ningún dato sobre la morfología de los mismos.

Otro de los yacimientos en los que se menciona esta clase de vidrios es el yacimiento de *Vxama* (Burgo de Osma, Soria). En concreto, aunque no existe una descripción exhaustiva de estos materiales, se trata de un hallazgo efectuado en una de las *domus*, conocida bajo el nombre de Casa de los plintos situada en la zona del foro y fechada en el siglo III d.C. (García Merino *et al.*, 2009: 222). Los fragmentos se localizaron en la zona norte de la vivienda junto a una reja de hierro con aspas en las intersecciones (García Merino *et al.*, 2009: 224). Las estructuras identificadas se corresponden con la última fase de la *domus*, en la que se efectuaron una serie de reformas a consecuencia de un importante incendio que afectó al inmueble original en la primera mitad del siglo II d.C. (García Merino *et al.*, 2009: 226).

Próximo al *conventus Tarraconensis* se encuentra el yacimiento de *Albeiumendi* (San Román de San Millán, Álava). Este lugar se excavó a mediados del siglo XX, aunque de esta intervención solo se conservan algunos materiales (Gil Zubillaga, 1990: 37). Posteriormente, en el año 1989, se realizaron una serie de sondeos destinados a ampliar el escaso conocimiento de los contextos en la zona donde apareció un conjunto termal (Gil Zubillaga, 1990: 37). En el sondeo C se documentó un único fragmento de borde de vidrio plano de ventana, de 4 mm de espesor y de tonalidades verde-azuladas, junto con otros materiales fechados en época altoimperial (Gil Zubillaga, 1990: 61). Es posible que, por su localización en el área del *hypocaustum* de las termas (Gil Zubillaga, 1990: 64), este fragmento de vidrio pueda asociarse al cerramiento de alguno de los vanos de esta sala.

Situado en la provincia alavesa, la ciudad de *Suestatium* (Arcaya, Álava) presenta vidrios de esta tipología asociados a contextos termales (Filloo Nieva, Gil Zubillaga, 1997a: 395). En las distintas intervenciones que se han desarrollado en dicho lugar desde el año 1976, destaca la recuperación de un importante volumen de 500 fragmentos de vidrio de ventana (Loza Uriarte, Niso Lorenzo, 2015a: 286). La gran mayoría de los ejemplares pertenecían a los rellenos de colmatación de un pozo (Loza Uriarte, Niso Lorenzo, 2015a: 288), situado en la zona sureste de la palestra y con posibles funciones rituales (Loza Uriarte, Niso Lorenzo, 2015b: 427). Todos ellos

presentan las características concretas que permiten asociarlos con los vidrios de ventana fabricados por colada y, aunque existen variaciones en las tonalidades de las piezas recuperadas, predominan aquellos ejemplares verdosos e incoloros (Loza Uriarte, Niso Lorenzo, 2015a: 286). Según los bordes restituidos, ha sido posible diferenciar en el conjunto paneles de vidrio planos y hemisféricos, con 10 y 6 unidades respectivamente (Loza Uriarte, Niso Lorenzo, 2015a: 286) (Fig. 64). En el caso de los paneles ortogonales, no ha sido posible la restitución completa de ninguno de los perfiles, siendo las medidas mínimas reconstruidas de 20 cm de largo (Loza Uriarte, Niso Lorenzo, 2015a: 286-287). Para los hemisféricos, la restitución casi completa de uno de ellos ha permitido definir un diámetro de 40 cm (Loza Uriarte, Niso Lorenzo, 2015a: 287). Debido al lugar de hallazgo de los materiales, no ha sido posible indicar una ubicación fiable de los vanos donde se instalaron, aunque la forma circular de los paneles hemisféricos sugiere que formaron parte de los sistemas de cerramiento de los muros abovedados de las salas caldeadas (Loza Uriarte, Niso Lorenzo, 2015a: 288).

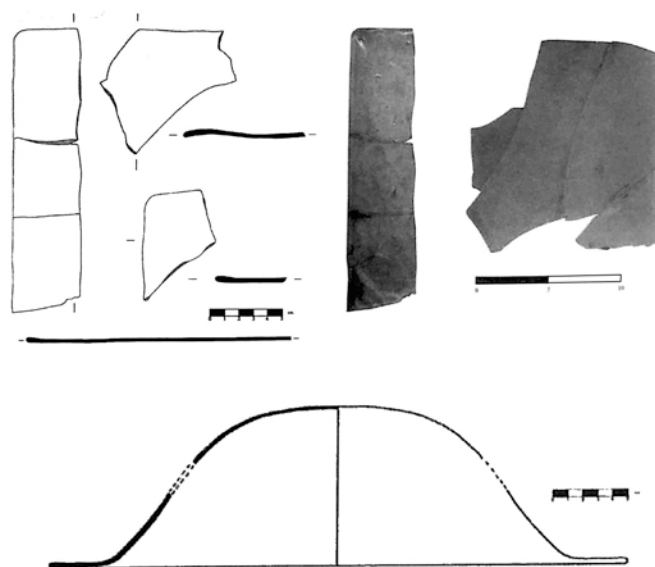


Fig. 64. Fragmentos de vidrio de ventana de paneles planos ortogonales y restitución de panel hemisférico de las termas de *Suestatium* (Arcaya, Álava) (Loza Uriarte, Niso Lorenzo, 2015a: Figs. 86, 124 y 125).

En cuanto a su cronología, la cerámica presente en los mismos estratos indicaría que los vidrios pertenecieron al momento de ocupación de las termas a

mediados del siglo I d.C. y su temprano abandono, posiblemente a finales de esta misma centuria o primeros años del siglo II d.C. (Loza Uriarte, Niso Lorenzo, 2015b: 428).

A los casos anteriores hay que añadir los de los yacimientos de *Uralde* (Condado de Treviño, Burgo) (Filloy Nieva, Gil Zubillaga, 1993), *Iruña-Veleia* (Iruña de Oca, Álava) (Filloy Nieva, Gil Zubillaga, 1997a: 398), *Cabriana* (Comuni3n, Álava) (Filloy Nieva, Gil Zubillaga, 1997a: 395) y *Cascajetas* (Ariñez, Álava), aunque, en este último, el vidrio de ventana se halló asociado a unas estructuras vinculadas con una cisterna y un pavimento de mosaico (Filloy Nieva, Gil Zubillaga, 1997b: 32).

III.1.1.5 El conventus Caesaraugustanus

Procedentes de *Calagurris* (Calahorra, La Rioja) son dos fragmentos de vidrio de ventana que se recuperaron en las excavaciones de urgencia, realizadas en el año 1991, en el solar La Casa del Oculista (Fernández Matallana, Crespo Ros, 1996: 15). La principal característica que define estos dos ejemplares es su diferenciación en las dos superficies: una brillante pulida y otra mate rugosa (Fernández Matallana, Crespo Ros, 1996: 21). La descontextualización de los materiales no ha permitido datar los fragmentos ni proceder a una hipótesis fiable de contextualización.

Otros fragmentos de vidrio plano de ventana de esta misma poblaci3n se identificaron en las intervenciones realizadas en un solar de la antigua fábrica Torres (Luezas Pascual, 2000: 188). Los restos exhumados pertenecían a unas termas públicas fechadas en el siglo I d.C., con importantes remodelaciones en la centuria siguiente y evidencias de abandono en el siglo III d.C. (Luezas Pascual, 2000: 188).

Un volumen mayor, 12 fragmentos de vidrio plano, se documentó en *Vareia* (Logroño, La Rioja) (Heras y Martínez, Urbina Álvarez, 2001: 92). Todos ellos se relacionaron con la cubrici3n de un vano de ventana perteneciente al conjunto termal descubierto en este municipio (Heras y Martínez, Urbina Álvarez, 2001: 92). Se trata de fragmentos de vidrio con las características de los paneles de época altoimperial: espesor que oscila entre 4-7 mm y presencia de dos superficies distintas (Heras y Martínez, Urbina Álvarez, 2001: 92).

Procedente de la Casa de los Delfines de *Celsa* (Velilla de Ebro, Zaragoza), es un fragmento de vidrio localizado entre el paramento que divide las denominadas estancias 6 y 7 (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 439). Por su ubicación debió pertenecer a un posible vano situado en el piso superior de una de estas salas, justo en el paramento que daba acceso a la zona donde se encontraba el atrio (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 439). La documentación arqueológica establece que el momento de ocupación de esta vivienda tuvo lugar en época de Claudio/Nerón (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 439-440).

Bíbilis (Huérmeda-Calatayud, Zaragoza) ha sido uno de los yacimientos que ha aportado un mayor hallazgo de fragmentos de vidrio de ventana dentro de la provincia tarraconense. En total el conjunto alcanza una cantidad de casi 500 fragmentos, que pertenecerían a un total de siete paneles (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 440). Estos materiales se hallaron en unas estancias de la denominada zona artesanal y próximas al área ocupada por el foro (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 440). Los vidrios se han fechado en el siglo II d.C., y se localizaron en dicho lugar posiblemente por el desmantelamiento de algunos de los materiales constructivos de las termas públicas, una vez iniciados los procesos de abandono de las mismas (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 440). Las labores de restitución efectuadas permitieron definir la forma casi completa de uno de los paneles, cuyo perfil cuadrangular alcanzaba unas medidas de 44,1 x 44,6 cm (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 440; Ortiz Palomar, 2001c: 47), medidas que se asemejan al pie y medio romano (Fig. 65).

Estos vidrios se elaboraron mediante la técnica de colada, observándose en ellos marcas correspondientes a las herramientas empleadas en este proceso (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 440). Según los investigadores que procedieron a su estudio, las improntas detectadas en el lado mate de algunos paneles estarían causadas por el empleo de un molde de madera en su elaboración (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 440).

Algunos de los fragmentos de vidrio plano hallados en este yacimiento presentan una coloración marrón oscura en su superficie, cuyo origen se ha atribuido a la instalación de los paneles en una zona próxima a un lugar de combustión, como por ejemplo hornos o chimeneas (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 441-442; Ortiz Palomar, 2001c: 47).

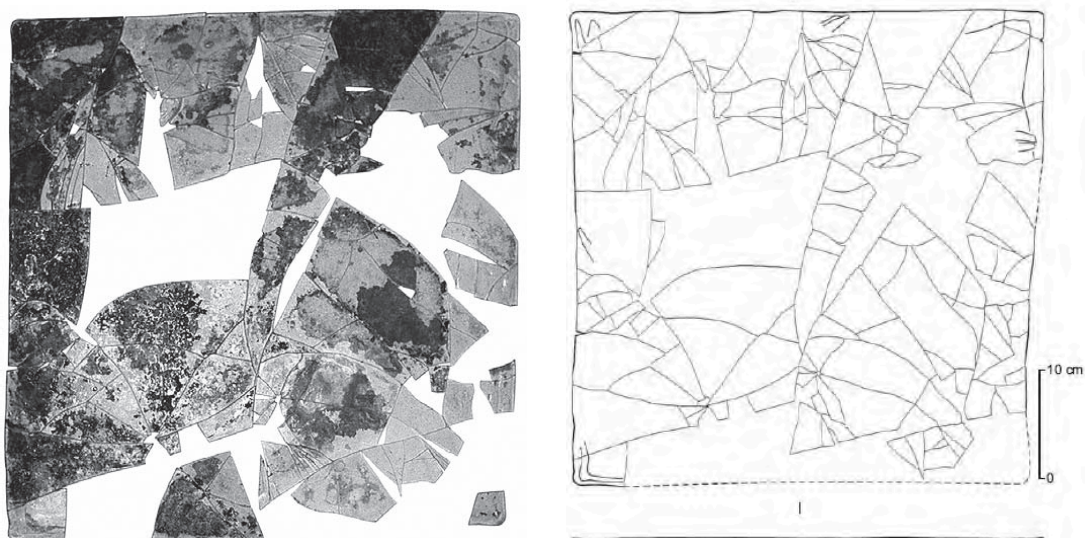


Fig. 65. Panel de vidrio cuadrangular restituído procedente de las excavaciones de un área artesanal en Bílílis (Huérmeda-Calatayud, Zaragoza) (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: Fig. 1A; Ortiz Palomar, 2001c: Fig. 3).

En este mismo yacimiento, concretamente en el sector III de la zona central de la ciudad en el espacio denominado 14 y correspondiente a un posible almacén, se recuperó un fragmento de vidrio plano de ventana (Sáenz Preciado *et al.*, 2005: 384). Por sus características se ha identificado como un vidrio elaborado por colada (Sáenz Preciado *et al.*, 2005: 384).

Otro de los hallazgos relevantes de la provincia de Zaragoza, se realizó en el yacimiento de **Los Bañales** (Uncastillo, Zaragoza). En este lugar apareció un conjunto de fragmentos pertenecientes a un panel hemisférico en un contexto de destrucción fechado a mediados del siglo III d.C. (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 2001: 161). Este panel se elaboró para el cierre de un vano circular de aproximadamente 45 cm de diámetro (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 2001: 161) (Fig. 66). Dicha ventana estaba situada en la zona superior del *alveus* occidental del *caldarium* de unas termas descubiertas en este yacimiento (García-Entero, 2011: 235).

Este primer grupo se completa con el hallazgo de otros vidrios pertenecientes a paneles planos que cubrían otros vanos asociados al mismo conjunto termal (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 443; Ortiz Palomar, Paz Peralta, 2001: Fig. 17).

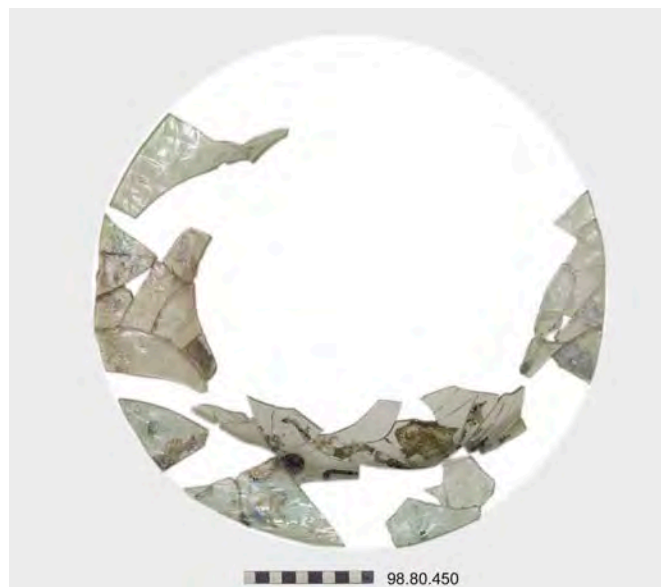


Fig. 66. Restitución del panel de vidrio de ventana hemisférico hallado en las termas de Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza) (E. Ortiz Palomar).

Todos los fragmentos hallados en Los Bañales presentan las características de los paneles elaborados mediante colada. Sin embargo, algunos de los vidrios destacan por ser bastante incoloros, un hecho poco habitual en el vidrio de este periodo que se caracteriza por los tonos verde-azulados (Ortiz Palomar, 2001c: 68).

Los vidrios de ventana hallados en el yacimiento de *Labitolosa* (La Puebla de Castro, Huesca) pertenecen, al igual que en el caso de Los Bañales, a construcciones asociadas a un espacio termal (Ortiz Palomar, 2001c: 52). El abandono de estas instalaciones se documenta a finales del siglo II d.C. (Ortiz Palomar, 2001c: 52), por lo que los vidrios debieron pertenecer a un momento anterior comprendido entre la segunda mitad del siglo I y fines del II d.C. El análisis de los fragmentos conservados ha permitido concluir que los vanos de las termas estaban cerrados por dos tipologías de paneles: planos cuadrangulares o rectangulares y circulares hemisféricos. Aunque no se han podido determinar las medidas de los primeros, es posible que los vanos estuviesen cerrados por unas diez unidades, a tenor de las diferencias observadas entre los fragmentos (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 442). En el caso de los paneles hemisféricos, los restos indican que se trata de dos ejemplares cuyos diámetros se estiman en torno a los 45,3 cm y 48,6 cm (Fig. 67) (Ortiz Palomar, 2001c: 52, Fig. 6).

Estos vidrios habrían formado parte de los sistemas de cerramiento de los *oculi* del *frigidarium* y *caldarium*, respectivamente (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 442-443).



Fig. 67. Paneles de vidrio circular hemisférico documentados en el *frigidarium* y *caldarium* de la termas de Labitolosa (La Puebla de Castro, Huesca) (Vipard, 2009, Fig. 2, fotografía de A. Magallón).

Todos los paneles se elaboraron según el sistema de colada, empleando un molde para conseguir la zona central abombada de los circulares. Destacan las huellas de las herramientas empleadas en su elaboración, entre las cuales se identifican cinco marcas paralelas en uno de los fragmentos que podrían indicar el uso de tenazas (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 442).

En la capital del *conventus Caesaraugustano*, *Caesaraugusta* (Zaragoza), el estudio del vidrio de ventana romano ha permitido concluir que los ejemplos más antiguos se remontan hacia el año 30 d.C. (Ortiz Palomar, 2001c: 353). Un importante número de fragmentos procede de unas posibles termas públicas, halladas en las excavaciones en la calle San Juan y San Pedro núm. 7, construidas en época de Tiberio (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 442). Sin embargo, algunos de estos fragmentos han aparecido en contextos del siglo V d.C., aunque es posible que se trate de materiales descontextualizados que pertenecieron al momento de ocupación de las termas en los siglos II-III d.C. (Ortiz Palomar, 2001c: 353). En la zona del teatro, concretamente en los estratos de aterramiento de los siglos III-IV d.C., se encontraron también numerosos fragmentos de vidrio y yeso especular. No obstante,

por su proximidad con las termas y el foro, es probable que estos materiales procedan de estos lugares (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 442).

Los fragmentos presentan, en el reverso o lado mate, la impronta que dejó la arena empleada para evitar la adhesión del panel al soporte de trabajo, así como las huellas de las herramientas utilizadas en su elaboración. Estos rasgos indican que los paneles se obtuvieron mediante el proceso de colada, a excepción de aquellos recuperados en la zona del teatro a los cuales se les ha atribuido la técnica de soplado en cilindros (Ortiz Palomar, 2001c: 352).

Entre los años 2002 y 2004, en las excavaciones realizadas en el **Solar de la Plaza de la Morería de Sagunto** (Valencia), se hallaron numerosos fragmentos de vidrio de ventana (Fig. 68). Estos ejemplares se asociaron a uno de los muros de una estancia que formaba parte de una construcción tardorromana que fue ocupada entre los siglos III-IV d.C. (Falomir Ventura, 2005: 139). Se trata de piezas que se corresponden con paneles cuadrangulares o rectangulares planos que parecen haberse elaborado mediante la técnica de colada (Falomir Ventura, 2005: 139-139).



Fig. 68. Fragmentos de vidrio de ventana romano recuperados en las excavaciones en un solar de la Plaza de la Morería de Sagunto (Valencia) (Falomir Ventura, 2005: 140).

Fragmentos de vidrio de ventana también se han recuperado en la zona norte de **Valencia**, donde distintas intervenciones arqueológicas desarrolladas en la misma área de la ciudad revelaron la presencia de unas instalaciones dedicadas a la producción de vidrio en época romana, lugar que se conoce comúnmente como el taller de vidrio de la calle Sabaters (Albiach Descals, Soriano Sánchez, 1991; Jiménez Salvador *et al.*,

2008; Sánchez de Prado, Ramón Peris, 2014). Este taller formaba parte de una remodelación de antiguas estructuras, asociadas a un posible *horreum* o *macellum*, que se edificaron a finales del siglo I o principios del II d.C. y que se mantuvieron en uso hasta mediados del siglo IV d.C. (Jiménez Salvador *et al.*, 2008: e97; Sánchez de Prado, Ramón Peris, 2014: 216).

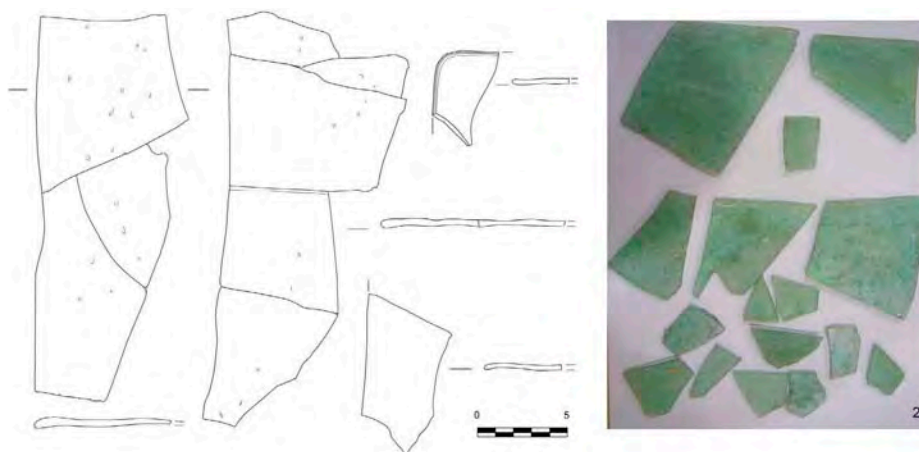


Fig. 69. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en los niveles de abandono del taller de vidrio de la calle Sabaters núm. 9 de Valencia (Sánchez de Prado, Ramón Peris, 2014: Figs. 4 y 13).

Entre el importante volumen de piezas de vidrio un número destacado pertenecían a fragmentos de vidrio de ventana (Fig. 69). Algunos de estos ejemplos se documentaron en los niveles de abandono de la zona central del edificio, en total 89 fragmentos, de los cuales tres pertenecen a un gran panel, 25 son bordes y 61 se corresponden con las zonas centrales (Sánchez de Prado, Ramón Peris, 2014: 220). Todos ellos presentan características similares: tonos verde-azulados, un elevado número de burbujas y dos superficies diferenciadas (Sánchez de Prado, Ramón Peris, 2014: 220). Estos rasgos permiten definir la técnica de elaboración por colada y posterior estirado del vidrio. Otro fragmento de borde apareció en un estrato, también de derrumbe, pero ubicado en un nivel que cubría parte del suelo y el paramento este de la denominada habitación D (Sánchez de Prado, Ramón Peris, 2014: 220). Esta acumulación de fragmentos pudo formar parte de los materiales recopilados para su reciclado una vez perdida su funcionalidad como cierre de algún vano (Sánchez de Prado, Ramón Peris, 2014: 237).

En las proximidades del *conventus Caesaraugustanus* con el *Carthaginiensis* se encontraba la ciudad romana de *Ercavica* (Cañaveruelas, Cuenca). Uno de los edificios donde se ha documentado vidrio de ventana es el conjunto termal situado en el lado oeste cerca de la muralla, en una zona alejada del foro pero de fácil acceso a las cantidades de agua necesarias para este tipo de instalaciones (Barroso Cabrera, Morin de Pablos, 1993: 239). Los materiales cerámicos han permitido fechar el final de la construcción del edificio a mediados del siglo I d.C. (Barroso Cabrera, Morin de Pablos, 1993: 252), siendo a lo largo del siglo III d.C. el momento de declive de la ciudad (Barroso Cabrera, Morin de Pablos, 1993: 239). Sobre los vidrios la única información aportada es que se trataría de paneles planos, posiblemente cuadrangulares.

Otro de los lugares donde apareció esta tipología de vidrio es la zona del foro (Osuna Ruiz, 1976: 116). Durante la campaña de excavaciones realizada en el año 1973 se descubrieron una serie de estancias, entre las cuales la denominada estructura B pudo estar asociada con un edificio de carácter religioso (Osuna Ruiz, 1976: 43). Depositado en la superficie del suelo de esta construcción, se recuperó un pequeño conjunto de vidrio de ventana plano (Osuna Ruiz, 1976: 116) (Fig. 70).

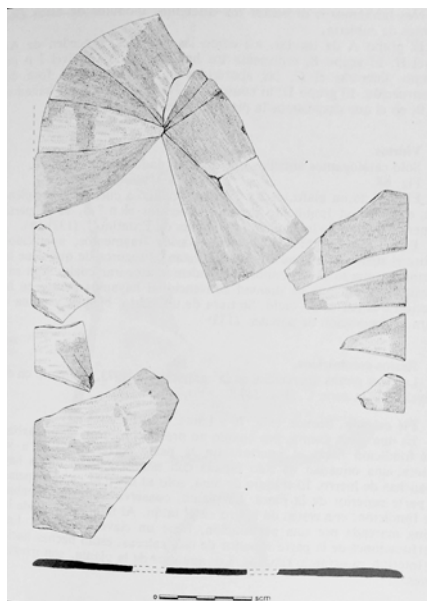


Fig. 70. Fragmentos de vidrio de ventana romano recuperados en las excavaciones de 1973 en el foro de *Ercavica* (Cañaveruelas, Cuenca) (Osuna Ruiz, 1976: Fig. 69).

III.1.1.6 *El conventus Tarraconensis*

Uno de los yacimientos que más abundancia de fragmentos de vidrio romano empleado para el cierre de vanos ha aportado dentro de la provincia Tarraconense es la conocida *villa de Torre Llauder* en Mataró (Barcelona). Esta construcción se ha identificado como uno de los siete centros productores de vidrio que existieron desde finales del siglo I o inicios del II d.C., en las proximidades del núcleo urbano de *Iluro* (Mataró) (Prevosti i Monclús, 1981: 260; Prevosti i Monclús, Clariana i Roig, 1993: 10). En estas instalaciones de carácter industrial, que amortizaron un edificio anterior situado en una zona independiente del resto de la *villa*, aparecieron cinco estancias en cuya parte central funcionaron cuatro hornos para la producción de vidrio (Prevosti i Monclús, 1981: 263). La funcionalidad de estas estructuras se determinó, no solo por su forma, sino además por la presencia de un número significativo de fragmentos de vidrio, entre los que se distinguieron formas planas (Prevosti i Monclús, 1981: 263-264) (Fig. 71).

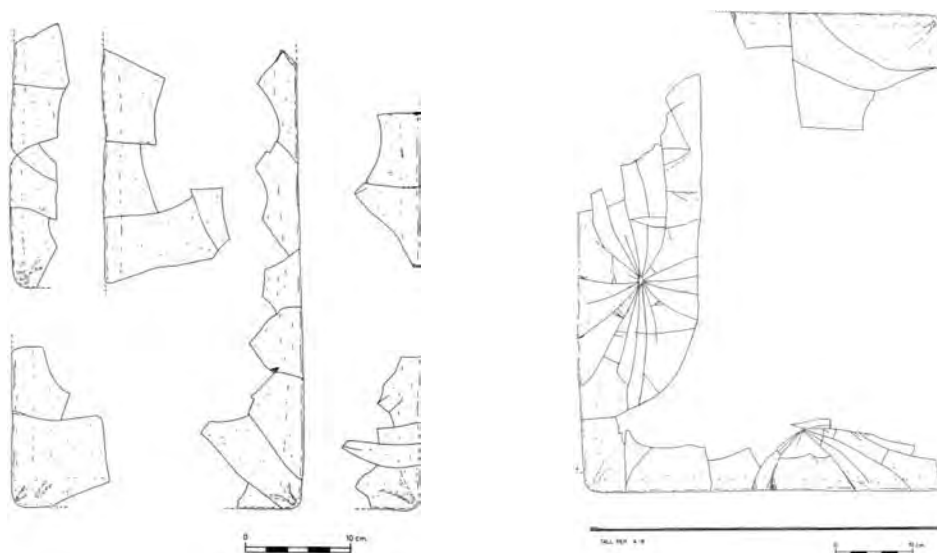


Fig. 71. Perfiles restituídos de algunos paneles de vidrio de ventana plano del yacimiento de la *villa* romana de Torre Llauder (Mataró, Barcelona) (Clariana i Roig, 2011: Figs. 17 y 18).

A partir de la identificación de las tipologías de los restos recuperados, se ha establecido que en dichas instalaciones pudo existir una producción específica de teselas de vidrio para mosaicos y vidrio plano de ventana (Clariana i Roig, 2011: 1).

No obstante, aunque es posible que los vidrios de ventana formasen parte de los productos elaborados en estos talleres secundarios, no se puede descartar la posibilidad de que fuesen un acopio de fragmentos de vidrio desechados para su posterior reciclado.

En la provincia de Gerona, uno de los yacimientos que también ha suministrado materiales de vidrio relacionados con el cierre de vanos es la *villa de Vilauba*. A finales del siglo II o principios de siglo I a.C., próxima a la actual ciudad de Banyolas (Gerona), se construyó una pequeña explotación agrícola, de acuerdo con los nuevos sistemas de explotación del territorio instaurados por Roma (Castanyer i Masoliver, Tremoleda i Trilla, 1999: 53). Sin embargo, no fue hasta mediados del siglo I d.C. cuando se inician una serie de reformas importantes en esta construcción, las cuales configurarían la imagen de la *villa* hasta finales del siglo III d.C. (Castanyer i Masoliver, Tremoleda i Trilla, 1999: 53). Tras el incendio que arrasó el ala norte de la *villa*, la parte oeste muestra saqueos fechados a finales del siglo III e inicios del IV d.C., así como una reocupación puntual de algunos espacios (Castanyer i Masoliver, Tremoleda i Trilla, 1999: 123). Durante finales del siglo IV o principios del V d.C. se atestigua una nueva fase de construcción que perduró hasta el momento de su total abandono en el siglo VII d.C. (Castanyer i Masoliver, Tremoleda i Trilla, 1999: 345).

El vidrio de ventana de este yacimiento pertenece a las últimas intervenciones efectuadas, concretamente a los contextos correspondientes a la zona de vivienda del oeste de la *villa* (Castanyer i Masoliver, Tremoleda i Trilla, 1999: 295). Dentro del grupo de fragmentos, existen piezas pertenecientes a los bordes y a las zonas internas de los paneles (Castanyer i Masoliver, Tremoleda i Trilla, 1999: 295) (Fig. 72). Por las características físicas descritas por los investigadores, se trataría de paneles elaborados por colada, posiblemente tres unidades por las diferencias detectadas en el conjunto (Castanyer i Masoliver, Tremoleda i Trilla, 1999: 295). En relación con el contexto de hallazgo, un número importante de fragmentos de vidrio aparecieron en el suelo de la habitación 45, que conectaba con una galería o corredor situado alrededor de un amplio espacio central abierto (Castanyer i Masoliver, Tremoleda i Trilla, 1999: 81). Debido a que la mayor concentración de vidrios se halló en las proximidades del paramento este de esta sala, se han asociado con un vano que posiblemente se

encontraba en este muro y que recibía la luz a través del corredor anteriormente mencionado (Castanyer i Masoliver, Tremoleda i Trilla, 1999: 81). Los estratos se fecharon a principios del siglo IV d.C., por lo que es posible que estos paneles se instalaran durante el siglo III d.C. (Castanyer i Masoliver, Tremoleda i Trilla, 1999: 295).

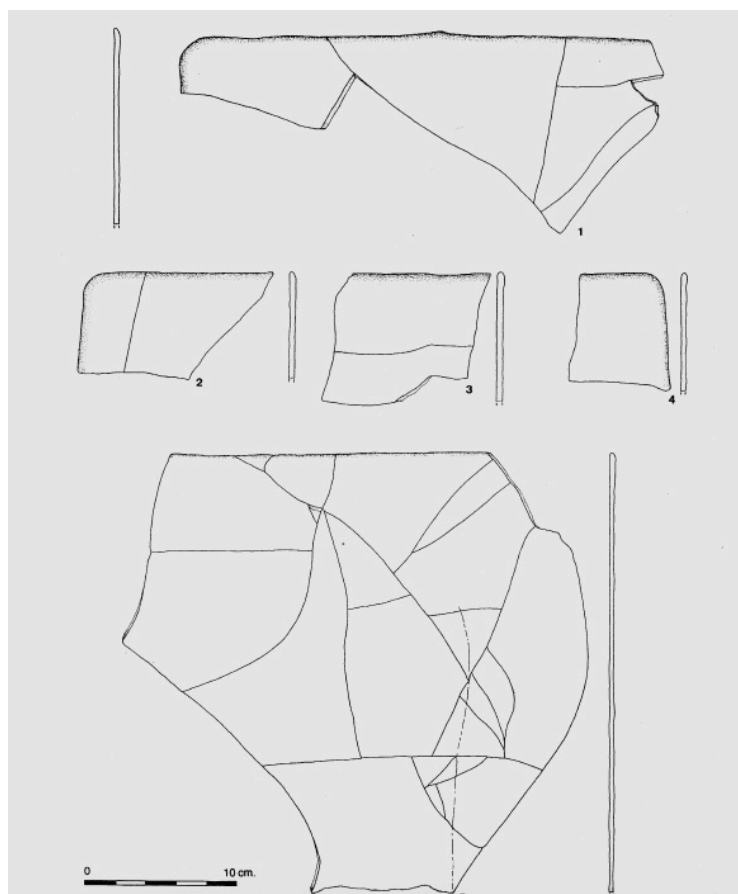


Fig. 72. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en las excavaciones de la *villa* de Vilauba (Gerona) (Castanyer i Masoliver, Tremoleda i Trilla, 1999: lámina 119).

En la ciudad romana de *Iesso* (Guisona, Lérida), el estudio de los materiales recuperados en la campaña de excavaciones de 1999, procedentes de las intervenciones realizadas en el sector oeste de la conocida como Casa I, incluye algunos fragmentos de vidrio plano (Uscatescu Barron, 2004). Estas piezas pertenecían a los contextos de ocupación que amortizaron la vivienda durante el siglo IV d.C., para la instalación de un espacio dedicado a la producción de vino (Uscatescu Barron, 2004: 35). La fecha

establecida para el conjunto de materiales se sitúa entre la fundación de este complejo y el tercer cuarto del siglo V d.C. (Uscatescu Barron, 2004: 35). En concreto, el grupo formado por los vidrios de ventana se corresponde con ejemplares translúcidos, de tonalidades verdosas y, posiblemente, realizados por colada, como los materiales de época altoimperial (Uscatescu Barron, 2004: 38).

Un segundo grupo de vidrios de ventana apareció en los estratos de colmatación de un depósito donde se procedía al pisado de la uva o *calcatorium* (Uscatescu Barron, 2004: 38). Este nuevo conjunto se fecha a lo largo del siglo V d.C., específicamente algunos de los repertorios cerámicos hallados en el mismo lugar son característicos del tercer cuarto de esta misma centuria (Uscatescu Barron, 2004: 38). Los fragmentos de vidrio de ventana son de colores variados y, debido a su homogeneidad, parece que se elaboraron mediante soplado en cilindros (Uscatescu Barron, 2004: 44). El hallazgo de tiras de plomo en los mismos contextos plantea la posibilidad de que los vidrios estuviesen instalados en una red de emplomado (Uscatescu Barron, 2004: 44), similar a las empleadas en los sistemas vitrales de épocas posteriores.

III.1.1.7 El conventus Carthaginensis

La *villa de Els Alters* (L'Ènova, Valencia), también conocida bajo la denominación de *villa de Cornelius*, se construyó a finales del siglo I d.C. en unos terrenos próximos a la ciudad de *Saetabis* –la actual Játiva– (Albiach Descals *et al.*, 2006a: 41). Esta construcción, que se diseñó para la explotación agrícola de un amplio terreno, estaba dotada de *pars urbana*, *pars rústica* y *pars fructuaria* (Albiach Descals *et al.*, 2006a: 41). Durante finales del siglo II o principios del III d.C. sufre una serie de remodelaciones de importancia (Albiach Descals *et al.*, 2006a: 41), pero no fue hasta el primer tercio del siglo V d.C. cuando se produce su abandono tras un largo periodo de reocupación (Albiach Descals *et al.*, 2006a: 126).

Entre el conjunto de materiales de vidrio estudiados por M. D. Sánchez de Prado (2006) aparece el vidrio de ventana. Se han recuperado numerosos fragmentos de esta tipología de vidrio que pertenecieron a la denominada fase II, momento en el

que se acometen una serie de importantes reformas en la *villa* (Sánchez de Prado, 2006: 92) (Fig. 73). La descripción de estos materiales indica que se trata de fragmentos de paneles planos, de un espesor irregular y con bordes redondeados y pulidos (Sánchez de Prado, 2006: 92). A partir de los rasgos descritos previamente, y la diferenciación de sus dos superficies, una brillante y otra mate, se establece que se trata de vidrios elaborados mediante colada (Sánchez de Prado, 2006: 92). Sin embargo, a pesar de la cantidad de material recuperado, el número de fragmentos no ha sido suficiente para aventurar alguna hipótesis de restitución de los paneles. En relación con los contextos en los que se recuperaron, algunos de los fragmentos aparecieron en los estratos de derrumbe de la parte occidental de la *villa* (Albiach Descals *et al.*, 2006b: 128).

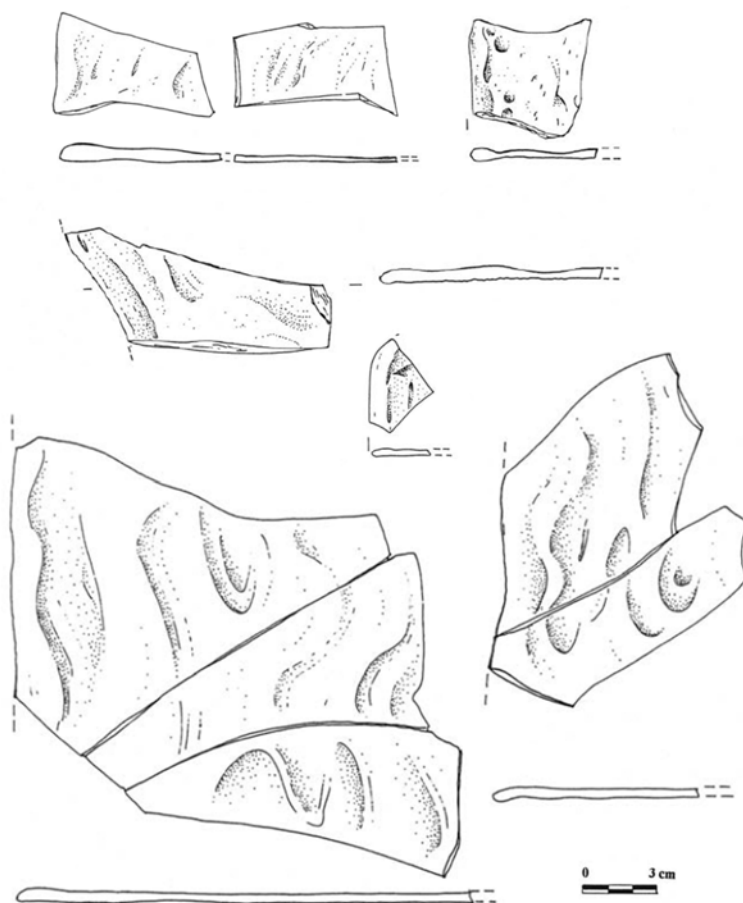


Fig. 73. Algunos de los fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la *villa* de Els Alters (L'Ènova, Valencia) (Sánchez de Prado, 2006: Figs. 1.7, 2.3, 2.5, 4.4, 5).

Más al sur, en la actual **Elche** (Alicante), se encuentran los restos de la antigua ciudad de *Ilici*. Dentro de los materiales recuperados en este yacimiento son varios los fragmentos de vidrio de ventana que se han documentado (Sánchez de Prado, 2016: 535; 2018: 280). Por los restos de las herramientas empleadas en los bordes de los mismos se puede determinar que fueron paneles elaborados mediante colada (Sánchez de Prado, 2016: 535; 2018: 280).

En el yacimiento costero de **Baños de la Reina** (Calpe, Alicante), durante las diversas campañas de excavación efectuadas, se han hallado varios fragmentos de esta tipología de vidrio (Sánchez de Prado, 2016: 536; 2018: 280). Las descripciones de estos fragmentos, un total de ocho ejemplares, permiten sugerir que todos ellos se elaboraron mediante colada (Sánchez de Prado, 2016). Estos materiales pertenecen a los contextos de una importante *villa* que se establece en este entorno durante el siglo I o II d.C. y a la que, posteriormente, se le adicionan una serie de salas para constituir un gran núcleo de carácter termal que perdurará hasta el siglo V d.C. (Abascal Palazón *et al.*, 2007). Los vidrios de ventana aparecieron vinculados con los estratos de colmatación de algunas de las viviendas de este conjunto, así como en las zonas destinadas al baño, con unas cronologías que oscilan entre el siglo II d.C. y el momento de abandono de estas instalaciones (Sánchez de Prado, 2018).

En la ciudad de **Cartagena** (Murcia), antigua *Carthago Nova*, el vidrio de ventana ha aparecido en varias intervenciones, entre las cuales se encuentran las del cerro de El Molinete (Sánchez de Prado, 2016: 534; 2018: 279-280) y de la calle Beatas (Murcia Muñoz, 2005: 180). Los hallazgos en ambos lugares han sido escasos, concretamente el último de ellos se trata de un único fragmento de vidrio plano de color verde claro, borde redondeado y dos superficies bien diferenciadas (Murcia Muñoz, 2005: 180). El área donde se recuperó este fragmento estaba ocupada en época romana por un conjunto de viviendas que se fecharon desde el siglo I hasta el siglo III d.C. (Murcia Muñoz, 2005: 177). En concreto la formación del estrato del hallazgo se dató en el siglo III d.C., aunque muchos de los materiales recuperados pertenecerían a una centuria anterior (Murcia Muñoz, 2005: 180).

Respecto al vidrio de ventana del cerro de El Molinete hay que destacar que, además del vidrio, apareció un importante conjunto de láminas de *lapis specularis*

asociadas con los vanos de las termas y un edificio de culto, ambos documentados en la zona baja de este yacimiento (véase capítulo II.2).

Cerca de Cartagena también se han localizado otros hallazgos pertenecientes a los contextos de una *villa*, en la conocida como **Huerta del Paturro** en la localidad de Portmán (Murcia), donde la presencia de esta clase de vidrio es destacada (Sánchez de Prado, 2016: 280; 2018: 280). Las características del conjunto de fragmentos permiten determinar que se trata de paneles cuadrangulares elaborados por colada. Los contextos de recuperación de gran parte de estos materiales se han fechado en el momento de abandono de la *villa*, a finales del siglo II o principios del siglo III d.C. (Sánchez de Prado, 2016: 119).

En esta misma provincia, durante el dragado del Puerto de Pescadores en el **Puerto de Mazarrón** (Murcia), realizado en 1978, se recuperaron numerosos materiales de época romana carentes de contexto (Pérez Bonet, 1988: 472). Estas piezas pudieron pertenecer tanto a naufragios de barcos como a productos que, de manera accidental durante la carga y descarga de las naves, se arrojaban al mar (Pérez Bonet, 1988: 472). Entre los fragmentos de vidrio expuestos en la colección del Museo Nacional de Arqueología Subacuática (ARQUA) en Cartagena, procedentes de dicha intervención, se encuentra un fragmento de borde de vidrio de ventana plano de color azul *aqua* (Fig. 74)¹². Aunque no existe información que permita conocer el contexto del hallazgo, la importancia de dicho fragmento radica en que, posiblemente, pudo pertenecer a paneles de vidrio de ventana que se importaron vía marítima, desde otras zonas del Imperio hasta el puerto romano de Mazarrón o a la inversa. Aunque la gran mayoría de investigadores coincide en determinar que esta clase de objetos pudieron elaborarse en los talleres vidrieros secundarios, estos testimonios arqueológicos certifican su comercialización a grandes distancias como elementos acabados. Uno de los mejores ejemplos que testimonian el envío por vía marítima de paneles de vidrio de ventana como producto acabado es el naufragio *Ouest-Embiez 1*, fechado en el siglo III d.C. (Fontaine, Foy, 2007).

¹² En el catálogo de la Red Digital de Colecciones de Museos de España el fragmento aparece en la clasificación genérica como elemento arquitectónico estructural, sin embargo en su descripción se asocia a la pared de un recipiente de vidrio.

Por sus características macroscópicas, el fragmento de vidrio del dragado del Puerto de Mazarrón podría ser un fragmento de un panel cuadrangular realizado mediante colada.

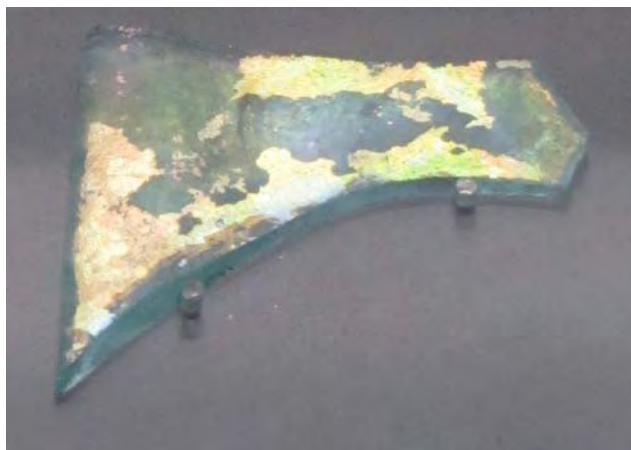


Fig. 74. Fragmento de borde de vidrio de ventana expuesto en la colección del Museo Nacional de Arqueología Submarina, procedente del dragado de 1978 del Puerto de Mazarrón (Murcia) (A. Velo Gala).

En Almansa (Albacete), la *villa de las Torres* ha proporcionado un pequeño conjunto de cinco fragmentos de vidrio de ventana, tres de ellos pertenecientes a los bordes de los paneles. Por sus características, son vidrios fabricados por colada que se fechan a partir del resto de materiales, a finales del siglo I o durante el siglo II d.C. (Sánchez de Prado, 2016: 305-306).

Más al norte, en la ciudad romana de **Segóbriga**, en Saelices (Cuenca), los hallazgos de vidrio de ventana también son interesantes. En concreto estos aparecieron en los contextos superficiales del teatro y anfiteatro (Sánchez de Prado, 2016: 536; 2018: 280). Entre los registros, destaca la identificación de un fragmento perteneciente a un panel de tipo circular hemisférico (Sánchez de Prado, 2016: 536; 2018: 280). Algunos vidrios de esta misma clase también aparecieron en contextos fechados a finales del siglo II e inicios del siglo III d.C., en concreto en un basurero ubicado en la zona exterior de las termas de este yacimiento (Sánchez de Prado, 2016: 536; 2018: 280). Se desconoce el uso de este tipo de cerramiento de vanos en edificios de espectáculos, aunque no se puede descartar su empleo en alguna de estas estructuras. Es posible que procedan de otras construcciones cercanas al teatro y al anfiteatro,

como por ejemplo las conocidas como termas del teatro, situadas en las proximidades de ambos edificios.

Otro de los hallazgos en el territorio ocupado por el *conventus Carthaginiensis* es el de las excavaciones del foro de *Pollentia* (Alcudia, Mallorca). El vidrio de ventana se documentó, junto con otros sistemas para el cierre de vanos, en los contextos del siglo III d.C. pertenecientes a una serie de *tabernae* situadas al oeste y norte del foro de la ciudad (Orfila Pons *et al.*, 1999: 111). Algunos de estos fragmentos se localizaron en la estancia V, donde otros materiales y restos indican la posible elaboración de vidrio en este espacio (Orfila Pons *et al.*, 1999: 112; Doenges, 2005: 38).

Finalmente, en el sur, en su parte más cercana a la Bética, el vidrio de ventana ha aparecido en algunas de las intervenciones arqueológicas desarrolladas en *Acci* (Guadix, Granada). Los resultados del estudio de estos materiales fueron publicados por I. Cambil Campaña (2012). La investigación de los vidrios de ventana romanos de *Acci* se ha centrado en el análisis de un total de 13 fragmentos: uno recuperado en las excavaciones de la calle San Miguel, uno de la calle Concepción, siete de la calle de Palacio y cuatro en el callejón de la Tahona (Cambil Campaña, 2012: 48, 50) (Fig. 75).

Todos los fragmentos estudiados, por sus características externas o macroscópicas, se asocian a paneles de vidrio elaborados mediante colada (Cambil Campaña, 2012: 50). A partir de una serie de pruebas y experimentaciones, se ha determinado que posiblemente algunos de estos paneles se conformaron sobre una piedra arenisca, a tenor de la impronta detectada en los fragmentos (Cambil Campaña, 2012: 51). En otro de ellos (fragmento 2) se ha identificado nuevamente una impronta de madera (Cambil Campaña, 2012: 52). Hay que destacar que todos ellos son fragmentos de vidrio de ventana elaborados mediante la técnica de colada, incluyendo los ejemplos de contextos tardíos de los siglos IV-V d.C. (Cambil Campaña, 2012: 52). Esta particularidad se atribuye a una posible reutilización de estos materiales (Cambil Campaña, 2012: 52).

Aunque la mayoría de los fragmentos de borde presenta la sección redondeada, característica de los paneles colados, dos de ellos (fragmentos 2 y 4) muestran evidencias de corte (Cambil Campaña, 2012: 53). Además de todo esto se aprecian

otros rasgos característicos de esta clase de paneles, tales como huellas de herramientas, burbujas y subdivisiones en el perfil de algunos fragmentos asociadas a las capas de colada utilizadas para su manufactura (Cambil Campaña, 2012). Entre otros aspectos, en este estudio hay que destacar el análisis de la composición química de algunos de los vidrios de ventana y la presencia de un pequeño fragmento de otro material –yeso especular–.

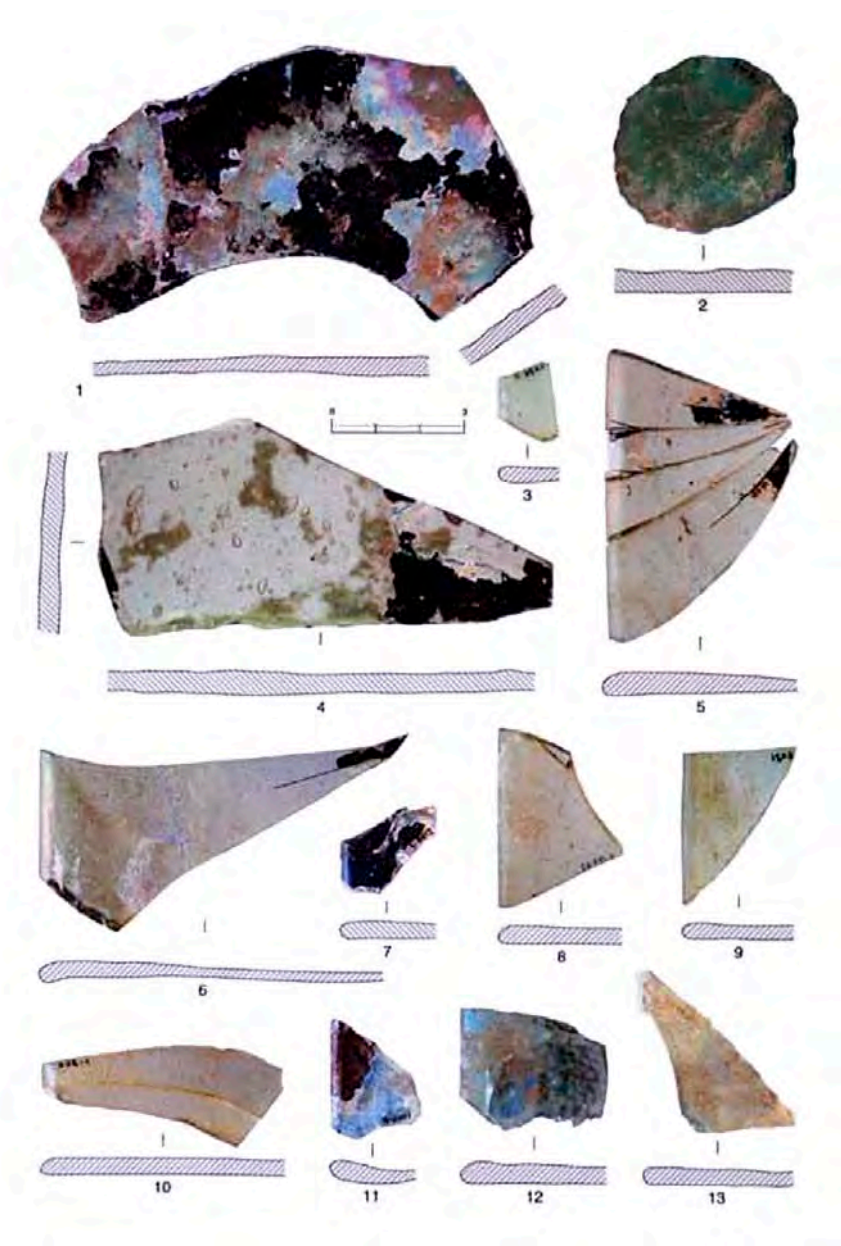


Fig. 75. Fragmentos de vidrio de ventana romanos recuperados en diversas intervenciones realizadas en Guadix (Granada) (Cambil Campaña, 2012: Fig. 1 de A. López).

III.1.2 El vidrio de ventana en la provincia romana Lusitania

El vidrio de ventana romano también está presente dentro de los *conventus* en los que se divide la provincia Lusitania. Su aparición en las publicaciones sobre materiales recuperados en yacimientos de esta cronología es menor respecto a la provincia Tarraconense, posiblemente porque, al igual que ha sucedido en el caso de la Bética, ha habido un escaso interés en relación a estos materiales. Sin embargo, su presencia en los yacimientos de época romana está atestiguada y, aunque los ejemplos presentados a continuación pertenecen a contextos relacionados con espacios termales de *villae*, pudo ser un material bastante empleado para el cierre de los vanos de ventana en otros tipos de arquitectura de este periodo.

III.1.2.1 El conventus Emeritensis

El yacimiento de *El Saucedo* (Talavera la Nueva, Toledo) atestigua una ocupación desde época imperial hasta el siglo IX d.C. (Aguado Molina *et al.*, 1999: 198; Castelo Ruano *et al.*, 2006). Sin embargo, los restos de mayor relevancia pertenecen a una *villa* que se construyó en este enclave a finales del siglo III o inicios del siglo IV d.C. Esta construcción sufre una serie de reformas a finales del siglo V o inicios del siglo VI d.C., en las cuales los espacios principales se convierten en basílica cristiana (Aguado Molina *et al.*, 1999: 198; Castelo Ruano *et al.*, 2006: 176). Del periodo de ocupación de la *villa* se recuperaron materiales de vidrio que son característicos de la vajilla empleada en este periodo y, entre ellos, destaca la presencia de vidrios asociados al cierre de vanos (Aguado Molina *et al.*, 1999: 198). Concretamente, se trata de cinco fragmentos de vidrio de ventana (Aguado Molina *et al.*, 1999: 227); dos de estos ejemplares pertenecen a los contextos de las termas de la *villa* (*tepidarium* y *caldarium*), y el resto, a un depósito de diversos materiales fechados en el siglo IV d.C., aunque posiblemente se asocien a estos mismos espacios calefactados (Torrecilla Aznar, 2000: 381).

Según la cronología aportada por los materiales recuperados en los mismos contextos de hallazgo de los fragmentos de vidrio de ventana, se ha sugerido que debieron elaborarse según la técnica de soplado en cilindro, puesto que esta técnica es

la que predomina en el Bajo Imperio (Torrecilla Aznar, 2000: 380). Sin embargo, la descripción de las dos superficies de uno de los fragmentos (núm. 20.209) (Torrecilla Aznar, 2000: 380), una mate rugosa y otra lisa brillante, indicaría que, al menos, este fragmento se elaboró mediante colada. En relación a la tonalidad del vidrio, los colores parecen variar dentro del conjunto recuperado, siendo los tonos predominantes: verde esmeralda claro, verde amarillento, azul, incoloro y azul *aqua* (Torrecilla Aznar, 2000: 380-381; Castelo Ruano *et al.*, 2006: 183).

III.1.2.2 *El conventus Scalabitanus*

En la ciudad romana de *Scallabis* (Santarém, Portugal), el vidrio para cierre de vanos se ha documentado en las excavaciones efectuadas en la alcazaba entre los años 1983 y 1990 (Antunes, 2000). Se trata de un pequeño fragmento del borde de un panel, clasificado entre el grupo de vidrios de los siglos I al III d.C., cuyas particularidades morfológicas permiten asociarlo a los vidrios de ventana elaborados por colada (Antunes, 2000: 168) (Fig. 76).

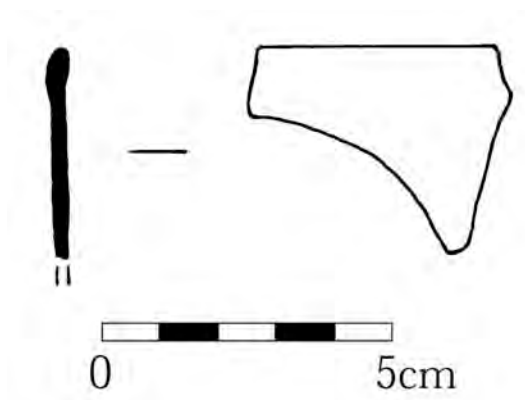


Fig. 76. Fragmento de vidrio de ventana recuperado en las excavaciones de la alcazaba de Santarém (Portugal) (Antunes, 2000: 167, Fig. 14).

III.1.2.3 *El conventus Pacensis*

En el *conventus Pacensis* el vidrio plano se ha reconocido entre los materiales de un conjunto termal de ámbito privado asociado a una *villa* en Santa Vitória do

Ameixial (Estremoz, Évora). Las excavaciones que exhumaron esta edificación se realizaron a principios del siglo XX y permitieron definir un momento de ocupación del lugar entre los siglos I y IV d.C. (Reis, 2004: 105). Entre los materiales recuperados destaca un conjunto de fragmentos de vidrio de ventana (Reis, 2004: 108), aunque no se describen sus características y se desconoce la procedencia de los vanos que cerraron.

III.1.3 Análisis general de los hallazgos de vidrio de ventana de las provincias Tarraconense y Lusitania

A pesar de que los vidrios de ventana romanos se encuentran presentes en algunas de las publicaciones referentes a yacimientos de este periodo situados en las provincias Tarraconense y Lusitania, son numerosos los casos en los que no se aporta ningún dato que permita conocer las características de los materiales recuperados o los contextos de hallazgo. Los ejemplos que, por el contrario, se han publicado acompañados de información sobre aspectos morfológicos indican una mayoría de paneles elaborados mediante colada.

Únicamente algunos de los fragmentos hallados en *Caesaraugusta*, *Iesso* y El Saucedo parecen haberse realizado utilizando la técnica de soplado en cilindros. Estos escasos testimonios se documentaron en contextos más tardíos, fechados entre los siglos III-V d.C., coincidiendo con el momento de expansión de esta técnica de elaboración. Sin embargo, los vidrios de ventana obtenidos por colada también aparecen en estratos pertenecientes a estas mismas centurias, atestiguando una reutilización de paneles anteriores o una perduración de las técnicas tradicionales junto con los nuevos procesos de elaboración. Entre los testimonios de vidrio obtenidos por colada de contextos tardorromanos, se encuentran los ejemplares recuperados en Los Bañales (de mediados del siglo III d.C.), *Caesaraugusta* (en el siglo V d.C.), Sagunto (siglos III-IV d.C.), *villa* de Vilauba (del siglo III-IV d.C.), El Saucedo (del siglo IV d.C.) y *Acci* (en contextos de los siglos IV-V d.C.). Los casos expuestos definen un panorama cronológico de expansión del vidrio de ventana en la arquitectura romana hispana desde el siglo I hasta el V d.C. No obstante, entre los materiales que se han

podido fechar, parece haber una gran mayoría de ejemplos de contextos datados a partir del siglo II d.C., lo que sugiere que fue, posiblemente, a partir de esta centuria cuando el uso del vidrio de ventana aumentó en *Hispania*.

En relación con la apariencia que muestran este tipo de materiales, en el caso de los vidrios por colada tienen una serie de aspectos comunes: una superficie brillante y otra rugosa, huellas de las herramientas empleadas en su elaboración, bordes redondeados y tonalidades verde-azuladas. En cuanto a este último aspecto, destacan los fragmentos de *Bracara Augusta* por las amplias franjas de color marrón-púrpura, originadas por la adición de manganeso para acentuar la transparencia de los paneles.

Dentro del conjunto analizado, se distinguen dos de las tipologías más comunes en esta clase de vidrios: planos cuadrangulares o rectangulares y circulares hemisféricos. La presencia de estos últimos en el registro arqueológico es menor, apareciendo en seis de los 47 yacimientos estudiados: *Bracara Augusta*, *Asturica Augusta*, Santa Colomba de Somoza, *Suestatium*, Los Bañales y *Labitolosa*. En todos estos lugares los vidrios se han vinculado con los *oculi* de edificios destinados a un uso termal. Son de especial importancia los fragmentos recuperados en *Suestatium*, ya que pertenecerían a un total de seis paneles de estas características, un volumen de esta clase de vidrios no documentado en ningún otro yacimiento de la península ibérica.

Respecto a las dimensiones de las piezas reconstruidas, únicamente ha sido posible realizar la labor de restitución en los casos de *Asturica Augusta*, *Suestatium*, Bilibis, Los Bañales y *Labitolosa*. Todos los paneles restituidos se encuentran dentro del intervalo de dimensiones de los ejemplares documentados en otras zonas del Imperio (Tabla 3).

Los contextos de hallazgo han permitido observar que la presencia de este tipo de cerramientos en los vanos es destacada en las salas caldeadas de los espacios termales, tanto públicos como privados. De los 47 yacimientos estudiados donde el vidrio de ventana está presente, 39 han podido ser contextualizados y de ellos, 15 se recuperaron asociados a baños. Concretamente, la mayoría de los vidrios han aparecido junto a edificios termales de carácter público, así como en edificaciones privadas en las *villae* de El Saucedo y Santa Vitória do Ameixal. Este panorama, aunque constituye una visión parcial de una realidad, refleja el alcance del uso de estos materiales en este

tipo de arquitectura pública. Aunque la presencia de vidrio de ventana también se documenta en la esfera privada, su empleo fue menor posiblemente por su elevado coste. Sin embargo, las evidencias se incrementan considerablemente si se consideran otros espacios de representación en las viviendas, *villae* y *domus*, en los que el registro de esta clase de materiales ha sido positivo.

Tabla 3. Datos de vidrios de ventana documentados en las provincias Tarraconense y Lusitania.

<i>Conventus iuridici</i>	Yacimiento	Contexto	Forma	Técnica de elaboración	Nº de frags.	Dimensiones paneles	Cronología
<i>Lucensis</i>	<i>Lucus Augusti</i>	Producción Termal	Plano	---	---	---	¿siglo III d.C.?
	<i>Cidadela</i>	<i>Principia, praetorio, intervallum</i>	Plano	Colada	23	---	siglos II-IV d.C.
<i>Bracarenensis</i>	<i>Bracara Augusta</i>	Termal	Plano Hemisférico	Colada	---	---	siglo II d.C.
<i>Asturicensis</i>	<i>Asturica Augusta</i>	Termal	Plano Hemisférico	Colada	---	55 y 53 cm ø	siglos I-III d.C.
	<i>Villa El Soldán</i>	Producción	Plano Hemisférico	Colada	---	---	Romana
	San Millán	Vertedero	Plano	Colada	1	---	siglos I-II d.C.
	<i>Lancia</i>	---	Hemisférico	Colada	---	---	Romano
<i>Cluniensis</i>	San Juan de Maliaño	Termal	Plano	---	---	---	siglos I-II d.C.
	<i>Segisasmo</i>	---	---	---	---	---	Romano
	<i>Vxama</i>	<i>Domus</i>	---	---	---	---	siglo II d.C.
	<i>Albeiumendi</i>	Termal	Plano	Colada	1	---	Altoimperial
	<i>Suestatium</i>	Termal	Plano Hemisférico	Colada	500	20 cm largo 40 cm ø	Mitad siglo I d.C.-Inicios II d.C.
	<i>Uralde</i>	---	---	---	---	---	---
	<i>Iruña-Veleia</i>	---	---	---	---	---	---
	<i>Cabriana</i>	---	---	---	---	---	---
	<i>Cascajuetas</i>	Cisterna	---	---	---	---	---
<i>Caesaugustanus</i>	<i>Calagurris</i>	Termal	Plano	Colada	---	---	Siglos I-III d.C.
	<i>Vareia</i>	Termal	Plano	Colada	12	---	Altoimperial
	<i>Celsa</i>	<i>Domus</i>	Plano	---	1	---	Claudio/Nerón
	<i>Bilbilis</i>	¿Termal?	Plano	Colada	~500	44,1 x 44,6 cm	siglo II d.C.
	Los Bañales	Termal	Plano Hemisférico	Colada	---	45 cm ø	Mitad siglo III d.C.

El vidrio de ventana y su empleo en la arquitectura romana de la Bética

<i>Caesaugustanus</i>	<i>Labitolosa</i>	Termal	Plano Hemisférico	Colada	---	45,3 cm ø 48,6 cm ø	Mitad siglo I d.C.- Finales siglo II d.C.
	<i>Caesaugusta</i>	Termal Foro	Plano	Colada Soplado	---	---	30 d.C.-siglo III d.C. siglos III-IV d.C.
	Plaza Morería, Sagunto	---	Plano	Colada	---	---	siglos III-IV d.C.
	Valencia	Producción	Plano	Colada	90	---	siglos I-IV d.C.
	Ercávica	Termal Foro	Plano	---	---	---	siglos I-III d.C.
<i>Tarranconensis</i>	<i>villa Torre Llauder</i>	Producción <i>Impluvium</i>	Plano	Colada	---	---	siglos I-II d.C.
	<i>villa de Vilauba</i>	Habitación	Plano	Colada	---	---	siglos III-IV d.C.
	<i>Iesso</i>	<i>Domus</i>	Plano	Colado Soplado	---	---	siglos IV-V d.C.
<i>Carthaginensis</i>	<i>Villa de Els Alters</i>	<i>Villa</i>	Plano	Colada	---	---	siglo II-III d.C.
	<i>Ilici</i>	---	Plano	Colada	---	---	Romano
	Baños de la Reina	Doméstico Termal	Plano	Colada	8	---	siglos II-V d.C.
	<i>Carthago Nova</i>	<i>Domus</i> Termal	Plano	Colada	---	---	siglos II-III d.C.
	Huerta del Paturro	<i>Villa</i>	Plano	Colada	---	---	siglos II-III d.C.
	Puerto Mazarrón	Portuario	Plano	Colada	1	---	Romano
	Almansa	<i>Villa</i>	Plano	Colada	5	---	siglos I-II d.C.
<i>Pollentia</i>	Segóbriga	Teatro Vertedero	Hemisférico Plano	Colada	---	---	siglos II-III d.C.
	<i>Pollentia</i>	Producción	Plano	---	---	---	siglo III d.C.
	<i>Acci</i>	---	Plano	Colada	13	---	Romano
<i>Emeritensis</i>	El Saucedo	Termal	Plano	Colada Soplado	5	---	siglo III-V d.C.
<i>Scalabitanus</i>	<i>Scallabis</i>	---	Plano	Colada	1	---	siglos I-III d.C.
<i>Pacensis</i>	Sta. Vitória do Ameixial	Termal	---	---	---	---	siglos I-IV d.C.

En relación con la arquitectura privada, cabe destacar el hallazgo de esta tipología de vidrio en el yacimiento de *Iesso*. En este lugar los restos de los paneles se vincularon con los contextos de un área productiva, un hecho poco frecuente en las construcciones de época romana. No obstante, puesto que se trata de un momento de

ocupación tardío, siglo V d.C., este ejemplo puede revelar la expansión del vidrio a otros ámbitos de la arquitectura hispana. El escaso conocimiento de estos objetos en contextos de esta cronología y el incremento de las prácticas de reciclado en la Antigüedad tardía, no permiten esclarecer si se trata de un fenómeno general o, por el contrario, sería un caso, a día de hoy, excepcional.

En contextos asociados con la producción de objetos de vidrio es frecuente la presencia de un gran número de fragmentos de vidrio de ventana, tal como demuestran los casos de las *villae* de Santa Colomba de Somoza o Torre Llauder y el taller vidriero de *Valentia*. Entre estos testimonios, dos de ellos se ubican en el área costera del Mediterráneo, posiblemente porque estas zonas tendrían una mayor accesibilidad al vidrio en bruto comercializado a través de las vías marítimas. Aunque en muchas de las publicaciones referentes a estos yacimientos la existencia de esta clase de vidrio en estas cantidades ha sido uno de los argumentos más destacados para relacionar estos centros productores como núcleos de elaboración de vidrio de ventana, lo cierto es que este registro puede deberse, además, a otras cuestiones. Actualmente, las investigaciones arqueométricas sobre vidrio romano han revelado la importante influencia del reciclado de objetos de esta naturaleza como fuente de suministro de material en los talleres vidrieros secundarios (Freestone, 2015). El vidrio de ventana, por su espesor, podría haber sido una fuente importante en estos centros situados en *Hispania*, ya que se trata de una de las provincias romanas más alejadas de las industrias de vidrio primarias ubicadas en el Mediterráneo oriental.

III.2 El vidrio de ventana en la provincia romana de la Bética

El empleo del vidrio como sistema de cierre de vanos aparece escasamente referenciado entre las publicaciones sobre la arquitectura romana de la Bética, siendo menores los estudios dedicados, de manera exclusiva, a esta tipología de vidrios. La concepción moderna que asocia esta clase de materiales para aislar los espacios ante la climatología adversa ha sido uno de los argumentos para justificar, durante las primeras investigaciones, la presencia de un mayor número de testimonios en los yacimientos situados en áreas del norte del Imperio. Sin embargo, estas hipótesis han sido

actualmente refutadas gracias a nuevos estudios en otras zonas más meridionales (Foy, Fontaine, 2008: 408). En el caso de *Hispania*, la concentración de hallazgos de vidrio de ventana de época romana en áreas septentrionales de la Península obedece a una ausencia destacada en otras áreas, tal como indican los resultados del presente estudio.

III.2.1 El vidrio de ventana romano en la Bética: ejemplos publicados

Al margen de los materiales inéditos que se presentan en este trabajo, solo dos publicaciones incorporan la presencia de vidrio de uso arquitectónico, entre los materiales estudiados pertenecientes a yacimientos dentro de la delimitación geográfica de la provincia romana de la Bética. Por la abundancia de fragmentos recuperados, el vidrio de ventana del yacimiento de *Cortalago*, en Minas de Riotinto (Huelva), constituye un ejemplo excepcional. Los resultados de su estudio aparecen tanto en publicaciones dedicadas de manera global al vidrio en el Cinturón Ibérico de Piritas (Regalado Ortega *et al.*, 2013), como centradas en esta clase de vidrio (Regalado Ortega *et al.*, 2012). En cambio, en el caso del trabajo sobre los vidrios de la Casa del Obispo en Cádiz (Jurado Fresnadillo, Domínguez Bella, 2004), el vidrio de ventana aparece junto a otros vidrios como parte de un análisis tipológico y de investigación arqueométrica.

III.2.1.1 El vidrio de ventana del yacimiento de Cortalago (Minas de Riotinto, Huelva)

El yacimiento de *Cortalago* se encuentra ubicado en la zona del filón norte de Corta del Lago, en Minas de Riotinto (Huelva) (Fig. 77). Este enclave fue objeto de excavaciones desde inicios de la década de los años 70 del siglo XX hasta 1990 (Regalado Ortega *et al.*, 2012: 766). Precisamente, fueron las últimas campañas de intervención, realizadas entre los años 1985-1990, las que tuvieron como finalidad proceder a la documentación y estudio de las estructuras romanas. Esta área se vinculó con las zonas de mayor extensión asociadas a la actividad minera, concretamente a los escoriales romanos (Pérez Macías, 1998: 108). Los materiales recuperados permitieron

fechar los niveles romanos desde época altoimperial hasta el siglo III d.C., con un momento de ocupación posterior en los siglos IV-V d.C. (Regalado Ortega *et al.*, 2012: 767).

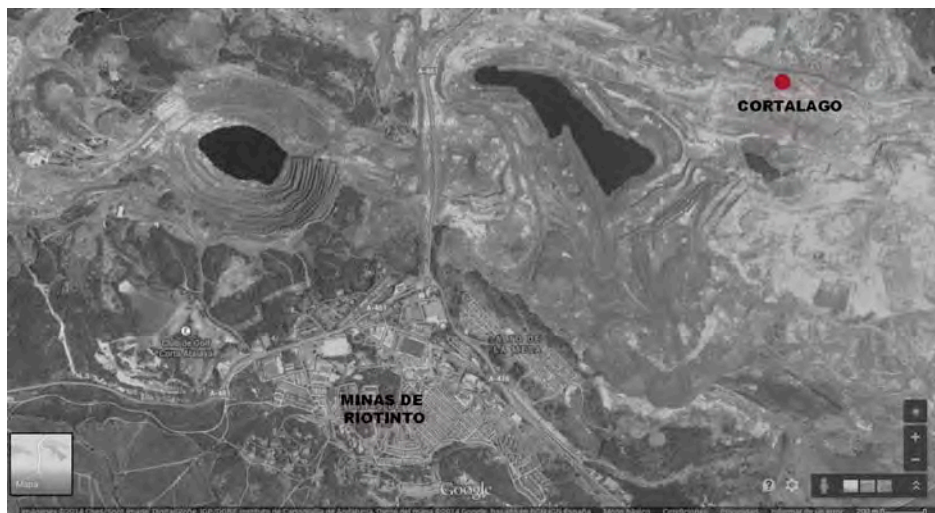


Fig. 77. Ubicación del yacimiento de *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) (Google Maps).

Entre los materiales de los contextos de época romana, se documentó un conjunto de 128 fragmentos de vidrio de ventana correspondientes a paneles de tipología plana cuadrangular. De ellos, 48 permitieron realizar la restitución de un panel completo, que alcanza unos 34 x 34 cm, y que actualmente forma parte de la exposición permanente del Museo Minero de esta localidad (Fig. 78).



Fig. 78. Panel de vidrio de ventana restituido perteneciente al yacimiento de *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) expuesto en el Museo Minero (A. Velo Gala).

Los vidrios de ventana se recuperaron en el nivel 2, fase II-A, cuadrícula F-18 del yacimiento, y se preservaron *in situ* gracias a una remodelación del edificio en el que se instalaron, que conllevó el tapiado del vano de ventana en el que se encontraban insertos (Regalado Ortega *et al.*, 2012: 767) (Fig. 79). Aunque la técnica de elaboración de estos paneles, realizados mediante colado y estirado de la masa del vidrio sobre una superficie o molde (Regalado Ortega *et al.*, 2012: 767), no define con exactitud su cronología, los restos cerámicos recuperados en los mismos contextos permiten fecharlos en época antonina. Es, en este mismo momento, cuando se constata el periodo de mayor auge de la explotación minera de la zona durante la ocupación romana del territorio (Regalado Ortega *et al.*, 2012: 767; Regalado Ortega *et al.*, 2013: 1723-1724).

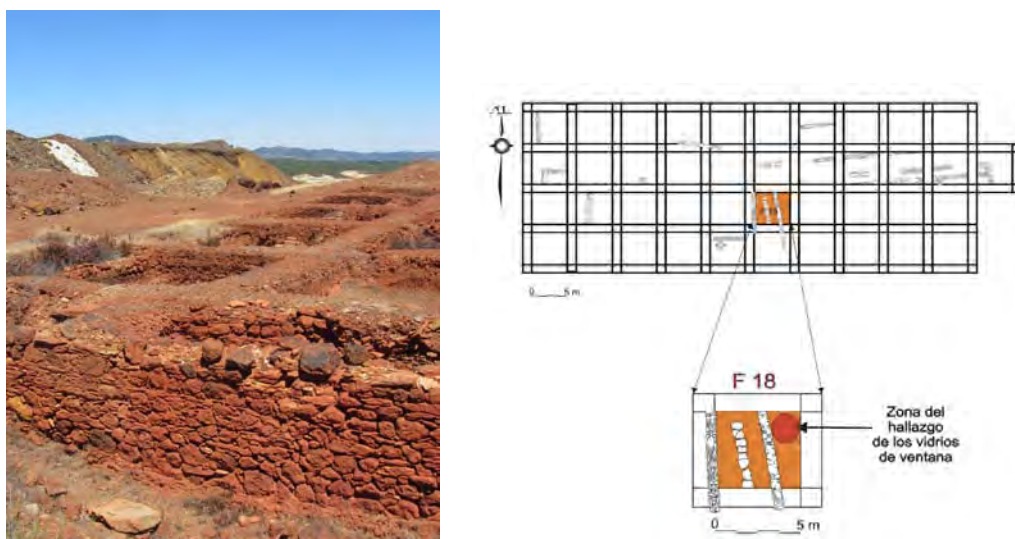


Fig. 79. (Izq.) Fotografía del estado del yacimiento de *Cortalago* en el año 2014 (A. Velo Gala); (dcha.) plano de ubicación donde se recuperó el conjunto de vidrios de ventana del yacimiento de *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) (Regalado Ortega *et al.*, 2012: Fig. 3).

III.2.1.2 *El vidrio de ventana en el yacimiento de la Casa del Obispo (Cádiz)*

El yacimiento conocido como la Casa del Obispo, en Cádiz, se corresponde con un solar ubicado entre los dos edificios catedralicios, en el cual se documenta una ocupación con fines de carácter religioso desde el siglo VIII a.C. hasta la actualidad (Niveau de Villedary y Mariñas, 2015: 228, 233).

El vidrio romano de ventana está representado en este yacimiento por seis fragmentos, pertenecientes a paneles planos cuadrangulares (Jurado Fresnadillo, Domínguez Bella, 2004). Desafortunadamente, los vidrios estudiados, tanto los de uso arquitectónico como otras tipologías, se localizaron en estratos de relleno, escombreras y basureros, por lo que fue imposible proceder a una contextualización y datación exacta de los mismos (Jurado Fresnadillo, Domínguez Bella, 2004). La única información aportada para los vidrios de ventana es que, entre los seis fragmentos, uno se corresponde con el borde de un panel (Fig. 80). En cuanto a sus características físicas, todos ellos pueden asociarse con vidrios de ventana de época altoimperial elaborados mediante colado. Entre estos ejemplares, los autores seleccionaron uno de ellos para análisis arqueométrico (Jurado Fresnadillo, Domínguez Bella, 2004).

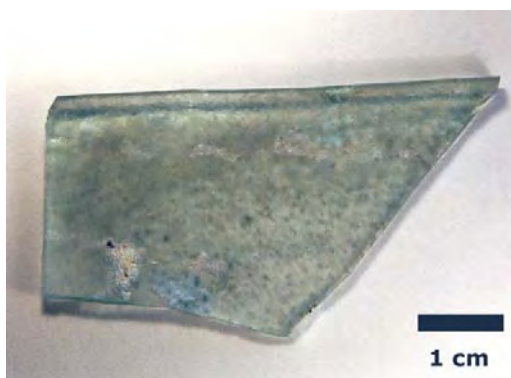


Fig. 80. Fragmento del borde de un panel de vidrio de ventana recuperado en las excavaciones del yacimiento de la Casa del Obispo en Cádiz (Jurado Fresnadillo, Domínguez Bella, 2004).

III.2.2 El vidrio de ventana en la Bética: ejemplos inéditos

A pesar de que son escasos los trabajos en los que se ha estudiado el vidrio de ventana de la Bética, los hallazgos que se han ido conociendo hasta el momento sugieren que se trata de un material muy importante en la arquitectura romana de esta provincia, tanto pública como privada.

Los materiales presentados en esta Tesis como inéditos son, plausiblemente, todavía una mínima parte del conjunto de vidrios romanos de uso arquitectónico que puede haber en el sur peninsular hispano. Es posible que muchos de ellos no se hayan

conservado debido a que se reciclaron una vez que perdieron su funcionalidad; otros, posiblemente, no se recuperaron por los investigadores debido al desconocimiento de los mismos o siguen almacenados en fondos de museos sin una buena catalogación que permita su identificación.

La selección de yacimientos en los cuales se ha identificado esta tipología de vidrios, se realizó previamente por la relevancia que tuvieron dentro del territorio de la Bética o por un conocimiento previo de la existencia de estos materiales (Tabla 4).

Tabla 4. Contextualización y cronología de los yacimientos de la Bética en los que se ha identificado vidrio de ventana romano.

Yacimiento	Tipo de construcción	Cronología
<i>Acinipo</i> (Ronda, Málaga)	Termas	I-II d.C. y IV-V d.C.
<i>Carmo</i> (Carmona, Sevilla)	Desconocida (procede de basurero)	II d.C.
<i>Astigi</i> (Écija, Sevilla)	Posible <i>domus</i>	romano imperial
	<i>Domus</i>	II-III d.C.
	Desconocida (posible <i>domus</i>)	romano
	Desconocida (procede de necrópolis)	romano bajo imperial
	<i>Domus</i>	I-IV d.C.
Herrera (Sevilla)	Termas	II-IV d.C.
Torreparedones (Baena, Córdoba)	Curia	II-III d.C.
	<i>Domus</i>	romano imperial
	Desconocida (restos constructivos)	romano
	Posible <i>domus</i> (<i>vicus</i> oriental)	II d.C.
	<i>Villa</i> (<i>pars urbana-triclinium</i>)	III-V d.C.
	Desconocida (procede de necrópolis)	romano
	Posible <i>domus</i> (<i>vicus</i> oriental)	II d.C.
	<i>Villa</i> (<i>pars urbana-triclinium</i>)-Termas	I-IV d.C.
	<i>Villa</i> / Palacio	I-III d.C. y III-VII d.C.
<i>Villa</i> (<i>pars rustica</i>)	II-III d.C.	

A pesar de que es frecuente localizar esta clase de vidrios descontextualizados de su lugar de ubicación original, afortunadamente ha sido posible la asociación de muchos de los hallazgos de la Bética con determinadas construcciones. La identificación de estos edificios revela que la instalación de vidrios de ventana se

produjo en la arquitectura tanto privada como pública, siguiendo los mismos patrones que en otros lugares del Imperio. Hay que destacar que, en el caso de la arquitectura pública, los hallazgos más frecuentes se producen en contextos termales, vinculados con las estancias caldeadas de los edificios, lugar donde el vidrio de ventana tuvo una importante y relevante función. Una particularidad ha sido la documentación de esta clase de paneles en el edificio identificado con la curia en el yacimiento de Torreparedones (Baena, Córdoba), siendo el único caso de esta clase de construcción en el que se ha hallado vidrio de ventana romano en *Hispania*. En el ámbito privado, el vidrio de ventana se ha localizado tanto en *domus* como en *villae*, vinculado de manera mayoritaria con las estancias de mayor prestigio. Entre estos ejemplos, solo se ha identificado vidrio de ventana en la *pars rustica* de una *villae* periurbana en la intervención arqueológica realizada en la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 de Córdoba, aunque se desconoce si fueron materiales que cerraban los vanos de las estancias donde se hallaron o formaron parte de los productos que se comercializaron en estos espacios.

En relación con la cronología del conjunto de vidrios de ventana estudiado, es importante destacar que muchos de ellos se fechan durante el siglo II d.C., en total en nueve de las 19 intervenciones arqueológicas con un registro positivo. A este momento se asocian muchos de los hallazgos efectuados en otras zonas de *Hispania* (Sánchez de Prado, 2006: 91). Los ejemplares más tardíos de la Bética se datan en contextos que alcanzan el siglo V d.C., concretamente en las termas de *Acinipo* (Ronda, Málaga), en la *villa* de Santa Rosa, y en el yacimiento de Cercadilla, ambos en Córdoba. Estos testimonios coinciden cronológicamente con algunos de los fragmentos más tardíos documentados en otras zonas de *Hispania*, datados en el siglo V d.C. (Sánchez de Prado, 2006: 92).

La práctica del reciclado de este tipo de vidrios sin duda ha influido en el escaso número de fragmentos conservados. No obstante, en el conjunto estudiado en esta Tesis Doctoral, dos yacimientos, la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) y la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba), han proporcionado un volumen de material significativo. En estos dos casos se ha podido realizar una propuesta de restitución de

las dimensiones de los paneles e, incluso, proponer hipótesis fiables sobre su lugar de instalación.

III.2.2.1 *Acinipo (Ronda, Málaga)*

El lugar de *Acinipo*, conocido también como Ronda la Vieja, es un yacimiento que se ubica cerca de la actual población de Ronda (Málaga). Presenta una ocupación desde el Neolítico, aunque los principales restos conservados se corresponden con el momento de desarrollo de la ciudad durante la época romana (Aguayo de Hoyos *et al.*, 2009: 27). A pesar de que poco se conoce sobre el asentamiento en este periodo, los hallazgos efectuados permiten establecer que el momento de mayor esplendor fue durante la época imperial, entre los siglos I y II d.C., apareciendo evidencias de abandono en torno al siglo III d.C. (Aguayo de Hoyos *et al.*, 2009: 28).

Durante los años 2005, 2006 y 2007 se iniciaron una serie de intervenciones arqueológicas efectuadas en las proximidades del sondeo realizado en los años ochenta, en la zona que se identificó con las termas de la ciudad (Castaño Aguilar *et al.*, 2009: 39). Estas nuevas actuaciones pretendían obtener un mejor conocimiento del conjunto del edificio termal (Castaño Aguilar *et al.*, 2009: 39).

III.2.2.1.1 El vidrio de ventana de las termas de *Acinipo*

Respecto al empleo de vidrio de ventana para cubrir los vanos de las termas de *Acinipo*, la publicación que recoge las intervenciones anteriormente descritas menciona la aparición de “vidrios procedentes de los ventanales” (Castaño Aguilar *et al.*, 2009: nota 33). Efectivamente, entre los materiales recuperados en las capas de colmatación del edificio termal en el año 2006, se han identificado un total de 108 fragmentos de vidrio de ventana. Estos materiales se corresponden con paneles planos cuadrangulares y no se ha podido restituir ninguno de ellos.

En relación a la cronología de los estratos donde se hallaron, el mayor número de ellos, 102 fragmentos, se recuperó en la U.E. 20092, junto a materiales que permiten fecharla en los siglos IV-V d.C. (Hoyos Cecilia, 2009: 117) (AC_01-

AC_102) (Fig. 81). Cuatro de ellos pertenecían a la U.E. 20091 (AC_103-AC_106) (Fig. 82), con una cronología similar a la anterior (Hoyos Cecilia, 2009: 117). Los otros dos restantes aparecieron en la U.E. 20089 (AC_107-AC_108) (Fig. 83) en contextos fechados en el siglo V d.C. (Hoyos Cecilia, 2009: 117). Todas estas unidades estratigráficas pertenecen a las estancias occidentales y al *ambulacro* de las termas donde, en la denominada Fase IV, se detecta una amortización de estos espacios en los siglos III y IV d.C. para la instalación de un taller destinado a la elaboración de vidrio soplado (Hoyos Cecilia, 2009: 119) (Fig. 84). En esta remodelación se modifican algunas de las habitaciones de esta área para la construcción de dos pequeños hornos (Castaño Aguilar *et al.*, 2009: nota 51). Según los materiales recuperados de esta fase, la actividad de este nuevo taller se extendería a partir de la segunda mitad del siglo IV d.C. y durante un amplio periodo de la centuria siguiente (Castaño Aguilar *et al.*, 2009: 71).

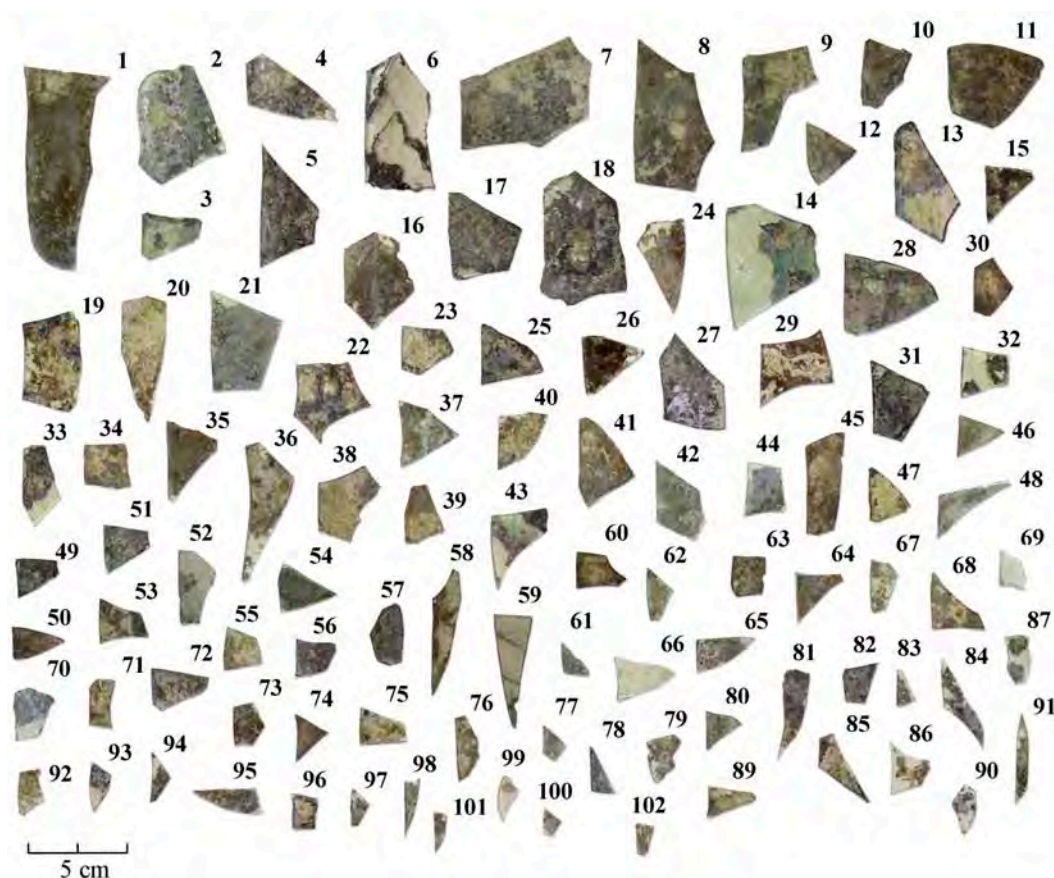


Fig. 81. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 20092 de las termas de *Acinipo* (Ronda, Málaga) (AC_01-AC_102) (A. Velo Gala).

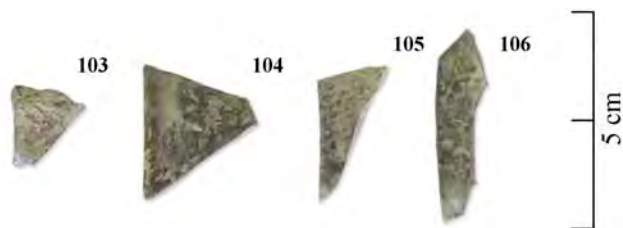


Fig. 82. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 20091 de las termas de *Acinipo* (Ronda, Málaga) (AC_103-AC_106) (A. Velo Gala).

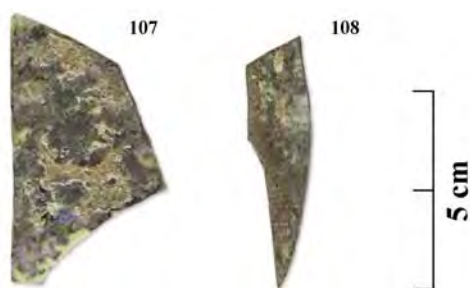


Fig. 83. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 20089 de las termas de *Acinipo* (Ronda, Málaga) (AC_107-AC_108) (A. Velo Gala).

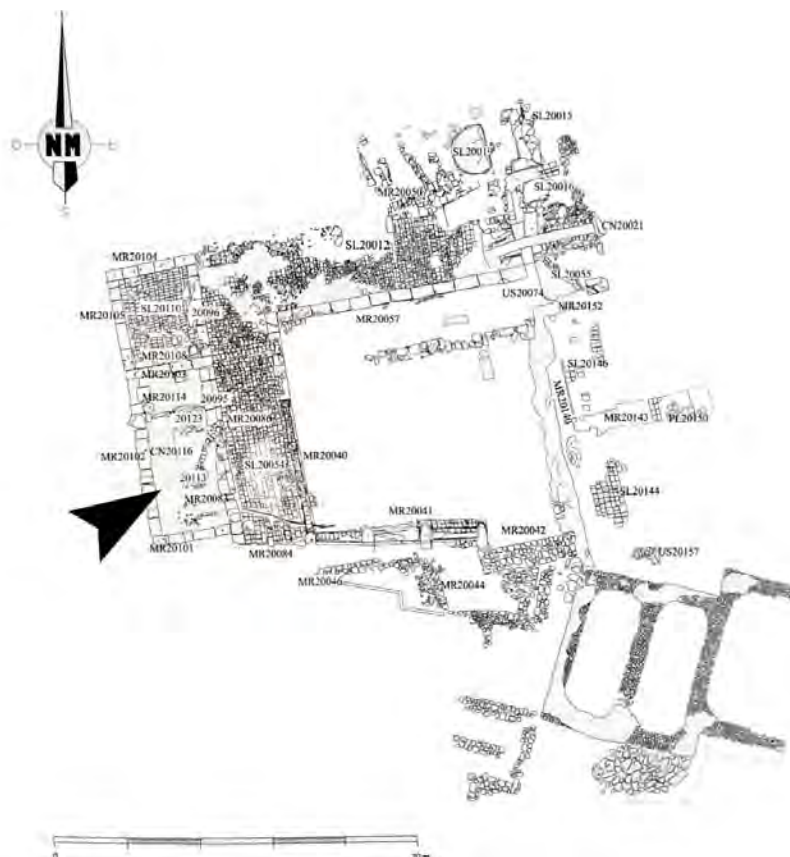


Fig. 84. Plano de las termas de *Acinipo* (Ronda, Málaga) con indicación de la estancia donde se documentaron los vidrios de ventana (plano modificado de Castaño Aguilar *et al.*, 2009: Fig. 4).

Aunque los vidrios de ventana aparecen en estos contextos más tardíos, pueden asociarse con los materiales que se emplearon para el cierre de ventanas de las termas. Su hallazgo en una zona donde se localizó un taller de vidrio permite plantear que formaron parte de la acumulación de desechos para su posterior reciclado y conversión en nuevos objetos. Este hecho también explicaría las escasas dimensiones de los fragmentos recuperados, debidas a una fragmentación intencionada para facilitar los procesos de refundición del vidrio. No obstante, no puede descartarse la posibilidad de que parte de los fragmentos de vidrio procediesen de nuevos paneles elaborados en este taller o perteneciesen a otras construcciones de épocas más tardías y que se recuperaron para la misma finalidad que los materiales altoimperiales.

III.2.2.2 Carmo (Carmona, Sevilla)

La actual ciudad de Carmona es una población, en la provincia de Sevilla, que se asienta sobre un promontorio que domina el territorio conocido como los Alcores. Presenta, en sus orígenes, un registro ocupacional constituido por conjuntos de cabañas que se concentraban en las zonas donde el alcor ofrecía una mejor defensa natural (Lineros Romero, 2005: 1003). Estas agrupaciones se remontan hasta el Neolítico Final e inicios del Calcolítico, consolidándose en el siglo VIII a.C. como núcleo de importancia en el Bronce Inicial tartésico (Lineros Romero, 2005: 1003). A mediados del siglo VI a.C. finaliza el periodo tartésico de la ciudad y se inicia la época turdetana, ampliando el territorio hacia el sur y el oeste, pero manteniendo la delimitación de la muralla defensiva (Lineros Romero, 2005: 1004). En el año 237 a.C. las tropas cartaginesas comandadas por Amílcar Barca inician la conquista de la península ibérica y, aunque se desconocen los datos de la toma de Carmona por los cartagineses, las fuentes literarias hacen mención a la ciudad como la principal base de Cartago en la región (Caballos Rufino, 2007: 35). Será en las proximidades territoriales de la ciudad donde tendrá lugar la batalla de los cartagineses contra Roma, que finalizará con la derrota del bando cartaginés y el inicio del periodo romano en la ciudad (Caballos Rufino, 2007: 38-39). Ya en época romano-republicana, Carmona y su territorio se convierten en *ager publicus* (Caballos Rufino, 2007: 41). Durante las revueltas lusitanas fue lugar de refugio para el general Galba y sus tropas, y en torno a

una centuria después volvió a ser un centro importante en las Guerras Civiles entre César y Pompeyo (Caballos Rufino, 2007: 42). Poco después y como agradecimiento a su postura en la contienda contra el bando Pompeyano, César concederá como recompensa a Carmona la categoría de *Municipium Iulium* (Caballos Rufino, 2007: 45). Durante el periodo romano imperial Carmona gozará de una importante transformación urbanística promovida por la importante actividad económica de la zona y su proximidad al río Guadalquivir, lo cual ofreció la posibilidad de establecer relaciones comerciales fluidas con otros asentamientos de gran importancia (Lineros Romero, 2005).

III.2.2.2.1 Vidrios de ventana romanos en el santuario de la calle San Felipe de Carmona (Sevilla)

Tras la realización de una búsqueda exhaustiva entre todos los materiales de aquellas intervenciones arqueológicas depositadas en el Museo de la Ciudad de Carmona, susceptibles de contener algún material de interés para este estudio, solo se ha identificado vidrio de ventana en una de ellas. Se trata de la intervención realizada en la calle San Felipe en el solar número 1A, bajo la dirección del arqueólogo J. M. Román Rodríguez, entre los años 1999 y 2000 (Belén Deamos *et al.*, 2014: 104) (Fig. 85).



Fig. 85. Localización del edificio cultural en la actual población de Carmona (Google Maps).

En esta actuación se documentó un complejo rupestre, excavado de forma parcial sobre la roca, asociado a prácticas culturales destinadas a divinidades del inframundo (Belén Deamos *et al.*, 2014). El edificio estaba configurado en un primer momento por una única sala (sala D) a la cual se adosaron, en una remodelación posterior, dos estancias más (salas C y A) (Fig. 86).

A partir de los materiales recuperados en el momento de abandono de las estancias A y D, se estableció que el uso de este santuario finalizó durante época flavia (Belén Deamos *et al.*, 2014: 104). Es durante esta fase cuando se procede al sellado de la puerta de acceso en el paramento de la fachada y comienzan a colmatarse las estancias con materiales fechados entre la segunda mitad del siglo I y el siglo II d.C. (Belén Deamos *et al.*, 2014: 122). Respecto a la sala C, el vano que conectaba con la estancia D quedó tapiado en el momento de abandono, mientras que el otro acceso a la misma, mediante escaleras talladas en la roca, se clausuró por los derrumbes y capas de escombros (Belén Deamos *et al.*, 2014: 124). Posteriormente el santuario se utilizó como fosa séptica en época almohade, quedando finalmente colmatado por rellenos más tardíos, también de época medieval (Belén Deamos *et al.*, 2014: 124).

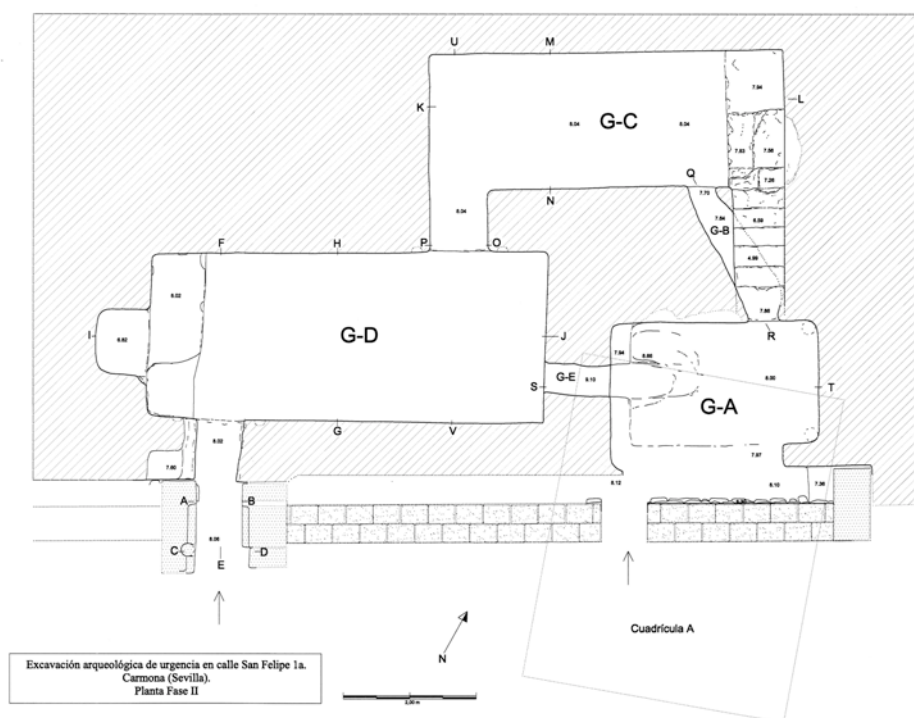


Fig. 86. Planta del santuario de la calle San Felipe 1A de Carmona (Sevilla) (J. M. Román Rodríguez).

Entre los materiales pertenecientes a las importantes capas de colmatación de las salas A y D, se han identificado un total de ocho fragmentos de vidrio de ventana correspondientes a paneles planos cuadrangulares (Fig. 87).



Fig. 87. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en la intervención arqueológica de la calle San Felipe 1A de Carmona (Sevilla) (CAR_01-CAR_08) (A. Velo Gala).

La gran mayoría de los fragmentos (CAR_01-CAR_07) se recuperaron en las capas de colmatación de la sala D, mientras que solo uno de ellos (CAR_08) se halló en los rellenos de la sala A. En el caso de la estancia D, los fragmentos CAR_01-CAR_05, los cuales permiten la restitución de una esquina de un panel cuadrangular plano, y el fragmento CAR_07 se hallaron en el estrato 71A, mientras que el fragmento CAR_06 en el 74A. Ambas capas se han fechado entre la segunda mitad del siglo I y el siglo II d.C.¹³ (Fig. 88). El fragmento CAR_08, perteneciente al estrato 60A datado en el siglo II d.C., se depositó tras el abandono de las estancias (Fig. 89).

Desafortunadamente, al tratarse de un contexto de basurero, no se tiene conocimiento de la arquitectura a la que pertenecieron estos fragmentos de vidrio de ventana. No obstante, sí puede concretarse, a partir de otros materiales recuperados en los mismos contextos, que el conjunto de vidrios de esta tipología estuvo en uso durante el siglo II d.C.

¹³ Toda la información relativa a las unidades estratigráficas de la intervención y la información gráfica ha sido facilitada por el arqueólogo director de la misma, J. M. Román Rodríguez.

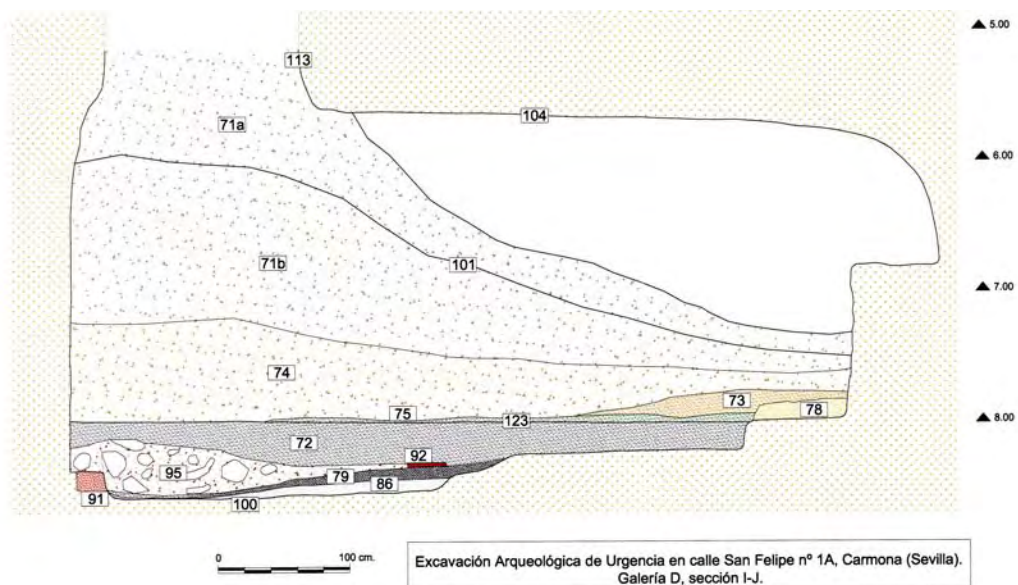


Fig. 88. Sección de la sala D del santuario de la calle San Felipe de Carmona (Sevilla) (J. M. Román Rodríguez).

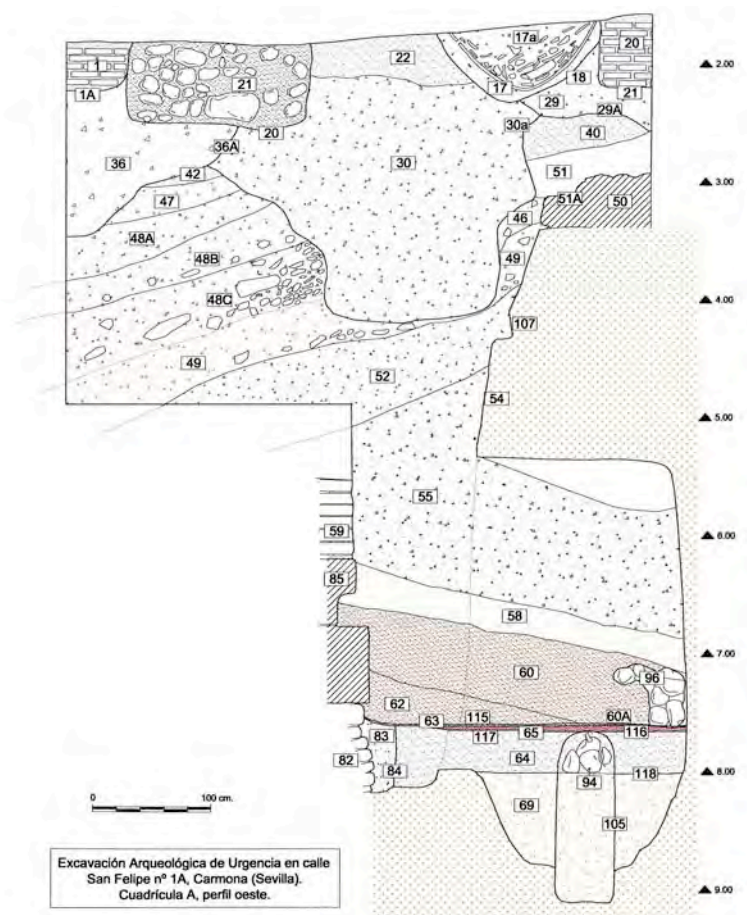


Fig. 89. Sección de la sala A del santuario de la calle San Felipe de Carmona (Sevilla) (J. M. Román Rodríguez).

III.2.2.3 *Astigi (Écija, Sevilla)*

Los hallazgos arqueológicos han situado el núcleo primigenio de la ciudad de *Astigi*, actual Écija (Sevilla), en un asentamiento protohistórico en las laderas sur y oeste del Cerro del Alcázar (Sáez Fernández *et al*, 2005: 89). Sin embargo, la ciudad romana surge tras el arrasamiento de las construcciones previas y su fundación como *colonia Augusta Firma* no se efectuará hasta época de Augusto (García-Dils, 2010: 85-86). Fueron, precisamente, su ubicación próxima al río Genil y a un entorno apropiado para la producción de vino y aceite, los factores más destacados para el desarrollo de este asentamiento (Chic García, 1986), que llegó a ser la capital de uno de los *conventus iuridici* de la Bética (Ordoñez Agulla, 1988: 46; Ordoñez Agulla, García-Dils, 2016: 194-195).

En el conjunto de fragmentos de vidrio pertenecientes a las distintas excavaciones arqueológicas efectuadas en el entorno urbano de la actual ciudad, se identificaron vidrios de ventana entre los materiales de seis intervenciones, concretamente en las calles: Garcilópez núm. 19, Plaza de la Puerta Cerrada núm. 9, Espíritu Santo a Barrera de Oñate, La Marquesa, Jovar núm. 4 y Plaza de España.

III.2.2.3.1 El vidrio de ventana de la excavación en la calle Garcilópez núm. 19

En el año 1985, en un solar ubicado en las proximidades de la calle Garcilópez núm. 19, en el centro urbano de Écija, se realizó una intervención arqueológica. Entre los materiales recuperados se identificó un fragmento de vidrio de ventana perteneciente a un panel plano cuadrangular (GL_01) (Fig. 90).



Fig. 90. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación en la calle Garcilópez núm. 19 de Écija (Sevilla) (GL_01) (A. Velo Gala).

A pesar de que no existe una información detallada de los contextos en los que se documentó el vidrio de ventana, este fragmento puede asociarse con los materiales recuperados en el nivel II. En este estrato, fechado en época romana imperial, aparecieron algunos restos arquitectónicos. Entre estos vestigios destaca una pequeña piscina realizada con revestimientos marmóreos, posiblemente procedentes del foro por su cercanía con este, y que, conjuntamente con el material cerámico documentado, atestiguan una ocupación continuada del espacio hasta época medieval (Rodríguez Temiño, Núñez Pariente de León, 1985: 320).

III.2.2.3.2 El vidrio de ventana de la excavación en la Plaza de la Puerta Cerrada núm. 9

Se identificó un fragmento de vidrio de pequeñas dimensiones entre los materiales recuperados de las excavaciones realizadas en la Plaza de la Puerta Cerrada, núm. 9 (Écija) (PC_01) (Fig. 91). En esta intervención se documentaron los restos de una *domus* que estuvo en uso desde mediados del siglo II y el siglo III d.C. (Rodríguez Temiño, 1986), por lo que posiblemente pueda asociarse al cerramiento de alguno de los vanos de ventana de dicha construcción. Otras intervenciones realizadas en la zona han puesto de manifiesto que se trata de un área ocupada, a partir del siglo II d.C., por destacadas *domus* en las proximidades de uno de los accesos de la antigua ciudad (Romero Paredes *et al.*, 2009: 3209).



Fig. 91. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación en Plaza de la Puerta Cerrada, núm. 9, de Écija (Sevilla) (PC_01) (A. Velo Gala).

III.2.2.3.3 El vidrio de ventana de la excavación en la calle Espíritu Santo a Barrera de Oñate

En las excavaciones realizadas en el año 1990, en el solar de la calle Espíritu Santo a Barrera de Oñate (Écija), se exhumaron los restos de una importante *domus*, que estuvo ocupada entre los siglos I y IV d.C. (Núñez Pariente de León, 1992, 1993)¹⁴. Destacan los pavimentos musivos de algunas de sus estancias, los cuales se han fechado en la segunda mitad del siglo II o inicios del siglo III d.C.¹⁵.

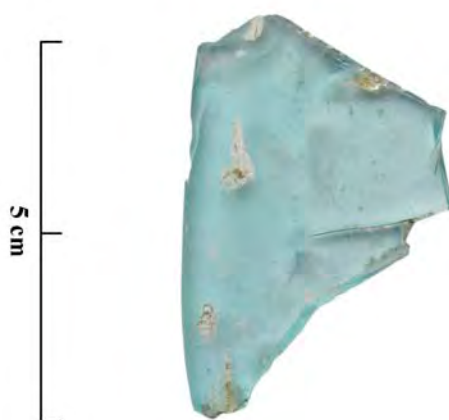


Fig. 92. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación en la calle Espíritu Santo a Barrera de Oñate de Écija (Sevilla) (ES_01) (A. Velo Gala).

Entre los materiales recuperados se identificó un único fragmento de borde de vidrio de ventana de color azul *aqua* (ES_01) (Fig. 92). La ligera curvatura que presenta el extremo del mismo plantea la posibilidad de que se trate de un fragmento procedente de un panel hemisférico, que alcanzaría unos 30 cm de diámetro. Sin embargo, las dimensiones del fragmento no permiten apreciar ningún tipo de levantamiento asociado con el arranque de la parte central abombada del panel. El

¹⁴ La intervención arqueológica preventiva en un solar cercano, en la Plaza de Santo Domingo 5 y 7 de Écija, dio como resultado el hallazgo de una *domus* edificada a finales del siglo I o principios del siglo II d.C. (Romero Paredes *et al.*, 2006). Esta vivienda destaca por sus pavimentos musivos, con motivos estilísticamente similares a los de las *domus* cercanas (Romero Paredes *et al.*, 2006: 66).

¹⁵ Información facilitada por A. Fernández Ugalde, director del Museo Histórico Municipal de Écija.

hecho de que los paneles planos cuadrangulares presenten unos bordes irregulares, como resultado del proceso de estirado en su elaboración, hace que también pueda tratarse de un borde de esta clase de vidrios de ventana.

Sobre el contexto y la cronología, no existe información disponible que permita concretar estos aspectos. Es posible que la instalación de los paneles de vidrio de ventana coincidiese con el momento de mayor esplendor de la vivienda, entre los siglos II y III d.C., momento en el que se fechan algunos de sus mosaicos.

III.2.2.3.4 El vidrio de ventana de la excavación en la calle La Marquesa, edificio Telefónica

En la intervención arqueológica realizada en la calle La Marquesa (Écija), concretamente en el patio del antiguo edificio de Telefónica, se recuperó un fragmento que se ha identificado como vidrio de ventana. Se trata de una pieza de pequeñas dimensiones correspondiente a un borde y cuyas características permiten asociarlo a un panel de tipología plana (MQ_01) (Fig. 93).

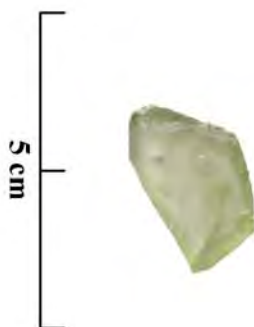


Fig. 93. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación en la calle La Marquesa, edificio Telefónica, de Écija (Sevilla) (MQ_01) (A. Velo Gala).

Sobre el contexto de hallazgo, el fragmento apareció entre materiales constructivos de época romana y en una zona intramuros de la muralla medieval (Núñez Pariente de León, 1992: 469-471).

III.2.2.3.5 El vidrio de ventana de la excavación en la calle Jovar núm. 4

En el año 1992 se llevó a cabo una intervención arqueológica en el solar situado en el núm. 4 de la calle Jovar (Écija). Este solar se encuentra ubicado en una zona extramuros de la ciudad romana y próximo a la vía que comunicaba con Mérida (Carrasco Gómez, Romero Paredes, 1995: 726).

En la memoria de excavación se menciona la presencia de fragmentos de vidrio en uno de los estratos del único sondeo cuyo registro arqueológico fue positivo (Carrasco Gómez, Romero Paredes, 1995: 728). Es probable que a estos materiales se asocien los dos fragmentos de vidrio de ventana identificados en esta excavación (JO_01-JO_02). Por su similitud, ambos fragmentos, uno de ellos correspondiente a un borde, pudieron pertenecer al mismo panel de tipología plana cuadrangular (Fig. 94).

Respecto a la cronología, dicho estrato se ha fechado en época bajo imperial, puesto que se trata de una acumulación de materiales que cubre un enterramiento datado en esta misma época según el tipo de ritual (inhumación con cubierta de *tegulae* a dos aguas) (Carrasco Gómez, Romero Paredes, 1995: 728).

Sobre los contextos a los que se asociaron estos materiales, no se dispone de ninguna información aunque, debido a que se trata de un espacio funerario, se encuentran claramente descontextualizados de su lugar original.

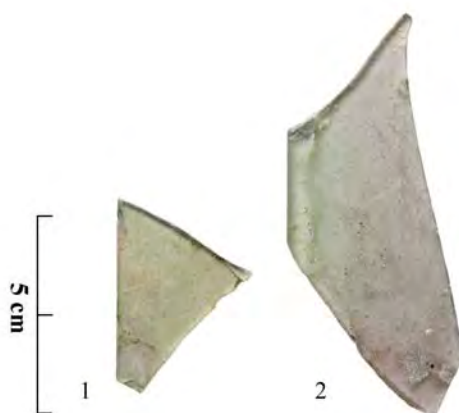


Fig. 94. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales pertenecientes a la excavación en la calle Jovar núm. 4 de Écija (Sevilla) (JO_01-JO_02) (A. Velo Gala).

III.2.2.3.6 El vidrio de ventana de las excavaciones en la Plaza de España

El mayor número de fragmentos de vidrio de ventana identificados en Écija corresponde a las intervenciones realizadas en la Plaza de España, con un total de nueve fragmentos. Uno de ellos se recuperó en la segunda campaña de excavaciones, entre los años 2001 y 2003, mientras que el resto pertenecen a la tercera, entre el 2003 y 2007 (PE_01-PE_09) (Fig. 95).

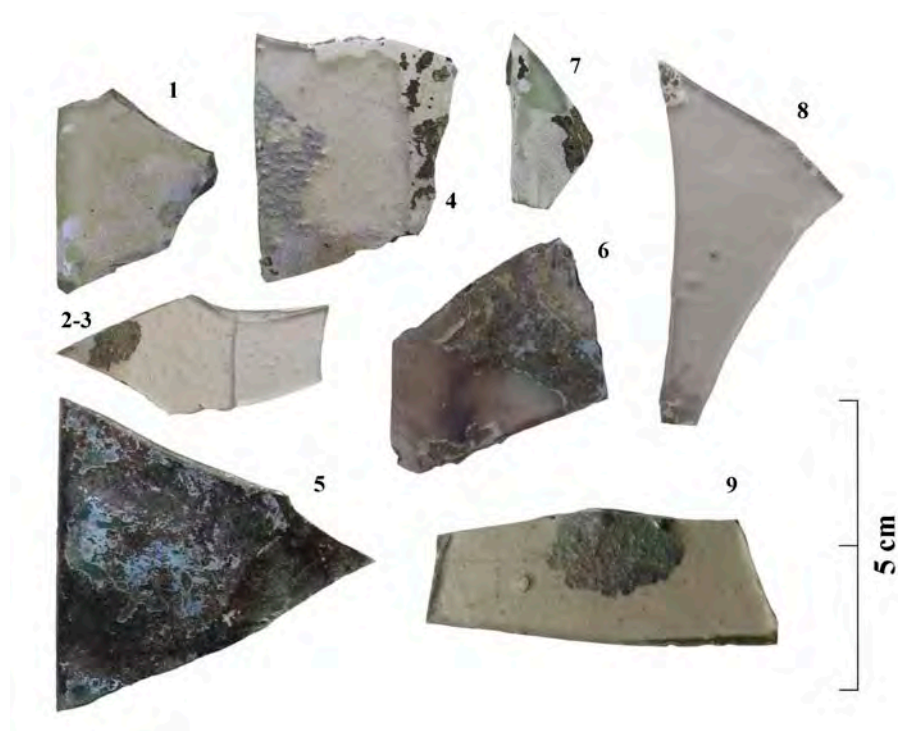


Fig. 95. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales pertenecientes a la excavación en la Plaza de España de Écija (Sevilla) (PE_01-PE_09) (A. Velo Gala).

Las estructuras documentadas de época romana en este espacio se corresponden con dos *insulae*, dos *kardines*, un *decumanus* y algunos restos pertenecientes a un edificio cultural (García-Dils, 2009: 100) (Fig. 96). A partir de la información aportada por el registro de los fragmentos, estos se asocian al área más occidental de la plaza. En este lugar se localizaron dos *insulae* que albergaban una serie de viviendas situadas al lado del espacio foral, configuradas desde el momento inicial de construcción de la colonia (García-Dils, 2009: 101; García-Dils *et al.*, 2009: 523).

Las dos viviendas identificadas en el lado occidental presentan una fachada porticada al *kardo*, mientras que, en el lado opuesto, son cuatro las *domus* diferenciadas (García-Dils, 2009: 102; García-Dils *et al.*, 2009: 522). Estos espacios habitacionales permanecieron en uso hasta la Antigüedad tardía, experimentando una serie de remodelaciones a lo largo de las centurias para la adaptación de las estancias a cada uno de los momentos de ocupación (García-Dils, 2009: 102-103; García-Dils *et al.*, 2009: 524).

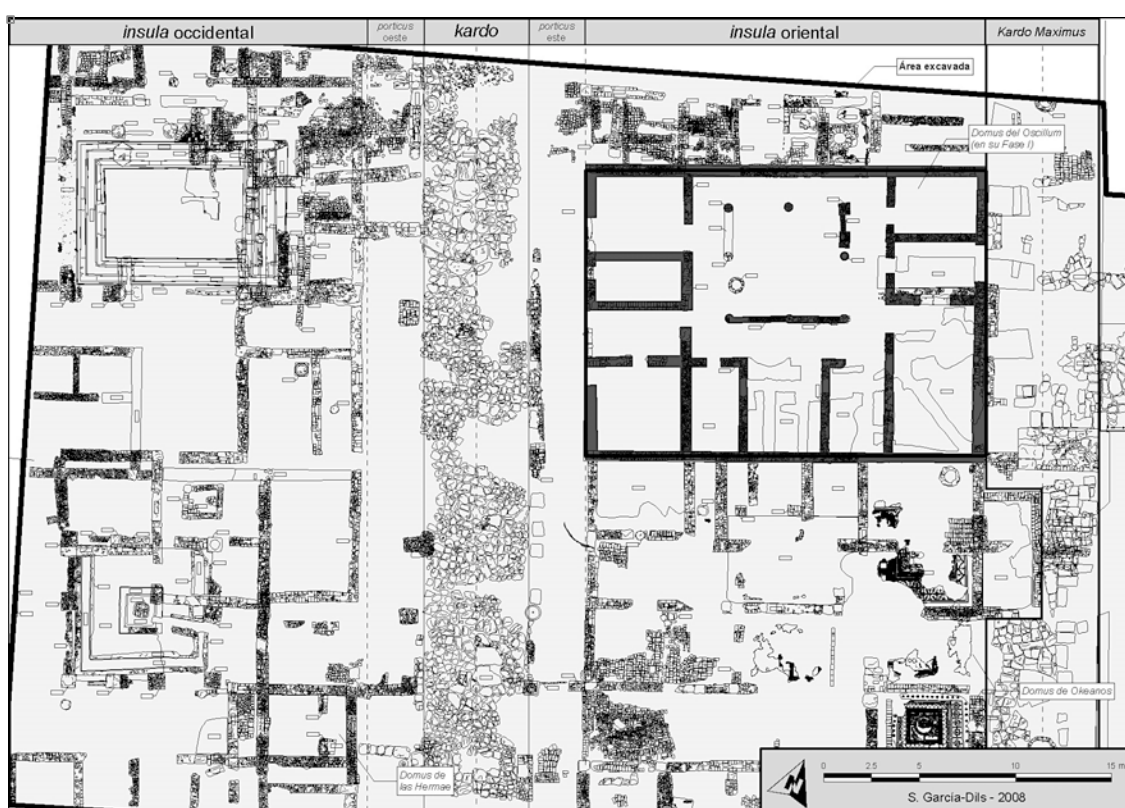


Fig. 96. Plano de las estructuras documentadas en el área occidental de las excavaciones en la Plaza de España (Écija) (García-Dils *et al.*, 2009: Fig. 2).

Los vidrios de ventana recuperados en estos contextos debieron pertenecer a los vanos de las ventanas de las estancias de mayor prestigio de alguna de las *domus*, bien como cierre de vanos de algún *triclinium* o formando parte de algún sistema de cierre del peristilo. Respecto a la cronología, tampoco se puede aportar una información exhaustiva, aunque pudieron instalarse como parte de alguna mejora de las construcciones en algún momento entre el siglo I y IV d.C.

III.2.2.4 Las termas romanas de Herrera (Sevilla)

Los hallazgos arqueológicos efectuados en las inmediaciones del actual municipio de Herrera, situado en la provincia de Sevilla, han atestiguado la ocupación en época romana de este territorio (Romo Salas, Vargas Jiménez, 1992: 435). De entre ellos, destaca el descubrimiento de un importante conjunto termal perteneciente a una *villa*, con motivo de la realización de unas obras de construcción de un canal en el año 1990 (Romo Salas, Vargas Jiménez, 1992: 435).

En el conjunto excavado se documentaron un total de 12 estancias, datadas entre los siglos II-III d.C., y tres más pertenecientes a un momento de ocupación posterior (siglos III-IV d.C.) (Vera Fernández, 2013-14: 156-157) (Fig. 97).

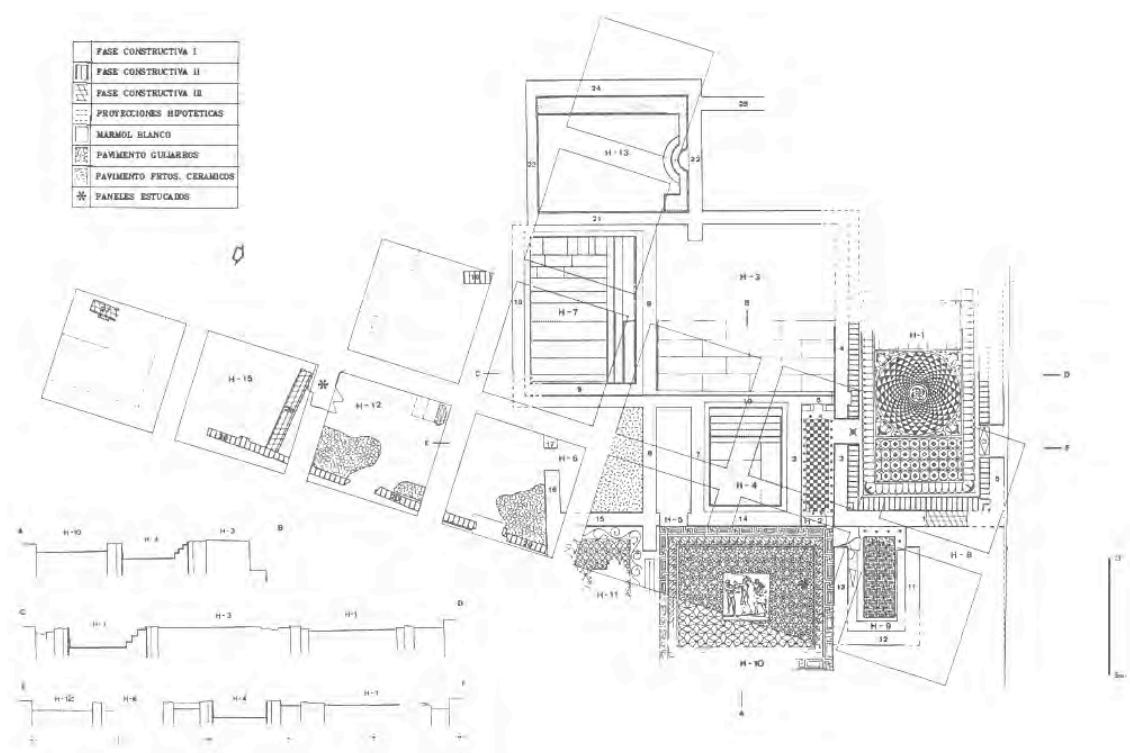


Fig. 97. Plano de las estancias documentadas en las intervenciones arqueológicas realizadas en las termas romanas de Herrera en el año 1990 (Romo Salas, Vargas Jiménez, 1992: Fig. 1).

El edificio destaca, además de por el buen estado de conservación de las estructuras, por los pavimentos musivos, los aplacados de mármol y los revestimientos pictóricos parietales (Vera Fernández, 2013-14: 157).

III.2.2.4.1 El vidrio de ventana de las termas romanas de Herrera

El vidrio de ventana identificado entre los materiales recuperados de las diversas campañas de excavación efectuadas en el yacimiento (1990, 2007 y 2009), lo forma un conjunto de 57 fragmentos. Todos ellos pertenecen a paneles de vidrio planos cuadrangulares y ninguno de ellos ha podido restituirse, ni total ni parcialmente.

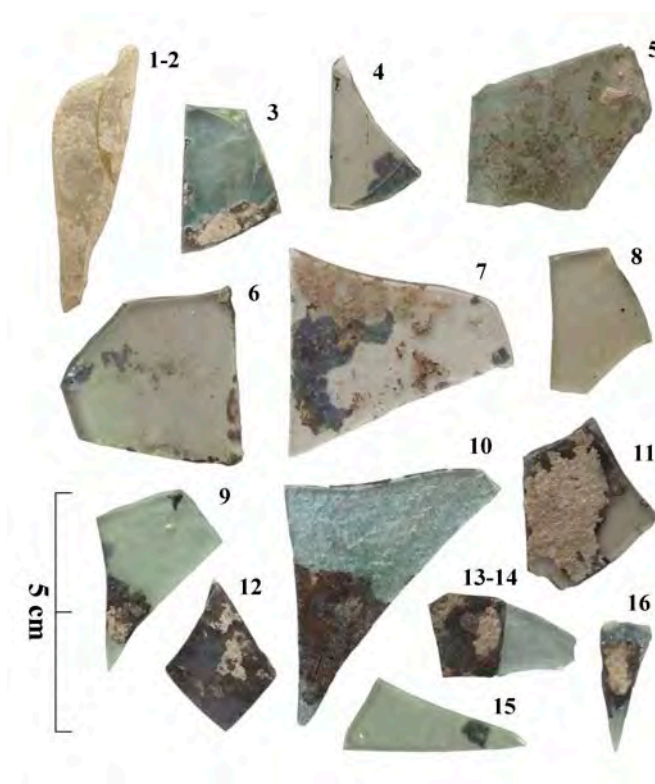


Fig. 98. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las intervenciones del año 1990 en las termas romanas de Herrera (Sevilla) (HE_01-HE_16) (A. Velo Gala).

A la primera de las intervenciones efectuadas en las termas, en el año 1990, pertenecen 16 de los fragmentos de vidrio (HE_01-HE_16) (Fig. 98). Dos de ellos (HE_01-HE_02) aparecieron en la denominada habitación 10. Este espacio es el más amplio de todo el conjunto, donde se halló el mosaico de los púgiles o pugilator (Romo Salas, Vargas Jiménez, 1992: 438; Vera Fernández, 2013-14: 162-163) y el mosaico que representa el Triunfo de Venus (Vera Fernández, 2013-14: 162-163). En cambio, el mayor número de vidrios de ventana, 12 fragmentos (HE_03-HE_14), se

localizó en la llamada habitación 12, lugar que actualmente ocupa el centro de interpretación y donde se cree que pudo localizarse una posible palestra (Vera Fernández, 2013-14: nota 10). En esta misma zona, fue donde se identificaron las fases más tardías de reocupación de las termas. Estas estancias muestran una orientación diferente de aquellas que configuraron las estructuras originales y se realizaron con materiales de menor calidad (Vera Fernández, 2013-14: 157). Finalmente, los dos últimos (HE_15-HE_16) se hallaron en la habitación 15 que, al igual que la anterior, se encuentra bajo el nuevo edificio construido.



Fig. 99. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las intervenciones del año 2007 en las termas romanas de Herrera (Sevilla) (HE_17-HE_55) (A. Velo Gala).

En el año 2007, con motivo de la realización del Taller de Empleo “Proyecto de puesta en valor del yacimiento arqueológico de las termas de Herrera-Villa Romana”, se procedió a la recuperación de los restos arqueológicos previamente

excavados, la ejecución de un muro perimetral, la excavación de algunas estructuras y la recogida de algunos materiales (Vera Fernández, 2013-14: 159). En esta actuación se han identificado el mayor número de fragmentos de vidrio de ventana, un total de 39 (HE_17-HE_55) (Fig. 99). Desafortunadamente, no existe información sobre dicha intervención que permita realizar una contextualización más detallada de los vidrios estudiados ni de otros materiales (Vera Fernández, 2013-14: nota 5).

Los últimos dos fragmentos de vidrio de ventana (HE_56-HE_57) se localizaron entre los materiales de las intervenciones efectuadas en el año 2009 (Fig. 100). Respecto a su contextualización, aparecieron en los rellenos de la habitación 17. Este espacio estaba ocupado por una estructura que formaba parte del *prae-furnium*, que queda parcialmente oculto bajo el centro de interpretación, y que conectaba con el *hipocaustum* identificado en la habitación 13 (Vera Fernández, 2013-14: 172).

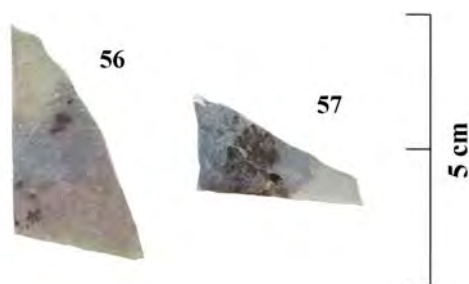


Fig. 100. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las intervenciones del año 2009 en las termas romanas de Herrera (Sevilla) (HE_56-HE_57) (A. Velo Gala).

En conclusión, los vidrios de ventana recuperados en los contextos asociados con el edificio termal de época romana pueden vincularse a los vanos de algunas de las estancias del mismo. No obstante, puesto que la cota de los paramentos no alcanza una altura suficiente para observar dónde podrían hallarse estas aberturas, no puede determinarse el lugar exacto donde se instalaron. En relación a la datación de estos materiales, pueden fecharse en el momento de ocupación de las termas entre los siglos II-III d.C. (Romo Salas, Vargas Jiménez, 1992: 442; Vera Fernández, 2013-14: 172). La presencia de una reocupación de los espacios y el hallazgo de algunos fragmentos de vidrio de ventana en los mismos, plantea la reutilización de estos paneles en épocas

posteriores, siglos III-IV d.C., o bien que algunos de ellos presenten una cronología más tardía.

III.2.2.5 Torreparedones (Baena, Córdoba)

El Parque Arqueológico de Torreparedones se encuentra situado entre los términos municipales de Baena y Castro del Río, en la provincia de Córdoba. Los testimonios arqueológicos permiten establecer una ocupación inicial del terreno desde el período Neolítico (Morena López, Sánchez Ramos, 2016: 90). Sin embargo, el asentamiento no se consolida como ciudad hasta el Bronce Final y alcanzará un amplio desarrollo durante la Protohistoria y el periodo romano (Ventura Villanueva *et al.*, 2013: 235). En el siglo III d.C. los edificios más emblemáticos de la colonia perdieron su funcionalidad y es entonces cuando comienza su fase de abandono (Ventura Villanueva *et al.*, 2013: 245; Morena López, Sánchez Ramos, 2016: 93). No obstante, el asentamiento permanecerá ocupado hasta el siglo XVI d.C. (Morena López, Sánchez Ramos, 2016: 94-96).

Entre los años 2009-2011 se realizaron una serie de intervenciones en el área identificada con el foro de la colonia. Este espacio, de escasas dimensiones y de planta cerrada, se fundó en época augustea y en él solo existían edificios de carácter administrativo y religioso (Ventura Villanueva *et al.*, 2013: 236). Durante la época de Tiberio se acomete una importante reforma en el foro, en la cual se procede a la construcción de la basílica, la pavimentación de la plaza y la marmorización de algunos de sus edificios (Morena López, Moreno Rosa, 2010: 451-452 ; Ventura Villanueva *et al.*, 2013: 236; Ventura Villanueva, 2014: 73).

III.2.2.5.1 Los paneles de vidrio de la curia de Torreparedones

El vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a las diversas intervenciones arqueológicas efectuadas en el yacimiento de Torreparedones, está constituido por un conjunto de 273 fragmentos. Todos ellos se documentaron en el transcurso de las excavaciones efectuadas en los contextos asociados al edificio identificado con la curia de la colonia (Fig. 101).

La curia se encuentra situada junto al templo en la esquina noroeste del foro (Ventura Villanueva *et al.*, 2013: 40). El estado de conservación, así como los materiales recuperados en sus contextos, han permitido definir los espacios que configuraban este edificio.

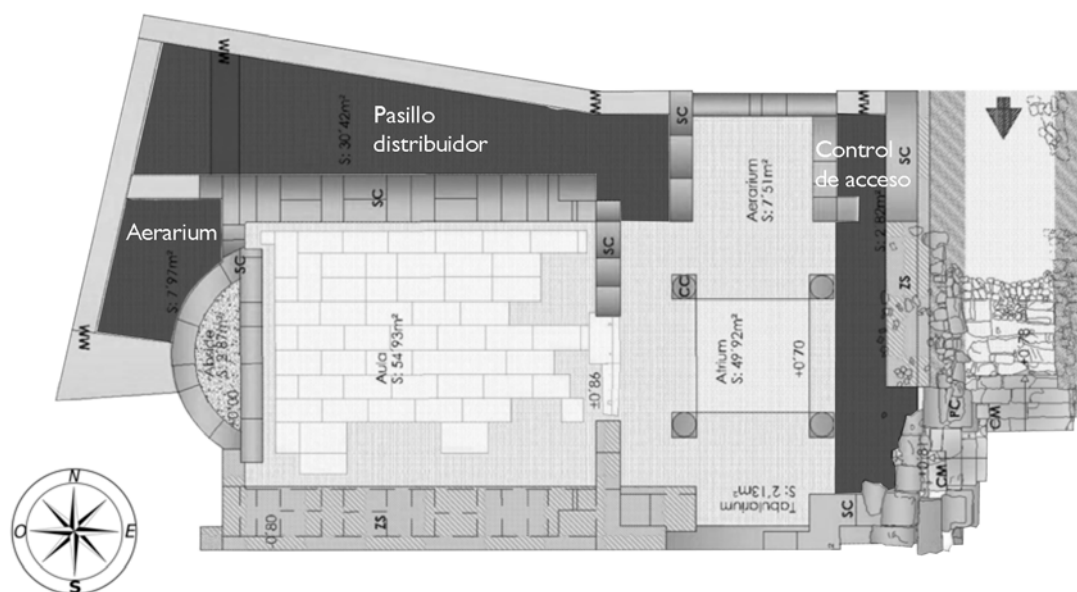


Fig. 101. Salas donde aparecieron los fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (plano elaborado a partir de Merino Aranda, 2014: Fig. 3).

Desde el foro se accedía a un patio tetrástilo a través de una puerta de 1,50 m, realizada por dos pilastras, con cuatro peldaños de piedra micrítica gris (Merino Aranda, 2014: 186). El *atrium*, de 50 m², conserva cuatro basas de sus columnas y un *impluvium* con su desagüe correspondiente (Ventura Villanueva *et al.*, 2013: 240; Merino Aranda, 2014: 186). Al sur de este espacio se aprecia un nicho que se ha interpretado como *tablinum*, un área destinada a la salvaguarda de la documentación administrativa y judicial del senado local (Ventura Villanueva *et al.* 2013: 241; Ventura Villanueva, 2014: 77-78; Merino Aranda, 2014: 186). En el lado opuesto del atrio, los restos documentados de hierro y el orificio existente en el centro del pavimento se asocian a la presencia de un *arca ferrata*, por lo que ahí debió establecerse el *aerarium* (Ventura Villanueva *et al.*, 2013: 217-231; Ventura Villanueva, 2014: 78). A ambos lados del mismo se aprecian dos pequeños recintos. El ubicado a la derecha se ha

interpretado con una zona de control de acceso, mientras que el situado a la izquierda enlaza con un pasillo que discurre anexo al muro norte de la sala más destacada del conjunto, el aula (Merino Aranda, 2014: 184). Este corredor fue clausurado tras una primera fase de uso y conectaba con unas estancias que se hallaban detrás del ábside del aula, tratándose, posiblemente, de un antiguo *aerarium* (Merino Aranda, 2014: 186). Tras el abandono de estas salas, los espacios se rellenaron con cascotes y se selló el acceso (Merino Aranda, 2014: 186). El aula de reunión se sitúa en el lado oeste del *atrium*, a la que se accedía a través de una puerta de 2,3 m y doble hoja (Ventura Villanueva *et al.*, 2013: 242; Merino Aranda, 2014: 186). Esta sala ocupaba una superficie interna de 55 m² y estaba rematada por un ábside semicircular que albergaría una estatua pedestre que, posiblemente, representaba al Genio de la colonia o al *Princeps* (Ventura Villanueva *et al.*, 2013: 243-244; Ventura Villanueva, 2014: 79; Merino Aranda, 2014: 186).

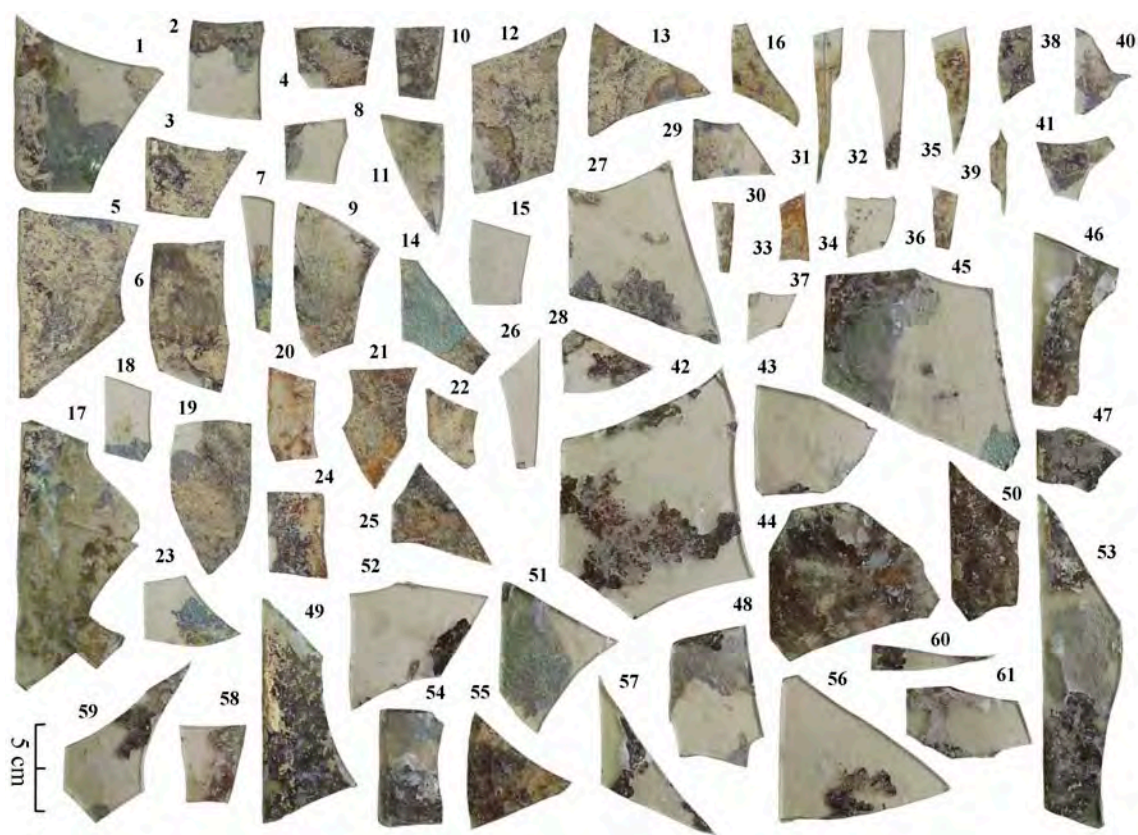


Fig. 102. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en la sala interpretada como antiguo *aerarium* de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (U.E. 1399) (TO_01-TO_61) (A. Velo Gala).

Del conjunto total de fragmentos de vidrio de ventana el mayor número de ellos, 233 fragmentos, se documentó en la zona identificada como posible antiguo *aerarium* (U.E. 1399 y 1405) (TO_01-TO_233) (Figs. 102-104). Otros 30 fragmentos aparecieron en los contextos de la estancia anexa al antiguo *aerarium*, que recibió la denominación de pasillo distribuidor (U.E. 1406 y 1431) (TO_234-TO_263) (Fig. 105). Por último, dos fragmentos se hallaron en la zona del control de acceso (U.E. 1080 y 1127) (TO_264-TO_265) (Fig. 106) y ocho en estratos ubicados al norte de la basílica y fechados en época medieval¹⁶ (U.E. 1245) (TO_266-TO_273) (Fig. 107).



Fig. 103. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en la sala interpretada como antiguo *aerarium* de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (U.E. 1399) (TO_62-TO_165) (A. Velo Gala).

¹⁶ Toda la información referente a los contextos en los que se documentaron los 273 fragmentos de vidrio de ventana fue facilitada por el Dr. J. A. Morena López.

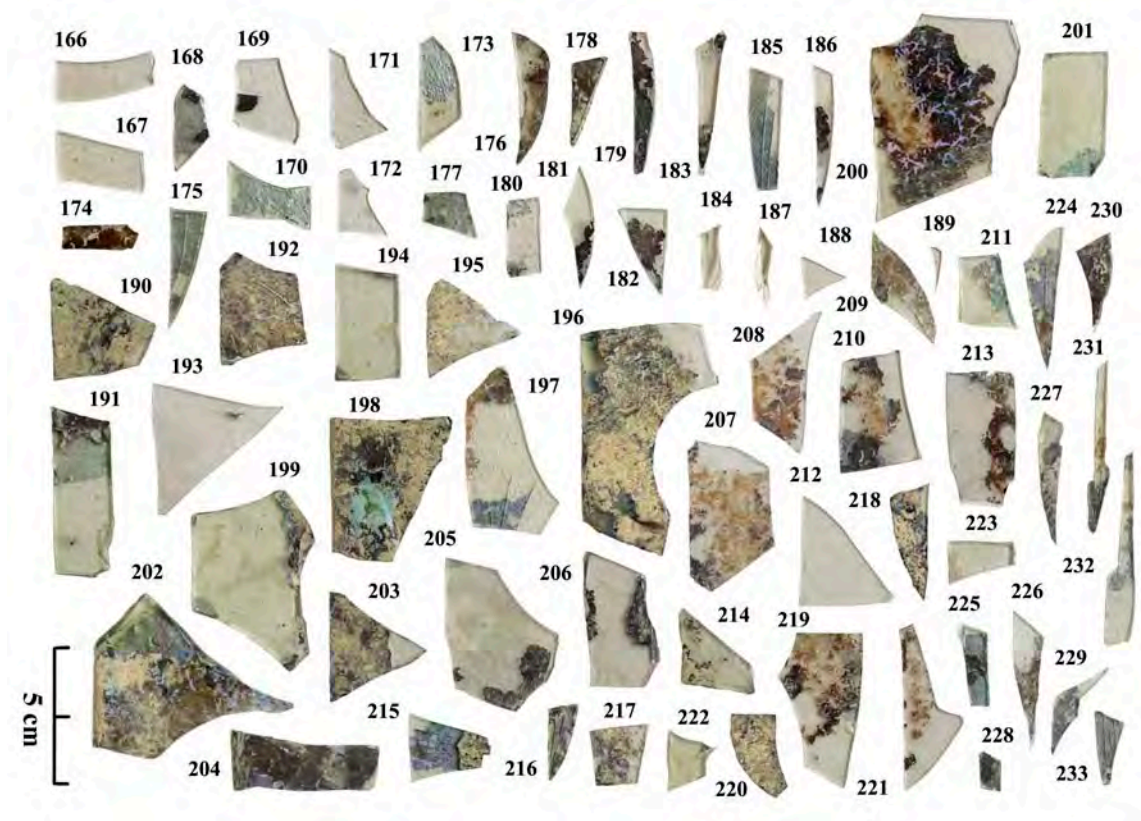


Fig. 104. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en la sala interpretada como antiguo *aerarium* de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (U.E. 1399 y U.E. 1405) (TO_166-TO_233) (A. Velo Gala).

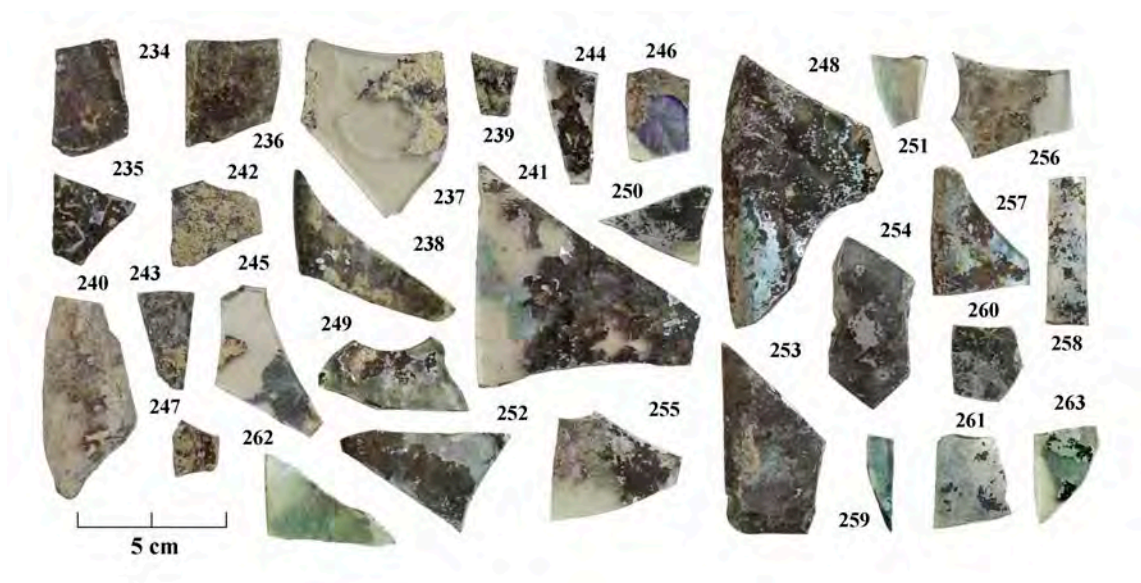


Fig. 105. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en la sala interpretada como pasillo distribuidor de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (U.E. 1406 y U.E. 1431) (TO_234-TO_263) (A. Velo Gala).

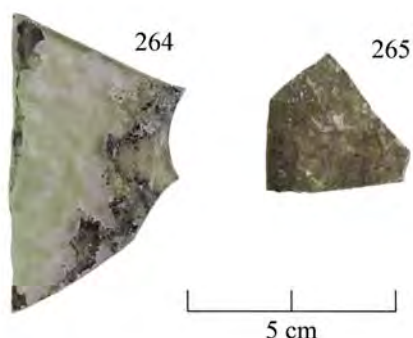


Fig. 106. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en la sala identificada con el acceso de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (U.E. 1080 y U.E. 1127) (TO_264-TO-265) (A. Velo Gala).

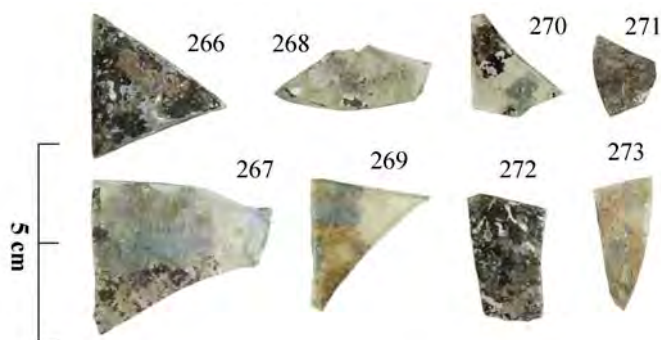


Fig. 107. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados en el área norte de la basílica de Torreparedones (Baena, Córdoba) (U.E. 1245) (TO_266-TO_273) (A. Velo Gala).

La concentración de la mayoría de fragmentos en dos áreas (*aerarium* y pasillo distribuidor), coincidiendo con materiales constructivos procedentes del derrumbe de los muros en su fase de abandono y saqueo, permite establecer que los paneles de ventana se encontraban instalados en los vanos de paramentos cercanos, los cuales terminaron por desprenderse y depositarse en estas zonas. A partir de las investigaciones y reconstrucciones planteadas para el edificio de la curia (Merino Aranda, 2014), es posible que los paneles de vidrio formasen parte de los sistemas de cierre de los vanos de ventana que iluminaban el aula de la misma. Respecto a los fragmentos que aparecieron en contextos medievales, en el norte de la basílica, sus características morfológicas, muy similares a las de los vidrios de ventana romanos, permiten plantear que se trata de fragmentos descontextualizados.

Sobre la cronología de los vidrios, estos pudieron formar parte de las mejoras efectuadas en el edificio en el proceso de marmorización durante la reforma de época tiberiana. Es en este mismo momento cuando se produce una transformación importante con la amortización de las estancias, antiguo *aerarium* y pasillo distribuidor, ubicadas en el área norte de la curia (Ventura Villanueva *et al.*, 2013: 240). No obstante, no se sabe con exactitud si estos vidrios fueron los originales o se trata de paneles que en algún momento sustituyeron a los primeros, puesto que, a pesar de la estabilidad y durabilidad del vidrio, eran materiales frágiles frente a impactos. Es por ello que se establece una cronología para el conjunto de fragmentos de vidrio de ventana de la curia de Torreparedones de entre los siglos II y III d.C.

Puesto que el vidrio de ventana elaborado por colada, debido a su espesor, fue muy apreciado para su reciclado una vez perdida su funcionalidad (Freestone, 2015: 34-36), es inusual encontrar un volumen de fragmentos como el hallado en la curia de Torreparedones. Es probable que los paneles completos se extrajeran para su reutilización en otras arquitecturas durante las fases de abandono y saqueo del edificio, mientras que se dejaron en el lugar aquellos paneles fragmentados. Estos fragmentos no se recuperaron porque probablemente quedaron inaccesibles entre los restos constructivos del edificio o porque no existieron instalaciones productoras de vidrio activas en las inmediaciones interesadas en su reciclado.

La abundancia de fragmentos de vidrio de ventana recuperados permitió efectuar las labores de restitución de algunos de los perfiles de los paneles. Este trabajo, conjuntamente con el estudio pormenorizado de cada uno de los fragmentos y la caracterización de su composición química (véase capítulo IV.4.2), ayudó a definir la existencia de, al menos, cuatro paneles de vidrio, tres de tipología plana cuadrangular y uno circular hemisférico. Este último panel constituye el primer ejemplo de esta clase de vidrio de ventana documentado en la Bética. Los paneles planos son de forma cuadrada, de aproximadamente 48 x 48 cm (Fig. 108), mientras que el panel hemisférico presenta un diámetro de unos 40 cm (Fig. 109). Estas medidas se encuentran en la media determinada para los hallazgos de esta tipología de vidrios (Foy, Fontaine, 2008: 410, 421).



Fig. 108. Restitución de los paneles planos cuadrangulares pertenecientes a los vanos de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (A. Velo Gala).

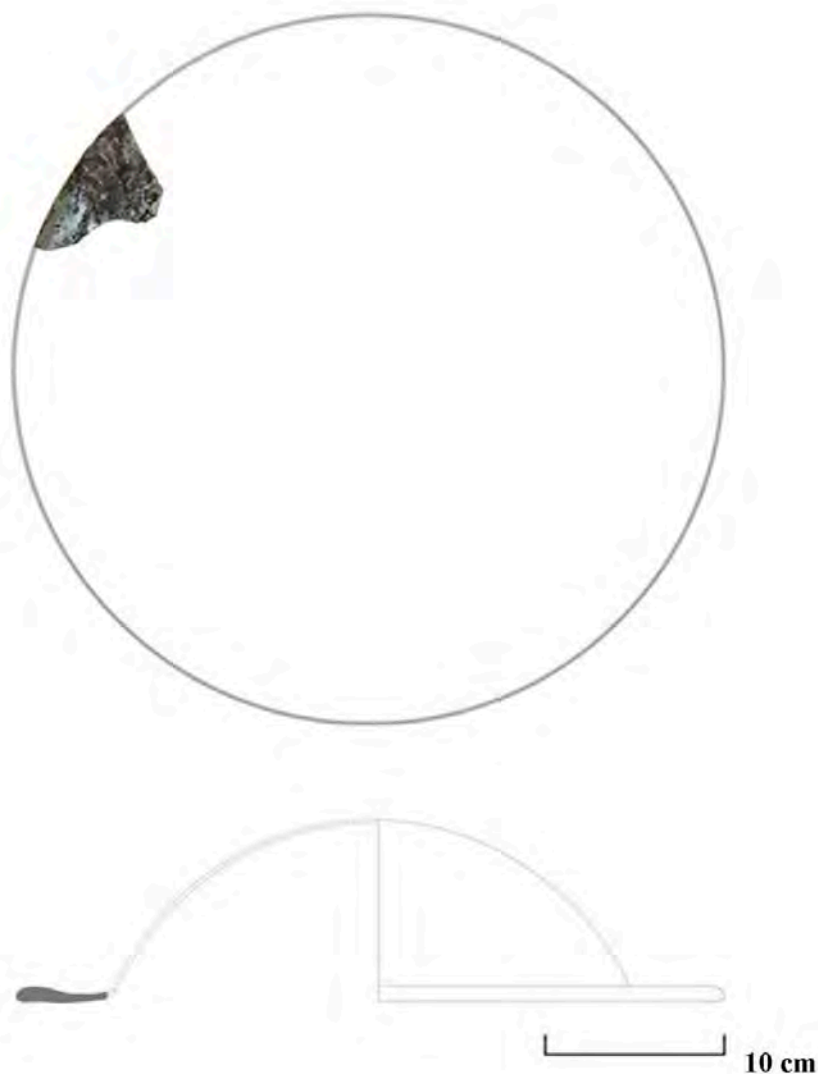


Fig. 109. Restitución del panel hemisférico circular perteneciente a uno de los vanos de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (A. Velo Gala).

Entre los restos de tierra y carbonatos presentes en la superficie de algunos de los fragmentos de vidrio plano, se identificaron una serie de depósitos puntuales de color blanquecino en las proximidades de los bordes. Dichos depósitos, que a veces dibujan una línea recta a 1 cm de distancia del borde aproximadamente, podrían corresponderse con restos del mortero y/o de la masilla empleada para el sellado e instalación de los paneles en el muro o bastidor (Fig. 110). Estos depósitos permiten establecer que las placas de vidrio se sustentaron en el paramento o en un marco-bastidor, insertando los mismos a una distancia de en torno a 1 cm desde el borde

exterior. Por la regularidad de la línea que marcan los posibles restos de mortero y/o masilla, la distancia de la misma al borde, la ausencia de restos que pudieran relacionarse con algún metal o la ausencia de molduras de piedra, los paneles podrían haberse instalado en marcos o bastidores de madera. En el caso de que se hubiesen insertado en el muro sería preciso introducir el panel a una mayor profundidad, por lo que la huella del mortero y/o masilla de sellado no sería tan regular.

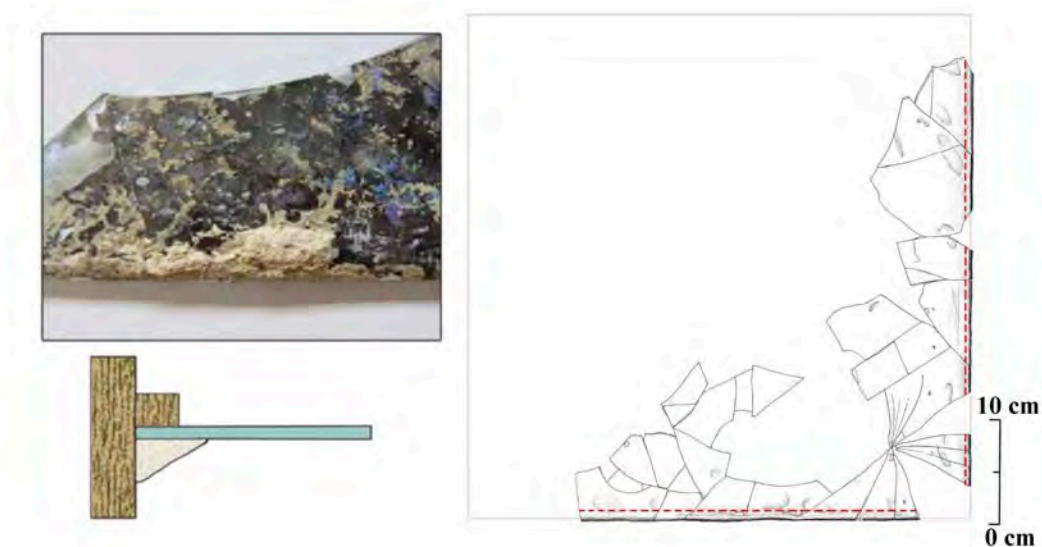


Fig. 110. Posibles restos de mortero y/o masilla de sellado en uno de los fragmentos de borde de un panel cuadrangular plano y propuesta de sistema de instalación de los paneles de vidrio planos de los vanos de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (A. Velo Gala).

Respecto al panel hemisférico, no se han identificado restos de mortero y/o masilla en ninguno de los bordes recuperados. Es posible que este panel estuviese instalado siguiendo un sistema similar al de los otros ejemplos planos, aunque también podría hallarse inserto entre el muro de fábrica y las capas de mortero de revestimiento del mismo. La presencia de algunas partículas arcillosas en las hendiduras del lado mate de algunos fragmentos del borde podría indicar la adopción de este último sistema. Un ejemplo de instalación de esta clase de paneles en *oculi* se encuentra en los fragmentos de vidrio hemisférico conservados *in situ* en algunos de los vanos de las termas femeninas de Herculano (Fontaine, Foy, 2005b: Fig. 22) (ver Fig. 50).

III.2.2.5.2 Una nueva propuesta de restitución de los vanos de ventana del aula de la curia de Torreparedones

El estudio de los vidrios de ventana de la curia de Torreparedones ha permitido establecer una nueva hipótesis para la restitución de las ventanas que permitían la iluminación natural del aula. Este trabajo parte del modelo de restitución efectuado a partir de las investigaciones realizadas por A. Merino Aranda (2014), en el cual el referente para la propuesta de instalación de vanos en el edificio fue la *Curia Iulia* (Merino Aranda, 2014: 188).

Teniendo en cuenta el modelo de la *Curia Iulia*, así como la disposición del edificio en el terreno y su orientación solar, debieron existir vanos de ventana en la parte más elevada de los muros del aula. Esta hipótesis ya fue establecida en las dos restituciones del edificio publicadas, en las cuales el único paramento que quedaría ciego sería el orientado hacia el oeste (Muñoz Rodríguez, 2013: 48; Merino Aranda, 2014: 188). Puesto que, según las recomendaciones de Vitrubio, en el interior del aula de la curia debían instalarse cornisas de madera o estuco a una altura intermedia de los paramentos para permitir mantener la voz entre el suelo y estos elementos (Vitrubio, V, 2), la disposición de los vanos por encima de estas cornisas respetaría este principio relacionado con la audición y la acústica del edificio.

Respecto a los paramentos en los que se abrieron estas aberturas, los muros este y oeste fueron, por su orientación, los más óptimos para una correcta iluminación. En el caso del lado sur, la proximidad de la curia con el templo, edificado sobre una plataforma y con una altura similar a la misma, no facilitaría la entrada de luz solar a través de ventanas ubicadas en este lado. Lo mismo sucedería en el muro norte a consecuencia del nivel superior de cota y la cercanía de otros edificios.

La identificación de uno de los paneles como vidrio de ventana hemisférico circular ha facilitado proyectar la existencia de vanos de ventana en el paramento oeste del aula. Este muro se encontraba ciego en las hipótesis iniciales de restitución del edificio. En el interior de la sala el espacio estaba presidido por un nicho de forma absidada, con una cubierta cónica, y que arrancaba desde el suelo a una cota de 1 m hasta una altura próxima a las cornisas intermedias que tenían el resto de paramentos (Merino Aranda, 2014: 193). La presencia de este ábside y la morfología del panel

hemisférico permite establecer con cierta seguridad que existía un vano circular u *oculus* en la parte superior de este espacio.

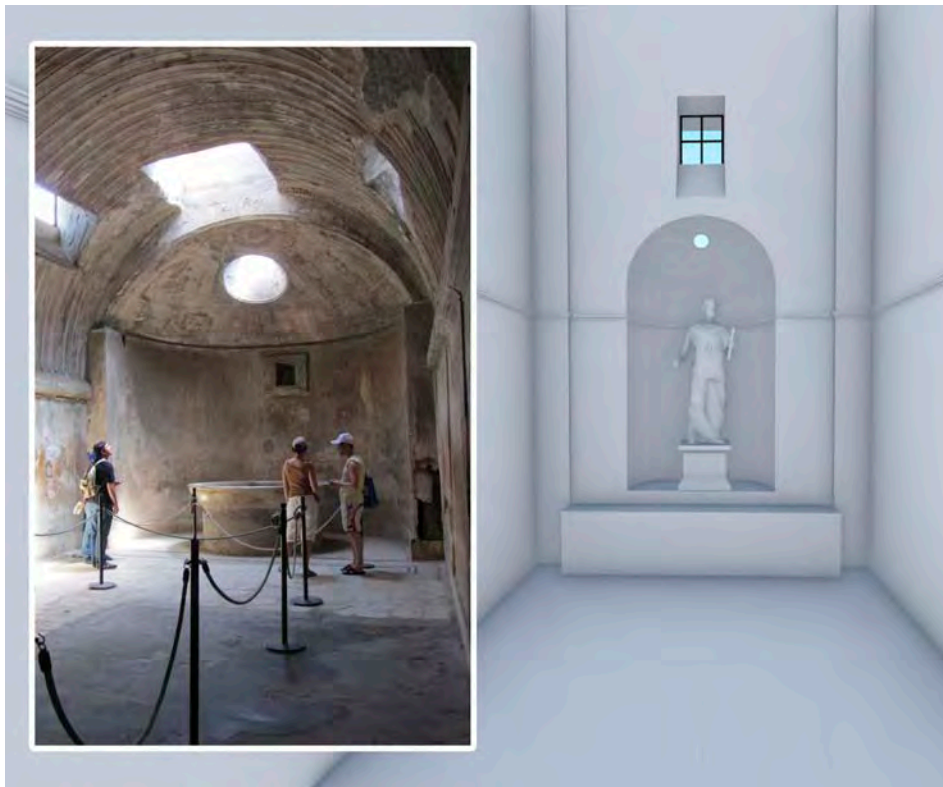


Fig. 111. *Tepidarium* de las termas del foro de Pompeya y propuesta de restitución de los vanos del paramento oeste del aula de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (Velo Gala, Merino Aranda, 2017: Fig. 7).

A pesar de que no existen evidencias de vidrios de ventana hemisféricos asociados a edificios identificados con curias en otras zonas del Imperio, esta tipología es bien conocida y presenta paralelos similares al estudiado en arquitecturas de uso termal. Los *oculi* de las estancias caldeadas (*tepidarium* y *caldarium*) de las termas de Pompeya y Herculano estaban cerrados por paneles de vidrio hemisférico (Fontaine, Foy, 2005b: 34, 35, figs, 21 y 22; Foy, Fontaine, 2008: 424, Fig. 17). Estas ventanas suelen estar acompañadas, en la parte superior vertical del paramento, por otras aberturas cerradas con paneles planos cuadrangulares. Por este motivo, el esquema ofrecido por estas edificaciones termales es un buen ejemplo para la propuesta de restitución de los vanos del paramento oeste del aula de la curia: un *oculus* en la parte

superior del ábside del paramento oeste sobre el cual, en la zona vertical, se disponen paneles planos que cierran un vano (Fig. 111). Por simetría, en el lado este existiría un vano cuadrangular de similares características al del paramento oeste (Fig. 112).

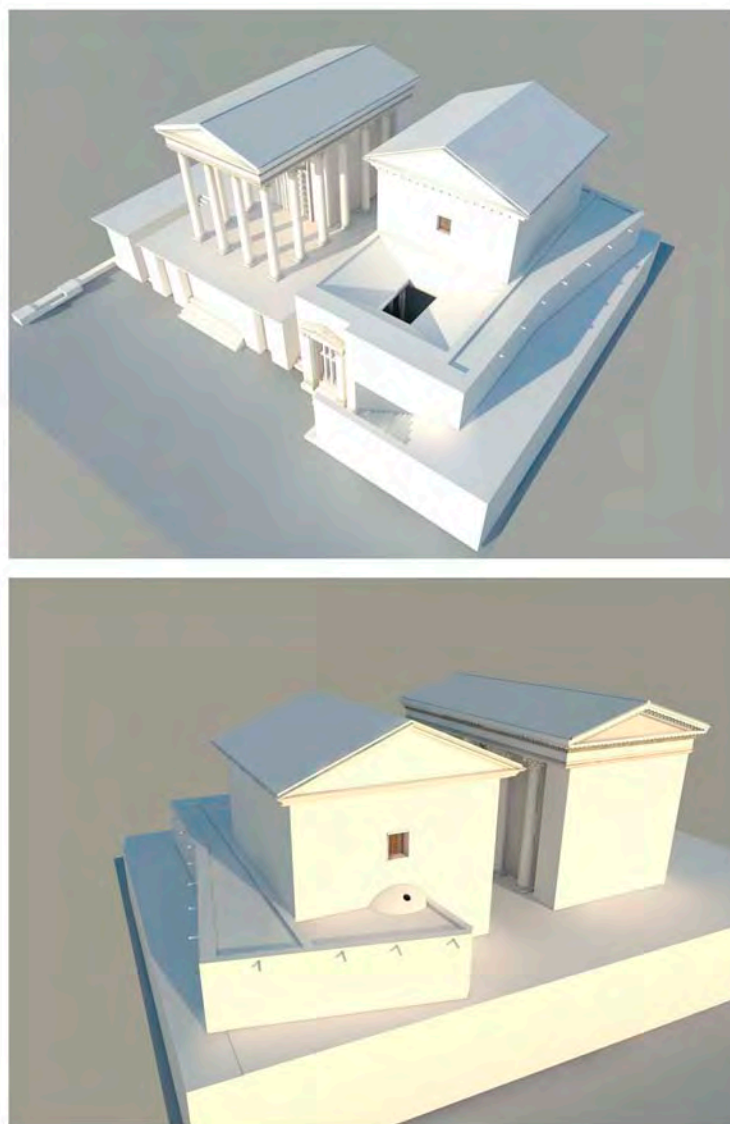


Fig. 112. (Superior) Vista exterior de la restitución de los vanos de ventana en los muros este; (inferior) y oeste de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (Velo Gala, Merino Aranda, 2017: Figs. 8 y 9).

En relación con las dimensiones que pudieron alcanzar estas ventanas, el vano circular tendría unas medidas próximas al diámetro del panel, unos 40 cm de diámetro. En cambio, para los vanos de los paramentos verticales, se ha propuesto la instalación de cuatro placas de vidrio por cada uno de ellos, alcanzando el vano unas medidas

aproximadas de 1 x 1 m sin considerar el bastidor. El cálculo de estas unidades se ha realizado apreciando la superficie disponible del paramento por encima de la línea de cornisas, la cantidad de luz que penetraría, así como el peso que aportaría sobre el bastidor de madera un número demasiado elevado de paneles de vidrio.

Para proceder a la validación de la hipótesis de restitución propuesta, se realizaron una serie de gráficos que permitían observar la exposición solar del edificio a determinadas horas y fechas señaladas en el calendario romano (Fig. 113). Para realizar este estudio se consideró la orientación del foro, así como los estudios arqueoastronómicos que se han realizado en el yacimiento. Estas investigaciones han demostrado la importancia de la luz solar como potenciador del simbolismo en el santuario íbero-romano de Torreparedones, dedicado a la *Dea Caelestis Iuno Lucina* (Morena López, Sánchez Ramos, 2016: 101, 103).

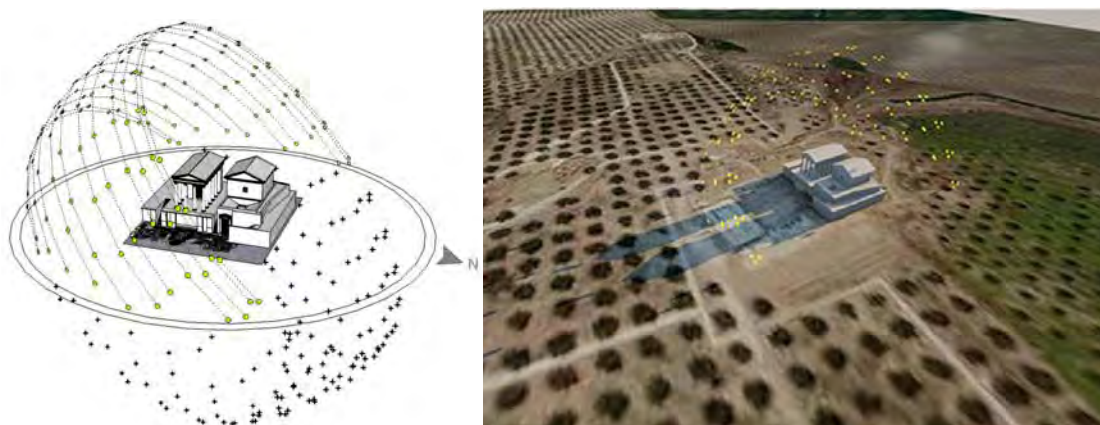


Fig. 113. Vista de la posición solar el día 30 de marzo sobre los edificios del lado oeste del foro de Torreparedones (Baena, Córdoba) (A. Merino Aranda).

Sobre el nuevo modelo 3D, en el interior del aula, la restitución de la iluminación natural en el transcurso de una jornada ha permitido comprender el funcionamiento de la propuesta sobre la disposición de los vanos de ventana de este espacio. La iluminación solar incidía, a través del vano del paramento este, sobre el frontal de la estatua que ocupaba el ábside a las 10:00 horas de la mañana. Sin embargo, es en torno a las 16:00 horas, cuando la luz solar se proyecta sobre el vano hemisférico y, por ello, sobre la figura que ocupa el espacio del ábside (Fig. 114). Este

hecho explicaría que la disposición de los vanos de ventana dentro del aula no solo se realizó con la finalidad de obtener una buena iluminación natural sino que, además, mediante los vanos se buscó potencializar determinados elementos dentro de la sala. La instalación de los vidrios de ventana, debido a las características de estos paneles, también debió influir en la penetración de la luz en el interior, matizando la misma y creando una serie de juegos de luces que armonizarían con los programas decorativos de los paramentos. Por otro lado, en relación con el aspecto funcional, el panel hemisférico permitiría una mayor captación de luz y temperatura, al actuar de forma similar a un prisma (Foy, Fontaine, 2008: 424), sobre todo en un momento del día en el que estos dos factores ambientales eran de menor intensidad.

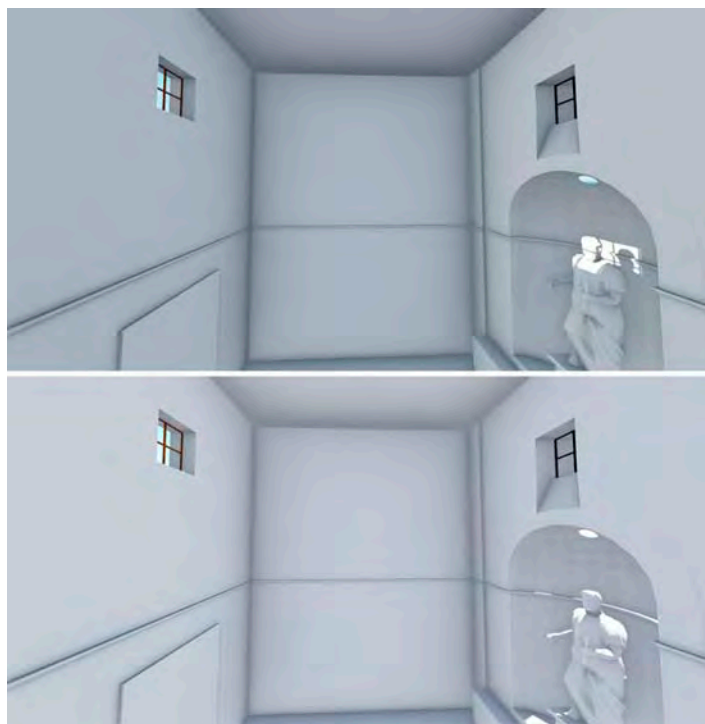


Fig. 114. Restitución de la secuencia de iluminación en el interior del aula de la curia de Torreparedones (Baena) a las 09:58 (superior) y 16:00 horas (inferior) (Velo Gala, Merino Aranda, 2017: Fig. 10).

III.2.2.6 Colonia Patricia Corduba (Córdoba)

La fundación de la ciudad romana de Córdoba tuvo lugar en algún momento del segundo cuarto del siglo II a.C. (Carrillo Díaz-Pines *et al.*, 1999). Este

asentamiento se creó *ex novo*, en un espacio que dista unos 750 m del núcleo prerromano, que se remonta hasta el Calcolítico, y con el que convivirá hasta inicios del siglo I a.C. (Carrillo Díaz-Pines *et al.*, 1999; Vaquerizo Gil, Murillo Redondo, 2010: 457; Murillo Redondo, 2010: 73).

La ocupación de este territorio estuvo condicionada por la fertilidad de las tierras colindantes, la riqueza minera de la zona y por la excelente conexión a través de vías terrestres y fluviales, las cuales permitían un intercambio comercial fluido con otras áreas peninsulares y del Mediterráneo (Murillo Redondo, 2010: 72; Vaquerizo Gil, Murillo Redondo, 2010: 456).

Al tomar parte del bando pompeyano en las Guerras Civiles, tras la batalla de Munda, *Corduba* es destruida y no será hasta el periodo augusteo cuando la ciudad adquiera su entramado urbanístico y su adjudicación como *colonia Patricia* (Carrillo Díaz-Pines *et al.*, 1999; Vaquerizo Gil, Murillo Redondo, 2010: 462-463). Es en estos momentos cuando también pasa a ser capital de la *Hispania Ulterior Baetica* y de uno de los cuatro *conventus* de esta provincia: el *conventus Cordubensis* (Carrillo Díaz-Pines *et al.*, 1999; Murillo Redondo, 2010: 76). Asimismo se constituye la *nova urbs*, con una ampliación del núcleo original hasta la zona del río, que precisó el derrumbe del antiguo lienzo murario y la construcción de una nueva muralla (Murillo Redondo, 2010: 78). Desde este periodo y hasta el siglo III d.C., la colonia presenció su época de mayor esplendor (Carrillo Díaz-Pines *et al.*, 1999). A mediados del siglo III d.C. la ciudad asiste a un nuevo periodo de transformación, en el cual algunos de los espacios más destacados muestran indicios de abandono, mientras que en otros lugares se constata la construcción de nuevas e imponentes estructuras, tales como el palacio del conocido yacimiento de Cercadilla (Carrillo Díaz-Pines *et al.*, 1999; Vaquerizo Gil, Murillo Redondo, 2010: 486). A partir del siglo IV d.C. y hasta época islámica, la ciudad se sumerge en las transformaciones que caracterizan el periodo de la Antigüedad tardía: ocupaciones de los espacios públicos, deterioros de las infraestructuras de época altoimperial y nuevas construcciones con materiales de menor calidad (Carrillo Díaz-Pines *et al.*, 1999).

Se procedió a la consulta de los materiales de 77 intervenciones arqueológicas realizadas en el actual entorno urbano de Córdoba, ya que podían existir vidrios de

ventana entre los vidrios recuperados y catalogados como formas no identificables. El resultado fue positivo solo en nueve actuaciones (Fig. 115), siendo escaso el volumen de fragmentos recuperados, a excepción del conjunto perteneciente a la *villa* de Ronda del Marrubial. En dicha excavación los vidrios documentados se asimilan en volumen a los de los yacimientos de *Cortalago* y Torreparedones, permitiendo elaborar un estudio más exhaustivo respecto a otros ejemplares identificados en la capital de la Bética.



Fig. 115. Plano de Córdoba con la delimitación de la ciudad romana, las principales vías de comunicación y los yacimientos donde se ha identificado vidrio de ventana entre los materiales recuperados (A. Velo Gala).

La mayoría de vidrios de esta tipología se localizaron en yacimientos situados en zonas extramuros de la ciudad romana. Solo uno de ellos se recuperó en un solar muy próximo al lienzo de la muralla en su lado occidental. Este dato no implica que esta clase de materiales no estuviese presente en las *domus* o edificios públicos intramuros de *Corduba*. Es posible que su documentación en otras áreas exteriores esté justificada por una menor intensidad en la reocupación de los espacios y, por ello, favoreciendo la preservación de esta clase de materiales en el registro arqueológico.

Junto a los contextos de las termas de *Acinipo* y algunos estratos de reocupación del conjunto termal de Herrera, los vidrios recuperados en el yacimiento de Cercadilla y la *villa* de Santa Rosa son los más tardíos del conjunto de vidrios de ventana estudiados en la Bética.

III.2.2.6.1 El vidrio de ventana de la excavación en el Paseo de la Victoria y Tejón y Marín núm. 6

Las intervenciones arqueológicas efectuadas en el año 1995 en un solar entre el Paseo de la Victoria y la calle Tejón y Marín núm. 6 de Córdoba, dieron como resultado la documentación de un nuevo tramo del lienzo oeste de la muralla romana (Aparicio Sánchez, 2001: 173-176). Próximos a esta estructura se localizaron los restos de una *domus* con atrio de época imperial, situada a intramuros de la ciudad, que permanece en uso hasta el periodo tardorromano (Aparicio Sánchez, 2001: 180). Las estancias documentadas se corresponden con espacios de cocina y almacenaje (Aparicio Sánchez, 2001: 180), donde apenas se han hallado restos de los pavimentos o de los revestimientos murales (Aparicio Sánchez, 2001: 176-178). Entre los elementos que destacan se encuentra una pequeña alberca o piscina, revestida por *opus signinum*, que conservaba un rebosadero realizado en plomo (Aparicio Sánchez, 2001: 178-179).

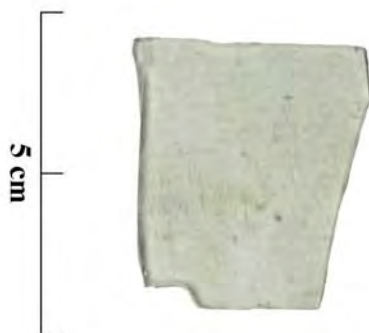


Fig. 116. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación en Paseo de la Victoria y Tejón y Marín, núm. 6 (Córdoba) (VIC_01) (A. Velo Gala).

De los materiales recuperados en la zona de la vivienda se ha identificado un único fragmento de vidrio que puede ser clasificado como vidrio de ventana romano (VIC_01) (Fig. 116). Por sus características se asocia a los vidrios de ventana brillante/mate. Según su forma, se trata de un panel cuadrangular plano.

III.2.2.6.2 El vidrio de ventana de la excavación en Diputación (Avd. América esq. Pretorio)

La presencia de vidrio de ventana en las excavaciones realizadas en el solar norte del edificio de la Diputación de Córdoba se limita a un único fragmento identificado, perteneciente a un borde de un panel cuadrangular plano (DIP_01) (Fig. 117). Según los datos aportados por el director de esta intervención¹⁷, el contexto en el cual se recuperó dicho fragmento se corresponde con un pozo negro de un arrabal califal, fechable, por lo tanto, en el siglo X d.C. Sin embargo, este pozo corta estratos de época romana, por lo que, posiblemente, se trate de un material que proceda de estos contextos. Otros restos aparecidos durante la excavación en el mismo solar, pero en una zona más alejada, se identifican con una serie de sencillas *tabernae* en una zona extramuros de la ciudad aunque próxima a una de las principales vías de acceso a la misma por el norte.



Fig. 117. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación en el solar del edificio de Diputación (Avda. América esq. Pretorio, Córdoba) (DIP_01) (A. Velo Gala).

¹⁷ Información facilitada por el director de la intervención arqueológica A. Ventura Villanueva.

III.2.2.6.3 El vidrio de ventana de la excavación en la calle Lucano núms. 7 y 9

Al igual que sucede en la mayoría de las intervenciones arqueológicas de Córdoba en las que se ha identificado vidrio de ventana, en el caso de la intervención efectuada en el año 2002 en la calle Lucano núms. 7 y 9 de Córdoba, se recuperó un único fragmento de esta tipología de vidrio. La pieza, de escasas dimensiones, se corresponde con la parte central de un panel de tipología plana cuadrangular (LUC_01) (Fig. 118).

Los principales restos de esta actuación pertenecen a una necrópolis tardorromana, fechada entre los siglos IV-V d.C., que amortizaba un área industrial y de viviendas de época altoimperial (Molina Expósito, Sánchez Ramos, 2002-2003: 358). La ocupación de esta zona extramuros de la ciudad romana, con un uso de tipo industrial, se remonta al siglo I d.C., cuando se detecta la edificación de grandes estructuras y canalizaciones (Molina Expósito, Sánchez Ramos, 2002-2003: 358). En el transcurso de la siguiente centuria, las antiguas construcciones son suplantadas por la instalación de *domus*, las cuales confirman la creación de un *vicus* oriental extramuros en uno de los momentos de mayor desarrollo de la ciudad romana (Molina Expósito, Sánchez Ramos, 2002-2003: 358, 359, 362). Será a partir del siglo III d.C. cuando empiezan a aparecer algunos enterramientos en esta zona a consecuencia de un retraimiento de la ciudad, desarrollándose como espacio de necrópolis en los dos siglos posteriores (Molina Expósito, Sánchez Ramos, 2002-2003: 362, 358).

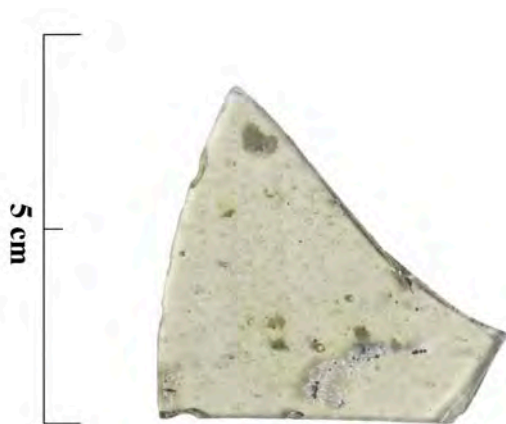


Fig. 118. Fragmento de vidrio de ventana identificado entre los materiales pertenecientes a la excavación de la calle Lucano, núms. 7 y 9 (Córdoba) (LUC_01) (A. Velo Gala).

El fragmento de vidrio romano de ventana apareció en una de las unidades estratigráficas (U.E. 20) que colmataba algunos de los enterramientos y que se fecha en época tardoantigua. Este estrato se corresponde con las fases de abandono (siglo III d.C.) de una serie de estructuras fechadas en época altoimperial. Tratándose de vidrio asociado a un uso arquitectónico, puede relacionarse con la arquitectura altoimperial (*domus*) que emerge tras el abandono del uso industrial de la zona, en el siglo II d.C., para la configuración de un *vicus* en la zona oriental extramuros de *colonia Patricia Corduba*.

III.2.2.6.4 El vidrio de ventana de la *villa* romana de Santa Rosa

En el año 2003 se efectuó una intervención arqueológica en el solar sito entre las calles El Algarrobo 4, 6, 8, 10 y Cronista Rey Díaz 3 de Córdoba, en la que se halló una destacada *villa* romana, conocida en el contexto cordobés como la *villa* de Santa Rosa.

Esta construcción se situaba en uno de los entornos dominados por la necrópolis septentrional de *colonia Patricia Corduba* y próxima a la vía *Susum ad Montes* (Penco Valenzuela, 2005: 15). Según los materiales recuperados, las técnicas constructivas y el análisis iconográfico de los mosaicos documentados, se ha determinado que este edificio se inició a finales del siglo III d.C. o primera mitad del siglo IV d.C., mostrando evidencias de abandono a finales de esta misma centuria o en la primera mitad del siglo V d.C. (Penco Valenzuela, 2005: 17-18).

El conjunto de estancias se articuló en torno a un peristilo tetrástilo, con la importante presencia de un *triclinium*, rematado en ábside, que alcanza unas medidas de 76,44 m² (Penco Valenzuela, 2005: 18, 24).

El vidrio de ventana identificado entre los materiales de la *villa* está formado por un conjunto de 19 fragmentos de vidrio plano, correspondientes a paneles planos cuadrangulares. El mayor número de ellos, 15 fragmentos, se recuperaron en la U.E. 366 (ALG_01-ALG_15) (Fig. 119), mientras que los 4 restantes aparecieron en la U.E. 367 (ALG_16-ALG_19) (Fig. 120), ambas pertenecientes a la estancia identificada como *triclinium* (Fig. 121). Es posible que el hallazgo en dos estratos

contiguos se deba a que los fragmentos pertenecieron a un mismo panel de vidrio o al mismo conjunto de paneles de vidrio que cerraban uno de los vanos de esta destacada estancia.

En relación a la cronología de estos materiales, puede situarse en el momento de ocupación y uso de la *villa*, entre los siglos IV y V d.C., siendo los vidrios de ventana más tardíos del grupo inédito de la Bética aquí estudiado.

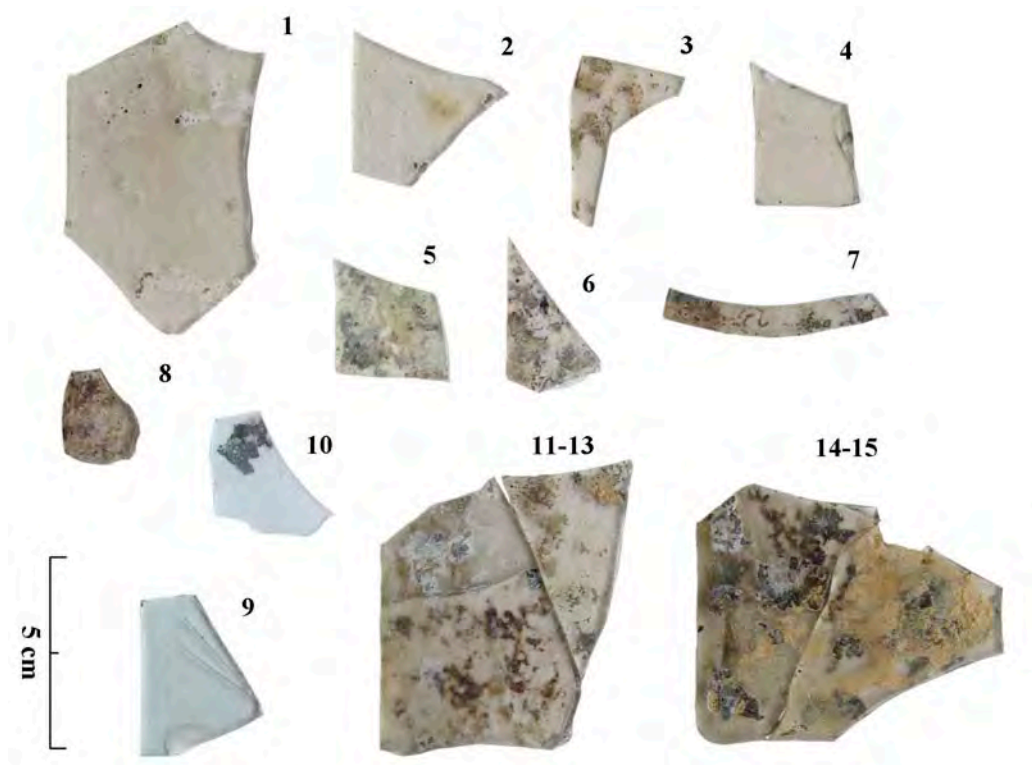


Fig. 119. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las excavaciones de la *villa* de Santa Rosa (Córdoba) (ALG_01-ALG_15) (A. Velo Gala).



Fig. 120. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las excavaciones de la *villa* de Santa Rosa (Córdoba) (ALG_16-ALG_19) (A. Velo Gala).

El vidrio de ventana pudo formar parte del conjunto de los materiales empleados en este espacio, entre los que destaca un importante pavimento realizado en *opus sectile* (Penco Valenzuela, 2005: 18), adquiridos para engrandecer la figura del propietario de la *villa*.

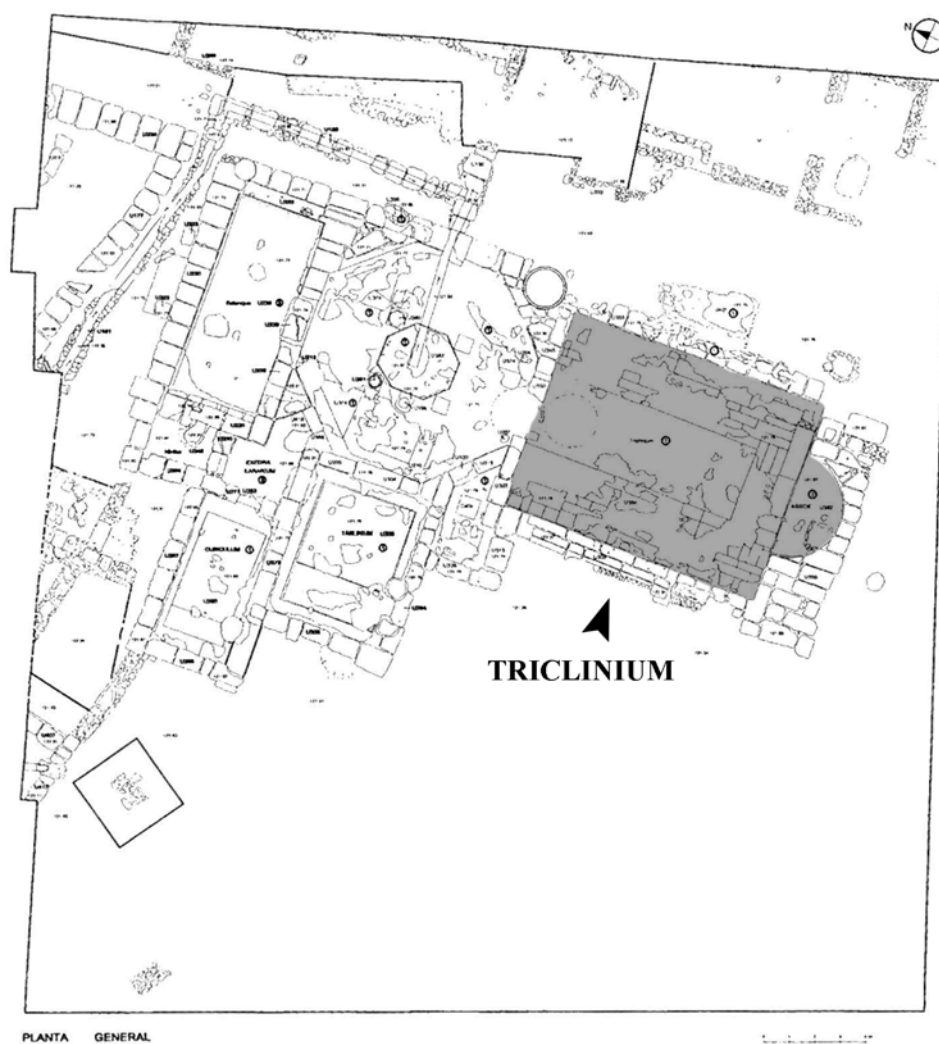


Fig. 121. Ubicación del *triclinium* de la *villa* de Santa Rosa (Córdoba) (plano elaborado a partir de Penco Valenzuela, 2005: Fig. 3).

III.2.2.6.5 El vidrio de ventana de la excavación en la parcela 2.3 del Plan Parcial Renfe

En el año 2004 se realizó una intervención arqueológica de urgencia en la denominada parcela 2.3 del Plan Parcial Renfe de Córdoba. Esta área, en una zona

extramuros de la ciudad romana, estuvo ocupada por un amplio sector de necrópolis durante la época romana y por el arrabal septentrional ya en periodo islámico¹⁸.

Al periodo romano se adscriben varios enterramientos que fechan la ocupación del solar con este uso entre los siglos I a.C. y II d.C. A partir del siglo IX d.C. el espacio es amortizado por una serie de estructuras pertenecientes a una canalización de agua y a espacios de viviendas.

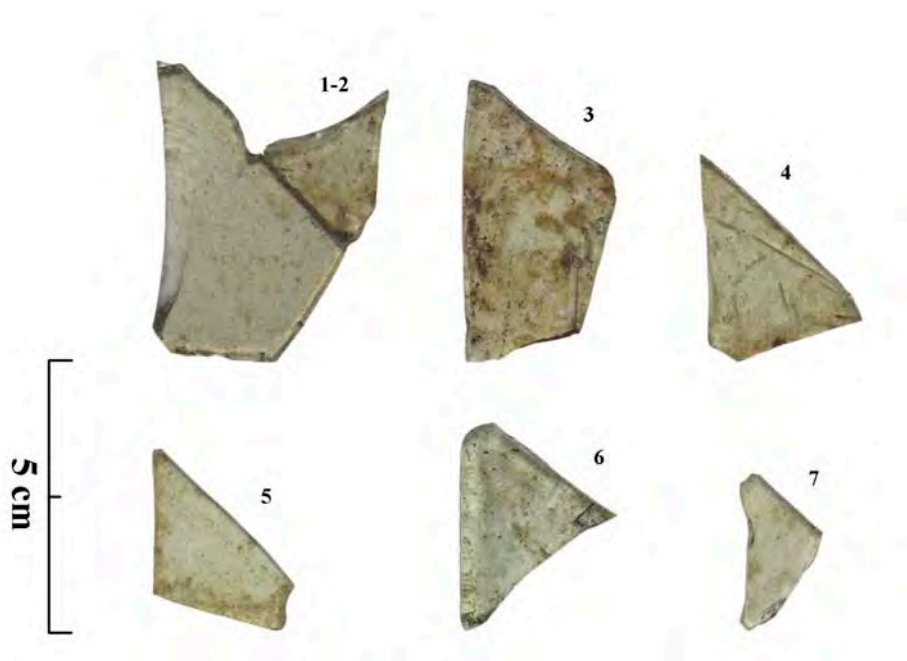


Fig. 122. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las excavaciones en la parcela 2.3 del Plan Parcial Renfe (Córdoba) (PPR_01-PPR_07) (A. Velo Gala).

Entre los materiales recuperados, se identificaron un total de siete fragmentos de vidrio de ventana pertenecientes a paneles planos cuadrangulares (PPR_01-PPR_07) (Fig. 122).

Solo uno de los siete fragmentos apareció en un estrato fechado en época romana, mientras que el resto se halló en contextos con materiales datados desde época

¹⁸ Toda la información relativa a los materiales, así como sobre los contextos en los que se documentaron, se ha extraído de la Memoria Preliminar facilitada por la directora de la excavación R. Gil Fernández.

emiral hasta época contemporánea. Por sus características, se trata de fragmentos de vidrio de ventana brillante/mate. Es por ello que, en general, se consideran materiales descontextualizados que, probablemente, pertenecieron a los vanos de las ventanas de las estancias más destacadas de alguna de las *villae* periurbanas, que compartían este espacio cercano a la ciudad dominado por un área de enterramientos.

III.2.2.6.6 El vidrio de ventana de la excavación en la calle Rodríguez Marín núm. 17

La Actividad Arqueológica Preventiva realizada en el año 2005 en la calle Rodríguez Marín núm. 17 de Córdoba, puso de manifiesto los restos de época romana pertenecientes al *vicus* oriental que se desarrollaba en una zona extramuros de la ciudad durante este periodo (Morales Ortiz, 2010: 724).

Al igual que en otras intervenciones realizadas en la zona, se documenta la existencia de importantes *domus* con pavimentos musivos que se fechan en el siglo II d.C. (Morales Ortiz, 2010: 724). Las primeras evidencias de abandono sitúan este proceso en el siglo III d.C., momento en el que se registra el uso de esta área como zona de enterramientos, alternada con instalaciones de carácter industrial (Morales Ortiz, 2010: 724).

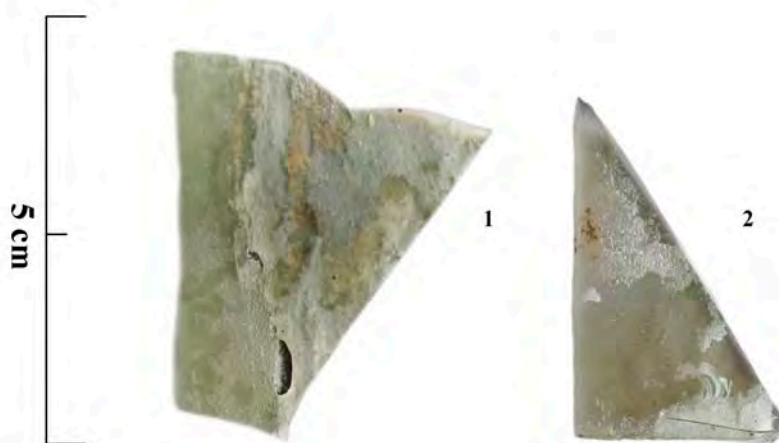


Fig. 123. Fragmentos de vidrio de ventana identificados entre los materiales recuperados de las excavaciones en la calle Rodríguez Marín, núm.17 (Córdoba) (ROD_01-ROD_02) (A. Velo Gala).

El vidrio de ventana está representado, entre los materiales de esta excavación, por dos fragmentos de paneles planos cuadrangulares (ROD_01-ROD_02) (Fig. 123). Ambos vidrios se recuperaron en unidades estratigráficas contiguas y se corresponden con bordes de un panel, posiblemente pertenecientes al mismo por su similitud. La presencia en uno de los estratos (U.E. 12) de materiales de varias cronologías, entre las cuales predominan formas atribuidas a periodos más tardíos, plantea la hipótesis de que se trate de estratos de relleno, los cuales colmatarían una amplia zona de terrazas situada entre el templo romano de la calle Claudio Marcelo y las viviendas construidas en cotas inferiores (Morales Ortiz, 2010: 725). El otro fragmento (ROD_02) se halló en un estrato (U.E. 13) que se corresponde con un pozo de época emiral, el cual corta la U.E. 12 de época romana (Morales Ortiz, 2010: 727). Es por ello que este fragmento procedería de los materiales de la U.E. 12. En cuanto a la cronología y su contextualización, es probable que pertenezcan a los sistemas de cierre de alguna de las ventanas de las *domus* que ocupaban esta zona extramuros de la ciudad durante el siglo II d.C.

III.2.2.6.7 El vidrio de ventana de la *villa* romana de Ronda del Marrubial

Dentro de los hallazgos considerados como destacados, se encuentra el conjunto de 219 fragmentos de vidrio plano que se documentaron en el transcurso de las excavaciones realizadas en un solar situado en Ronda del Marrubial, esquina con Avd. Agrupación de Córdoba, en Córdoba.

Las estructuras más relevantes exhumadas en dicha intervención se correspondían con una posible *villa* romana que tuvo una ocupación entre los siglos I y IV d.C., y con evidencias de saqueo en los siglos V-VI d.C. (Ortiz Ramírez, 2011: 253, 274)¹⁹. A pesar de que no se documentó el edificio en toda su extensión, debido a que quedaba parcialmente oculto por los límites del solar, pudo distinguirse que se trataba de una construcción en bloque con una *pars urbana* y una *pars rustica* (Ortiz

¹⁹ Aunque en este trabajo se hace especial referencia a los datos aportados por la directora de la intervención L. Ortiz, las estructuras se han interpretado posteriormente por D. Vaquerizo Gil (2014) como un posible *balneum*, de carácter público o privado, en torno al cual pudieron existir una serie de espacios de vivienda.

Ramírez, 2011: 259). Determinados espacios identificados con un *praefurnium* y un *caldarium* revelaron un *balneum*, del cual apenas se conservaron los restos (Ortiz Ramírez, 2011: 270-271). Dentro de las áreas definidas en la *pars urbana* destacan: un umbral de acceso, el corredor o estancia de tránsito, el *atrium* y una sala posiblemente destinada al *triclinium* de la vivienda (Ortiz Ramírez, 2011: 262-272).

Durante el siglo II d.C. la vivienda experimenta una serie de remodelaciones que afectarán, sobre todo, a la zona de acceso a la denominada *pars urbana*. En este momento se construyen dos muros y una entrada principal que cierran parte del recinto en donde se ubicaba la entrada original a la posible *villa*, así como una mejora del camino de acceso a la misma (Ortiz Ramírez, 2011: 260, 262) (Fig. 124).



Fig. 124. Plano de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) donde se aprecian la *pars urbana* y la *pars rustica* de la *villa*, así como las modificaciones efectuadas en la misma en el siglo II d.C. (Ortiz Ramírez, 2011: Fig. 2).

Por su posición, a dos kilómetros de *colonia Patricia Corduba* (Córdoba), en una zona apta para el cultivo y en las proximidades de una de las vías de comunicación a la ciudad por el norte (Ortiz Ramírez, 2011: 256-257), esta edificación pudo ser una de las numerosas *villae* periurbanas que ocupaban el territorio. Esta área periurbana era un lugar destacado puesto que el propietario podía disfrutar de un paisaje privilegiado, así como disponer de mayor espacio para el desarrollo de una vida acomodada (Vaquerizo Gil, 2011: 272).

Efectivamente, el elevado poder adquisitivo del propietario de la *villa* de Ronda del Marrubial se pone de manifiesto en los materiales edilicios documentados durante las excavaciones, entre los cuales cabe destacar la gran variedad de mármoles que configuraban el *opus sectile* del pavimento de la estancia identificada con un *triclinium*, así como vidrios que se emplearon para el cierre de algunas ventanas (Ortiz Palomar, 2011: 274).

Los 219 fragmentos de vidrio de ventana aparecieron en una serie de unidades estratigráficas (U.E. 25, 63, 89, 102, 120, 142, 143) pertenecientes a la zona ocupada por la *pars urbana* (MA_01-MA_219) (Figs. 125-132). Estos estratos se fecharon en el siglo IV d.C., momento en el que se produce el abandono de la *villa*. Considerando estos datos y que la mayor parte de las estructuras se construyó entre los siglos I y III d.C., puede plantearse una cronología altoimperial para el conjunto de vidrios de ventana.



Fig. 125. Fragmento de vidrio de ventana recuperado en la U.E. 25 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_01) (A. Velo Gala).

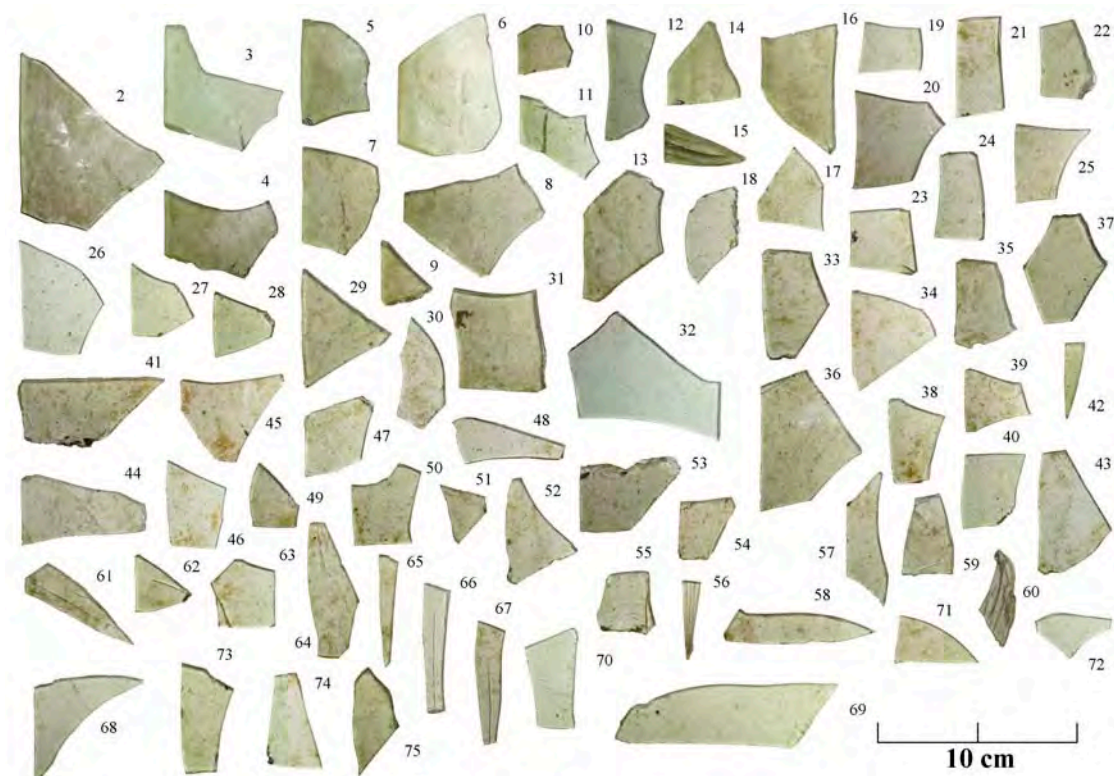


Fig. 126. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 63 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_02-MA_75) (A. Velo Gala).

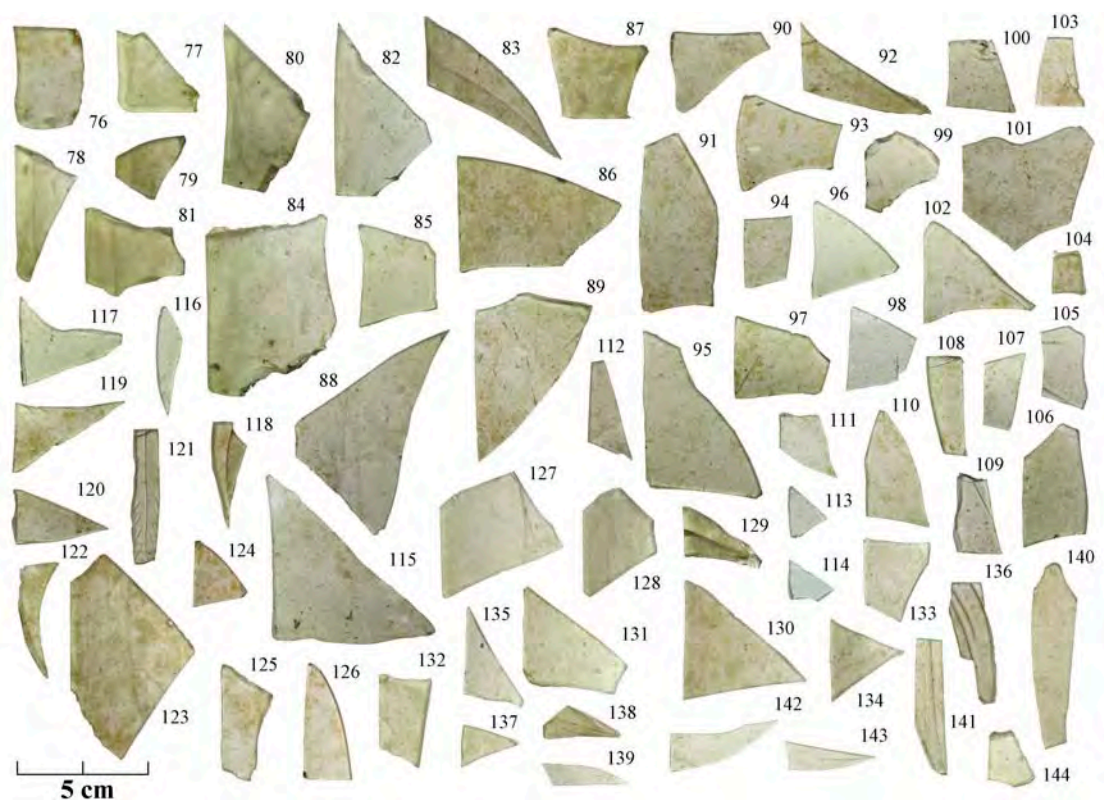


Fig. 127. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 63 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_76-MA_144) (A. Velo Gala).



Fig. 128. Fragmento de vidrio de ventana recuperado en la U.E. 89 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_145) (A. Velo Gala).

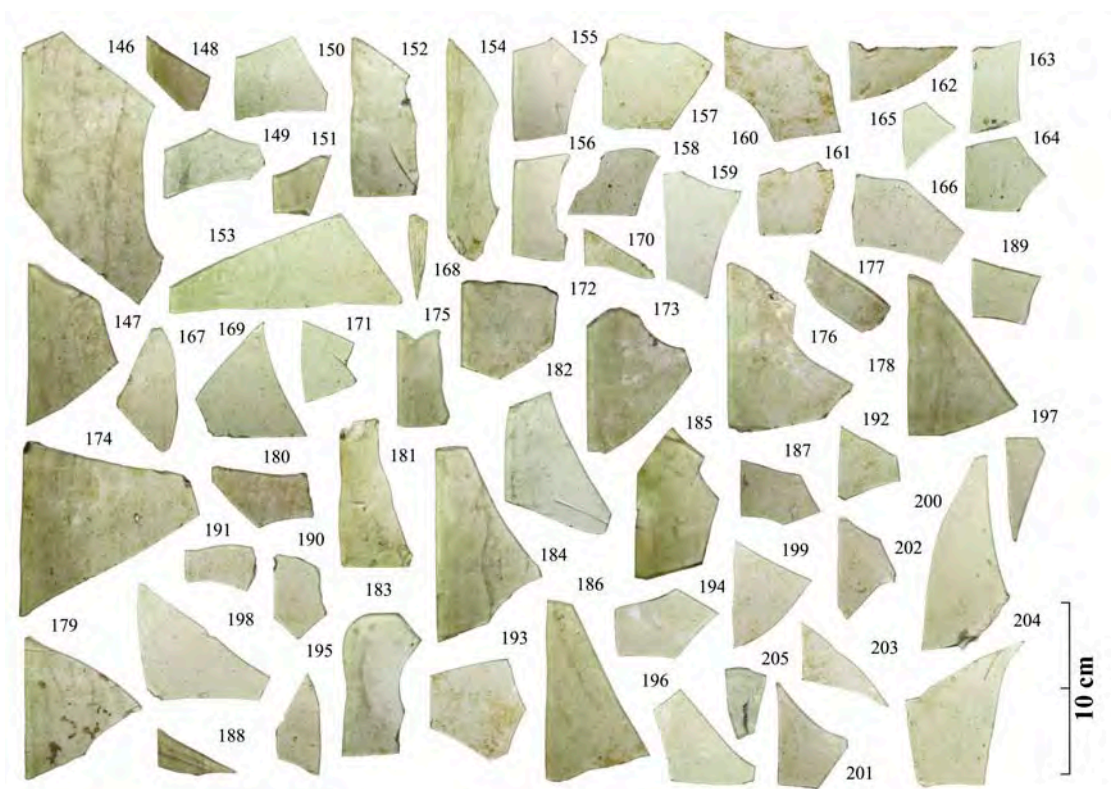


Fig. 129. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 102 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_146-MA_205) (A. Velo Gala).

Al igual que en el caso de los vidrios de Torreparedones (Baena, Córdoba), el elevado número de fragmentos recuperados permitió efectuar labores de restitución de los paneles. El conjunto ha permitido la reconstrucción de un número mínimo de 4 unidades o paneles, todos ellos de tipología plana, no siendo posible definir si se trata de paneles cuadrangulares o rectangulares al no existir dos laterales anexos restituidos.

Los perfiles reconstruidos de forma completa indican unas medidas de 44 y 46 cm de longitud, medidas próximas a un pie y medio romano (Figs. 133-136).



Fig. 130. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 120 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_206-MA_207) (A. Velo Gala).

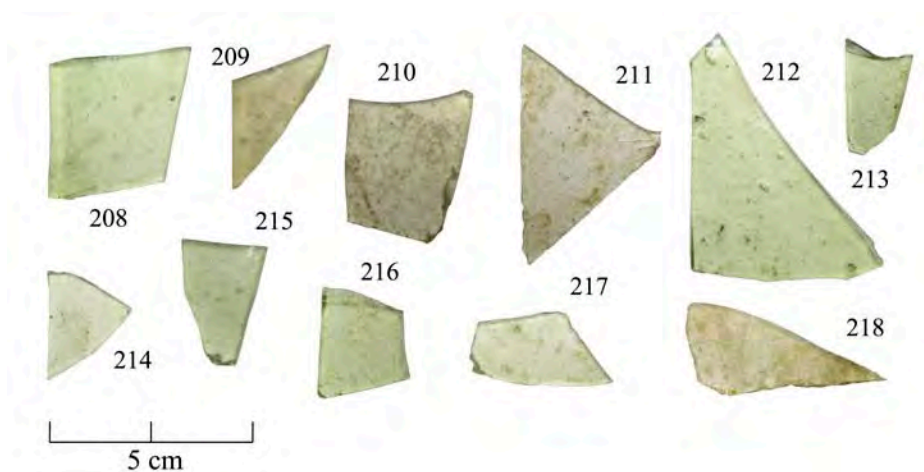


Fig. 131. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la U.E. 142 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_208-MA_218) (A. Velo Gala).

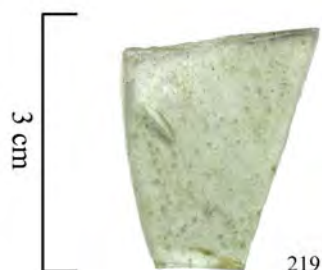


Fig. 132. Fragmento de vidrio de ventana recuperado en la U.E. 143 en las excavaciones de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_219) (A. Velo Gala).



Fig. 133. Fotografía y dibujo del perfil del panel 1 de vidrio de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (Velo Gala, 2016: Fig. 11).

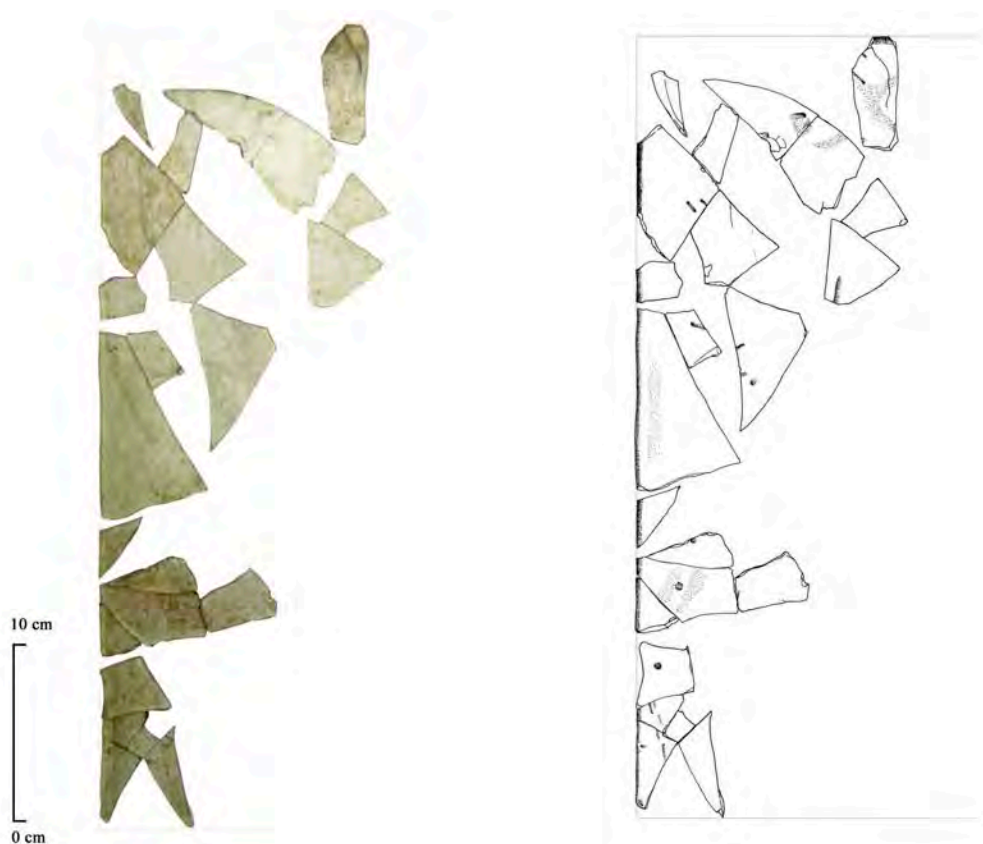


Fig. 134. Fotografía y dibujo del perfil del panel 2 de vidrio de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (Velo Gala, 2016: Fig. 11).

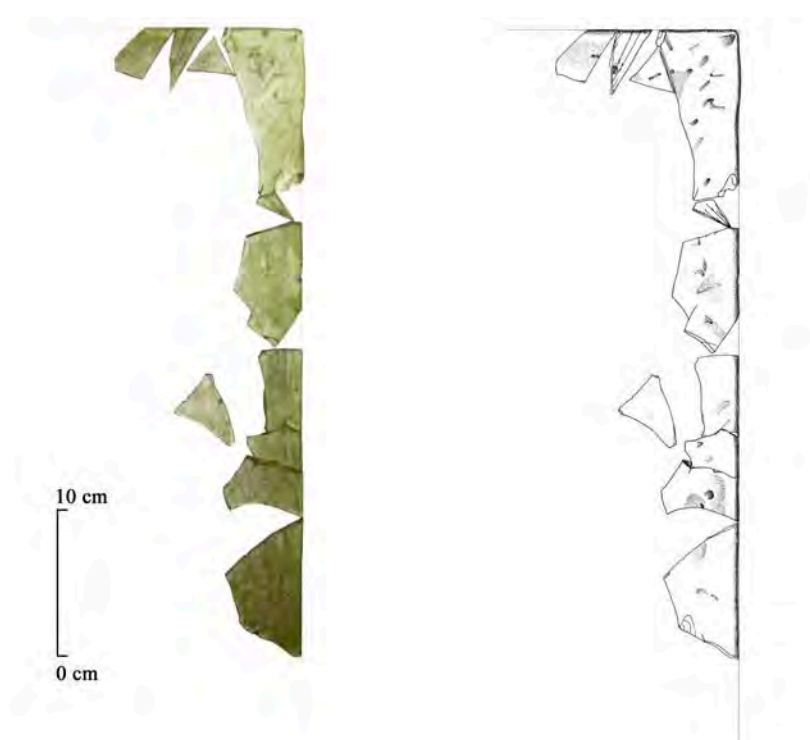


Fig. 135. Fotografía y dibujo del perfil del panel 3 de vidrio de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (Velo Gala, 2016: Fig. 11).

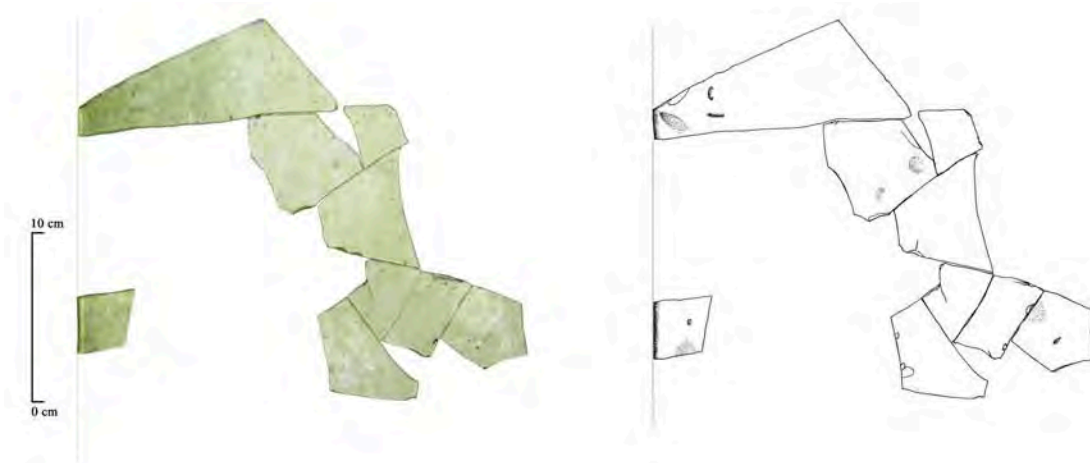


Fig. 136. Fotografía y dibujo del perfil del panel 4 de vidrio de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (Velo Gala, 2016: Fig. 11).

Aunque no se han conservado los muros hasta una cota que permita apreciar dónde se encontraban instalados los paneles de vidrio de la posible *villa*, el hallazgo de los fragmentos en una zona próxima a la estancia identificada como *triclinium* permite vincularlos con las ventanas de esta sala. Según la orientación del conjunto, parece más

factible pensar que los vanos se abrieron en el muro sur de esta estancia ya que, de este modo, facilitaban una mayor iluminación natural a lo largo de la jornada. Considerando que, por su fragilidad y en ausencia de otros sistemas de cierre de seguridad, estos materiales se emplearon para el cierre de vanos en pisos superiores o espacios de difícil acceso, es posible que fuesen colocados en el momento en el cual se acomete la reforma de la zona identificada como el acceso a la *villa*. Sin embargo, por la proximidad de los mismos a un espacio asociado con un pórtico, tampoco puede descartarse que formasen parte de un sistema de cierre del mismo. Ejemplos de pórticos cerrados con paneles de vidrio se han documentado en algunas *domus*, como el de la Casa del Efebo en Pompeya (Vipard, 2003: 107).

No existen evidencias claras sobre los sistemas de instalación de los paneles en los vanos. Es posible que los marcos o bastidores que los sustentaban estuviesen realizados en algún material que se ha degradado o que, por su valor en el mercado, fuese sustraído para su posterior venta. Sin embargo, se recuperaron unas tiras de plomo en los mismos estratos en los que se documentaron los fragmentos de vidrio de ventana (Fig. 137). Estos fragmentos podrían asociarse a los sistemas de ensamblaje de los vidrios en el bastidor, bien como método de sujeción de los paneles en las ranuras de los marcos o como parte de algún mecanismo de apertura, como el documentado en la *villa* de Bossenno (Carnac, Francia) (Vanpeene, 2005: 27-28).



Fig. 137. Tiras de plomo documentadas en las mismas unidades estratigráficas que los vidrios de ventana de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (Velo Gala, 2016: Fig. 15).

III.2.2.6.8 El vidrio de ventana en el yacimiento de Cercadilla

El yacimiento de Cercadilla se ha definido como uno de los conjuntos edilicios más destacados de la tardoantigüedad. Aunque la principal hipótesis de los investigadores del yacimiento apunta a que esta edificación fue el palacio residencial del emperador Maximiano (Fuertes Santos, Hidalgo Prieto, 2005), existen otras teorías que mantienen que pudo tratarse de una *villa* privada, la sede del gobernador de la Bética o un palacio episcopal (Hidalgo Prieto, 2014: 218). Al margen de las interpretaciones realizadas sobre dichas estructuras, Cercadilla se encuentra ubicada al noroeste de Córdoba, en una zona próxima al núcleo amurallado de época romana. La ocupación de este terreno como lugar de enterramiento se remonta hasta la segunda mitad del siglo I a.C., tal como demuestran algunos hallazgos (Fuertes Santos, Hidalgo Prieto, 2005: 24). En un momento previo a la construcción tardoantigua, una parte del solar estuvo ocupado por una *villae* periurbana (Moreno Almenara, 1997: 15, 21). Los materiales documentados en el área identificada con la *pars urbana*, correspondiente a una serie de habitaciones articuladas en torno a un peristilo, permiten fechar esta parte de la *villa* en la segunda mitad del siglo II d.C. (Moreno Almenara, 1997: 21). Entre los espacios diferenciados, la estancia G pudo corresponder a un posible *triclinium*, debido a su disposición dentro del conjunto y al hallazgo de una serie de piezas geométricas marmóreas que configurarían un pavimento realizado en *opus sectile* (Moreno Almenara, 1997: 58). A finales del siglo III d.C. las estructuras son arrasadas para la construcción de un gran edificio.

Dentro de los elementos que configuran esta nueva arquitectura destaca un criptopórtico, construido para solucionar los problemas de la orografía del terreno y para ejercer un papel destacado en el diseño del conjunto (Hidalgo Prieto *et al.*, 1996: 11). El criptopórtico estaba configurado en su parte inferior por una galería cubierta por una bóveda de cañón, sobre la que se disponía un pórtico a través del cual se accedían a los distintos edificios construidos en torno al mismo (Hidalgo Prieto *et al.*, 1996: 13, 16). Entre las áreas residenciales y las dedicadas a la gestión destacaba, por su posición prominente, el aula central. La planta del aula, de tipo basilical, presenta paralelos similares a otras construcciones, especialmente con la basílica construida por Constantino en Tréveris (Alemania) (Fuertes Santos, Hidalgo Prieto, 2005: 63).

Cercadilla se transforma en lugar de culto cristiano poco después de su construcción, utilizándose además como zona de enterramientos hasta el siglo XI d.C. (Fuertes Santos, Hidalgo Prieto, 2010). En torno al siglo VII d.C., algunas áreas se ocupan como espacios de vivienda de manera intermitente hasta el siglo VIII d.C. y será a partir de este momento cuando se instale un área de residencia durante el periodo emiral y califal (Fuertes Santos, Hidalgo Prieto, 2010).

El vidrio de ventana en el yacimiento de Cercadilla está representado por un conjunto de 48 fragmentos, que se recuperaron en distintos contextos y en las diferentes actuaciones arqueológicas realizadas desde el año 1991 en el lugar (Fig. 138). El mayor número de piezas se localizaron en los niveles ocupados por la *villa* de época altoimperial, un total de 24 fragmentos (CER_01-CER_24) (Fig. 139). Debido al nivel de arrasamiento de las estructuras en un momento previo a la actuación arqueológica, es difícil determinar a qué estancias y sus correspondientes vanos pudieron pertenecer los materiales identificados. Sin embargo, es posible que estos fragmentos se asocien a la última fase de construcción del edificio (fase 3), en la que se procede al levantamiento de la *pars urbana* de la *villa* (Moreno Almenara, 1997: 21).

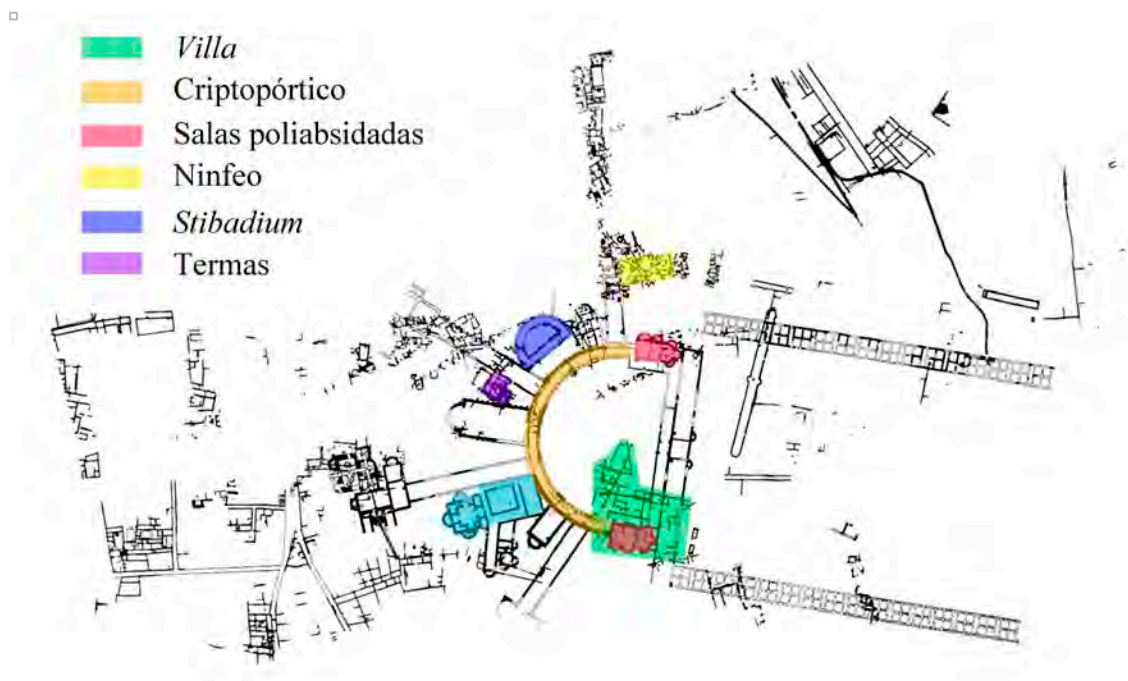


Fig. 138. Plano del yacimiento de Cercadilla con la ubicación de los edificios donde se ha documentado vidrio de ventana (plano elaborado a partir de Fuertes Santos, Hidalgo Prieto, 2005).



Fig. 139. Fragmentos de vidrio recuperados en las excavaciones del año 1992 en el área donde se documentó una *villa* altoimperial en el yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_01-CER_24) (A. Velo Gala).

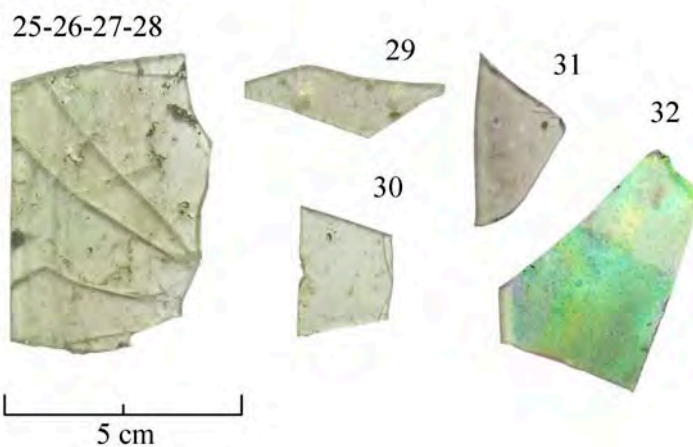


Fig. 140. Fragmentos de vidrio recuperados en las excavaciones del año 1992 y 2001 del criptoportico del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_25-CER_32) (A. Velo Gala).

El segundo grupo, con mayor número de fragmentos de vidrio, está formado por ocho unidades (CER_25-CER_32) (Fig. 140), y se localizó entre los estratos del área correspondiente con el criptoportico del edificio construido a finales del siglo III d.C. Uno de los fragmentos se halló entre los materiales pertenecientes al suelo de ocupación del criptoportico más antiguo (U.E. 104), cuyo término *post quem* se sitúa

entre los años 375-378 d.C. (Hidalgo Prieto *et al.*, 1996: 44). El resto de vidrios aparece en contextos de colmatación y zonas del criptopórtico que se fechan desde finales del siglo III d.C. hasta el siglo VII d.C., e incluso en algunos estratos donde se ha recuperado material de época emiral, posiblemente por una descontextualización de estos vidrios.

A ambos lados del criptopórtico se edificaron dos salas poliabsidadas en las cuales se han hallado cuatro fragmentos de vidrio plano, dos en la sala sur y dos en la norte (CER_33-CER-36) (Fig. 141). Estos espacios se destinaron a albergar algunas actividades o al funcionariado encargado del gobierno (Fuertes Santos, Hidalgo Prieto, 2005: 72). Posteriormente, en época cristiana, la sala poliabsidada norte se incorporará al centro de culto instalado en esta zona del conjunto, como sugiere el hallazgo de un importante número de inhumaciones de época cristiana en torno a esta construcción (Fuertes Santos, Hidalgo Prieto, 2005: 72; Fuertes Santos, Hidalgo Prieto, 2010: 166).

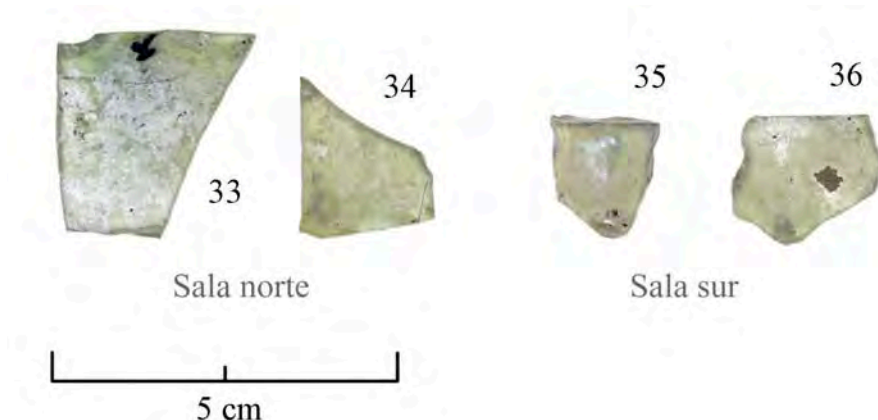


Fig. 141. Fragmentos de vidrio recuperados en las excavaciones del año 1992 en las salas poliabsidadas norte y sur del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_33-CER_36) (A. Velo Gala).

Otros cuatro fragmentos de vidrio plano se han identificado entre los materiales de esta naturaleza aparecidos en el denominado edificio O, vinculado con un ninfeo y situado entre el aula basilical menor norte y la sala poliabsidada norte (CER_37-CER_40) (Fig. 142) (Fuertes Santos, Hidalgo Prieto, 2010: 166).

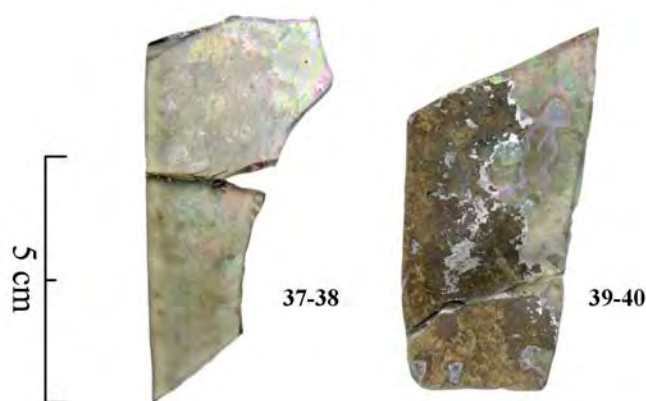


Fig. 142. Fragmentos de vidrio recuperado en las excavaciones del año 1998 en el ninfeo del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_37-CER_40) (A. Velo Gala).

En dirección hacia el sur, entre el aula basilical menor norte y las termas, se encontraba un edificio de planta semicircular que pudo contener un *stibadium*, destinado a sala de banquetes (Fuertes Santos, Hidalgo Prieto, 2005: 74). Entre los contextos pertenecientes al *stibadium* se recuperó un único fragmento de vidrio de ventana de pequeñas dimensiones (CER_41) (Fig. 143).



Fig. 143. Fragmento de vidrio recuperado en las excavaciones del año 1993 en el *stibadium* del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_41) (A. Velo Gala).

Entre los materiales pertenecientes a las últimas intervenciones arqueológicas efectuadas en el año 2009 en el espacio termal de Cercadilla (Fuertes Santos *et al.*, 2013), se han registrado dos fragmentos de escasas dimensiones que, por sus características morfológicas, pueden identificarse como vidrios planos de ventana (CER_42-CER_43) (Fig. 144). Estos vidrios se recuperaron en la U.E. 213, fechada

en un periodo tardorromano entre los años 295-304 d.C., en un espacio donde se identificaron una serie de infraestructuras relacionadas con el edificio palatino (Fuentes Santos *et al.*, 2013: 147).



Fig. 144. Fragmentos de vidrio recuperados en las excavaciones del año 2009 en el área termal del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_42-CER_43) (A. Velo Gala).

Un único fragmento se documentó en los estratos del edificio determinado como *trichorum* del palacio, ubicado en la zona sur respecto al eje central del conjunto (Hidalgo Prieto, 1998: 274) (CER_44) (Fig. 145). Debido al grado de arrasamiento importante de la zona en el momento previo a su excavación, el conocimiento de este edificio se remite a la información aportada por su cimentación, siendo desconocida el área norte por un elevamiento de la cota de los niveles (Hidalgo Prieto, 1998: 274). En la parte que ha podido ser restituida se distinguen: el aula triconque, un patio central y un edificio de escasas dimensiones (Hidalgo Prieto, 1998: 275). La ausencia de un mayor número de fragmentos de vidrio de ventana y la destrucción de los niveles superiores de esta parte del conjunto, no permiten definir la procedencia del fragmento de vidrio de ventana recuperado en estos contextos.



Fig. 145. Fragmento de vidrio recuperado en las excavaciones del año 1992 en el área del *trichorum* del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_44) (A. Velo Gala).

Por último, un fragmento de vidrio plano apareció en la boca de un horno de la zona identificada con una alquería, posterior al siglo XII, y tres sin cronología o contexto determinado, cada uno de ellos recuperados en distintas campañas arqueológicas (CER_45-CER_48) (Fig. 146).

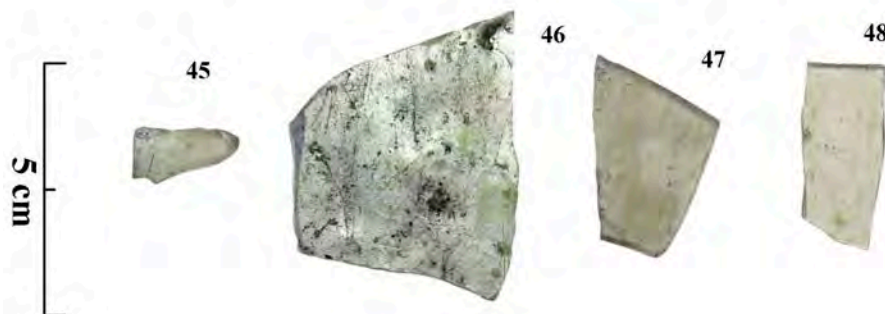


Fig. 146. Fragmentos de vidrio sin contextualización recuperados en las excavaciones de los años 1992, 1998 y 2000 en el yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_45-CER_48) (A. Velo Gala).

Esta destacada ausencia de un mayor número de fragmentos de vidrio de ventana en los contextos del yacimiento de Cercadilla podría justificarse, no solo por el arrasamiento del edificio en un momento previo a su excavación, sino, además, por una posible sustracción de dichos materiales para su reutilización y reciclado una vez iniciada su fase de abandono. En cualquier caso, es significativo no haber localizado ningún fragmento asociado al edificio más imponente, el aula de representación, que, posiblemente, tuviera amplios ventanales para la correcta iluminación del espacio interior cubiertos por algún material, siguiendo un esquema similar al de la basílica de Constantino en Tréveris del siglo IV d.C. (Fontaine, Foy, 2005a: 18).

III.2.2.6.9 El vidrio de ventana de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández núm. 13

La Actividad Arqueológica Preventiva en el solar núm. 13 de la calle Poeta Miguel Hernández de Córdoba, realizada en el año 2015, reveló una serie de

estructuras asociadas con una edificación de época romana²⁰. Los materiales recuperados permitieron establecer cuatro fases constructivas para los restos exhumados, siendo los vestigios más destacados los correspondientes al momento de ocupación inicial, desde finales del siglo II d.C. hasta mediados del siglo III d.C. Sobre las estructuras originales se constatan reformas posteriores de época tardoantigua y medieval, algunas de las cuales no ha sido posible documentar debido a actuaciones previas en la zona que han provocado su arrasamiento.



Fig. 147. Plano de las excavaciones realizadas en la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 de Córdoba con una propuesta de restitución del edificio (informe de la Actividad Arqueológica Preventiva modificado para indicar los espacios donde se documentó el vidrio de ventana identificado).

²⁰ Toda la información se ha extraído del informe de la Actividad Arqueológica Preventiva en la calle Poeta Miguel Hernández 13 en Córdoba, facilitado por el director de la excavación L. Guzmán Rubio.

Aunque las dimensiones del solar excavado no han permitido distinguir la totalidad de esta construcción, los pavimentos y muros documentados delimitan la existencia de un gran espacio central, circundado por un corredor con techumbre, en torno al cual se articulan una serie de estancias (Fig. 147). Por los materiales recuperados y las características de las diferentes salas identificadas, las estructuras se han asociado con parte de la *pars rustica* de una *villa*. Debido al hallazgo de un gran número de monedas en varias de las salas, se estima que pudieron efectuarse una serie de actividades comerciales en estos espacios.

Entre los distintos estratos de esta intervención se recuperaron un total de 31 fragmentos de vidrio que se han identificado como vidrio de ventana. Uno de los vidrios apareció en la estancia 1 (E1) en contextos altoimperiales (MH_01) (Fig. 148). Otros dos fragmentos se documentaron en la denominada estancia 2 (E2), ubicada al norte de la anterior, uno de ellos junto a materiales altoimperiales, mientras que el otro fragmento apareció en contextos más tardíos (MH_02-MH_03) (Fig. 149). En esta habitación se reconoció un primer suelo realizado en *opus caementicium* que, posteriormente, se levantó y rellenó con materiales de escombros.

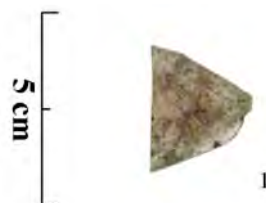


Fig. 148. Fragmento de vidrio de ventana recuperado en la estancia E1 de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 (Córdoba) (MH_01) (A. Velo Gala).

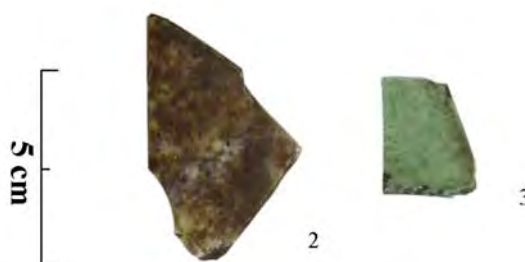


Fig. 149. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la estancia E2 de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 (Córdoba) (MH_02-MH_03) (A. Velo Gala).

Al oeste de estas salas se recuperó un nuevo vidrio de ventana en la estancia 4 (E4), entre los estratos de derrumbe fechados en época más tardía, y correspondiente a la galería porticada (MH_04) (Fig. 150). En contextos similares se halló otro de los vidrios pero, en este caso, en la zona más amplia (E5), caracterizada por su pavimento formado por amplias losas de roca caliza y calcarenita (MH_05) (Fig. 151). Finalmente, el número mayor de vidrios, 26, se localizó en los estratos de derrumbe de la denominada estancia 9 (E9), entre materiales fechados en el momento de ocupación de época romana altoimperial, a excepción de uno de los vidrios que se documentó en estratos de época romana tardoimperial (MH_06-MH_31) (Fig. 152). Esta habitación presentaba un suelo de tierra con la presencia de algunas losas de barro y un hogar fabricado con *tegulae* y ladrillos.



Fig. 150. Fragmento de vidrio de ventana recuperado en la estancia E4 de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 (Córdoba) (MH_04) (A. Velo Gala).

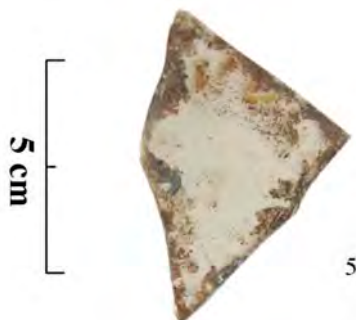


Fig. 151. Fragmento de vidrio de ventana recuperado en la estancia E5 de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 (Córdoba) (MH_05) (A. Velo Gala).

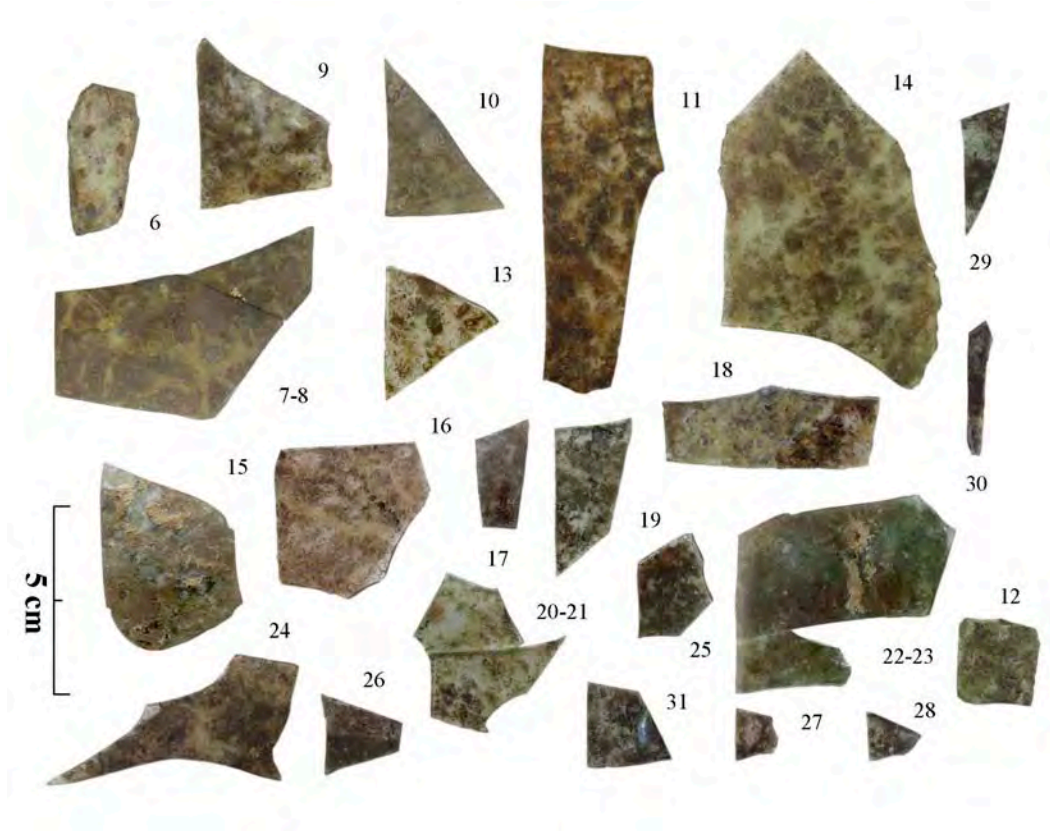


Fig. 152. Fragmentos de vidrio de ventana recuperados en la estancia E9 de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 (Córdoba) (MH_06-MH_31) (A. Velo Gala).

Respecto a la cronología de los vidrios de ventana, la mayor parte de ellos pertenecen a contextos altoimperiales, por lo que es posible que los escasos fragmentos, un total de cuatro, fechados en estratos tardoimperiales, sean materiales de época más temprana que se encontraban descontextualizados.

Sobre su lugar de instalación, no existe una información que permita establecer si los paneles pertenecieron a algunos de los vanos de las estancias en las que se recuperaron. *A priori*, el hecho de que el uso de esta clase de vidrios estuviese restringido a los vanos de ventana de las estancias más prestigiosas de las viviendas romanas y la detección de una serie de materiales relacionados con un uso comercial de estos espacios, indicarían que los paneles pudieron formar parte de los productos que se comercializaron en esta área de la *villa*. Asimismo, no puede descartarse la posibilidad de que también fuesen parte de una recopilación de paneles fragmentados que fueron recuperados para su venta y utilización como material de reciclado o que

formasen parte del sistema de cierre de las ventanas, en cuyo caso sería el único ejemplo en la Bética del hallazgo de vidrios de ventana en la *pars rustica* de una *villa*.

Los ejemplos anteriormente mencionados han permitido incrementar considerablemente los ejemplos de vidrio de ventana conocidos en la Bética. Entre los yacimientos estudiados, el mayor número de testimonios ha sido aportado por aquellos que, de manera excepcional, han conservado casi completos los paneles de vidrio, ya que no fueron reciclados tras su abandono (Fig. 153).

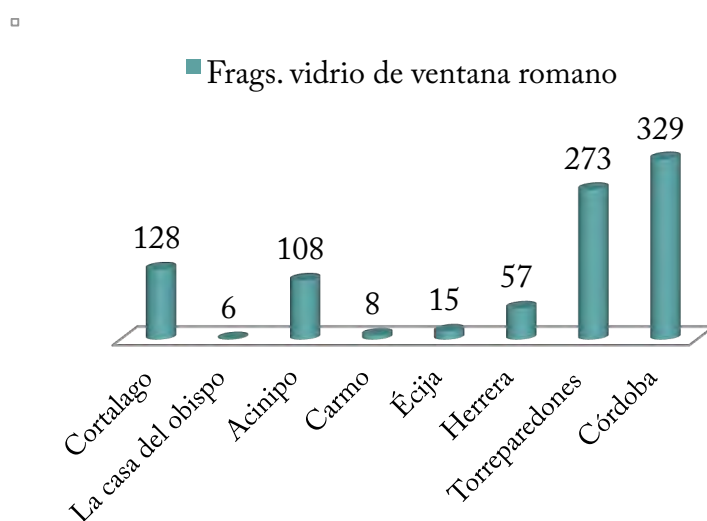
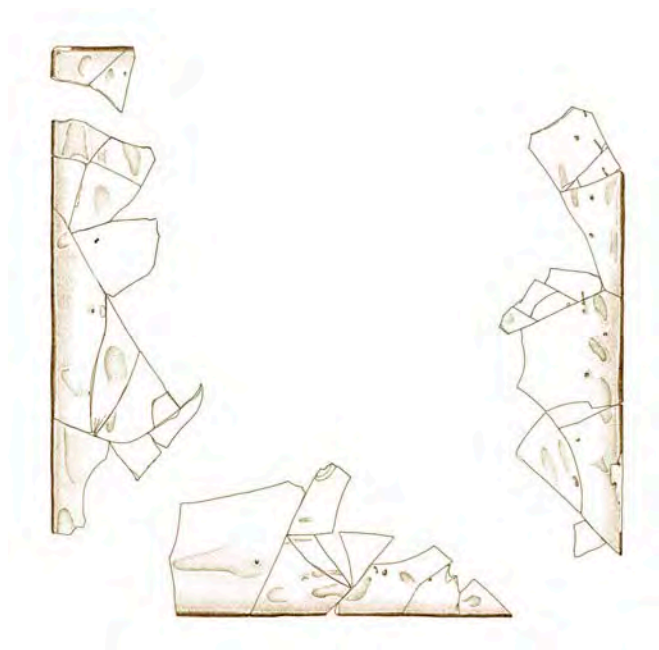


Fig. 153. Gráfico con el número de fragmentos de vidrio de ventana romano procedentes de yacimientos de la Bética publicados e identificados en la Tesis Doctoral (Total = 924 fragmentos).

IV. EL ESTUDIO MORFOLÓGICO Y
ARQUEOMÉTRICO DEL VIDRIO DE VENTANA
ROMANO DE LA BÉTICA



La aplicación de la Arqueometría en el estudio del vidrio antiguo ha sido uno de los grandes avances en la investigación de este material en las últimas décadas. Los resultados de las distintas técnicas de análisis han permitido conocer aspectos relacionados con los procesos tecnológicos de la elaboración de los objetos de vidrio hallados en las excavaciones, obtener información sobre cómo se comercializaban estos productos y evaluar el estado de conservación de los materiales recuperados.

La ausencia de fuentes literarias que informen sobre cómo se trabajaba el vidrio durante la época romana ha sido un inconveniente para el conocimiento de este tipo de industria, desde el punto de vista tecnológico. Muchos de estos procesos se han reconstruido tradicionalmente a partir de la percepción de algunos de los rasgos morfológicos de los objetos aparecidos en las excavaciones arqueológicas, así como a partir de aproximaciones realizadas desde la Arqueología experimental. En lo que respecta a este ámbito, la Arqueometría ha permitido estudiar, entre otros aspectos, la composición química de los distintos vidrios. Esto ha aportado una información muy relevante en la reconstrucción de aquellos procesos relacionados con la fabricación del vidrio romano. Este ha sido uno de los campos que más interés ha despertado en los estudios arqueométricos del vidrio antiguo, que, sorprendentemente y a diferencia de otros materiales, han revelado composiciones de gran homogeneidad, independientemente de la forma de los objetos, durante el periodo romano. La detección de pequeñas variaciones en algunos de sus componentes ha permitido vincular estos cambios a determinados lugares o periodos cronológicos, facilitando reconstruir, junto con los datos arrojados por algunos yacimientos, cómo se articulaba la industria romana del vidrio.

Aunque el fin para el que estaba destinado el objeto influyó sobre todo en su forma, lo cierto es que en casos, como el vidrio de ventana, donde la transparencia fue

un valor importante, debió ser un aspecto imprescindible para justificar determinadas prácticas o la adición de algunos componentes específicos en su masa. Estas variaciones son detectables únicamente a través de su caracterización química y permiten observar los distintos procedimientos que existieron para obtener vidrio incoloro, un tipo de vidrio que tuvo una gran demanda a partir del siglo I d.C.

El estudio de la vajilla incolora, además, ha revelado otro de los aspectos más relevantes de la industria romana del vidrio: el reciclado. Gracias a ello, se conoce el verdadero motivo por el que el hallazgo del vidrio en las intervenciones arqueológicas suele ser escaso, en contraposición a la idea tradicional de que su presencia era menor debido a una escasa demanda de este tipo de objetos provocada por su elevado coste.

En el caso de la *Hispania* romana, los estudios destinados a estas cuestiones son aún escasos, no obstante permiten realizar algunas hipótesis y establecer un corpus de datos que servirá para investigaciones futuras.

En lo referente a la conservación, la Arqueometría también ha sido determinante para conocer los procesos de degradación del vidrio arqueológico en los distintos contextos ambientales. Estas técnicas permiten evaluar la incidencia en el estado de conservación del uso de algunos de estos objetos, de antiguas intervenciones de restauración y proponer nuevos tratamientos menos agresivos que garanticen una óptima conservación futura.

IV.1 El vidrio: componentes

El vidrio es una sustancia que, a pesar de la apariencia sólida, carece de la particularidad fundamental para este tipo de materia: la estructura cristalina. Esto hace que su definición sea compleja y que esta varíe dependiendo de las características físico-químicas que se consideren (Fernández Navarro, 2003: 52).

Algunos investigadores como Morey lo han definido de la siguiente forma: “El vidrio es una sustancia inorgánica en una condición análoga a la de su estado líquido y continua con este, que, como consecuencia de un cambio reversible en la viscosidad durante el enfriamiento, ha alcanzado un grado de viscosidad tan elevado como para poder considerarse rígida a efectos prácticos” (Morey, 1938: 34).

El vidrio está compuesto, principalmente, por una sustancia vitrificante, un fundente y un estabilizante, aunque también se utilizan otros componentes secundarios de los que es posible prescindir, pero que se emplean para la modificación de alguna de sus propiedades (color, brillo, opacidad, etc.).

La sílice (SiO_2) era, y sigue siendo, el vitrificante empleado de manera preferente por la industria del vidrio, llegando a constituir tres cuartas partes de su composición (Fernández Navarro, 2003: 127). La principal fuente de sílice son arenas ricas en este componente, con una serie de características que las hacen aptas para la obtención de un vidrio de calidad, como por ejemplo escasos niveles de óxidos metálicos (Fernández Navarro, 2003: 130). Algunas de estas impurezas son habituales en su composición y difíciles de eliminar, como sucede con el óxido de hierro, causante de los efectos de la coloración verde-azulada o amarillenta en el vidrio, también definido como tono natural (Price, Cottam, 1998: 15; Fernández Navarro, 2003: 131).

Los compuestos vitrificantes precisan la mezcla de un componente, denominado fundente, cuya principal función es disminuir la temperatura de fusión de la sílice (Fernández Navarro, 2003: 135). Este proceso era imprescindible en la Antigüedad, ya que los hornos no permitían alcanzar temperaturas lo suficientemente elevadas para la adecuada fusión de las arenas. Los principales fundentes que se usaron en la Antigüedad fueron los álcalis: óxido de sodio (Na_2O), también denominado sosa, y el óxido de potasio (K_2O).

El sodio de origen vegetal se obtenía de la calcinación de algunas plantas ricas en este componente que se hallaban en terrenos salinos, tanto marítimos como de interior, y ambientes desérticos (Barkoudah, Henderson, 2006: 297). En el caso de la sosa mineral, la principal fuente en la Antigüedad era una mezcla de varios minerales que se extraían tras la evaporación de lagos alcalinos (Devulder, Degryse, 2014: 87). Entre los componentes que predominaban en esta mezcla se encontraban: el natrón ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), la burkeita ($\text{Na}_6\text{CO}_3 \cdot 2\text{SO}_4$) y la halita (NaCl) (Devulder, Degryse, 2014: 87).

Según la procedencia de la fuente de sodio, la composición del vidrio de silicato sódico cálcico puede ser subdividida en dos amplios grupos: vidrios con bajo contenido de óxidos de magnesio y de potasio (concentraciones en torno al 1,5 % en peso de

ambos componentes), y vidrios con elevado contenido en estos óxidos (concentraciones por encima del 1,5 % en peso de ambos componentes) (Sayre, Smith, 1961). Esta diferencia composicional permite distinguir el tipo de fundente empleado en la fabricación de estos vidrios, siendo los primeros característicos del uso de natrón y los segundos, de cenizas procedentes de plantas halófilas ricas en sodio (Sayre, Smith, 1961).

En el caso del óxido de potasio, se obtenía principalmente de la calcinación de determinadas plantas como helechos, hayas o plantas ricas en potasio (Foy, 2000: 35). El potasio ofrecía la ventaja de poder trabajar el vidrio a temperaturas inferiores a las requeridas para los vidrios sódicos, obteniendo, además, un acabado más brillante de las superficies (Fernández Navarro, 2003: 137-138). Sin embargo, químicamente, la estabilidad de los vidrios potásicos es menor, presentando una serie de problemas de degradación mayores que en el caso de los vidrios sódicos (Davison, 2003: 175).

Para que la mezcla entre la sustancia vitrificante y el fundente sea estable químicamente, es preciso disponer de un estabilizante. En la composición del vidrio el óxido de calcio (CaO) es el componente que actúa con esta función, aportando una mejora química y mecánica (Fernández Navarro, 2003: 137-138). En el caso de los vidrios obtenidos mediante el uso de un fundente de tipo vegetal, las plantas empleadas tenían un elevado contenido en calcio, por lo que no era preciso su adición (Freestone, 2006: 212; Shortland *et al.*, 2006: 522). No obstante, los vidrios que tenían natrón requerían de un aporte de óxido de calcio. Las arenas ricas en sílice empleadas en la Antigüedad, procedentes del Mediterráneo oriental, disponían de un contenido de óxido de calcio apropiado para la obtención de un vidrio, procedente de fragmentos de conchas marinas o de la erosión de rocas cercanas (Freestone, 2006: 210). Asimismo, en caso de que la arena no contuviese la cantidad necesaria de óxido de calcio, este se podía añadir mediante conchas machacadas o rocas ricas en carbonato de calcio (Freestone, 2006: 212).

Respecto a los componentes secundarios, la necesidad de minimizar la coloración verde-azulada natural del vidrio, provocada por la presencia de algunos óxidos -sobre todo de hierro- en los componentes empleados para su fabricación, condujo a los vidrieros a la búsqueda de soluciones que redujesen estos efectos. Uno de

los mejores remedios para evitar este tipo de coloración en vidrios incoloros era la selección de materias primas de gran pureza libres de esta clase de óxidos (Jackson, 2005: 763-764), las cuales no son abundantes en la naturaleza. Sin embargo, cuando esto no era posible, existían otras opciones. Una de ellas era proceder al control de la temperatura del horno, ya que los iones ferrosos, que aportan el tono verde-azulado, aumentan con la elevación de la temperatura (Fernández Navarro, 2003: 314). En cambio, la adición de un componente a la mezcla, o agente decolorante, debió ser la solución más empleada. En la Antigüedad los agentes decolorantes utilizados para la obtención de vidrio incoloro fueron el manganeso y el antimonio (Jackson, 2005).

El dióxido de manganeso (MnO_2), también conocido como *jabón de vidriero*, fue el primer agente decolorante utilizado en la industria del vidrio (Fernández Navarro, 2003: 316). Su uso se atribuye a los vidrieros egipcios, quienes habrían descubierto esta propiedad a partir de la fabricación de objetos de vidrio oscuro a finales del siglo I a.C. (Stern, Schlick-Nolte, 1994: 21). La extracción de este agente se realizaba a partir del procesado de algunos minerales ricos en manganeso, tales como pirolusita, diallogita, wad y rodocrosita (Jackson, 2005: 764). El efecto de decoloración del manganeso se producía por oxidación del hierro (Fernández Navarro, 2003: 316; Jackson, 2005: 764), aunque una exposición prolongada a la luz podía provocar su fotooxidación y la aparición de bandas de color marrón-púrpura, un efecto que es visible en algunos de los objetos de este periodo decolorados con manganeso (Fernández Navarro, 2003: 527).

El otro agente decolorante empleado en la Antigüedad fue el antimonio, obtenido, posiblemente, de minerales como la estibnita o la bindheimita (Jackson, 2005: 764). Al igual que el manganeso, este agente decoloraba el vidrio por oxidación del hierro, aunque era preciso una menor cantidad debido a que su poder decolorante era mayor (Jackson, 2005: 764). Además de todo ello, con la adición de antimonio se obtenían vidrios incoloros más brillantes (Jackson, 2005: 764).

Finalmente, para la producción de un vidrio coloreado existían distintos procesos: disolución en la masa, de manera intencionada o accidental, de una serie de iones metálicos, presencia de partículas en suspensión o la adición de agentes opacificantes (Davison, 2003: 6). El primero de estos métodos fue el más común en la

fabricación de vidrios de distinta tonalidad. Estos componentes emiten un determinado color al absorber de distinta forma las radiaciones que componen la luz, siendo un factor determinante de ello su estado de oxidación (Green, Hart, 1987; Fernández Navarro, 2003: 469). Entre los agentes colorantes más comunes en el vidrio antiguo se encuentran los siguientes iones metálicos: óxido de hierro, óxido de cobre, óxido de cobalto y óxido de manganeso (Tabla 5) (Green, Hart, 1987; Fernández Navarro, 2003).

Tabla 5. Principales óxidos metálicos empleados en la coloración del vidrio antiguo.

Óxidos metálicos	Coloración
Óxido de hierro (II)	Azul
Óxido de hierro (III)	Amarillo
Óxido de manganeso (III)	Marrón-Púrpura
Óxido de cobalto (II)	Azul
Óxido de cobre (II)	Azul turquesa

Considerando algunos de estos componentes, las investigaciones realizadas por Sayre y Smith (1961) determinaron la existencia de cinco grupos principales de vidrio en la Antigüedad: vidrios pertenecientes al segundo milenio a.C., vidrios con un elevado contenido de óxido de antimonio, vidrios característicos de época romana, vidrios de inicios de época islámica y vidrios islámicos ricos en plomo.

IV.2 La producción de vidrio en la Antigüedad

La aparición del vidrio fue narrada por Plinio el Viejo en su *Historia Natural* como un suceso acontecido por el azar y la mezcla casual de los componentes que forman este material:

“Cuenta una leyenda que la nave de unos mercaderes de nitro quedó varada en esta playa (orilla del río Belus, Fenicia), preparaban la comida, al no

encontrar unas piedras sobre las que poner las cazuelas, utilizaron en su lugar unos terrones de nitro traídos del barco, y que, al arder estos terrones mezclados con la arena de la playa, empezaron a fluir pequeños riachuelos de una nueva sustancia líquida transparente, siendo este el origen del vidrio” (PLINIO, *Hist. Nat. XXXVI, 114*)

Aunque se desconoce cómo pudo suceder exactamente el descubrimiento del vidrio, actualmente se considera que la historia contada por Plinio es un relato ficticio y se piensa que, en verdad, su aparición debió ser el resultado de una serie de experimentos o pruebas intencionadas con los materiales que lo componen (Forbes, 1966: 115; Scott, Degryse, 2014: 15). Gracias a los testimonios epigráficos procedentes de la biblioteca de Asurbanipal (Fig. 154), Babilonia y Boghazkeui, así como otros de la misma zona pero de origen desconocido, se conocen algunos recetarios para la fabricación de vidrio en el siglo VII a.C. (Brill, 1972: 330; García-Heras *et al*, 2012: 19). No obstante, la información aportada por estos escritos sería anterior, ya que estas tablillas son copias de otros textos datados a finales del segundo milenio a.C. (Brill, 1972: 330). En estos pasajes se especifica que el vidrio se obtenía a partir de una mezcla de granos de cuarzo con cenizas de plantas (Brill, 1972: 332).

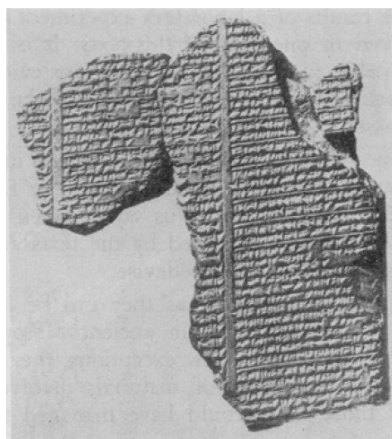


Fig. 154. Tabla de arcilla de la biblioteca de Asurbanipal que contiene un recetario para la fabricación de vidrio, fechada en el siglo VII a.C. (Brill, 1972: Fig. 1).

Efectivamente, los escasos estudios arqueométricos efectuados en materiales de estos periodos indican una gran variabilidad composicional de los primeros vidrios

fabricados, entre los cuales las cenizas de plantas ricas en sodio se empleaban como fundente (Brill, 1970: 127). Esta composición fue característica de los vidrios elaborados desde el tercer milenio a.C. hasta el siglo IX a.C., en el Imperio sasánida y desde el siglo IX d.C. hasta el siglo XIV d.C. (Barkoudah, Henderson, 2006: 298; García-Heras *et al.*, 2012: 17-18). Posteriormente, este fundente también aparece en las composiciones del vidrio veneciano, entre los siglos XIII y XVII d.C. (Barkoudah, Henderson, 2006: 298; García-Heras *et al.*, 2012: 86).

A partir del primer milenio a.C. el fundente de origen vegetal empleado para la producción del vidrio comienza a ser sustituido por uno de tipo mineral, conocido como natrón, aunque ambos se emplearon indistintamente durante cierto tiempo (Shortland *et al.*, 2006: 522). El estado de conservación de los primeros testimonios documentados de piezas realizadas con este nuevo fundente, parece indicar que los vidrieros no se percataron de la necesidad de utilizar con el natrón una fuente de sílice rica en calcio (empleado como estabilizante), ya que con el uso de plantas esto no era necesario porque ya poseían este componente (Shortland *et al.*, 2006: 522).

La arenas silíceas aptas para la producción de vidrio con un contenido elevado de óxido de calcio se extraían de zonas costeras, donde la fuente de calcio procedía de pequeños fragmentos de conchas (Freestone, 2006; García-Heras *et al.*, 2012: 42). Sin embargo, no todas las arenas eran válidas y parece ser que durante época romana existieron determinados puntos de extracción de sílice. Los autores clásicos indican que fueron las arenas de la desembocadura del río Belus, en la bahía de Haifa (Israel), donde se obtenía una arena de gran calidad para la producción de vidrio. En concreto, son las descripciones efectuadas por Plinio El Viejo las más detalladas respecto a esta zona:

“La región de Siria conocida como Fenicia, limítrofe con Judea, tiene al pie del monte Carmelo un pantano, de nombre Candebia, en el que, según dicen, nace el río Belo. (...) desemboca en el mar cerca de la colonia Ptolemais (...) es un río fangoso, su lecho es profundo y la arena solo aparece en él cuando baja la marea, porque, al ser volteadas por las olas, las arenas relucen entre los desechos batidos por el mar.” (PLINIO, *Nat. Hist. XXXVI, 190*)

“Se cree que es en este momento cuando tales arenas, antes inservibles, se tornan brillantes gracias a la acometida astringente del mar. No más de quinientos pasos tiene el área de la costa donde se deposita la arena, y ha sido este espacio tan pequeño el que a lo largo de muchos siglos ha proporcionado la materia para fabricar el vidrio.” (PLINIO, *Nat. Hist. XXXVI, 191*)

Otros autores como Tácito (*Hist. V.7*), Flavio Josefo (*Bell. Iud. II. 190-191*) o Estrabón (*Geographia XVI, 2, 25*), también refieren en sus textos la importancia de las arenas situadas en esta área geográfica. Respecto a la utilización de arenas procedentes de otras zonas Plinio el Viejo y Estrabón indican otros lugares:

“(…) hoy se utiliza también una arena blanca procedente del río Volturno, en Italia, que se recoge en la costa, entre Cumas y Linterno, (…) en la actualidad también en la *Galia* y en *Hispania* la arena es tratada con procedimientos similares.” (PLINIO, *Nat. Hist. XXXVI, 194*)

“(…) Algunos dicen que los de Sidón, entre otros, tienen arena de cuarzo que se adapta para la fusión, aunque otros dicen que la arena se puede utilizar en cualquier lugar (…)” (ESTRABÓN, *Geog. XVI, 2, 25*)

Investigaciones recientes sobre distintos depósitos de arenas actuales en el área costera del Mediterráneo han demostrado que, algunos de los lugares referidos por estos autores, no aportaban una fuente de sílice válida para la fabricación de vidrio con composiciones características de época romana (Brems *et al.*, 2012; Brems, Degryse, 2014). Entre los sitios analizados solo las arenas de la región Basilicata, situada entre los ríos Basento y Bradano, y en la región de Apulia en Italia permitían obtener vidrios característicos romanos, sin la necesidad de modificar o añadir ningún componente (Brems, Degryse, 2014: 33). Otros puntos indicaban arenas válidas tras la adición intencionada de óxido de calcio, como la zona de la Provenza en Francia o en la costa de Huelva y Almería en España, una práctica que también menciona Plinio El Viejo para la utilización de arenas con un déficit de este componente (Freestone, 2006: 212; Brems, Degryse, 2014: 33). En el caso específico de las arenas procedentes de la desembocadura del Volturno, estas no serían válidas al tratarse de una zona volcánica rica en metales pesados (Brems, Degryse, 2014: 38).

Sin embargo, no existen evidencias arqueológicas de que en ninguno de estos lugares, fuera de la costa levantina, se fabricase vidrio a partir de materias primas locales (Brems, Degryse, 2014: 28). Para constatar la existencia de la fabricación de vidrio en estas zonas, se han efectuado distintas investigaciones en vidrios de época romana de estos lugares, basadas en el análisis de los isótopos radiogénicos del estroncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) y el neodimio ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$), así como de los elementos traza de algunos de los componentes empleados (principalmente aquellos de las arenas silíceas) (Freestone *et al.* 2005; Degryse *et al.*, 2014). Los resultados obtenidos del estudio efectuado por Degryse *et al.* (2014) en un conjunto de vidrios de silicato sódico cálcico hallados en diversos yacimientos de zonas mediterráneas, indican un elevado porcentaje (64 % de 210 muestras) de vidrios procedentes de la costa del Mediterráneo oriental, mientras que solo algunos ejemplos podrían haberse fabricado en otras zonas del Imperio (Degryse *et al.*, 2014: 106).

Respecto al natrón, su extracción se realizaba tras la evaporación de lagos alcalinos que contenían carbonato de sodio (Na_2CO_3) y bicarbonato de sodio (NaHCO_3) (Shortland *et al.*, 2006: 521; Devulder, Degryse, 2014: 87). Entre los lugares más destacados Wadi el-Natron, en Egipto, fue uno de los principales puntos de extracción de natrón en la Antigüedad (Shortland *et al.*, 2006: 521; García-Heras *et al.*, 2012: 42). La información aportada por los autores clásicos ha sido imprescindible para identificar algunos de estos lugares. Estrabón menciona los siguientes en su obra *Geografía*:

“Por encima de Momenfis, hay dos minas de nitro, que contienen grandes cantidades de nitrio y el nomo Nitriota.” (ESTRABÓN, *Geog. XVII*, 23)

Del mismo modo Plinio el Viejo en su *Historia Natural* (*Nat. Hist.* 31.46) refiere un lugar, entre Náucratis y Menfis, como una de las zonas más importantes donde se forma el natrón, aunque también podía extraerse de un pequeño lago alcalino situado en *Clitae* en Macedonia (Devulder, Degryse, 2014: 87-88).

Aunque es posible que ambas citas se refieran a Wadi el-Natron, en la zona de Egipto también se han localizado otros puntos de interés: al-Barjun al oeste del delta del Nilo, al-Tarabiya en la zona este del delta, al-Kan en el alto Egipto y Bi'r Natrun entre Dafur y Sudán (Shortland *et al.*, 2006: 523). Fuera de Egipto, los textos clásicos

mencionan la presencia de natrón en otros lagos como los de al-Jabbul al norte de Siria, el lago Van en Armenia y el lago Pikrolimni en Macedonia (Shortland *et al.*, 2006: 524). Las condiciones geográficas de algunos de estos lagos, sus dimensiones y algunas investigaciones realizadas en el lugar indicarían que los depósitos de Wadi el-Natron y al-Barnuj debieron ser las fuentes principales de extracción de natrón durante el primer milenio de nuestra era (Shortland *et al.*, 2006: 527). Recientes estudios sobre la composición isotópica del boro en vidrios del primer milenio y algunos depósitos de natrón, han determinado la posibilidad de la existencia de un número mayor de fuentes situadas en el norte de África, como el caso de Fezzan (Libia), y desechado otras mencionadas por los textos clásicos, como el lago Pikrolimni (Devulder, Degryse, 2014).

El hecho de que tanto el natrón como las arenas aptas para la fabricación de vidrio se extrajesen de una serie de fuentes limitadas, situadas la mayoría en el área del Mediterráneo oriental, favoreció la instalación en estas zonas de una serie de centros especializados en la producción de vidrio. Estos centros productores, denominados talleres primarios, estaban dedicados a la producción de grandes bloques de vidrio en bruto que posteriormente se comercializaban, en forma de barras o lingotes, a otros talleres de vidrio llamados talleres secundarios (Nenna *et al.*, 2000; 2005; Freestone, 2003: 111; García-Heras *et al.*, 2012: 43). En estas pequeñas instalaciones el vidrio en bruto se refundía para su conversión en objetos acabados (Freestone, 2003: 111). Evidencias arqueológicas de estos grandes centros productores primarios, fechados entre los siglos IV-VIII d.C., se han hallado en el área Sirio-Palestina y en Egipto (Nenna *et al.*, 2000; 2005). A pesar de que aún no se ha localizado ningún taller de estas características de época imperial, este tipo de industria justificaría el hecho de que las composiciones de vidrio romano de este periodo fueran bastante homogéneas.

Además de la composición química de la masa del vidrio, existen algunos hallazgos arqueológicos que también confirmarían esta hipótesis, como el naufragio de Embiez (Francia). Se trata de un barco destinado por completo al comercio de vidrio y que, por su cargamento, se ha fechado a finales del siglo II d.C. o principios del siglo III d.C. (Fontaine, Foy, 2007: 235). Entre la carga del barco destaca el importante volumen de vidrio incoloro en bruto documentado, cerca de 18 toneladas, que

debieron emplearse también como lastre (Fontaine, Foy, 2007: 243-244). Posiblemente estos bloques serían originarios del Mediterráneo oriental, por su similitud composicional con otros grupos de esta zona, y estaban destinados a proveer algún taller secundario de alguna de las provincias romanas occidentales (Thirion-Merle, Vichy, 2007: 267).

Aunque a partir del siglo V d.C. comienzan a apreciarse una serie de variaciones composicionales en los vidrios de natrón respecto a los de centurias anteriores (Nenna *et al.*, 2000; Freestone *et al.*, 2005), con grupos bien definidos y asociados a zonas de Egipto y Sirio-Palestina, no será hasta el siglo VII d.C. cuando el uso de este fundente comience a decaer (Shortland *et al.*, 2006: 523). El natrón dejó de emplearse como fundente en la producción de vidrio en oriente a partir del siglo IX d.C. (Shortland *et al.*, 2006: 523). Las limitadas fuentes de extracción y la amplia demanda de natrón, que además se utilizaba con otros fines (médicos y de aseo personal), junto con otros cambios políticos y religiosos, pudieron ser los factores que propiciaron un cambio en el empleo de este tipo de fundente (Shortland *et al.*, 2006: 527).

IV.3 El reciclado del vidrio

La escasa presencia de vidrio entre los materiales recuperados en las intervenciones arqueológicas se ha atribuido, en muchas ocasiones, a la mala conservación de esta clase de objetos en los contextos de enterramiento y a su menor empleo respecto a otros materiales como la cerámica. Lo cierto es que la presencia de vidrio en los ámbitos de uso no refleja la realidad sobre su utilización y esto es debido, principalmente, a una práctica ya conocida en las sociedades del pasado: el reciclado.

Como ya se mencionó anteriormente, se ha aceptado que, durante el periodo romano y bizantino, el sistema de producción del vidrio se articulaba en torno a una serie de centros primarios de producción situados en la costa del Mediterráneo oriental. Sin embargo, esta no era la única fuente de materia prima disponible para la fabricación de vidrio, ya que muchos talleres utilizaban fragmentos de recipientes

desechados que se recopilaban de las poblaciones cercanas a los centros productores (MacMahon, Price, 2005: 168-169).

Aunque el reciclado del vidrio parece haber sido una práctica común en todo el Imperio, las últimas investigaciones indican que el empleo de este recurso fue mayor en las provincias más occidentales (Keller, 2005: 67). Es posible que este hecho se deba a que, para los fabricantes de vidrio, el reciclado era económicamente más rentable y, además, cubría la demanda de vidrio en bruto en momentos en los que el suministro escaseaba (Keller, 2005: 67; Foster, Jackson, 2010: 3074).

La disminución en la demanda de objetos de vidrio tras la retirada del ejército en el occidente del Imperio a partir del siglo V d.C. y el escaso suministro de vidrio en bruto desde los centros de producción de vidrio primarios, provocaron que el vidrio romano desechado se convirtiera en una fuente importante de materia prima (Freestone, 2015: 34). Durante las siguientes centurias, esta parece ser una práctica común, llegando incluso a detectarse en las composiciones de algunas piezas del siglo XII d.C. (Freestone, 2015: 38).

En los últimos años se han intensificado los trabajos relacionados con la importancia de la práctica del reciclado del vidrio en el comercio y producción de los objetos realizados en este material, durante el periodo romano y centurias posteriores. Debido a que el aspecto físico de un objeto elaborado mediante reciclado no suele diferir de otros que no se han fabricado empleando este proceso, las fuentes para su estudio se centran, sobre todo, en los análisis realizados para determinar la composición química de los materiales. Otros datos de interés son los aportados por las fuentes literarias clásicas y las evidencias arqueológicas, aunque, en este último caso, a veces son difíciles de interpretar.

IV.3.1 El reciclado del vidrio en las fuentes literarias clásicas

Los primeros autores clásicos que hacen referencia a acciones relacionadas con la recolecta de vidrio fragmentado, posiblemente para su posterior reciclado, fueron del periodo flavio. Marcial (*Epigr. I, 41, vv.3-5; X, 3*), Estacio (*Silv. I, VI, vv. 73-74*) y Juvenal (*Sat. 5.47-48*) coinciden en sus obras en nombrar la existencia en su época de

unos tratantes dedicados al intercambio de vidrio roto por pajuelas impregnadas de azufre. Esta labor podrían realizarla los propios vidrieros ya que, según algunos testimonios arqueológicos²¹, la elaboración de esta clase de objetos pudo ser, ocasionalmente, una práctica itinerante. No obstante, las connotaciones negativas dadas a estos recolectores en el texto de Marcial, conducen a pensar que se trataba de una figura independiente de los talleres vidrieros pero cuya actividad debió ser necesaria para el óptimo abastecimiento de los mismos (Keller, 2005: 67).

Una centuria después, Dión Casio (*Historia Romana*, 60, 17.6) vuelve a hacer referencia al vidrio fragmentado. Aunque en esta ocasión la mención se realiza para efectuar una comparativa con el escaso coste que tenía la concesión de la ciudadanía romana en época del emperador Claudio, se puede apreciar que la venta de vidrio roto generaba un beneficio económico pequeño (Keller, 2005: 68).

Sin embargo, no será hasta el siglo VI d.C. cuando de forma explícita se mencione la recopilación de vidrio para su posterior venta y reciclado. Gregorio de Tours, en su obra *De gloria martirium*, narra un episodio referente al robo de unos vitrales en una iglesia cercana a la ciudad de Tours para su venta a unos maestros vidrieros que en ese tiempo habían llegado a la ciudad (León, 1941: 236).

A pesar de las escasas menciones en la literatura clásica sobre el reciclado del vidrio, estas constituyen un testimonio veraz que confirma que esta era una de las fuentes de abastecimiento en los talleres vidrieros de época romana y periodos posteriores. El hecho de que la mayoría de las menciones se concentren en cierto periodo cronológico no es casual, ya que coincide con un momento en el que la demanda de este tipo de productos se encontraba en auge gracias a la invención de la técnica del soplado de vidrio en el siglo I a.C.

²¹ La documentación de restos de vidrio en los hornos cerámicos de Venta del Carmen, Dos Barrios (Cádiz) plantea la posibilidad de que fuesen alquilados de forma estacional para la producción de vidrio (Fuentes Domínguez, 2001b: 148-149). Otro caso significativo es el del taller vidriero de la calle Basinghall 35 de Londres, donde el colapso del horno provocó el abandono de la actividad en la zona junto con los vidrios recopilados y el traslado de los artesanos a otro lugar (Wardle *et al.*, 2015: 92).

IV.3.2 Evidencias arqueológicas sobre el reciclado de vidrio

En relación con las evidencias arqueológicas fuera de los contextos funerarios, donde los objetos de vidrio forman parte de los ajuares, los fragmentos de esta clase de material suelen aparecer en instalaciones destinadas a la elaboración de estos productos o en arquitecturas de uso público y privado. No obstante, es difícil distinguir cuándo una acumulación de fragmentos se asocia a una actividad de recopilación intencionada para su posterior reciclado. A pesar de ello, existen algunos testimonios, documentados en diferentes contextos, que parecen confirmar esta posibilidad.

En el ámbito privado, uno de los ejemplos más significativos es el de la *villa* de Pisanella, en Boscoreale (Italia). En una de las estancias de almacenaje de esta edificación, preservadas gracias a la erupción del Vesubio del año 79 d.C., se documentó una acumulación de vidrios incoloros y otra de vidrios de color rojo (Pasqui, 1897: 518; Stern, 1999: 451; Keller, 2005: 67).

Más evidentes son los hallazgos que se han producido en varios naufragios, que demuestran que estos restos también se comercializaban a través de vías marítimas. El pecio, conocido bajo el nombre de *Iulia Felix*, se corresponde con una embarcación que naufragó en la costa norte del mar Adriático, fechado por su cargamento en el siglo III d.C. (Silvestri *et al.*, 2008: 331). En la parte delantera del barco se localizó un barril de madera que contenía una gran cantidad de fragmentos de vidrio, aproximadamente 140 kg, casi todos de recipientes y objetos incoloros (Silvestri *et al.*, 2008: 331) y que, evidentemente, se transportaba a algún puerto para su posterior reciclado. A este periodo también se adscribe el naufragio localizado frente a las costas de Embiez (Francia), con una carga destinada únicamente al comercio de vidrio (vidrio en bruto y productos acabados). Aunque en este pecio también se hallaron acumulaciones de fragmentos, no existe un argumento claro para definir si se trata de material recopilado y transportado para su posterior reciclado (Fontaine, Foy, 2007: 244).

En relación con las instalaciones industriales, la presencia de una importante agrupación de fragmentos de vidrio roto se ha interpretado, de manera general, como una posible acumulación para su posterior fusión y conversión en nuevos objetos. No obstante, debido al reciclado, la mayoría de las veces la presencia de restos de

producción y objetos desechados es muy escasa en este tipo de contextos (Price, Cool, 1991: 27; Freestone *et al.*, 2015: 89).

Las excavaciones efectuadas en el año 2005 en la calle Basinghall 35 de Londres revelaron la existencia de una zona industrial de época romana, situada en el área periurbana noroccidental respecto al primer núcleo romano de *Londinum* y próxima a la zona donde se encontraba el anfiteatro (Wardle *et al.*, 2015: 2-5). Al tratarse de una zona periférica del Imperio, alejada de los centros primarios de producción de vidrio, el reciclado debió tener un papel destacado en los procesos de elaboración de esta clase de objetos. En el caso de Basighall esta hipótesis se ha visto confirmada por los más de 70 kg de restos de producción, fragmentos de vidrio de ventana y otros recipientes que se han documentado en este yacimiento²² (Wardle *et al.*, 2015: 36) (Fig. 155). A partir de un estudio detallado se ha determinado que esta anomalía, en referencia a la cantidad de vidrio documentado, tiene su explicación en el colapso de uno de los hornos. Este hecho provocó un abandono de la actividad en la zona y de los artesanos especializados en esta industria, para los cuales el traslado de dichos restos supondría un coste económico que era fácil de suplir mediante la nueva recogida de desechos en otro lugar (Wardle *et al.*, 2015: 89).



Fig. 155. Fragmentos de vidrio de ventana parcialmente fundidos recuperados entre los materiales para reciclado del taller de vidrio del yacimiento romano de la calle Basinghall 35 de Londres (Wardle *et al.*, 2015: Fig. 43).

²² El estudio de los materiales recuperados ha permitido definir que el taller estuvo en uso entre los años 160-180 d.C. (Wardle *et al.*, 2015: 21-30).

En el caso de la península ibérica los hallazgos relacionados con instalaciones vidrieras de época romana han sido hasta la fecha escasos. En aquellos casos en los que existen evidencias claras sobre la producción de vidrio, gracias a la presencia de restos de los procesos de manufactura, herramientas y numerosos fragmentos, las formas identificadas suelen vincularse con la tipología de objetos que se fabricaban en el lugar.

Entre los ejemplos más destacados de *Hispania* se encuentra el taller de la calle Sabaters en Valencia, que estuvo en funcionamiento desde finales del siglo III d.C. y a lo largo de la siguiente centuria (Sánchez de Prado, Ramón Peris, 2014: 240). El volumen de los materiales recuperados es superior a otros yacimientos donde se han identificado estructuras vinculadas a la producción de vidrio, observándose un patrón similar, entre las clases de restos documentados, a los del caso londinense de Basinghall. Entre los materiales se identifican: restos de producción, bloques de vidrio en bruto, vidrio adherido a material constructivo de los hornos y fragmentos de objetos (recipientes y vidrio de ventana) (Sánchez de Prado, Ramón Peris, 2014) (Fig. 156). Es posible que algunos de los fragmentos fuesen parte de los objetos elaborados en el mismo taller, aunque también podría tratarse de acumulaciones de material para su posterior reciclado.



Fig. 156. Restos del horno y fragmentos de bloques de vidrio en bruto del taller de vidrio de la calle Sabaters de Valencia (Sánchez de Prado, Ramón Peris, 2014: Figs. 5 y 11).

Los ejemplos expuestos son de gran utilidad para la identificación de una actividad asociada con el reciclado. Sin embargo, a pesar de que estos testimonios se

encuentran en distintas áreas del Imperio, esto no significa que se trate de una práctica uniforme, ya que estaría fuertemente condicionada por el nivel socio-económico de la población, la demanda de estos productos y, sobre todo, la cronología (Keller, 2005: 74-76).

IV.3.3 El estudio arqueométrico como aproximación para la identificación del reciclado de vidrio

Para poder distinguir la incidencia del reciclado en los objetos de vidrio, el estudio arqueométrico se ha convertido en una herramienta de gran utilidad en las últimas décadas. Los trabajos más relevantes se han centrado en la investigación de colecciones de vidrio incoloro²³, donde el reciclado es más fácil de detectar respecto a otras clases de vidrio.

La presencia de los dos agentes decolorantes empleados en época romana –óxido de antimonio y óxido de manganeso–, en elevados porcentajes en la composición química de un vidrio (>1 % en peso), puede atribuirse a una mezcla de fragmentos de vidrio correspondientes a objetos decolorados con uno u otro componente (Jackson, 2005: 772; Jackson, Paynter, 2016: 76). Esta hipótesis se basa en los análisis efectuados en los bloques de vidrio en bruto procedentes de los centros primarios del área mediterránea oriental. Los resultados confirman que solo se utilizaba manganeso o antimonio como agente decolorante para la fabricación de bloques de vidrio incoloro, pero no una mezcla de los dos componentes (Nenna *et al.*, 2005: 61-62; Freestone, 2015: 31). Además, hay que considerar que el uso de ambos en la misma masa era innecesario, ya que el antimonio era un decolorante más eficaz respecto al manganeso y solo con pequeñas cantidades se conseguía el efecto de decoloración deseado (Jackson, 2005: 771; Silvestri *et al.*, 2008: 336).

²³ Bajo la denominación de vidrio incoloro se consideran aquellos vidrios en los que se ha adicionado, de manera intencionada, un agente decolorante (manganeso o antimonio), así como aquellos cuyas materias primas son de gran pureza y contienen bajos niveles en óxidos de hierro para minimizar el efecto que estos tienen en la coloración residual del vidrio.

Concentraciones intermedias de estos dos componentes también se interpretan como evidencia de reciclado, puesto que alcanzan contenidos superiores a los considerados como parte de las impurezas de algunas materias primas empleadas para su fabricación, pero no lo suficientemente elevados para indicar una adición intencionada (>1 % en peso) (Jackson, 2005: 764; Brems, Degryse, 2014: 38). En el caso del óxido de manganeso esta cuestión es difícil de discernir, puesto que los valores de las concentraciones consideradas como impurezas en la literatura varían desde el 0,1 % hasta el 1% en peso (Brems, Degryse, 2014: 38). Algunos estudios indican que la concentración de MnO en arenas naturales no suele exceder de 0,25 % en peso, por lo que valores superiores se interpretarían como un añadido a la masa del vidrio (Ferri *et al.*, 2011).

Finalmente, en el caso de los vidrios incoloros, también puede identificarse el reciclado mediante la presencia de componentes empleados en la coloración del vidrio, como por ejemplo el cobre (Sainsbury, 2018: 326), en concentraciones que no son consideradas impurezas. A pesar de que los fragmentos destinados al reciclado se seleccionaban previamente para no afectar o modificar significativamente la nueva masa de vidrio obtenida, a veces se incorporaban otros fragmentos coloreados de manera intencionada. Estos vidrios verdosos o amarillentos no modificarían en gran medida la tonalidad final del vidrio pero sí son detectados químicamente (Freestone, 2015: 30; Freestone *et al.*, 2015: 85).

En relación con la composición general del vidrio, existen otros indicios que pueden indicar que un objeto se elaboró a partir de materiales reciclados. Actualmente, el porcentaje de determinados óxidos ha permitido diferenciar algunos grupos para el vidrio en la Antigüedad; la presencia de concentraciones intermedias entre dos grupos se asocia a una posible mezcla de fragmentos que pertenecían a ambos (Freestone, 2015: 31).

Respecto al número de veces que un vidrio se ha reciclado hasta su forma actual, no existen señales en las composiciones que aporten una información al respecto (Jackson, Paynter, 2016: 78). El reciclado continuado producía, a su vez, el deterioro de la mezcla, causado por el contacto continuado de la masa fluida con las herramientas empleadas en su manipulación, el entorno de trabajo, o los gases

procedentes de la combustión (Freestone, 2015: 30; Jackson, Paynter, 2016: 78). A consecuencia de la pérdida de la calidad del material, y para poder optimizar sus propiedades, se procedía a la adición de vidrio fresco (Freestone, 2015: 30).

La ausencia de investigaciones sobre estas cuestiones en el vidrio romano hispano no permite conocer el grado de incidencia que tuvo la práctica del reciclado en los talleres secundarios de una de las provincias más occidentales del Imperio, pero es probable que, al igual que en otras zonas, formase una parte importante del suministro de estas instalaciones.

IV.4 El estudio morfológico y arqueométrico del vidrio de ventana romano de la Bética

A pesar de que la Arqueometría ocupa un lugar destacado en las investigaciones más recientes sobre vidrio antiguo, lo cierto es que en el caso de los vidrios romanos de la Bética existe una destacada ausencia en las publicaciones referidas a estos materiales.

El estudio arqueométrico del vidrio de ventana romano de la Bética, objeto de estudio de esta Tesis, se ha realizado mediante un análisis exhaustivo de cada uno de los fragmentos, con la finalidad de determinar todos aquellos aspectos de interés que puedan aportar un conocimiento más detallado de esta clase de materiales, sus técnicas de elaboración y el posible origen del vidrio empleado. Como parte de esta investigación se han considerado desde los análisis más sencillos, que implican el estudio organoléptico de los materiales, acompañados o no de medios auxiliares, hasta algunas de las técnicas instrumentales más adecuadas para la determinación de los componentes del vidrio.

Para abordar esta fase de la investigación se han estudiado todos los fragmentos de vidrio de ventana inéditos de la Bética, seleccionando aquellos más representativos de cada lugar para su análisis químico. A pesar de que los vidrios de ventana romanos del yacimiento de *Cortalago* ya fueron estudiados y publicados previamente (Regalado Ortega *et al.*, 2012), se procedió a realizar una nueva revisión de cada uno de los fragmentos. Este examen más reciente pretende identificar posibles detalles morfológicos que habrían pasado desapercibidos anteriormente y realizar una selección

de una serie de muestras para su análisis químico, el cual no se había efectuado en el primer estudio.

IV.4.1 Análisis morfológico de los vidrios

Las particularidades morfológicas que presentan los paneles de vidrio de ventana romano de la Bética son una de las fuentes de información más destacadas para proceder al estudio de los procesos de elaboración de estos materiales y conocer algunos aspectos relacionados con su vida útil. Es por ello que el análisis exhaustivo de cada uno de los fragmentos de vidrio recuperados en la Bética, complementado con otros medios auxiliares, ha constituido una fase imprescindible en el estudio de cada uno de los fragmentos identificados con esta tipología de vidrio.

El reconocimiento de las superficies ha estado condicionado por los tratamientos aplicados a las piezas tras su descubrimiento. De esta manera, los fragmentos de vidrio de ventana que apenas han sufrido procesos de limpieza previos a su almacenaje en los museos, han facilitado la detección de otros depósitos de interés en la superficie de los materiales. En cambio, aquellos que se sometieron a algún tipo de limpieza o tratamiento tras su hallazgo, fueron desprovistos de esta clase de información, aunque, por el contrario, han permitido observar otras particularidades relacionadas con la masa del vidrio.

IV.4.1.1 La superficie de los paneles

Todos los paneles de vidrio presentan dos superficies bien diferenciadas: una brillante y otra mate. Esta característica permite asociar los ejemplos estudiados con la técnica de elaboración de los primeros vidrios de ventana elaborados mediante colado y estirado de la masa de vidrio fundida (Boon, 1966; Foy, Fontaine, 2008: 409).

La superficie brillante muestra, en la gran mayoría de los fragmentos, irregularidades producidas por el vertido y la posterior solidificación del vidrio (Fig. 157). Asimismo, en las proximidades de los laterales del panel, se aprecian en esta superficie una serie de líneas curvas que se generaron por el movimiento de la masa

fundida y que están constituidas por pequeñas burbujas de aire, a veces casi imperceptibles *de visu* (Fig. 157).

La superficie mate, resultado de la transmisión de la impronta de las superficies de trabajo al entrar en contacto con la masa fundida del vidrio, presenta una serie de variables en el conjunto, las cuales permiten deducir que los paneles se elaboraron empleando distintos tipos de soporte. De manera general, se aprecia en casi todos los fragmentos, una serie de improntas que forman picaduras discontinuas. Estas huellas se corresponden con partículas de arena que se aplicaban sobre las superficies de trabajo para evitar la adhesión de los paneles en el momento de su elaboración.



Fig. 157. (Izq.) Superficie brillante ; (dcha.) y huellas del vertido en fragmentos de vidrio de ventana de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_86 y MA_175) (A. Velo Gala).

En relación con la naturaleza de los soportes de trabajo, se distinguen tres tipos de superficie en el lado mate: una con un acabado regular prácticamente ausente de improntas (Fig. 158.1-2), otra con picaduras homogéneas (Fig. 158.3-4) y una tercera superficie que muestra una serie de pequeñas estrías estrechas distribuidas paralelamente (Fig. 158.5-8).

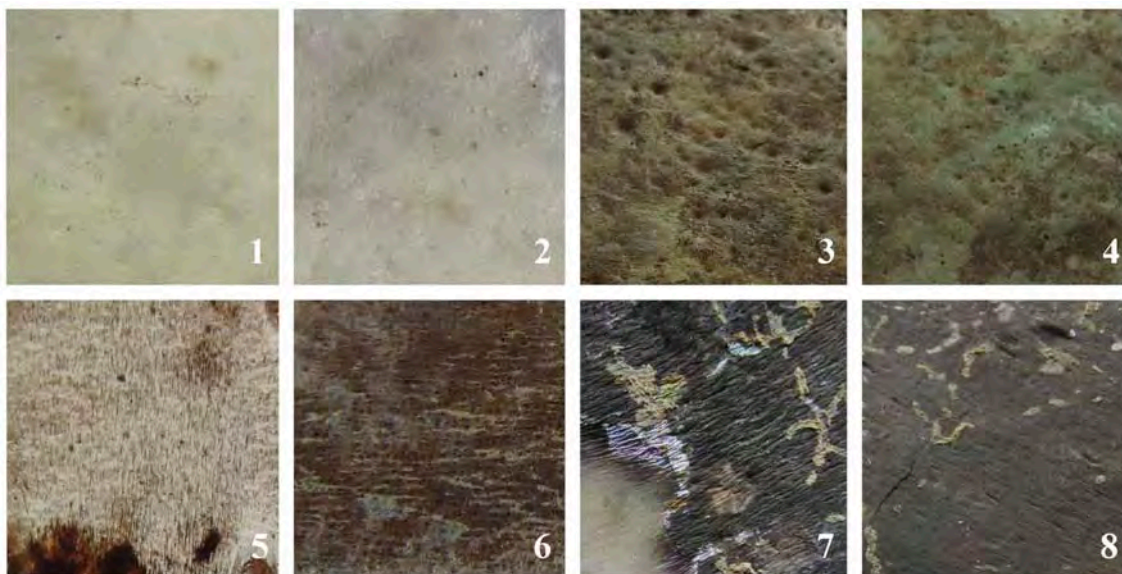


Fig. 158. Tipos de superficies detectadas en el lado mate de los vidrios de ventana romanos de la Bética: (1-2) superficie regular con algunas improntas de partículas de arena (MA_ 181 y MA_146); (3-4) superficie con picaduras homogéneas (MH_02 y MH_04); (5-8) superficie con estrías (COR_25, AC_08, TO_63 y TO_44)(A. Velo Gala).

Las superficies mate con una terminación regular y en las que solo se aprecia la impronta de algunas partículas de arena, indicarían que, para la elaboración de los paneles, se emplearon superficies de trabajo muy homogéneas tales como placas de piedra pulimentada o planchas de metal. Estos materiales ofrecían una menor resistencia al calor y posiblemente debían sustituirse con mayor frecuencia respecto a otros, como los cerámicos.

En cambio, una superficie con picaduras regulares podría indicar, igual que en el ejemplo anterior, el empleo de placas de piedra de superficie granulada, aunque es más probable que se trate de planchas de cerámica refractaria, más aptas para este tipo de trabajo debido a su resistencia al choque térmico. Sin embargo, estas improntas, al constituir una irregularidad en la superficie del vidrio, se pueden haber acentuado al ser puntos preferentes de la corrosión o confundirse por las picaduras generadas durante los procesos de alteración del vidrio. La diferencia existente entre estos dos tipos de picadura estaría en la definición de las mismas, ya que aquellas generadas durante la elaboración de los paneles tendría bordes más suavizados, al encontrarse el vidrio en un

estado fundido, mientras que aquellas provocadas por una alteración química del vidrio muestran bordes más acentuados.

Las superficies con impronta de pequeñas líneas son las que mayor confusión han generado a la hora de interpretar cuáles fueron las superficies de trabajo. Este tipo de marca es la que más presencia tiene en el conjunto de vidrios de ventana de la Bética y, aunque en algunos ejemplares, como los de los vidrios planos de Torreparedones, parecen simular las vetas de la madera, se trataría, posiblemente, de marcas generadas por el estiramiento del vidrio sobre una superficie granulada.

En la superficie mate del panel hemisférico de Torreparedones, la necesidad de utilizar un molde para configurar la parte abombada central del panel ha generado una serie de huellas en la zona de contacto, que indicarían el uso de un molde cerámico, ya que esta superficie se presenta con picaduras bastante regulares.



Fig. 159. Anomalías detectadas en la superficie mate de algunos de los fragmentos de vidrio de ventana de la Bética: (1) TO_52; (2) MA_11; (3) MH_22 (A. Velo Gala).

Existen algunos fragmentos que presentan ciertas anomalías respecto a los grupos anteriormente descritos. En uno de los vidrios de Torreparedones (TO_52), caracterizado por una impronta de líneas cortas paralelas, se observa un área lisa perceptible por un desnivel, quizás provocada por alguna variación de la superficie de trabajo o por el derramamiento de alguna sustancia (Fig. 159.1). En otros casos se aprecian algunos plegamientos del propio material, probablemente originados durante el proceso de vertido, o por la presencia de algún elemento o deformidad de la superficie sobre la que se extiende la masa de vidrio. Ejemplos de este tipo de deformaciones se han detectado en un fragmento de la intervención arqueológica

realizada en la calle Poeta Miguel Hernández núm. 13 de Córdoba (MH_22) y otro recuperado en la *villa* de Ronda del Marrubial (MA_11) (Figs. 159.2-3).

IV.4.1.2 *El color*

La apreciación del color de los fragmentos de vidrio de ventana romanos de la Bética ha estado muy condicionada por el estado de conservación de los mismos, debido a que suelen presentar capas de alteración y depósitos de suciedad y tierra. Sin embargo, en pequeñas áreas desprovistas de estas capas superficiales se ha podido visualizar de manera parcial la masa del vidrio, lo cual ha permitido realizar la clasificación de los paneles según su coloración. Dentro del conjunto de vidrios estudiados y en relación con estos fenómenos de alteración, merece una especial atención los ejemplos recuperados en el yacimiento de *Cortalago*, los cuales presentan unas manchas de tonalidad rojiza en su superficie que no permiten apreciar con claridad el color de estos fragmentos. Esta capa de gran adherencia se generó, muy probablemente, a partir de depósitos de *gossan*, un tipo de roca abundante en el entorno del yacimiento (Fig. 160). Esta roca, también conocida como “monteras de hierro”, se origina por la oxidación de sulfuros de hierro, que son los que imparten la tonalidad rojiza a las superficies de los vidrios. No hay que olvidar que este yacimiento se sitúa en el entorno de las Minas de Riotinto en Huelva, una zona rica en este mineral.



Fig. 160. Depósitos de *gossan* en la superficie de uno de los fragmentos de vidrio de ventana romano del yacimiento de *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) (COR_77) (A. Velo Gala).

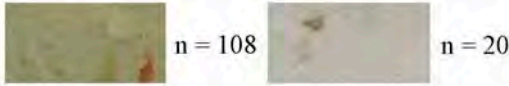
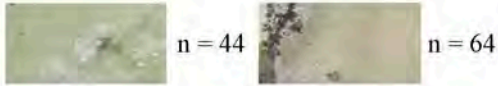

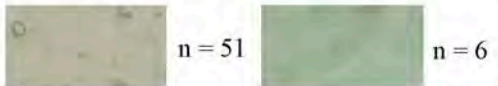


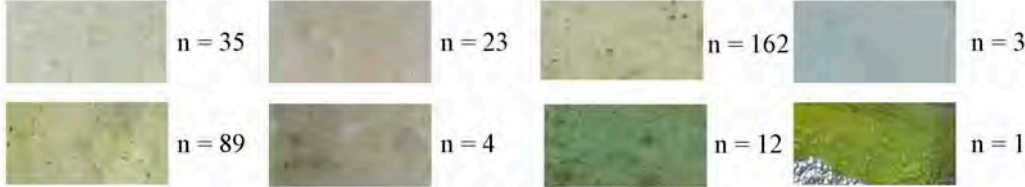
TONALIDADES DE LOS VIDRIOS ROMANOS DE VENTANA DE LA BÉTICA:			
<p><i>CORTALAGO</i> (MINAS DE RIOTINTO, HUELVA)</p> 		<p><i>ACINIPO</i> (RONDA, MÁLAGA)</p> 	
<p><i>CARMO</i> (CARMONA, SEVILLA)</p> 		<p><i>HERRERA</i> (SEVILLA)</p> 	
<p><i>ASTIGI</i> (ÉCIJA, SEVILLA)</p> 			
<p><i>TORREPAREDONES</i> (BAENA, CÓRDOBA)</p> 			
<p><i>COLONIA PATRICIA CORDUBA</i> (CÓRDOBA)</p> 			

Fig. 161. Coloraciones observadas en los fragmentos de vidrio de ventana romanos inéditos de la Bética (A. Velo Gala) (n número de ejemplares).

De manera general, casi todos los fragmentos de vidrio de ventana de la Bética pueden considerarse como vidrios naturalmente coloreados o, lo que es lo mismo, vidrios con color residual debido a las impurezas de la arena empleada en la fusión del vidrio. Únicamente, un pequeño fragmento de vidrio de ventana, recuperado en las excavaciones del yacimiento de Cercadilla (CER_44) (Fig. 145), muestra una tonalidad verde-amarillenta intensa que podría indicar la adición de un colorante o cromóforo de manera intencionada.

El color natural del vidrio depende del contenido en óxidos de hierro de algunas de las materias primas empleadas para su elaboración, sobre todo de la arena como se ha indicado anteriormente (Price, Cottam, 1998: 15), así como del estado de oxidación del par redox Fe^{2+}/Fe^{3+} (Fernández Navarro, 2003: 457, tabla 58). Teniendo en cuenta estos aspectos, en el conjunto de vidrios analizados en este trabajo se han observado colores residuales verdosos, azulados, amarillentos, grisáceos e incoloros (Fig. 161).

El examen visual de los fragmentos permite establecer que la gran mayoría de los vidrios estudiados, un 92,2 % del total, muestra tonalidades verdosas. Un 5,35 % de los fragmentos presenta una elevada transparencia, mientras que solo un 0,43 % exhibe coloraciones grisáceas. Destaca por su tono verde intenso un pequeño grupo de 12 fragmentos (1,3 % del total), documentados en la intervención arqueológica realizada en la calle poeta Miguel Hernández de Córdoba, y en verde-amarillento intenso el fragmento (0,10 % del total), mencionado previamente, de Cercadilla. Finalmente, el 0,54 % de los fragmentos se corresponde con vidrios de ventana que presentan el color denominado como azul *aqua*.

Atendiendo a los hallazgos según el yacimiento, el grupo de vidrios de ventana recuperados en las excavaciones de los contextos de la curia del yacimiento de Torreparedones es el más homogéneo, sobre todo en relación a los vidrios planos cuadrangulares. Este hecho podría indicar que los paneles se adquirieron en un mismo taller o formaron parte del mismo lote, tal como parecen señalar hallazgos similares en el yacimiento de Compièrre en Champallement (Francia) (Foy, Fontaine, 2008: 413).

En aquellos vidrios de ventana en los cuales ha sido posible la reconstrucción parcial de algunos de sus perfiles (yacimientos de *Cortalago*, Torreparedones y la *villa* de Ronda del Marrubial), la variabilidad de las tonalidades dentro de un mismo panel se debe a la irregularidad en el espesor de una misma pieza. Las zonas más oscuras o de una coloración más intensa se concentran en las partes externas de los paneles, coincidiendo con las áreas de mayor espesor. En cambio, los fragmentos más transparentes o de tonalidades más claras se corresponden con las zonas centrales, aquellas que han sufrido un proceso de estiramiento más acusado y por ello con menor cantidad de material.

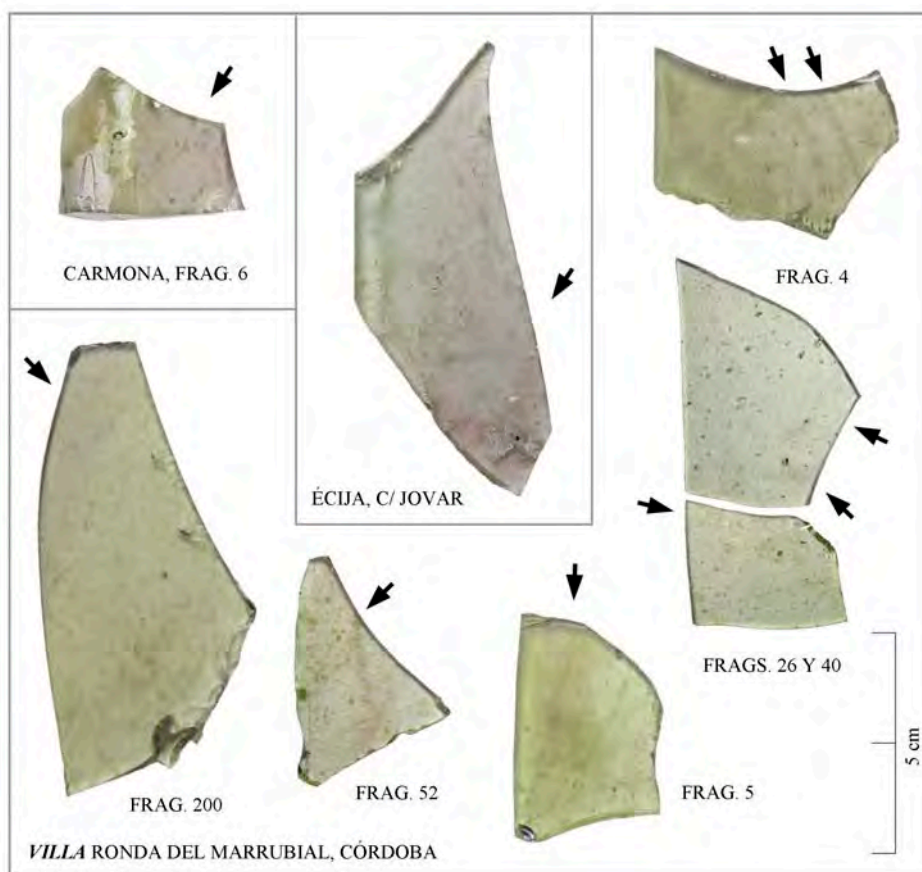


Fig. 162. Fragmentos de vidrio romano de ventana de la Bética en los que se sospecha la presencia de manganeso tras el examen visual (A. Velo Gala).

En algunos de los fragmentos de vidrio de ventana de la Bética se sospecha la presencia de óxido de manganeso en la composición química del vidrio, debido a la identificación de manchas y bandas de color morado o púrpura. Estas coloraciones se originan por el proceso de fotooxidación de los iones Mn^{2+} a Mn^{3+} (Fernández Navarro, 2003: 488). A veces la identificación de estas manchas y bandas resulta difícil por las tonalidades del mismo color que muestran algunas de las capas superficiales de alteración del vidrio. En este conjunto de vidrios, presentan este fenómeno algunos de los fragmentos documentados en las excavaciones del santuario de la calle San Felipe de Carmona (CAR_06), la intervención arqueológica de la calle Jovar en Écija (JO_02) y en la *villa* de Ronda del Marrubial en Córdoba (MA_04, MA_05, MA_26, MA_40, MA_52 y MA_200) (Fig. 162). Respecto a los fragmentos de la *villa* de

Ronda del Marrubial, dos de ellos (MA_04 y MA_52) pertenecerían al mismo panel, según los trabajos de restitución realizados en uno de los perfiles.

IV.4.1.2.1 Análisis de los cromóforos mediante espectrofotometría UV-Vis-IRP

Para verificar cuáles son los principales cromóforos responsables de la coloración de los vidrios de ventana romanos estudiados, se procedió a su análisis mediante espectrofotometría ultravioleta-visible-infrarrojo cercano (UV-Vis-IRP). En total se seleccionaron seis muestras para este estudio que cubrían el intervalo de tonalidades observado en el conjunto de vidrios (Tabla 6).

Tabla 6. Muestras de vidrio de ventana romano de la Bética seleccionadas para análisis mediante espectrofotometría UV-Vis-IRP.

	Yacimiento	Fragmento
Muestra 1	<i>Villa</i> Ronda del Marrubial, Córdoba	MA_196
Muestra 2	Calle Miguel Hernández, Córdoba	MH_14
Muestra 3	<i>Villa</i> El Algarrobo, Córdoba	ALG_16
Muestra 4	Cercadilla, Córdoba	CER_42
Muestra 5	Torreparedones, Córdoba	TO_17
Muestra 6	Calle Espíritu Santo, Écija	ES_01

Se empleó un espectrofotómetro Ocean Optics modelo HR 4000 CG en modo de absorbancia. Las muestras se adelgazaron por desbastado hasta conseguir una lámina planoparalela de 1 mm de espesor y luego se pulieron a espejo por ambas caras utilizando una suspensión acuosa de óxido de cerio. Los espectros se registraron en el intervalo de longitud de onda de 300 a 1100 nm. Las fotografías de las muestras pulidas se hicieron con luz transmitida.

La Muestra 1 (MA_196) presenta una coloración verde claro. Esto se debe a la presencia de una banda de absorción de poca intensidad tanto de los iones Fe^{3+} en el triplete 380, 420 y 440 nm como de los iones Fe^{2+} en, aproximadamente, 1100 nm

(Fig. 163). El color verde claro es la suma cromática de estas proporciones entre Fe^{2+} (azul) y Fe^{3+} (amarillo).

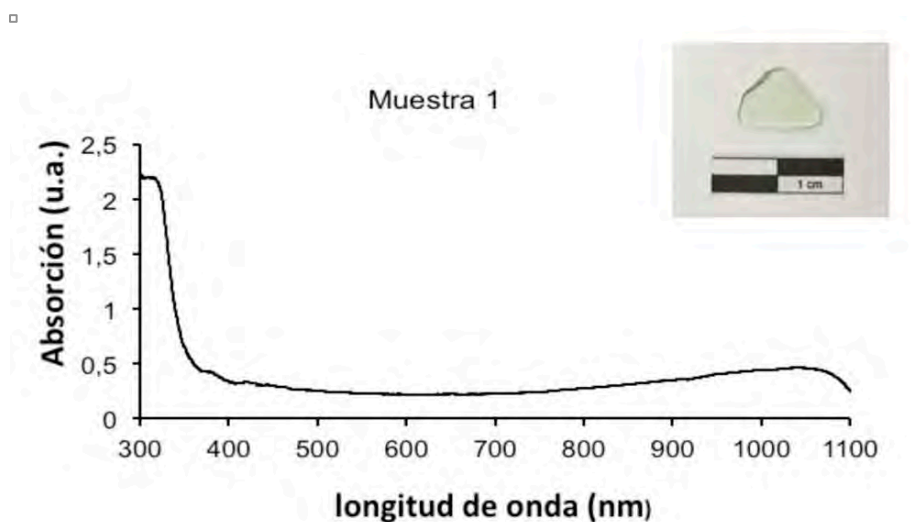


Fig. 163. Espectro de absorción visible de uno de los vidrios de ventana romanos de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_196).

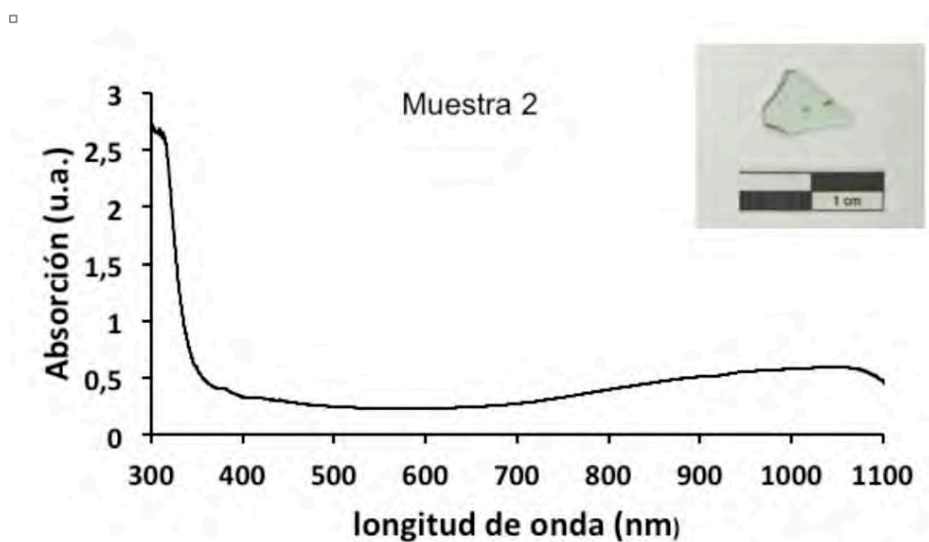


Fig. 164. Espectro de absorción visible de uno de los vidrios de ventana romanos procedente de la excavación en la calle Poeta Miguel Hernández (Córdoba) (MH_14).

En la Muestra 2 (MH_14), el color azul claro es consecuencia de un banda de absorción de muy poca intensidad de los iones Fe^{3+} en el triplete 380, 420 y 440 nm y

de poca intensidad de los iones Fe^{2+} en, aproximadamente, 1100 nm (Fig. 164). Esta tonalidad residual es azul claro porque la intensidad de la banda debida a los iones Fe^{2+} es algo mayor que el triplete de los iones Fe^{3+} .

La Muestra 3 (ALG_16) indica un vidrio incoloro. La banda de absorción es de muy poca intensidad, tanto de los iones Fe^{3+} en el triplete 380, 420 y 440 nm como de los iones Fe^{2+} en, aproximadamente, 1100 nm (Fig. 165). Esta escasa intensidad de ambos iones provoca que el vidrio sea incoloro, debido, posiblemente, a que contiene muy poca concentración de óxido de hierro (0,39 % en peso, ver Anexo I-Tabla 4) o a la utilización de óxido de manganeso como decolorante (1,53 % en peso, ver Anexo I-Tabla 4).

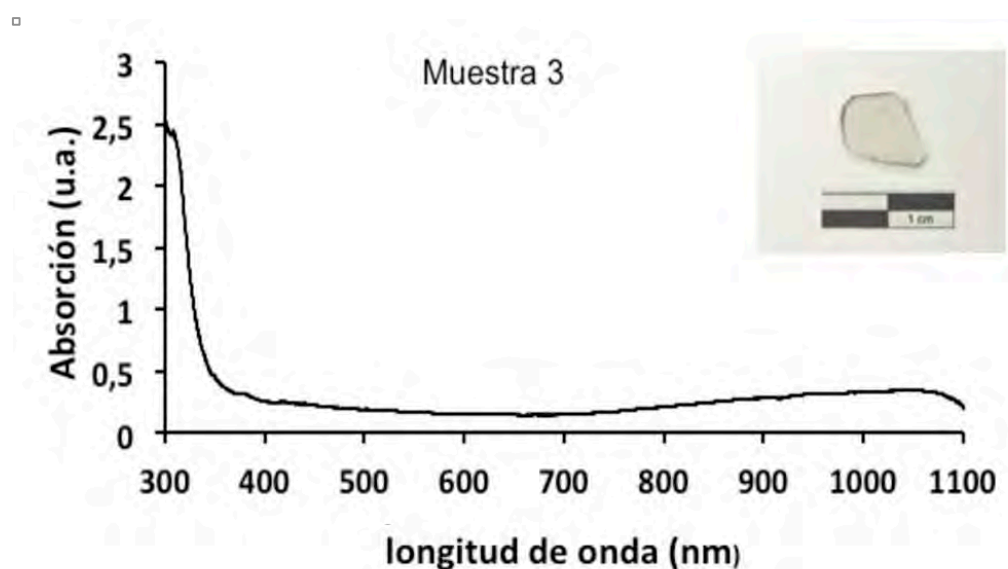


Fig. 165. Espectro de absorción visible de uno de los vidrios de ventana romanos procedente de la *villa* el Algarrobo (Córdoba) (ALG_16).

Al igual que la anterior, la Muestra 4 (CER_42) pertenece a un vidrio incoloro. Según los datos obtenidos en el espectro de absorción se trataría de un fenómeno similar al descrito para la muestra 3 (ALG_16) (Fig. 166). Sin embargo, la observación visual del fragmento indica una cierta tonalidad grisácea. Este hecho puede ser consecuencia de la adición de óxido de manganeso en exceso para garantizar la

obtención de un vidrio incoloro (Fernández Navarro, 2003) (1,37 % en peso, ver Anexo I-Tabla 4).

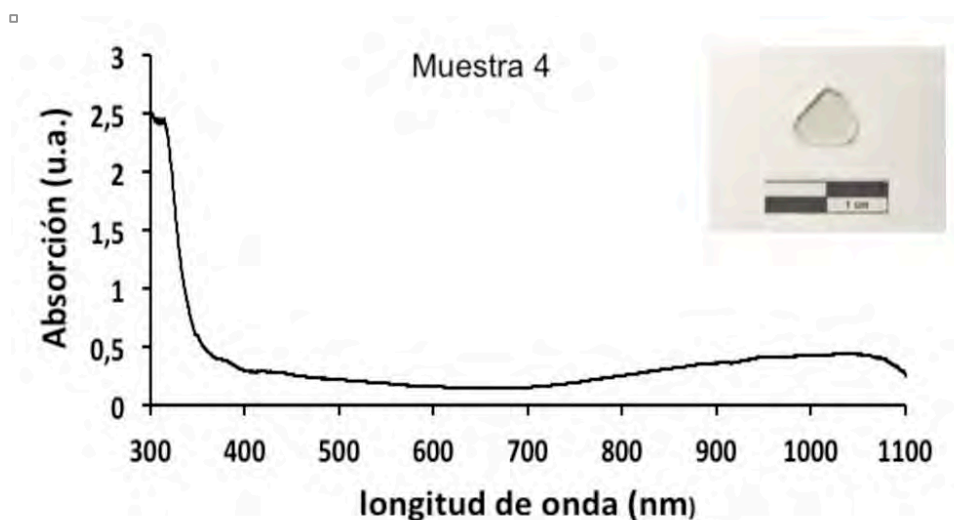


Fig. 166. Espectro de absorción visible de uno de los vidrios de ventana romanos procedente del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (CER_42).

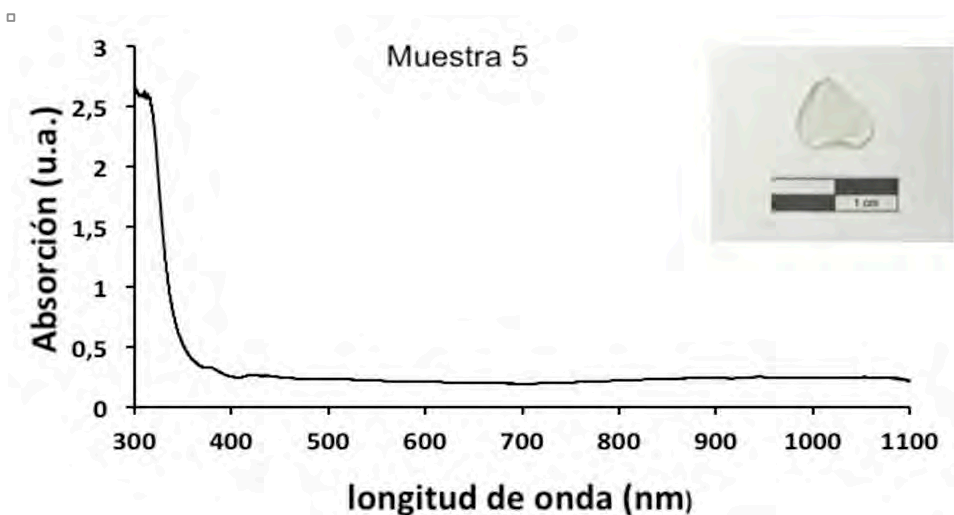


Fig. 167. Espectro de absorción visible de uno de los vidrios de ventana romanos procedente del yacimiento de Torreparedones (Baena, Córdoba) (TO_17).

La Muestra 5 (TO_17) tiene un aspecto incoloro. Esto se debe a la presencia de una banda de absorción de muy poca intensidad de los iones Fe^{3+} en el triplete 380,

420 y 440 nm (Fig. 167). El vidrio es incoloro como consecuencia de esta escasa intensidad de los iones Fe^{3+} (amarillo) y una ausencia de los iones Fe^{2+} (azul). La consecuencia de este fenómeno se debe a que el vidrio presenta una concentración muy baja de óxido de hierro (0,22 % en peso, ver Anexo I-Tabla 4) y a que, con toda probabilidad, se empleó de manera intencionada óxido de manganeso como decolorante (1,4 % en peso de MnO , ver Anexo I-Tabla 4).

Finalmente, la muestra 6 (ES_01) presenta un color azul claro debido a la presencia de iones Fe^{2+} . La banda de absorción de los iones Fe^{2+} es de mayor intensidad en 1100 nm (Fig. 168). Este vidrio muestra una concentración de ~0,3 % en peso de óxido de hierro y menor contenido en óxido de manganeso que las anteriores (ver Anexo I-Tabla 4), compatible con la tonalidad residual de color azul *aqua*.

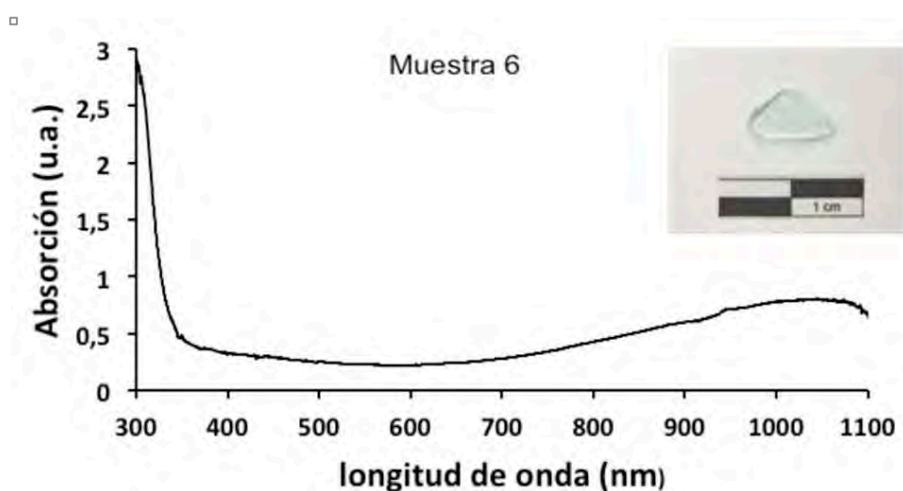


Fig. 168. Espectro de absorción visible de uno de los vidrios de ventana romanos procedente de las excavaciones en la calle Espíritu Santo (Écija, Sevilla) (ES_01).

De los seis vidrios analizados, tres son prácticamente incoloros, dos muestran una coloración azul muy claro y otro un color verde claro. En todos los casos se debe a la presencia de iones $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ y a su equilibrio redox, que da como resultado la suma cromática de las proporciones de Fe^{2+} (azul) y Fe^{3+} (amarillo), según sea la proporción de uno u otro ión. En algunos de ellos no se descarta la utilización de óxido de manganeso (MnO) como decolorante. En el caso de la Muestra 5 los datos de

composición química son compatibles con el uso de dicho óxido (1,4 % en peso de MnO).

IV.4.1.3 Espesor y morfología de los perfiles de los paneles

Entre los 918 fragmentos de vidrio de ventana de la Bética se observa que 195 se corresponden con bordes de los paneles. A pesar de que se trata de las piezas de mayor espesor, y por ello más codiciadas para su reciclado, el porcentaje de fragmentos correspondientes a los perfiles de los vidrios de ventana alcanza un total de 21,24 % en el conjunto estudiado. El registro de estas cantidades revela que su hallazgo puede deberse a que estos fragmentos, al encontrarse insertos en los bastidores o en los paramentos, fueron los últimos en desprenderse tras la ruptura del panel y quedaron durante un mayor tiempo en los bordes de los vanos de los edificios en los que se instalaron.

A pesar de que el número de perfiles restituidos no alcanza un número significativo, en ninguno de los fragmentos se han detectado indicios o huellas de corte intencionado para la adaptación de los paneles a vanos o bastidores, tal como demuestran algunos ejemplares documentados en otras áreas del Imperio (véase capítulo II.4.1.1.1).

La sección del borde en las zonas de fractura muestra que algunos de los paneles mantuvieron una horizontalidad homogénea en el lado mate hasta el extremo del mismo (Fig. 169). Sin embargo, otros presentan ligeras deformaciones en zonas cercanas al borde que, según P. Cosyns (2009), podrían atribuirse a una inclinación provocada por el uso de determinadas herramientas, al sobresalir el panel del plano de trabajo o por los movimientos de traslado de la placa a los hornos de recocido.

En relación con los bordes de los paneles, todos ellos tienen un acabado redondeado, originado por la extensión de la masa y su terminación natural.

El espesor de los vidrios de ventana de la Bética estudiados en esta Tesis Doctoral, como consecuencia de los procesos de elaboración, varía según a qué zona del panel pertenezcan los fragmentos. Las medidas mayores se corresponden con las zonas externas, siendo las piezas de mayor espesor las de un fragmento de Écija (GL_01) de 7,56 mm, algunos bordes de los paneles planos y del panel hemisférico de la

curia de Torreparedones (TO_01, TO_03, TO_05, TO_11, TO_17, TO_45, TO_46, TO_49, TO_51, TO_53, TO_54, TO_63, TO_73, TO_196, TO_198, TO_202, TO_204, TO_238, TO_248, TO_249, TO_252 y TO_253), entre 6-7,5 mm, y algunos de la *villa* de Ronda del Marrubial (MA_15, MA_82, MA_84, MA_138, MA_145, MA_147, MA_148, MA_173, MA_174, MA_175, MA_178, MA_181, MA_182, MA_184, MA_185, MA_197 y MA_206), entre 6-7 mm. En cambio las dimensiones más reducidas corresponden a las zonas centrales de los vidrios de ventana documentados en la *villa* de Santa Rosa (ALG_10), con una medida de 0,79 mm.



Fig. 169. (Superior) Perfil de uno de los fragmentos de vidrio de ventana de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba) (TO_61); (inferior) perfil de uno de los fragmentos de vidrio de ventana de la excavación en calle Poeta Miguel Hernández (Córdoba) (MH_22) (A. Velo Gala).

IV.4.1.4 Improntas de las herramientas empleadas en la elaboración de los paneles

La recuperación de una importante cantidad de fragmentos correspondientes a los bordes de los paneles, o fragmentos contiguos a estos, ha permitido observar un número elevado de las huellas de las herramientas empleadas en el proceso de configuración de este tipo de objetos, las cuales suelen concentrarse en las áreas cercanas al borde del lado brillante de los paneles.

Del total de vidrios estudiados, se han detectado huellas de herramientas en 128 fragmentos pertenecientes a bordes de panel y 78 fragmentos de zonas más

centrales. En ambos casos las improntas halladas permiten establecer dos grupos según su forma: circulares y/o lineales. Estos dos tipos de marcas aparecen de manera simultánea en algunos de los fragmentos (MA_06) (Fig. 170).

La presencia de estas huellas indicaría que, al menos, dos tipos de herramientas distintas se emplearon de manera común en la elaboración de los paneles de vidrio de ventana de la Bética durante época romana.

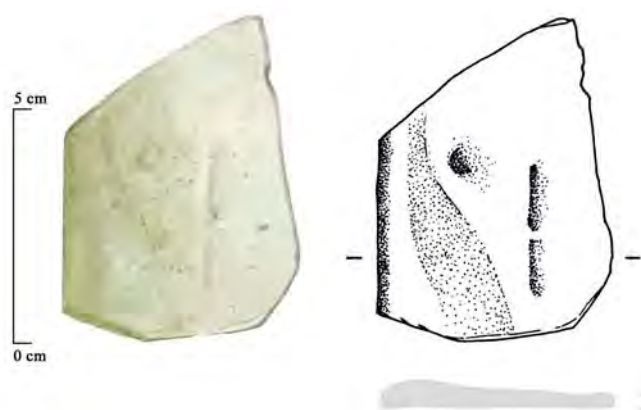


Fig. 170. Fragmento de borde de vidrio de ventana perteneciente a la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (MA_06) con varios tipos de impronta de las huellas empleadas en la elaboración del panel (A. Velo Gala).

El análisis detallado de este tipo de marcas en los perfiles restituidos permite observar cuáles fueron las direcciones de empuje de las herramientas para extender la masa del vidrio y alcanzar las medidas deseadas del panel. Al entrar en contacto la herramienta empleada con la masa de vidrio fundida se generan dos bordes, el más acusado de ellos marcará la dirección de estirado. En el ejemplo de uno de los paneles de la *villa* de Ronda del Marrubial (panel 1) (Fig. 171) se distingue cómo las direcciones de empuje de la masa no siguen una misma orientación, adaptándose a las exigencias que requiere la obtención de una forma cuadrangular²⁴.

²⁴ Este estudio de las líneas de empuje de las huellas de las herramientas empleadas en el proceso de elaboración de los paneles fue realizado en todos los perfiles restituidos. No obstante, se seleccionó el ejemplo más representativo, el cual pertenece a uno de los paneles cuadrangulares procedente de la *villa* de Ronda del Marrubial.

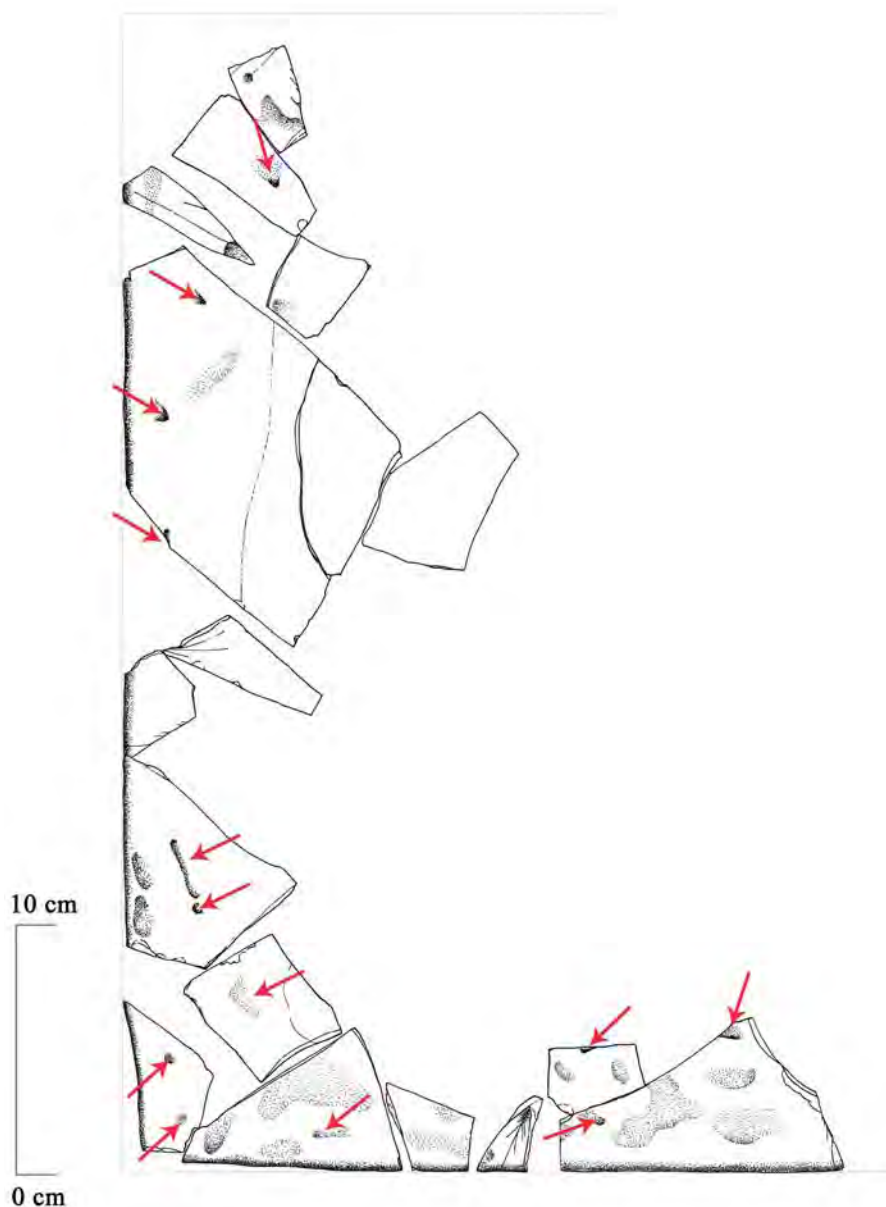


Fig. 171. Direcciones de empuje de la masa del vidrio para la obtención de uno de los paneles de vidrio de ventana de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (A. Velo Gala).

IV.4.1.5 Impurezas en la masa del vidrio

La presencia en la masa del vidrio de algunas inclusiones o infundidos, procedentes de los contextos de trabajo, de las herramientas empleadas en la configuración de los paneles o de un escaso cuidado en los procesos de limpieza de los fragmentos de vidrio reciclados, es visible en muchos de los fragmentos de vidrio de ventana estudiados. Aunque la mayoría de estas partículas no presentan un tamaño

muy significativo y se muestran de forma aislada, en algunos fragmentos aparecen de manera concentrada, dando lugar a la sensación visual de manchas o líneas de tonos oscuros (Fig. 172). De manera general, estas inclusiones son de colores de aspecto terroso y pudieron incorporarse a la masa en el momento de su manipulación, al ser extraído el crisol del horno o cuando se insertaron las herramientas para la remoción del vidrio fundido. Este tipo de defectos suele detectarse en zonas internas de la masa del vidrio, aunque en casos puntuales se acercan a zonas externas, quedando su superficie parcialmente visible.

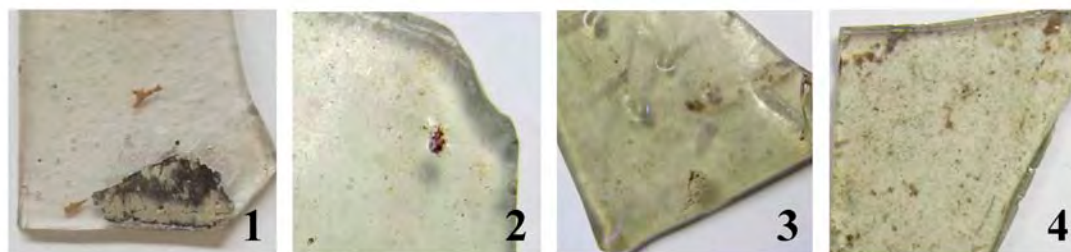


Fig. 172. Inclusiones o infundidos en la masa de algunos vidrios de ventana de la Bética: (1) TO_108; (2, 3, 4) MA_85, MA_181 y MA_54 (A. Velo Gala).

IV.4.1.6 Burbujas de aire en la masa del vidrio

La deficiencia de unos sistemas de producción capaces de eliminar todo el aire dentro del vidrio fundido, provocó la presencia de un número elevado de burbujas de aire en el interior de los objetos que se elaboraron durante este periodo. En el caso de los paneles de vidrio colado y estirado de la Bética, este tipo de burbujas aparecen sin una distribución ordenada, la gran mayoría de reducidas dimensiones y formas esféricas (Fig. 173.1). No obstante, de manera puntual se aprecian algunas burbujas de mayor tamaño que, como consecuencia del proceso de estirado, adoptan una forma alargada (Fig. 173.2). En otros casos, el volumen de aire es más elevado, produciendo una ascensión del mismo y generando burbujas de grandes dimensiones, aunque este tipo de defecto solo se ha registrado en tres de los fragmentos de vidrio del conjunto estudiado (Fig. 173.3-4).



Fig. 173. Presencia de burbujas de aire en los fragmentos de vidrio de ventana de la Bética: (1-2) burbujas esféricas y alargadas, imagen con luz transmitida (MA_198 y MA_07); (3-4) burbujas de grandes dimensiones (AC_22 y MA_93); (5) orificios provocados por burbujas cerca de la superficie (MA_47) (A. Velo Gala).

IV.4.1.7 Capas de vertido o colada

En las zonas de fractura de algunos de los fragmentos se distinguen una serie de subdivisiones o capas, que en otros ejemplos similares se han atribuido a las posibles coladas de vidrio fundido que se vertieron para alcanzar el volumen de vidrio necesario para la elaboración de un panel (Boon, 1966: 44). Estas subdivisiones se habrían generado por el aire que quedaba atrapado entre capa y capa (Freestone, 1990: 107) o por la formación de oxígeno al entrar en contacto dos vidrios de diferente potencial de reducción (Freestone, 1990: 107; Bertini *et al.*, 2014: 262).

La distinción de este rasgo en los perfiles a veces es compleja, ya que estas burbujas pueden confundirse con algunas presentes en la masa del vidrio que adquieren una disposición lineal por los procesos de estirado.

Observando las zonas de fractura de los materiales estudiados, se puede determinar que tres de los cuatro paneles de vidrio identificados de la *villa* de Ronda del Marrubial se elaboraron posiblemente mediante el vertido de una única colada de vidrio (paneles 2, 3 y 4), mientras uno de ellos se habría elaborado a partir de dos (panel 1).

En relación a este tema, un estudio más detallado merece uno de los dos fragmentos documentados en las excavaciones de la calle Rodríguez Marín núm. 17 de Córdoba (ROD_01). A pesar de las escasas dimensiones de este ejemplar, la distinción de estas capas de vertido es más evidente que en el resto de los fragmentos estudiados donde es perceptible este tipo de subdivisiones (Fig. 174). Esto es debido a que se ha producido

un deterioro de la superficie del vidrio que ha afectado a los espacios internos entre capa y capa, probablemente por un defecto en la producción del panel al no adherirse correctamente las sucesivas coladas. Esta separación entre estratos pudo producirse porque el vidrio no se encontraba suficientemente fundido para garantizar una óptima adherencia entre coladas o porque pasó un tiempo excesivo entre el vertido de las mismas.

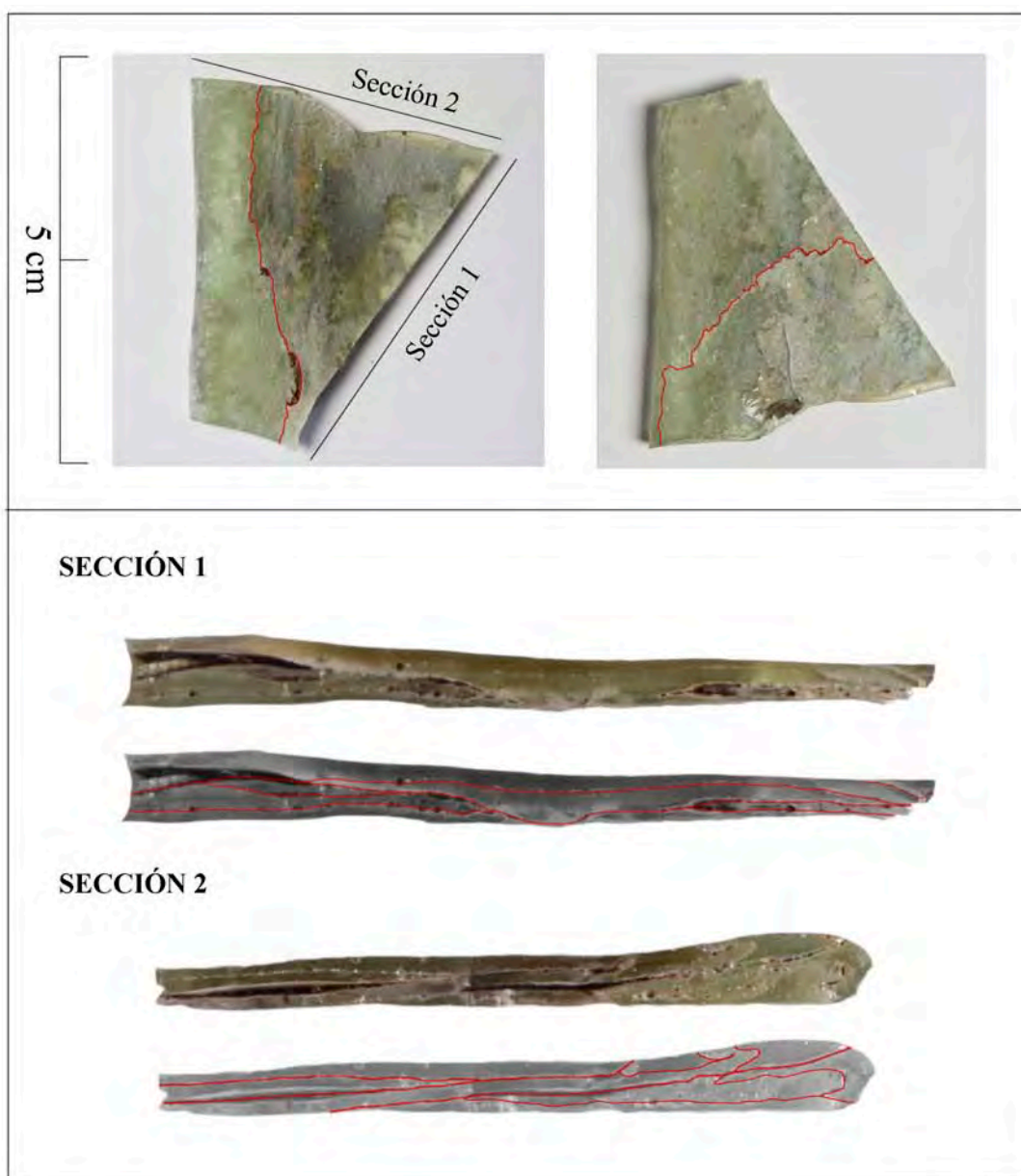


Fig. 174. Capas de vertido en uno de los dos fragmentos de vidrio de ventana romano de la excavación en la calle Rodríguez Marín de Córdoba (ROD_01) (A. Velo Gala).

En el caso del conjunto de los 12 fragmentos de coloración verde intenso, recuperados en las excavaciones de la calle Poeta Miguel Hernández de Córdoba, y posiblemente pertenecientes a un mismo panel, la apreciación de estas capas presenta también una serie de particularidades. En algunos de ellos se puede distinguir la existencia de dos capas a través de una línea que divide el panel en dos. Sin embargo, en uno de los fragmentos de borde, aunque apenas es perceptible esta línea, la diferencia entre ambos estratos es claramente visible por una variación de color (MH_23) (Fig. 175). La capa que forma la superficie mate es más azulada que la que conforma la superficie brillante del panel, de una tonalidad más amarillenta. Asimismo, en otro de ellos también se aprecian estos estratos por una diferencia respecto al número de burbujas que contiene la masa, siendo mayor en la capa inferior y apenas visibles en el superior (MH_04).



Fig. 175. (Superior) Diferenciación de capas de vertido en un mismo panel de vidrio de ventana según color (MH_23); (inferior) y según el nivel de burbujas (MH_04) de la excavación en calle Poeta Miguel Hernández núm. 13 de Córdoba (A. Velo Gala).



Fig. 176. Burbuja de aire generada por el vertido de varias capas para la elaboración de un panel de vidrio colado. Fragmento de las excavaciones realizadas en la calle Poeta Miguel Hernández núm. 13, de Córdoba (MH_31) (A. Velo Gala).

Otro de los fragmentos de la misma excavación, de similar coloración, muestra esta subdivisión interna, aunque su apreciación es menos evidente. Sin embargo, en este caso, entre las dos capas que se distinguen quedó atrapada una cantidad de aire considerable que creó a una burbuja de grandes dimensiones (MH_31) (Fig. 176).

IV.4.1.8 Dimensiones de los paneles restituidos

En aquellos yacimientos o intervenciones arqueológicas donde el volumen de fragmentos recuperados superaba el centenar, se procedió a realizar una restitución de los paneles. Este trabajo ya se había realizado en el caso de los vidrios de ventana del yacimiento de *Cortalago* (Regalado Ortega *et al.*, 2012: foto 3), por lo que esta labor se abordó para el conjunto de los vidrios de ventana romanos de Torreparedones y la *villa* de Ronda del Marrubial.

Los ejemplares restituidos han permitido definir que los paneles muestran medidas similares a las de otros ejemplares documentados en otras zonas del Imperio, siendo los de *Cortalago* y Torreparedones de morfología cuadrangular, mientras que en el caso de Marrubial solo se ha podido precisar la longitud de algunos perfiles (Tabla 7).

Tabla 7. Medidas de los paneles de vidrio de ventana romanos de la Bética restituidos (n número de muestras).

Yacimiento	n	Dimensiones
<i>Cortalago</i> , Minas de Riotinto (Huelva)	1	Panel cuadrangular de 34 x 34 cm de longitud
Curia de Torreparedones, Baena (Córdoba)	3	Paneles cuadrangulares de 48 x 48 cm de longitud
	1	Panel circular de 40 cm de diámetro (panel circular)
<i>Villa</i> de Ronda del Marrubial, Córdoba	1	Perfil de 44 cm de longitud
	1	Perfil de 46 cm de longitud

En la gran mayoría de los ejemplos restituidos, casos de Torreparedones y la *villa* de Ronda del Marrubial, las medidas de los perfiles y paneles restituidos se corresponden, de manera aproximada, a un codo o pie y medio romano.

IV.4.1.9 Otros depósitos en la superficie de los paneles

Al margen de los estratos que se generan en las zonas externas del vidrio por los procesos de deterioro propios de esta clase de material, existen otra serie de depósitos en la superficie de los fragmentos. Muchos de estos aparecen como consecuencia de procesos de alteración postdeposicional, mientras que otros son el resultado de su uso a lo largo de la vida útil del objeto. Son estos últimos los que mayor interés suscitan en el estudio del vidrio de ventana, sobre todo en los temas relacionados con los sistemas de instalación de los paneles de vidrio en la arquitectura de este periodo.

En el caso de los fragmentos de vidrio de ventana romanos de la Bética estudiados en este trabajo, únicamente se han detectado una serie de depósitos de interés en la superficie de algunos de los materiales pertenecientes al conjunto hallado en la curia del yacimiento de Torreparedones. Se trata de una serie de acumulaciones de un color blanquecino que se han identificado en las áreas correspondientes a los bordes del panel, algunas de ellas dibujando una débil línea continua (Fig. 177). Estos restos se asocian, con toda probabilidad, a los morteros o masillas de sellado que se emplearon para la instalación y aislamiento de los paneles en los marcos o bastidores.

El problema principal a la hora de distinguir estos residuos es que presentan un aspecto, en cuanto a textura y color, similar a otros formados por la cristalización y deposición en superficie de algunas sales insolubles en los contextos de enterramiento, como las capas de carbonatos. Aunque suelen aparecer acompañados, los restos de estos morteros suelen ser más blanquecinos que las costras carbonatadas. Sin embargo, existen otras características que permiten su diferenciación. Las costras carbonatadas aparecen formando una capa bastante adherida, homogénea o dispersa, pero uniforme en espesor en la superficie del vidrio. En cambio, los restos de mortero y/o masilla de sellado se distinguen por ser depósitos muy bien definidos, irregulares en espesor y de fácil desprendimiento.

Debido a esta última característica, resulta difícil documentar esta clase de evidencias en los fragmentos de vidrio de ventana recuperados, ya que muchos de ellos se sometieron a procesos de limpieza que han eliminado cualquier resto de este tipo de materiales.



Fig. 177. Depósitos en la superficie de los fragmentos de vidrio de ventana de la curia de Torreparedones (Baena, Córdoba): (1) línea que marca el límite de los restos de mortero y/o masilla de sellado (TO_45); (2, 3) restos de mortero y/o masilla (TO_71 y TO_66); (4) capa homogénea de suciedad y carbonatos en la superficie de uno de los fragmentos (TO_05); (5) diferenciación entre restos de mortero y/o masilla de sellado y costras carbonatadas (TO_49) (A. Velo Gala).

IV.4.1.10 Discusión de los resultados obtenidos en el examen visual de los vidrios de ventana romanos de la Bética

El grupo de vidrios de ventana romanos de la Bética estudiados en el presente trabajo se caracteriza por tener una serie de rasgos morfológicos comunes que permiten

asociarlos con vidrios del tipo brillante/mate elaborados por colada. Este rasgo es significativo en un conjunto que abarca ejemplos documentados en contextos fechados desde el siglo I hasta el siglo V d.C., puesto que no se han identificado vidrios de esta tipología elaborados mediante otras técnicas. La ausencia de testimonios de paneles de vidrio elaborados mediante soplado en cilindros, cuyos ejemplos más tempranos se han fechado a finales del siglo II d.C. (Jennings, 2015) y predominaron a partir de finales del siglo III o principios del IV d.C. (Foy, Fontaine, 2008: 410), no implica que no existiesen esta clase de materiales en la Bética, aunque parece que los vidrios por colada fueron, probablemente, los preferentes durante estas centurias.

Se sabe que esta clase de paneles elaborados por colada se comercializaban a mediados del siglo III d.C. gracias a las evidencias aportadas por el naufragio de Porticcio (Córcega) (Alfonsi, Cubells, 2005: 42). Más tardíos son algunos testimonios de época tardo bizantina, concretamente un fragmento de vidrio, posiblemente brillante/mate, que se habría identificado en un vano de Gerasa (Jordania) y que indicaría que estos paneles aún estaban en uso en este periodo (Meyer, 1988: 207).

Es difícil determinar si la técnica de colada para la elaboración de los vidrios de ventana pervivió hasta el periodo bizantino en algunas áreas del Imperio, aunque es posible que pequeñas variaciones en las composiciones químicas de los vidrios permitan identificar si esta técnica se mantuvo en uso o, por el contrario, se trata de materiales reutilizados de otras construcciones de época altoimperial.

Entre las peculiaridades que caracterizan a los paneles colados, la más significativa es aquella que permite denominarlos como vidrios brillante/mate, es decir, la diferenciación entre sus dos superficies. El lado mate es el que más variaciones presenta en los distintos ejemplos, en gran medida porque depende de la naturaleza de la superficie sobre la que se elaboraron. Aunque son varias las improntas detectadas en los fragmentos, parece existir en el conjunto de los vidrios de ventana de la Bética un mayor número de testimonios con pequeños surcos paralelos. El origen de estas líneas estaría en el empleo de superficies rugosas, posiblemente realizadas en cerámica, pero sobre todo por un estriado generado al estirar la masa en estado viscoso.

La coloración de los paneles de la Bética oscila entre las gamas de tonos que presentan esta clase de materiales y sus variaciones dependen del estado de oxidación

de los iones hierro presentes en las impurezas de las arenas empleadas en la fabricación del vidrio. Aunque parece que entre los ejemplares más tempranos de otras zonas del Imperio predominaban algunos colores, como el azul *aqua*, esta no es una característica útil para determinar la cronología de estos objetos (Foy, Fontaine, 2008: 413). Paneles de distintas tonalidades han aparecido asociados con un único edificio y del mismo periodo en algunos yacimientos de época romana (Foy, Fontaine, 2008: 413; Gliozzo *et al.*, 2013). En el caso de la Bética, solo dos ejemplares se han identificado como azul *aqua*, en contextos fechados en la misma centuria que otros ejemplares de tonalidades verde-azuladas, que es el grupo predominante entre los casos estudiados. Los colores del vidrio de ventana romano se denominan en la bibliografía como colores “sucios”, debido a la existencia de burbujas de aire y otras impurezas que causan esta sensación en los tonos del panel. La presencia de estos rasgos denota un escaso cuidado en la elaboración de esta clase de productos, atribuida a los mecanismos de trabajo de talleres menos especializados como podrían ser los talleres vidrieros secundarios.

Respecto a otros elementos presentes en la masa del vidrio, la necesidad de aplicar la masa sobre una superficie para la configuración del panel necesitaba una escrupulosa limpieza para evitar la adhesión de partículas ajenas a la misma. Algunas de estas partículas o infundidos también podían proceder de los crisoles, de las propias herramientas de trabajo o de la suciedad del reciclado de otros fragmentos. Sin embargo, estos defectos no parecieron tener mucha importancia para los fabricantes de vidrio de ventana, posiblemente porque muchos de estos paneles estaban destinados a para ser instalados en zonas de difícil acceso alejadas del ojo humano.

En relación con las dimensiones de los paneles restituidos, el panel hemisférico alcanza un diámetro que se asemeja a algunos ejemplares de esta tipología documentados en el naufragio de Embiez (Francia) (Foy, Fontaine, 2008: Tabla II), en Olbia (Francia) (Fontaine, 2006: 346) o en *Conimbriga* (Coímbra, Portugal), cuyas medidas oscilan entre los 40 y 42,5 cm de diámetro. Respecto a los paneles planos, aunque todos los perfiles restituidos de ejemplos de la Bética se encuentran dentro de los parámetros establecidos a partir de otros hallazgos en otras zonas del Imperio, los casos de Torreparedones y la *villa* de Ronda del Marrubial presentan paralelos similares a los de algunos vidrios planos de *Hispania*, como los de Bóvilis de 44,1 x

44,6 cm (Ortiz Palomar, Paz Peralta, 1997: 440) o los de Aix-en Provence (Francia) hallados en el parking de Signoret de 46,6 x 44,5 cm (Saulnier, 1992: 395), entre otros. Todos estos ejemplos están próximos a la medidas establecidas en época romana de un codo o pie y medio.

El estudio de las direcciones de empuje, que revela el análisis pormenorizado de las huellas de las herramientas empleadas en la elaboración de los paneles, indica que esta labor no se hizo siguiendo un determinado patrón, sino que estos utensilios se utilizaron en diferentes direcciones para adaptar la masa del vidrio a la forma deseada. En el caso de que los vidrios de ventana brillante/mate se hubieran elaborado mediante una colada continuada de vidrio sobre un molde, hecho que aún no ha sido verificado experimentalmente, es posible que las direcciones de empuje de la masa de vidrio siguiesen un mismo esquema, extendiendo la masa desde zonas internas hasta el exterior, por lo que las huellas mostrarían una dirección acorde con este proceso. El hecho de que las direcciones sean contrarias en un mismo panel es coherente con las técnicas de elaboración propuestas de manera experimental, en las cuales una masa o torta inicial se calentaba progresivamente por zonas, modificándose en diferentes direcciones la masa para la obtención del panel final.

Sobre las herramientas asociadas al trabajo del vidrio, estas se han documentado en algunos talleres vidrieros de época romana. No obstante, aunque el registro arqueológico de esta clase de utensilios es aún insuficiente y las fuentes literarias de la época no aportan datos de interés, la escasa evolución de estos objetos en periodos sucesivos ha permitido su conocimiento gracias a los testimonios gráficos y literarios de época medieval (Vigil Pascual, 1969: 10; Ortiz Palomar, 2001a: 22). Algunos ejemplares de época romana que habrían producido improntas similares a las detectadas en los fragmentos estudiados son cinceles o punteros de hierro, como los documentados en un taller de vidrio de época romana en Mérida (Sabio González, 2012: nº 38.3 y 75.24).

Sobre las técnicas de elaboración por colada, el hallazgo de un fragmento defectuoso en las excavaciones de la calle Rodríguez Marín núm. 17 de Córdoba, ha constituido un descubrimiento de gran interés para el estudio de esta clase de paneles (ROD_01). La apreciación de una serie de subcapas en el mismo panel, entre las

cuales los estratos de corrosión se hacían visibles, ha permitido diferenciar las diferentes coladas que serían necesarias para su obtención. La apreciación de estas líneas en otros fragmentos estudiados en Bélgica, y la desaparición de los límites de estas subdivisiones en zonas próximas a los bordes de los paneles, ha sido un argumento para sugerir que quizás la técnica de obtención de estos paneles sería el soplado en un cilindro que posteriormente se aplanaba sobre una superficie (Cosyns, 2009). No obstante, estas divisiones alcanzan los límites del borde en el ejemplo documentado en Córdoba, corroborando que se trataría de un proceso de diferentes coladas. Más evidentes son los rasgos detectados en las dos capas de vertido que conformarían uno de los paneles a los que corresponden varios fragmentos de la excavación de la calle Poeta Miguel Hernández núm. 13 de Córdoba (MH_04 y MH_23), donde no solo se trata de dos capas cuyo nivel de inclusiones varía sino que, además, existe un cambio en la coloración, posiblemente indicando el vertido de dos coladas de vidrio diferentes. Es posible que la pérdida de la definición de estas líneas en las zonas del borde de muchos paneles se haya producido por un excesivo calentamiento de estas áreas para proceder a su estirado.

A pesar de que el estudio organoléptico de los fragmentos proporciona una información referente a las técnicas de elaboración y sobre los sistemas de instalación de los vidrios de ventana, existen algunos rasgos visuales que pueden aportar algún dato sobre la composición química del vidrio. La detección de algunas manchas puntuales de color marrón-púrpura en algunos de los fragmentos indica que los fabricantes de vidrio adicionaron a la masa un agente decolorante como el dióxido de manganeso. Aunque no es posible determinar visualmente la cantidad que se agregó a la mezcla, se puede establecer que existió un interés en la obtención de paneles de tonalidades más transparentes.

Se procedió a un examen exhaustivo de los fragmentos que conservaban las capas de alteración y los estratos depositados en superficie, detectándose restos de morteros o masillas empleadas para la instalación de los paneles en los marcos o bastidores en algunas de las piezas recuperadas en el yacimiento de Torreparedones (TO_45, TO_49, TO_66 y TO_71). Aunque en el registro visual no se puede determinar con exactitud cuál era la composición de estos productos, se puede

especificar que se trataba de un componente de grano fino y color blanquecino, empleado para fijar o sellar los espacios que quedaban entre el bastidor y el panel. Estos depósitos a veces son una buena fuente de información para poder establecer hipótesis sobre la naturaleza de los marcos. En el caso de Torreparedones, la ausencia de productos de corrosión metálicos y la débil línea que dibujan en algunas áreas, indicaría un origen de tipo vegetal –quizás madera– para la elaboración de estos sistemas.

IV.4.2 Caracterización de la composición química de los vidrios de ventana romanos de la Bética

Con el objetivo de poder determinar si alguno de los parámetros tecnológicos de la elaboración de los paneles de vidrio de ventana romanos de la Bética pudieron influir en la composición química del vidrio utilizado y explorar su posible origen, se procedió a la caracterización de la composición química de una selección de 58 fragmentos del conjunto estudiado (Fig. 178).

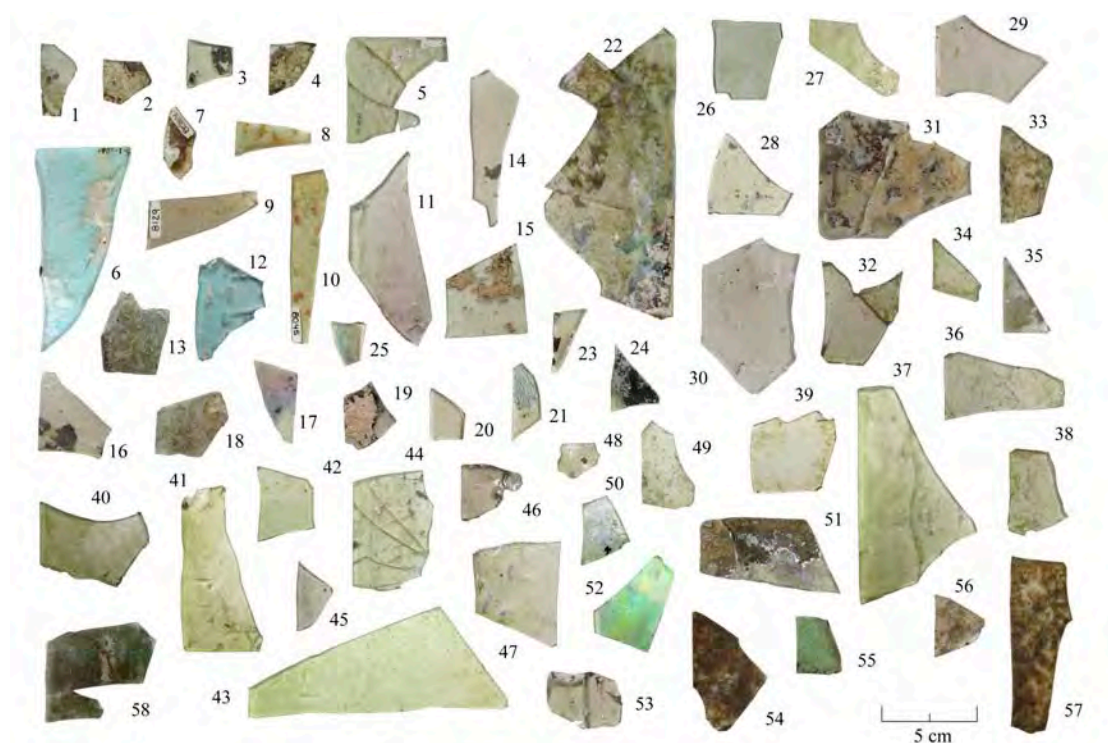


Fig. 178. Fragmentos de vidrio de ventana romanos de la Bética seleccionados para la caracterización de la composición química (A. Velo Gala).

Concretamente, del yacimiento de *Acinipo* se tomaron cuatro muestras (AC_52, AC_23, AC_32 y AC_40) (Fig. 178.1-4), dos de Carmona de la intervención en la calle San Felipe (CAR_01 y CAR_08) (Fig. 178.5-6), cuatro procedentes del yacimiento de *Cortalago* (COR_18, COR_14, COR_69 y COR_10) (Fig. 178.7-10), tres de Écija de las intervenciones en las calles Jovar núm. 4 (JO_02), Espíritu Santo a Barrera de Oñate (ES_01) y Garcilópez núm. 19 (GL_01) (Fig. 178.11-13), seis del conjunto termal de Herrera (HE_27, HE_17, HE_42, HE_56, HE_05 y HE_11) (Fig. 178-14-19), seis de los contextos de la curia del yacimiento de Torreparedones (TO_155, TO_173, TO_17, TO_156, TO_250 y TO_251) (Fig. 178.20-25) y 33 de diversas intervenciones arqueológicas realizadas en Córdoba. De las 33 muestras de Córdoba, una procede de la excavación en el Paseo de la Victoria y Tejón y Marín núm. 6 (VIC_01) (Fig. 178.26), una del solar donde se encuentra el edificio de la Diputación (DIP_01) (Fig. 178.27), una de la calle Lucano núms. 7 y 9 (LUC_01) (Fig. 178.28), tres de la conocida como *villa* de Santa Rosa (ALG_16, ALG_01 y ALG_15) (Fig. 178.29-31), tres de la parcela 2.3 del Plan Parcial Renfe (PPR_01, PPR_03 y PPR_05) (Fig. 178.32-34), una de la calle Rodríguez Marín núm. 17 (ROD_02) (Fig. 178.35), ocho de la conocida como *villa* de Ronda del Marrubial (MA_44, MA_184, MA_35, MA_161, MA_04, MA_181, MA_85 y MA_153) (Fig. 178.36-43), diez de varias intervenciones en el yacimiento de Cercadilla (CER_25, CER_31, CER_03, CER_04, CER_36, CER_22, CER_33, CER_39, CER_32 y CER_42) (Fig. 178.44-53) y cinco de la calle Poeta Miguel Hernández núm. 13 (MH_02, MH_03, MH_01, MH_11 y MH_23) (Fig. 178.54-58), siendo la capital de la Bética el lugar de donde provienen el mayor número de ejemplos analizados.

La elección de las muestras se efectuó atendiendo principalmente a las características físicas de los fragmentos y su procedencia (Anexo I-Tabla 1). El color es uno de los rasgos más importante por lo que, previamente a este estudio, se analizaron los cromóforos responsables de las distintas coloraciones mediante espectrofotometría UV-Vis-IRP (véase capítulo IV.4.1.2.1). No obstante, la caracterización de la composición química, aunque no sea un parámetro óptico, permite complementar el estudio del color, ya que de esta forma es posible identificar otros componentes que se

añadían frecuentemente a la masa de vidrio para minimizar el efecto de ciertos cromóforos. En el caso del vidrio de ventana esta debió ser una cualidad muy buscada, puesto que la conexión entre el entorno exterior de las viviendas y los espacios habitacionales fue un aspecto de gran importancia en la arquitectura de este periodo.

La cronología es uno de los factores más destacados en la selección de muestras del conjunto estudiado. Como han demostrado los trabajos arqueométricos realizados en vidrios antiguos (Sayre, Smith, 1961), existen algunas variaciones composicionales vinculadas con los distintos momentos de ocupación romana. Esto puede asociarse al uso de diferentes prácticas de fabricación del vidrio en bruto a lo largo de este periodo, o bien a cambios en los depósitos de las materias primas utilizadas para su fabricación. Esta herramienta es útil para detectar diferencias cronológicas entre algunos vidrios documentados en los mismos contextos e identificar prácticas de reutilización o reciclado en los materiales utilizados para el cierre de los vanos de las arquitecturas del pasado. En referencia al lugar de hallazgo, este no ha sido un aspecto determinante para la caracterización de la composición química de los vidrios. No obstante, un mal uso de los paneles de vidrio o los efectos postdeposicionales tras el abandono de los edificios pueden ser de interés en la evaluación del estado de conservación.

La comparación de los resultados obtenidos con otros datos publicados de vidrios de similares características, permite atribuir un posible origen al vidrio que se utilizó para la elaboración de los paneles. Esta comparación no siempre es posible de forma directa, ya que en muchos casos no se han determinado los mismos óxidos ni se han empleado las mismas técnicas de análisis químico. Esto sin duda supone una limitación importante para establecer comparaciones, aunque sí permite plantear nuevas hipótesis de trabajo.

Debido a que no existe una única técnica de análisis que proporcione toda la información necesaria sobre la composición química del vidrio, en este estudio se han obtenido las concentraciones elementales de los óxidos mayoritarios, es decir de aquellos cuya concentración es igual o superior a 1 % en peso, mediante una técnica de análisis como es la microsonda de electrones (EPMA en sus siglas en inglés).

IV.4.2.1 Análisis químico: técnica de análisis y preparación de las muestras

Las muestras seleccionadas se caracterizaron químicamente mediante EPMA. Esta técnica presenta una serie de ventajas en relación con el análisis de vidrios arqueológicos ya que, además de permitir el análisis químico elemental tanto cualitativa como cuantitativamente, la cantidad de muestra necesaria para el análisis es muy pequeña, lo que hace que pueda considerarse una técnica casi no destructiva. Algunos análisis en vidrios han demostrado la validez del análisis mediante EPMA para la determinación de los óxidos mayoritarios en muestras de pequeño tamaño (inferior a 0,30 mm) (Falcone *et al.*, 2006: 140).

Con el propósito de que los resultados obtenidos pudieran compararse con los grupos de composición química conocidos para vidrios de la Antigüedad y poder determinar si estos paneles se elaboraron a partir de vidrio reciclado, se determinaron los siguientes elementos mayoritarios (expresados en óxidos y en % en peso): sodio (Na₂O), magnesio (MgO), aluminio (Al₂O₃), silicio (SiO₂), fósforo (P₂O₅), cloro (Cl)²⁵, potasio (K₂O), calcio (CaO), manganeso (MnO), hierro (Fe₂O₃), cobre (CuO), estaño (SnO₂), antimonio (Sb₂O₅) y plomo (PbO).

El análisis químico del primer conjunto de vidrios, que reúne las muestras de los yacimientos de *Acinipo*, *Carmona*, *Cortalago*, *Écija*, *Herrera* y *Torreparedones*, se realizó en el *Research Laboratory for Archaeology and the History of Art* de la Universidad de Oxford (Reino Unido). Se utilizó una microsonda de electrones de dispersión de longitudes de onda JEOL-8600 con una tensión de aceleración de 15 kV y un haz de corriente de 7 nA y 10 µm de diámetro. Los tiempos de adquisición fueron: 20 s para el calcio y el potasio; 30 s para el silicio, aluminio y magnesio; 40 s para el hierro; 50 s para el cloro, manganeso y plomo; 60 s para el estaño y el antimonio; y 80 s para el fósforo y el cobre. Para calibrar la microsonda se utilizaron patrones minerales. Se empleó el método de corrección de la absorción PAP para la cuantificación. Para verificar la exactitud de los análisis se utilizaron patrones de vidrio del *Corning Museum of Glass* (Corning, New York), específicamente los patrones B, C y D (Anexo I-Tabla 2).

²⁵ Aunque se incluye el cloro dentro de los óxidos mayoritarios analizados se expresa como ión cloruro (Cl⁻).

El segundo grupo de muestras, pertenecientes a diversas intervenciones realizadas en el contexto urbano de Córdoba, se analizó en el *Centro de Instrumentación Científica* (CIC) de la Universidad de Granada. En este caso se empleó una microsonda de electrones CAMECA SX100, con una tensión de aceleración de 15 kV y un haz de corriente de 4 nA y 20 μm de diámetro. Los tiempos de adquisición fueron: 30 s para el calcio y el potasio; 50 s para el silicio, aluminio y magnesio; 60 s para el hierro; 30 s para el cloro; 70 s para el manganeso; 80 s para el plomo; 70 s para el estaño; 90 s para el antimonio; 80 s para el fósforo; y 120 s para el cobre. Al igual que en el análisis anterior para calibrar la microsonda se utilizaron patrones minerales, así como el método de la absorción PAP para la cuantificación. Para verificar la exactitud de los análisis, debido al empleo de un instrumental distinto y por tanto a condiciones analíticas ligeramente diferentes, como patrón interno de verificación se incluyó una muestra de Torreparedones ya analizada con el equipo utilizado en el primer conjunto de vidrios (Anexo I-Tabla 3).

Las muestras se embutieron en una resina epoxi. Posteriormente las probetas obtenidas se pulieron utilizando polvo de diamante (hasta 1 μm) y se recubrieron con carbono como medio conductor. Las muestras se colocaron en la probeta situando la sección del fragmento de vidrio en la superficie de análisis, de manera que las determinaciones se realizaran en áreas de vidrio fresco, evitando las capas de degradación superficial del vidrio que podrían interferir en los resultados. Las concentraciones de cada óxido se corresponden con el promedio obtenido de tres áreas de medida, generalmente en la zona central de la muestra. En un grupo de muestras seleccionadas, un total de 13 de las 25 muestras del primer análisis, las determinaciones se ampliaron a otras áreas más externas para comprobar si la composición química era homogénea (Anexo I-Tabla 5).

IV.4.2.2 Resultados, discusión e interpretación del análisis químico de los vidrios de ventana romanos de la Bética

Los resultados obtenidos de los vidrios de ventana romanos de la Bética analizados mediante EPMA se muestran en el Anexo I-Tabla 4. Se decidió no incluir en dicha tabla los óxidos de cobre (CuO), estaño (SnO_2), antimonio (Sb_2O_3) y plomo

(PbO) debido a que sus concentraciones se hallaban por debajo de los límites de detección de la microsonda en la mayoría de los ejemplos caracterizados²⁶.

Todos los vidrios analizados en este estudio son vidrios de silicato sódico cálcico (Fig. 179), con porcentajes de óxido de silicio (SiO₂) entre 67,07 y 71,20 % en peso, óxido de sodio (Na₂O) entre 14,48 y 18,41 % en peso y óxido de calcio (CaO) entre 6,45 y 8,84 % en peso (Anexo I-Tabla 4).

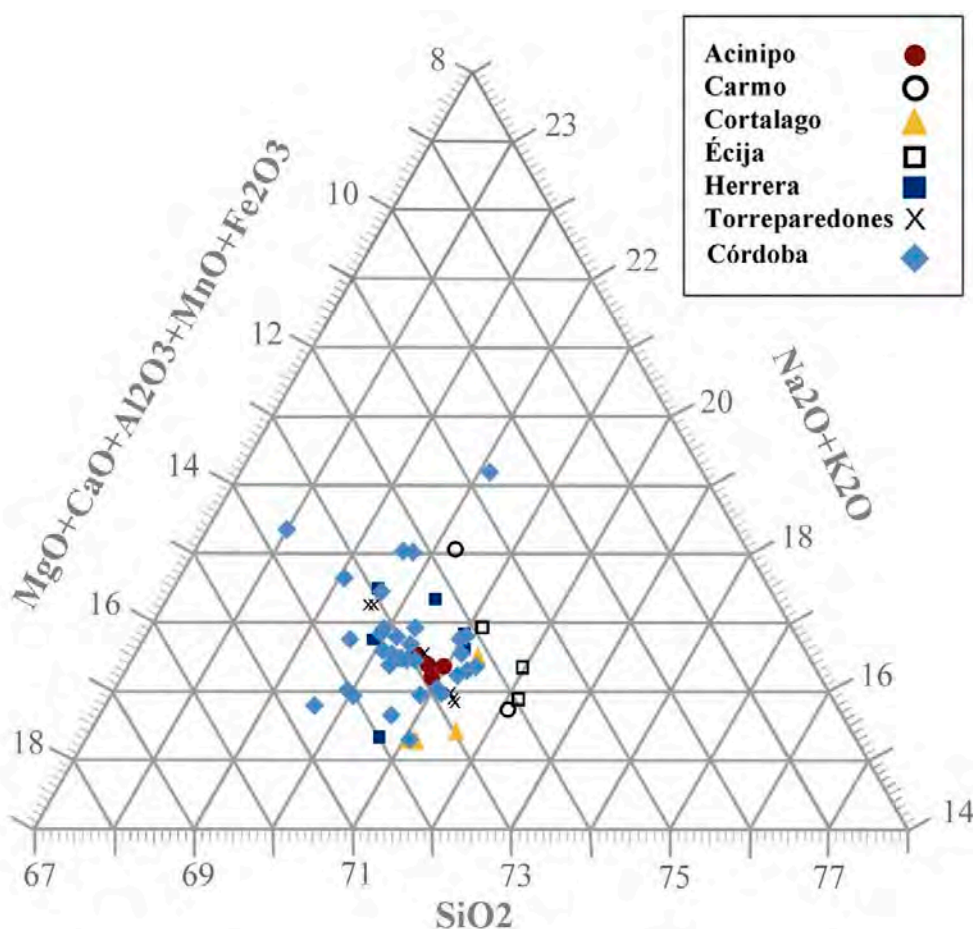


Fig. 179. Diagrama ternario (SiO₂-Na₂O + K₂O + Otros: MgO, CaO, Al₂O₃ y Fe₂O₃) de los vidrios de ventana romanos de la Bética analizados mediante EPMA. Datos normalizados al 100 % y en % en peso.

Los valores de óxido de magnesio (MgO) y óxido de potasio (K₂O) (Fig. 180), con concentraciones del primero entre 0,44 y 0,92 % en peso y del segundo entre 0,46

²⁶ Únicamente, las concentraciones de óxido de antimonio superaban los límites de detección de la microsonda de electrones en el ejemplo DIP_01 (con valores de 0,88 % en peso).

y 1,00 % en peso (Anexo I-Tabla 4), indican que el fundente que se empleó en todos ellos fue el natrón (sodio mineral), característico de este periodo (Sayre, Smith, 1961; Shortland *et al.*, 2006). En el caso del cloro, los resultados, entre 0,79 y 1,20 % en peso también corroboran el uso de este fundente (Freestone, 2006).

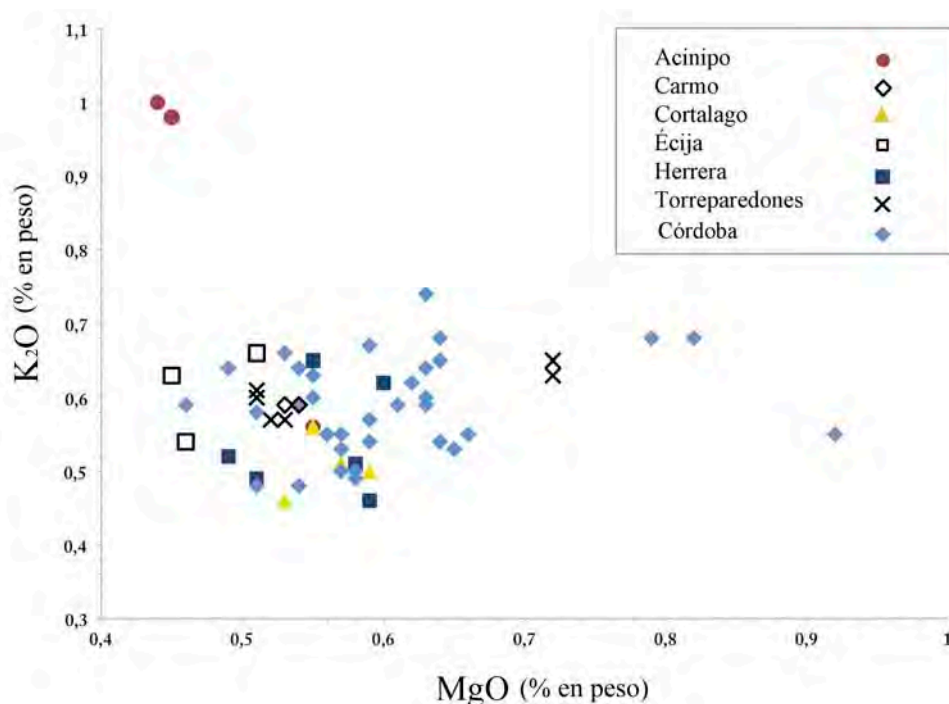


Fig. 180. Diagrama binario de las concentraciones de MgO y K₂O (% en peso) de los vidrios de ventana romanos de la Bética analizados mediante EPMA.

Respecto a las arenas silíceas utilizadas como vitrificante, el contenido de óxido de aluminio (Al₂O₃), por encima de 1,00 % en peso, podría indicar que la fuente de sílice fue una arena rica en alúmina y no cuarzo procedente de cantos rodados o pedernal (Freestone *et al.*, 2009). Este hecho se confirma en todos los vidrios analizados, en los que las concentraciones de este óxido son relativamente homogéneas, entre el 2,24 y 2,90 % en peso (Anexo I-Tabla 4). Los niveles de óxido de hierro (Fe₂O₃), entre 0,16 y 0,68 % en peso (Anexo I-Tabla 4), muestran el uso de arenas con bajos niveles de impurezas en los ejemplos estudiados.

El óxido de calcio (CaO), utilizado como estabilizante en la masa del vidrio, presenta concentraciones entre 6,45 y 8,84 % en peso (Fig. 181) (Anexo I-Tabla 4). Su

origen puede situarse en el contenido de restos de conchas marinas en las arenas silíceas empleadas, aunque podría haberse añadido al vidrio de manera intencionada si la fuente de sílice presentaba un contenido escaso de este óxido (Freestone, 2006).

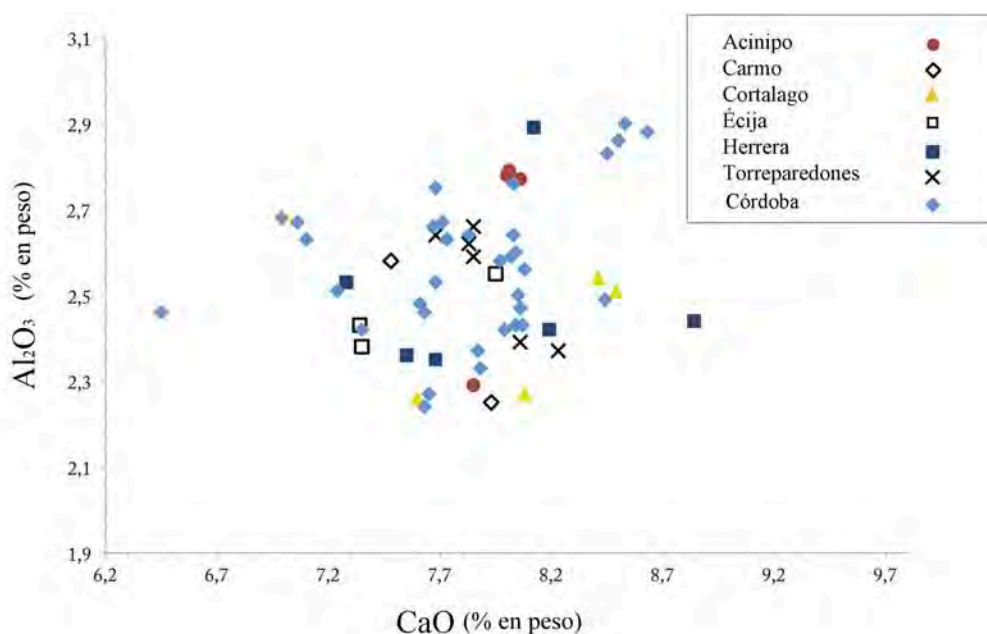


Fig. 181. Diagrama binario de las concentraciones de CaO y Al₂O₃ (% en peso) de los vidrios de ventana romanos de la Bética analizados mediante EPMA.

En relación con los óxidos que se habrían adicionado de manera intencionada a la masa del vidrio para su decoloración, como el óxido de manganeso (MnO), se aprecian algunas variaciones en el conjunto. La gran mayoría de los vidrios de ventana de la Bética, un total de 55 de 58 muestras analizadas, presentan concentraciones de este óxido por encima de 1,00 % en peso, concretamente entre 1,13 y 1,98 % en peso (Anexo I-Tabla 4). Estos elevados contenidos detectados en casi todas las muestras analizadas indicarían el interés de los fabricantes por obtener paneles de vidrio de ventana de una mayor transparencia (Thirion-Merle, Vichy, 2007). Sin embargo, tres de los vidrios (CAR_08, ES_01 y DIP_01) contienen porcentajes inferiores (0,54, 0,30 y 0,05 % en peso, respectivamente). Estos valores (<0,8 % en peso) pueden ser interpretados de varias formas. Brems y Degryse han demostrado que en algunos depósitos actuales de arenas silíceas aptas para la fabricación de vidrio, el MnO presente como impureza es normalmente inferior a 0,10 % en peso (Brems, Degryse, 2014) y es necesario un

contenido superior a 1,00 % en peso para garantizar una óptima decoloración (Silvestri *et al.*, 2005: 811). Otros estudios indican que la concentración de MnO en arenas naturales no suele exceder de 0,25 % en peso (Ferri *et al.*, 2011). Por ello, las concentraciones intermedias se atribuyen a la existencia de reciclado (Brems, Degryse, 2014) o a una menor adición de manera intencionada de este óxido (Schibille *et al.*, 2016). Según lo anteriormente expuesto, la muestra DIP_01 tendría un porcentaje de MnO (0,05 % en peso) asociado con las impurezas de algunas de las materias primas empleadas para la fabricación del vidrio, mientras que en los ejemplos CAR_08 y ES_01 las cantidades de este óxido (0,54 y 0,30 % en peso, respectivamente) podrían estar relacionadas con adiciones menores de MnO o procesos de reciclado.

Respecto a su coloración, en el caso de las muestras MA_04 y JO_02, el análisis confirma la observación visual de bandas de color púrpura generadas por la oxidación de los iones manganeso (véase capítulo IV.4.1.2). Dos de los ejemplares con menor porcentaje de óxido de manganeso (CAR_08 y ES_01) difieren del resto además en su coloración, con un tono azul *aqua* frente al color verde-azulado de la gran mayoría de los paneles analizados. Posiblemente este fenómeno sea consecuencia del porcentaje de este óxido y del contenido en óxidos de hierro del vidrio (Fig. 182).

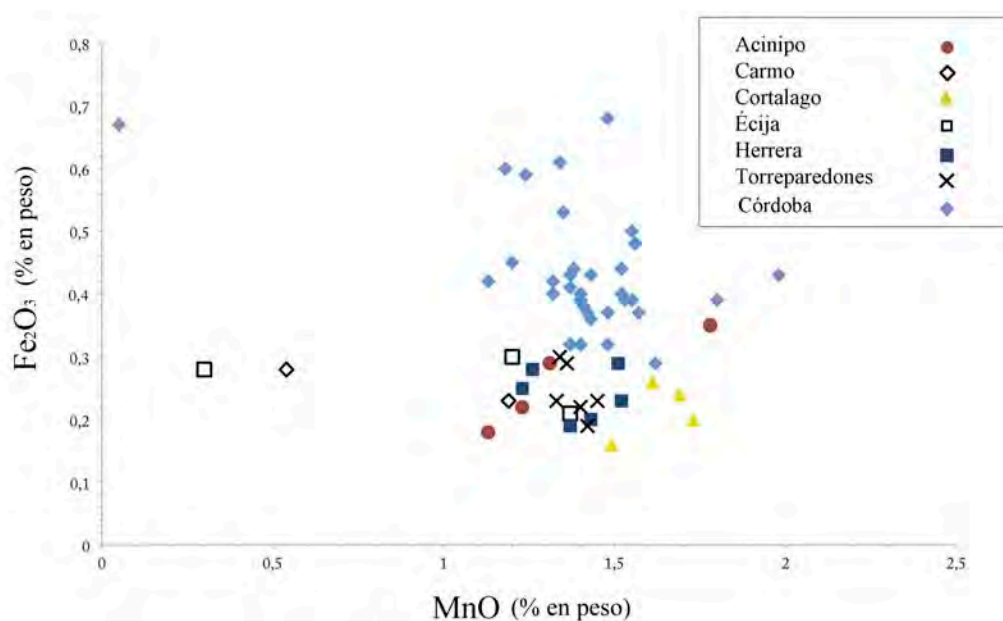


Fig. 182. Diagrama binario de las concentraciones de Fe₂O₃ y MnO (% en peso) de los vidrios de ventana romanos de la Bética analizados mediante EPMA.

En los casos de los óxidos de cobre (CuO), estaño (SnO₂), antimonio (Sb₂O₅) y plomo (PbO), la presencia de pequeñas concentraciones de estos componentes (aproximadamente entre 0,01-1,00 % en peso) en vidrios incoloros, es a menudo una señal de que los objetos de vidrio se elaboraron a partir de materiales reciclados (véase capítulo IV.3). Los datos obtenidos en los vidrios de la Bética, exceptuando los de Córdoba (muestras procedentes de *Acinipo*, Carmona, *Cortalgo*, Écija, Herrera y Torreparedones), indican que los contenidos determinados de estos óxidos se encuentran por debajo de los límites de detección de la microsonda, los cuales son los siguientes: CuO 0,11 % en peso, SnO₂ 0,14 % en peso, Sb₂O₅ 0,10 % en peso y PbO 0,16 % en peso. Estas evidencias no permiten definir si la práctica del reciclado está presente en los vidrios analizados.

En el análisis de las muestras procedentes de Córdoba, los límites de detección de la microsonda para estos óxidos se sitúan en los porcentajes siguientes: CuO 0,12 % en peso, SnO₂ 0,09 % en peso, Sb₂O₅ 0,08 % en peso y PbO 0,15 % en peso. Al igual que sucede en los anteriores ejemplos, la gran mayoría de los vidrios analizados presentan concentraciones de estos óxidos próximos o por debajo de los límites de detección de la microsonda. Únicamente, se ha detectado una concentración elevada de Sb₂O₅ (0,88 % en peso) en la muestra DIP_01, perteneciente a un panel de las excavaciones efectuadas en una zona anexa al lugar donde se ubica la actual Diputación de Córdoba. La baja concentración de óxido de manganeso detectada en este mismo fragmento (0,05 % en peso) indicaría que, a diferencia de la gran mayoría de los ejemplos estudiados, el panel al que corresponde fue decolorado empleando óxido de antimonio en lugar de óxido de manganeso, un proceso menos habitual entre los ejemplos documentados de este tipo de vidrio romano.

IV.4.2.3 Cambios en la composición química debidos a los procesos de elaboración de los paneles

La ausencia de referencias en las fuentes literarias contemporáneas sobre los sistemas de elaboración del vidrio de ventana romano ha supuesto que la reconstrucción de estos procesos se efectúe, principalmente, a partir de la visualización de las características

morfológicas que presentan estos materiales y de determinadas experiencias prácticas. No obstante, la caracterización de la composición química una herramienta útil para conocer algunos de los detalles de estos procesos, como la manipulación del vidrio fundido o la interacción con otros materiales del entorno de trabajo.

La gran mayoría de las referencias al respecto tratan sobre el color que imparten al vidrio determinados óxidos, la adición de otros óxidos para minimizar los efectos de determinados cromóforos o la detección de la práctica del reciclado. Sin embargo, pocos son los textos que mencionan incidencias en la composición química de los primeros vidrios de ventana de época romana derivadas de los procesos de elaboración de los paneles.

Con el propósito de investigar estas posibles variaciones se ampliaron las zonas de análisis de una serie de muestras dentro del conjunto estudiado (Anexo I-Tabla 5). Se seleccionaron un total de 13 muestras pertenecientes a los yacimientos de *Acinipo* (AC_52), *Carmo* (CAR_01), *Cortalago* (COR_14, COR_69 y COR_10), termas de Herrera (HE_27, HE_42, HE_05 y HE_11) y Torreparedones (TO_155, TO_173, TO_156 y TO_250). Las muestras se analizaron en tres áreas distintas: zona cercana al lado brillante, centro y zona cercana al lado mate. En cada área se llevaron a cabo tres análisis, siendo el resultado su promedio. Estas mediciones permiten comprobar la homogeneidad de la masa del vidrio, ya que la tecnología disponible en la Antigüedad no permitía un buen afinado de la masa vítrea.

Las concentraciones de los óxidos mayoritarios obtenidas en diversas áreas de las muestras no indican cambios composicionales significativos en el conjunto, lo que revela una elevada especialización en la manufactura tradicional del vidrio utilizado para la elaboración de estos objetos. Únicamente, se aprecia un leve incremento de los porcentajes de algunos óxidos, como el de potasio (K_2O) o sodio (Na_2O), en la zona próxima al lado mate de los paneles respecto a otras áreas analizadas. En el caso del óxido de potasio esto sucede especialmente en las muestras COR_69, COR_10 y TO_173, mientras que en el sodio tiene lugar en las muestras CAR_01, HE_05 y TO_250 y la diferencia es menor respecto a otras zonas (Fig. 183). Debido a la proximidad de las capas de alteración, es posible que estas variaciones se atribuyan a este tipo de fenómenos y que afecten en mayor medida a una u otra superficie del

vidrio dependiendo de los procesos postdeposicionales y las condiciones de enterramiento.

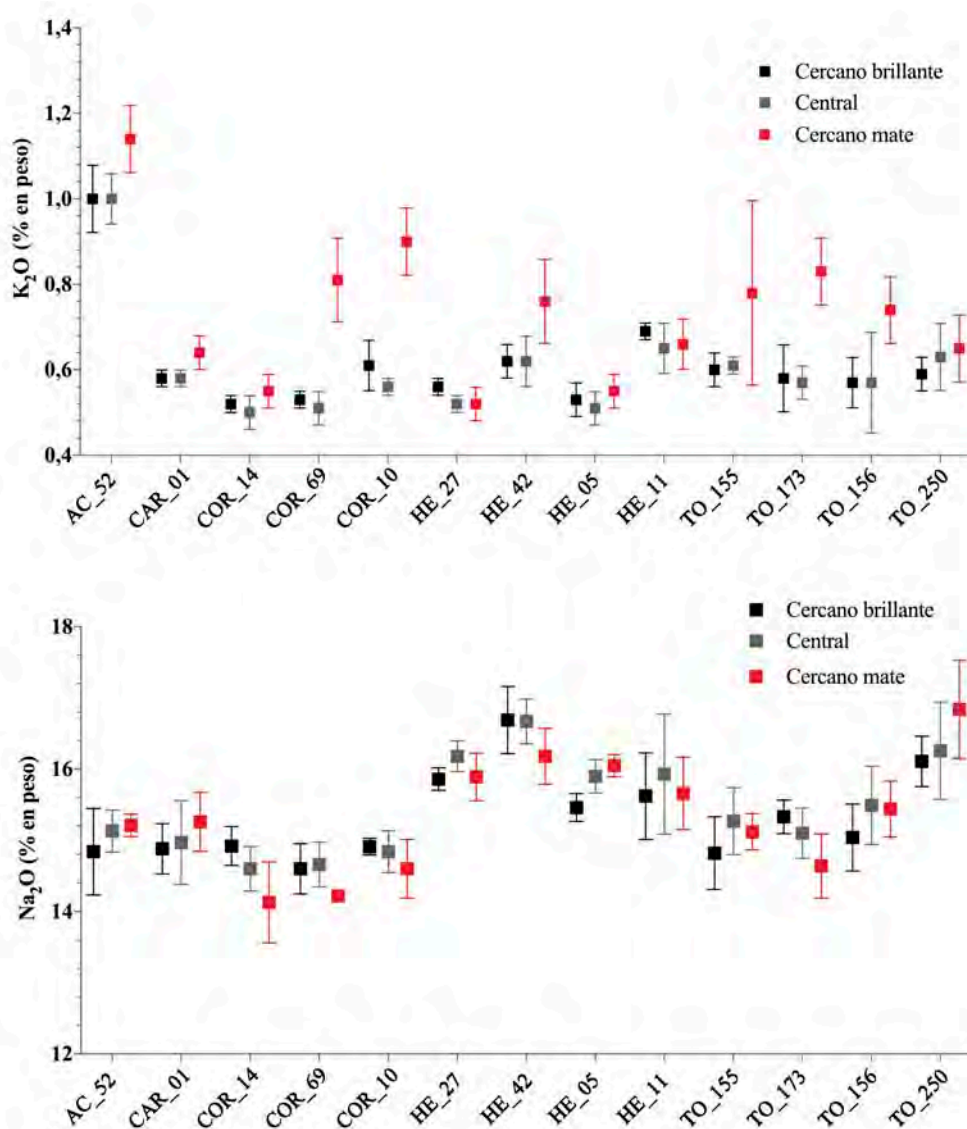


Fig. 183. Diagrama de barras de error de las concentraciones de K₂O y Na₂O (% en peso) detectadas en varias zonas de una misma muestra de algunos vidrios de ventana romanos de la Bética para un intervalo de confianza del 95 %.

En relación con los procesos de elaboración de los paneles, un análisis macroscópico de los fragmentos de vidrio de ventana romano de Córdoba reveló la presencia de dos capas de vidrio bien diferenciadas en un mismo fragmento procedente de la excavaciones en la calle Poeta Miguel Hernández núm. 13 (MH_23) (Fig. 175,

imagen superior). Este hecho se consideró de interés para conocer algunos de los procesos de elaboración de estos paneles, ampliándose la caracterización química de la muestra a estas dos zonas (Anexo I-Tabla 6).

Los resultados obtenidos reflejan que ambas capas son bastante similares composicionalmente. La única diferencia entre estos dos estratos se encuentra en la cantidad de óxido de manganeso, un componente que habría afectado a la coloración final del vidrio, tal como se aprecia en el fragmento. Esta variación indicaría que, efectivamente, el panel fue elaborado mediante el vertido de dos masas de vidrio fundido muy semejantes procedentes de diferentes crisoles y a las que se les añadió una cantidad de manganeso ligeramente distinta. Aunque las evidencias arqueológicas indican que la adición del agente decolorante se produjo en los hornos vidrieros primarios (Nenna, 2015), estos datos mostrarían que, posiblemente, la adición del óxido de manganeso como agente decolorante a la masa del vidrio pudo también producirse en los talleres secundarios donde se elaboraron los paneles.

En relación con las concentraciones de óxido de sodio (Na_2O) de este tipo de vidrios, algunos ejemplares procedentes de *Thamusida* (Marruecos) muestran porcentajes inferiores (promedio de 14,00 % en peso) respecto a otros objetos o restos analizados del mismo yacimiento y cronología (Gliozzo *et al.*, 2013: 618). Según los investigadores esta concentración de sodio habría proporcionado una menor fluidez al vidrio fundido, dificultando un proceso de colada para la elaboración de los paneles que, según indican las características morfológicas, se habrían obtenido mediante esta técnica (Gliozzo *et al.*, 2013: 618). En el caso del conjunto estudiado de la Bética, también aparecen muestras con concentraciones de óxido de sodio similares a las de los paneles de *Thamusida*. Las características de estos fragmentos sugieren una elaboración mediante colada, como por ejemplo sucede en COR_14, COR_69, COR_10, HE_17, CER_31, CER_04, MH_02 y MH_23, con contenidos de Na_2O que oscilan entre 14,48 y 14,84 % en peso (Anexo I-Tabla 4). Es posible que una menor fluidez del vidrio fundido dificultase un proceso de vertido continuado hasta obtener un panel completo de vidrio; no obstante, esta deficiencia podría subsanarse realizando un calentamiento posterior de las distintas zonas del panel, complementado con el proceso de estirado, para poder alcanzar las dimensiones deseadas.

Por último, los resultados obtenidos en el análisis químico de las muestras de los vidrios planos de ventana de la *villa* de Ronda del Marrubial, indican que, al menos, tres de los cuatro perfiles restituidos pertenecerían a paneles realizados a partir de una misma mezcla vitrificable, mientras que el cuarto de ellos (muestras MA_85 y MA_153), con concentraciones ligeramente superiores de algunos óxidos (sodio, magnesio, fósforo y hierro), podría pertenecer a una mezcla vitrificable distinta de las anteriores (Anexo I-Tabla 4).

IV.4.2.4 Estudio comparativo con otros vidrios de ventana romanos analizados

Para investigar en el origen del vidrio empleado en la elaboración de los paneles de ventana de la Bética, se ha realizado un estudio comparativo de los resultados obtenidos en el análisis químico mediante EPMA y otros ejemplos de vidrios romanos de ventana analizados y publicados. Los datos utilizados pertenecen a vidrios procedentes de los yacimientos de Suasa (Italia), Mevaniola (Italia), Galeata (Italia) (Arletti *et al.*, 2010), *Thamusida* (Marruecos) (Gliozzo *et al.*, 2013), Embiez (Francia) (Ganio *et al.*, 2012), Petra (Jordania) (Schibille *et al.*, 2012) y Cádiz (España) (Domínguez-Bella, Jurado-Fresnadillo, 2004). Dado que presentan una serie de características particulares en relación al contenido de óxidos de manganeso (MnO) y de hierro (Fe₂O₃), se ha considerado de interés incluir en esta comparación algunos materiales de distinta tipología caracterizados químicamente, los cuales proceden del naufragio conocido como *Iulia Felix* (situado en la costa norte de Italia) (Silvestri *et al.*, 2008).

Los óxidos mayoritarios que se han comparado, mediante diagramas binarios, han sido los siguientes: Na₂O-SiO₂, CaO-Al₂O₃, MgO-CaO y MnO-Fe₂O₃ (Figs. 184-187). Los óxidos de sodio, silicio y calcio reflejan los componentes principales que definen la “receta” que utilizaría cada taller, por lo que ciertas variaciones en las concentraciones de estos óxidos podrían indicar mezclas distintas y, por ello, un taller o una posible procedencia diferentes.

La primera observación que se puede realizar a partir de los diagramas binarios es la separación del conjunto de los datos comparados en dos amplios grupos, más

evidente para los pares Na_2O - SiO_2 (Fig. 184) y MgO - CaO (Fig. 186). Uno de los grupos está formado por los ejemplos procedentes de Italia, concretamente de los yacimientos de Suasa, Mevaniola y Galeata, y un ejemplo de la Bética; mientras que el otro engloba el resto de vidrios procedentes de *Thamusida*, Embiez, Petra, el naufragio *Iulia Felix* y los ejemplos hispanos de Cádiz e inéditos de la Bética estudiados en esta Tesis Doctoral. Esta separación ya se apreciaba en el estudio comparativo de los materiales de *Thamusida* con aquellos procedentes de Suasa, Mevaniola y Galeata (Gliozzo *et al.*, 2013). Los autores establecieron que el amplio grupo de vidrios verde-azulados de época romana coloreados de manera natural²⁷ podía dividirse en dos. El primero de ellos formado por los casos italianos, se denominó “RBGY1” (Roman Blue-Green-Yellow 1); mientras que el segundo, que comprende los vidrios de *Thamusida*, se denominó “RBGY2” (Roman Blue-Green-Yellow 2) (Gliozzo *et al.*, 2013).

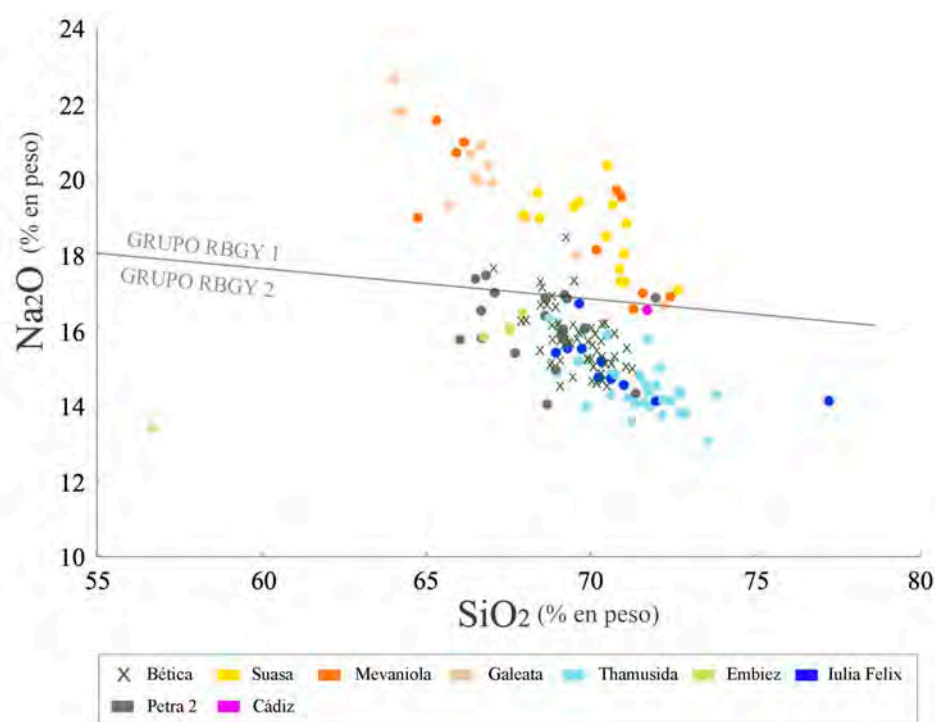


Fig. 184. Diagrama binario de las concentraciones de SiO_2 y Na_2O (% en peso) de las muestras analizadas de vidrio de ventana romano de la Bética y otros ejemplos de la bibliografía.

²⁷ Foy *et al.* (2003) definen este grupo como “grupo 3”, el cual reúne vidrios de época imperial así como del siglo IV d.C. e inicios del siglo V d.C.

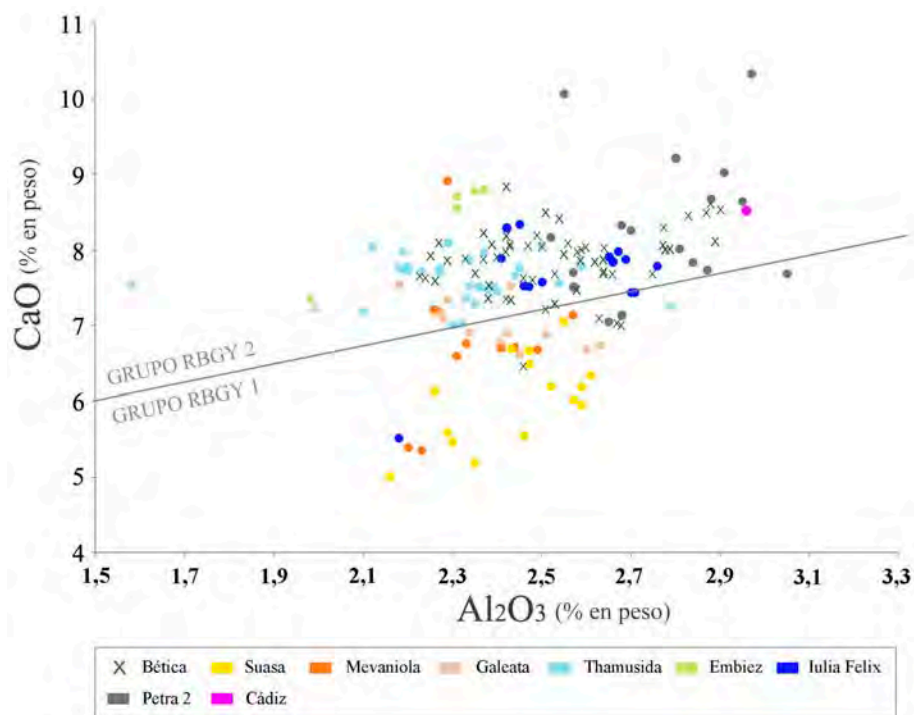


Fig. 185. Diagrama binario de las concentraciones de Al_2O_3 y CaO (% en peso) de las muestras analizadas de vidrio de ventana romano de la Bética y otros ejemplos de la bibliografía.

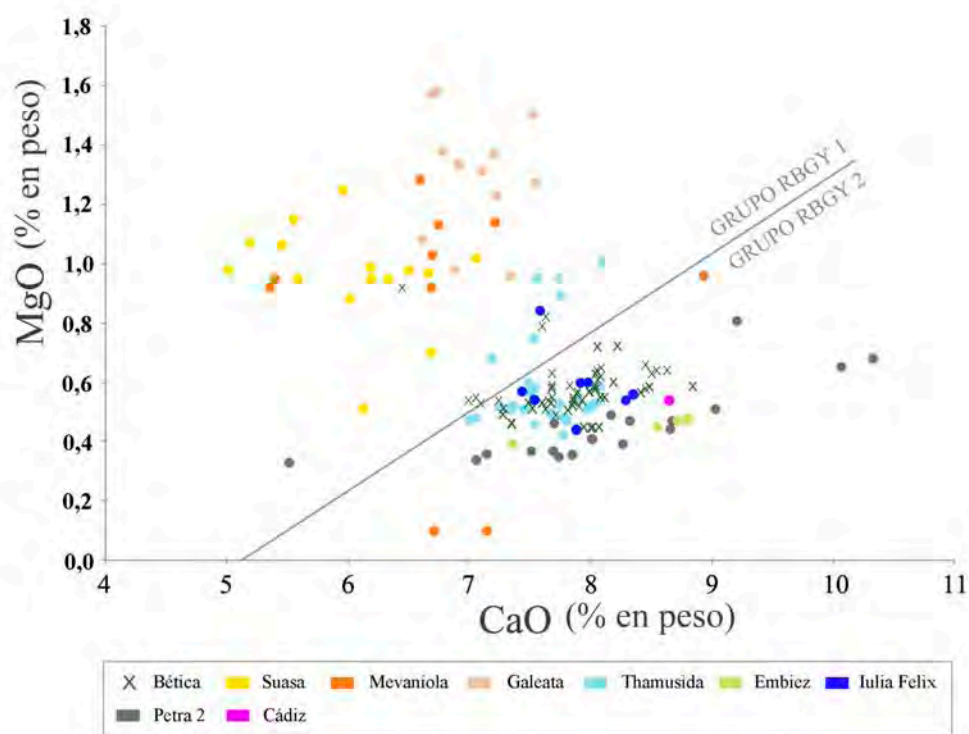


Fig. 186. Diagrama binario de las concentraciones de CaO y MgO (% en peso) de las muestras analizadas de vidrio de ventana romano de la Bética y otros ejemplos de la bibliografía.

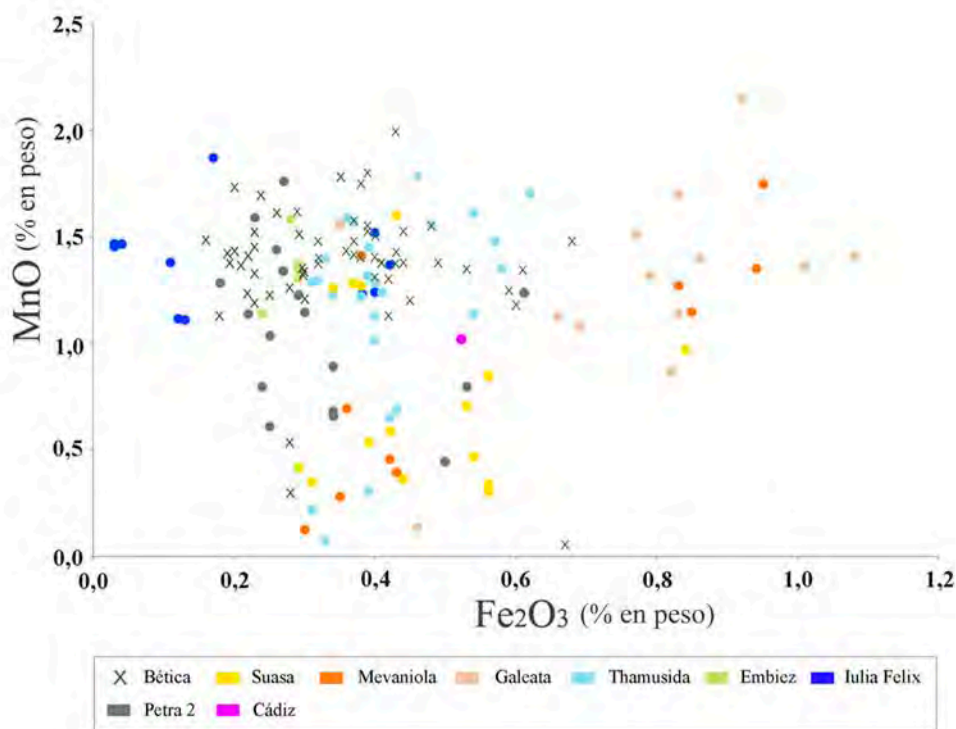


Fig. 187. Diagrama binario de las concentraciones de Fe_2O_3 y MnO (% en peso) de las muestras analizadas de vidrio de ventana romano de la Bética y otros ejemplos de la bibliografía.

En términos de composición química, la proximidad del grupo RBGY1 con el grupo conocido como HIMT (High Iron, Manganese and Titanium), que está formado por vidrios tardorromanos con un elevado contenido en los óxidos que forman su acrónimo (hierro, manganeso y titanio), sugeriría un posible origen común para ambos (Gliozzo *et al.*, 2013). En el caso del grupo RBGY2 este fenómeno se repite con otro grupo denominado como Levantine 1 (Gliozzo *et al.*, 2013). Actualmente, los hallazgos arqueológicos y los análisis de vidrios que muestran estas composiciones más tardías sugieren que los vidrios HIMT pudieron producirse en Egipto (Freestone *et al.*, 2005), mientras que el grupo Levantine 1 se produciría en la costa sirio-palestina (Freestone *et al.*, 2003). Considerando todos estos aspectos es probable que el vidrio empleado para la elaboración de los paneles de Suasa, Mevaniola, Galeata y un fragmento de la Bética (DIP_01, Anexo I-Tabla 4) procediese de Egipto, mientras que para el resto el vidrio debió fabricarse en algún punto del levante mediterráneo.

En el caso de la muestra de la Bética más cercana al grupo RBGY1 (DIP_01), se trata del vidrio plano perteneciente a un panel decolorado con antimonio. Al igual que sucede con el grupo de vidrios tardíos HIMT, se ha establecido un posible origen en Egipto para aquellos vidrios decolorados con este óxido (Sayre, 1963; Paynter, Jackson, 2016: 40).

Otro de los aspectos que confirmaría un origen levantino para los vidrios incluidos en el grupo RBGY2 son los resultados de los estudios isotópicos realizados en algunos de estos materiales como, por ejemplo, los del naufragio de Embiez (Ganio *et al.*, 2012). Estos paneles de vidrio son los que presentan las composiciones químicas más parecidas a algunas muestras de la Bética, concretamente a aquellas pertenecientes al panel hemisférico (TO_250 y TO_251).

En relación con la característica particular de una parte importante de las muestras de la Bética aquí analizadas, esto es elevado porcentaje de óxido de manganeso (MnO) frente a bajas concentraciones de óxido de hierro (Fe₂O₃), algunos vidrios de época romana de otras zonas del Imperio caracterizados químicamente presentan contenidos similares. Entre otros estas características están presentes en un grupo procedente del naufragio *Iulia Felix* (el llamado “grupo CL2”), formado mayoritariamente por botellas y también en los vidrios de ventana del naufragio de Embiez. Otro conjunto de desechos de producción que puede considerarse de interés al respecto²⁸, son algunos de los restos del taller de vidrio de la calle Basinghall 35 de Londres. En el primero de estos casos, los autores indican que estas concentraciones son difíciles de encontrar en la bibliografía y que se aproximan al “grupo 2b” de Jackson (2005), formado por vidrios del siglo IV d.C. recuperados en Reino Unido (Silvestri *et al.*, 2008: 336). Los casos ingleses, a diferencia del resto de vidrios de bajo hierro y elevado manganeso, muestran porcentajes de óxido de sodio más elevados e inferiores de óxido de manganeso. El grupo CL2, según Giozzo *et al.* (2013: 613), se puede adscribir a uno u otro grupo de vidrios según los óxidos que se consideren. En cambio, para los vidrios de ventana de Embiez, se interpreta que las concentraciones de óxido de manganeso, con un promedio de 1,67 % en peso, son consecuencia de una

²⁸ Estos datos no se han incluido en el primer estudio comparativo debido a que solo se ha publicado el promedio de un total de 16 muestras pertenecientes a este grupo (Freestone *et al.*, 2016: Tabla 8).

adición intencionada para garantizar la óptima decoloración de los paneles (Thirion-Merle, Vichy, 2007: 267). Por último, los ejemplos del taller vidriero de Londres posiblemente pertenezcan a una mezcla vitrificable específica de vidrio incoloro (Freestone *et al.*, 2016: 82).

Debido a que la concentración de óxido de hierro se asocia con las impurezas presentes en las arenas vitrificables, un bajo porcentaje podría relacionarse con una determinada procedencia de dichas arenas. Es posible que el conjunto de vidrios que presenta esta peculiaridad se elaborara a partir de un vidrio con unas materias primas de origen común y los vidrieros, sin ser conscientes de la menor concentración de impurezas en las arenas, utilizaran las mismas cantidades de un agente decolorante que cuando se extraía de depósitos areníferos más ricos en hierro.

Esta característica permite definir un nuevo subgrupo dentro de los vidrios romanos incoloros: vidrios incoloros de elevado contenido de óxido de manganeso (MnO) y bajo contenido de óxido de hierro (Fe₂O₃), con concentraciones de MnO que oscilarían entre 1,11 y 1,77 % en peso y de Fe₂O₃ entre 0,13 y 0,57 % en peso, para un intervalo de confianza del 95 % (Anexo I-Tabla 7).

Solo dos de los vidrios de ventana analizados, uno procedente de Carmona (CAR_08) y otro de Écija (ES_01), mostraron bajas concentraciones de óxido de manganeso (MnO), una característica propia de otros vidrios romanos coloreados de manera natural dentro del grupo de vidrios RBGY2 (Anexo I-Tabla 8). La muestra ES_01 es muy similar al grupo de elevado contenido de MnO en lo que respecta al resto de óxidos, mientras que CAR_08 presenta concentraciones más elevadas de Na₂O respecto al conjunto estudiado, lo que podría indicar o un taller o una procedencia distinta.

En relación con aspectos cronológicos, dentro del grupo de vidrios de la Bética analizados de elevado contenido de MnO y bajo contenido de Fe₂O₃, existen tres muestras procedentes de *Acinipo* (AC_52, AC_23 y AC_40) (Anexo I-Tabla 4) que, a diferencia del resto, presentan una mayor proporción de óxido de potasio (K₂O) y un leve incremento en el porcentaje de óxido de aluminio (Al₂O₃). Estos resultados están más próximos a las concentraciones de los óxidos mayoritarios de los vidrios tardíos pertenecientes al grupo 2 de Petra, definido por Schibille *et al.* (2012), formado por

recipientes y vidrio de ventana del siglo IV d.C. El leve incremento en las concentraciones de estos óxidos respecto al resto de muestras de vidrio de ventana romano de la Bética, puede ser relacionado con cuestiones cronológicas. Un porcentaje mayor de óxidos de aluminio, calcio y magnesio, respecto a los ejemplos altoimperiales, se ha detectado en vidrios más tardíos (grupo 3.1 de Foy *et al.*, 2003) y se asocia con el incremento en alúmina de los depósitos de arena de la costa sirio-palestina (Foy *et al.*, 2003: 74). No obstante, hay que puntualizar que los autores especifican que estas diferencias respecto a los ejemplos altoimperiales son, en ocasiones, mínimas y difíciles de apreciar (Foy *et al.*, 2003: 74).

Considerando la información de los contextos de hallazgo, los ejemplos de *Acinipo* se recuperaron en estratos fechados entre los siglos IV-V d.C., cuando se instala un taller de vidrio en algunas de las estancias de las termas excavadas en este sector del yacimiento. Es posible que esta diferencia composicional entre los ejemplos analizados de este yacimiento esté relacionada con este aspecto. La muestra AC_32 podría proceder de los paneles de vidrio que ocuparon los vanos de las termas y que, una vez perdida su funcionalidad, se desmontaron para ser reciclados en el propio taller. En cambio, las muestras AC_52, AC_23 y AC_40, con concentraciones más elevadas de óxidos de potasio y de aluminio respecto a otros ejemplos del grupo de elevado manganeso y bajo hierro, se corresponderían con materiales contemporáneos al momento de uso de las instalaciones industriales y debieron ser paneles elaborados en dicho taller o recuperados de edificios contemporáneos para su reciclado.

Otros materiales procedentes de Córdoba, del grupo de elevado manganeso y bajo hierro, también presentan un incremento de los porcentajes de óxido de aluminio respecto a otros ejemplos del mismo grupo analizados, en concreto los ejemplos VIC_01, LUC_01, CER_36, MH_03 y MH_23. En todas estas intervenciones se constató una ocupación de los espacios en momentos más tardíos (entre los siglos III-V d.C.). Sin embargo, en el caso de la *villa* de Santa Rosa, con una cronología entre finales del siglo III y la primera mitad del siglo V d.C., los resultados de las muestras analizadas indican composiciones afines a los ejemplos altoimperiales. Este hecho podría indicar una reutilización de materiales más tempranos procedentes de construcciones periurbanas cercanas en estado de abandono. Sin embargo, también

puede indicar la permanencia de las composiciones altoimperiales en periodos más tardíos, por un uso continuado de determinados depósitos de arena del Mediterráneo oriental no afectados por el incremento de alúmina.

Estos aspectos plantean otras cuestiones en referencia a los procesos de elaboración del vidrio de ventana de la Bética. Generalmente, la presencia de vidrios de ventana elaborados por colada en contextos tardorromanos se atribuye a la reutilización de materiales de época altoimperial, ya que en estos momentos predominaban otras técnicas como el soplado en cilindros. Sin embargo, los resultados obtenidos de la composición química de los paneles de vidrio de *Acinipo* o Cercadilla y la ausencia en el registro arqueológico de vidrios de ventana elaborados por soplado en contextos tardíos, indicaría una pervivencia y supremacía de la técnica de colada para la obtención de vidrio de ventana en la Bética hasta los siglos IV-V d.C.

IV.4.3 Análisis de otros depósitos de interés en la superficie de los vidrios: restos de mortero y/o masilla de sellado de los paneles planos de la curia de Torreparedones

Puesto que la presencia de una serie de restos relacionados con los sistemas de inserción y sellado de los paneles de vidrio en los bastidores y paramentos es una evidencia difícil de documentar en este tipo de materiales, el hallazgo de esta clase de depósitos en algunos de los vidrios planos del yacimiento de Torreparedones se consideró de interés para su caracterización mineralógica.

En el caso de los morteros aplicados para el sellado de los paneles de vidrio en las construcciones romanas, no existen estudios específicos sobre esta clase de materiales. Sin embargo, algunos de los testimonios conservados sugieren que se utilizaban diferentes composiciones, posiblemente relacionadas con el entorno específico en el que se instalaban los paneles. Un ejemplo de ello es un fragmento de vidrio plano recuperado en el taller de vidrio de la calle Basinghall 35 de Londres que conservaban restos de mortero que contenía chamota en su masa (fragmentos de cerámicas machacadas) (Wardle, Sheperd, 2015: Fig. 43) (Fig. 49). Este tipo de añadido se efectuaba para mejorar las propiedades hidráulicas del mortero y su

resistencia a la humedad (Adam, 1996), siendo, posiblemente, utilizado en ambientes termales donde se daban estas condiciones.

El examen macroscópico del mortero de los vidrios de la curia de Torreparedones indica que se trata de una mezcla de cal con un árido de pequeña granulometría (Fig. 188). El sellado de los paneles en marcos o bastidores precisaría una masa de fácil aplicación y penetración entre los espacios vacíos, un hecho que se vería dificultado si en el mortero se emplease un árido de grano muy grueso.

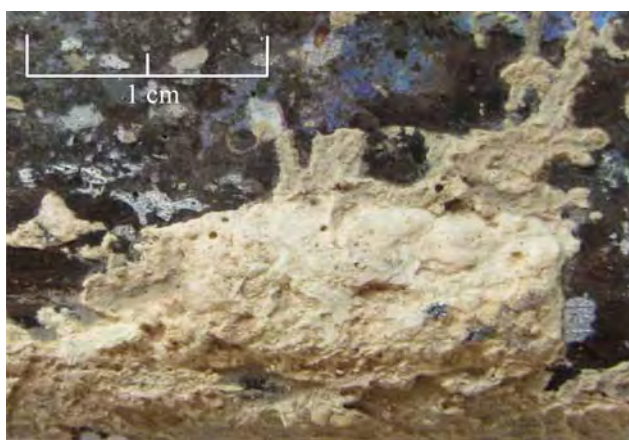


Fig. 188. Restos del mortero de sellado de uno de los fragmentos de vidrio plano de ventana procedente del yacimiento de Torreparedones (Baena, Córdoba) (A. Velo Gala).

Para conocer de manera detallada la composición mineralógica de este mortero o masilla se procedió a su caracterización por difracción de rayos X (DRX). El análisis se realizó con un difractómetro PANalytical X'Pert MPD con radiación $K\alpha$ del cobre (1,54056 Å) y en condiciones de trabajo de 45kV de tensión y 40 mA de intensidad. El difractograma se registró entre $2\theta = 5-60^\circ$, con un paso de ángulo de $0,03^\circ$ y un tiempo por paso de 2 s. La preparación de la muestra se realizó en el *Laboratorio de Conservación del Patrimonio del Instituto de Historia* (CCHS-CSIC, Madrid; grupo de investigación CERVITRUM, Cultura Material y Patrimonio), empleando el método de polvo (diámetro inferior a $30 \mu\text{m}$), para lo que fue preciso molerla con un mortero y mano de ágata.

Los resultados del difractograma indican que se trata de un mortero compuesto por calcita (CaCO_3) como fase principal, cuarzo (SiO_2) y gehlenita ($\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$,

aluminosilicato de calcio) como fases secundarias (Fig. 189). También se determinó la existencia escasa de hematita (Fe_2O_3). La presencia mayoritaria de calcita y una pequeña cantidad de cuarzo señalan que es un mortero de cal aérea (Martínez, Blanco, 2012: 56). El cuarzo es el principal componente del árido de un mortero, aunque en este caso es poco abundante, mientras que la calcita actúa como ligante. Se llaman morteros de cal aérea porque es el aire el que endurece el ligante, provocando así la reacción de carbonatación de la cal (Martínez, Blanco, 2012: 56). La presencia de gehlenita se debe a la reacción de la cal con los aluminosilicatos del árido, pero no es muy abundante ya que el árido también es bastante escaso. La presencia de hematita en muy pequeña proporción puede asociarse o bien a impurezas del árido o bien a restos de tierra procedente del sedimento en el que el mortero permaneció enterrado.

Los datos obtenidos revelan la necesidad de aplicación de un mortero con un árido escaso, suficiente para facilitar un óptimo fraguado de la mezcla pero que, a su vez, permita un sellado apropiado entre los paneles y el bastidor.

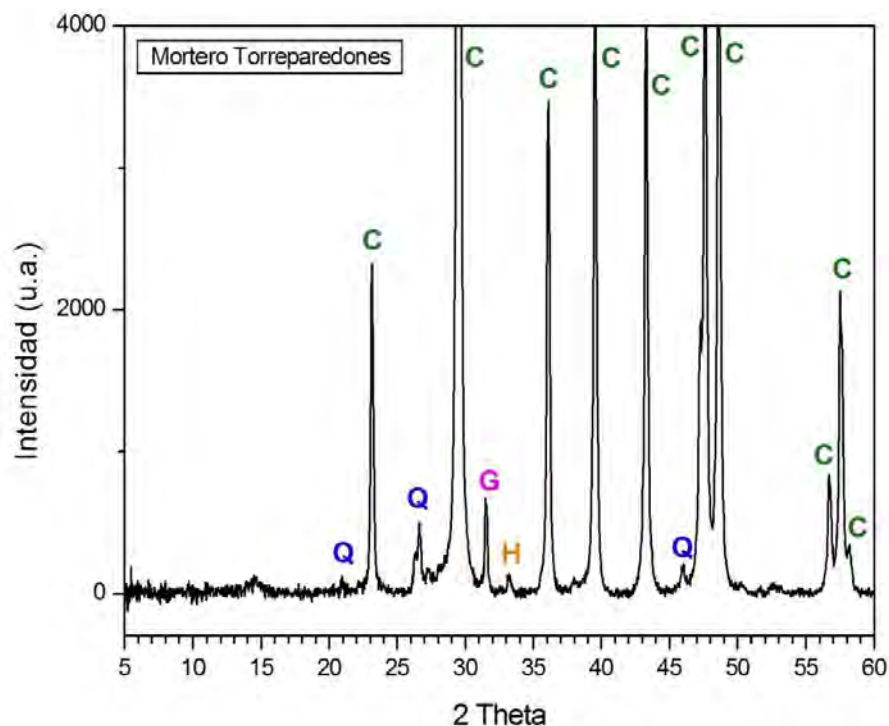


Fig. 189. Diffractograma de rayos X del mortero conservado en los vidrios planos de la curia de Torreparedones. C Calcita. G Gehlenita. H Hematita. Q Cuarzo.

IV.5 Estado de conservación del vidrio de ventana romano de la Bética

La Arqueometría no solo se considera una herramienta fundamental para dar respuesta a algunas cuestiones vinculadas con los procesos de elaboración y origen del vidrio en la Antigüedad sino que, además, ha permitido conocer muchos aspectos relacionados con el estado de conservación de las piezas. La composición química de los vidrios, su vida útil, las fases de abandono de estos objetos, los procesos de enterramiento y posterior hallazgo, así como los distintos tratamientos de conservación-restauración y almacenaje, han provocado una serie de variaciones respecto a su estado original. Es, precisamente, durante el momento del hallazgo cuando el vidrio experimenta un cambio brusco de aclimatación, tras un largo y lento proceso de adaptación y equilibrio con el contexto de enterramiento.

Uno de los factores que más influye en la preservación del vidrio es su composición química. En este sentido, el vidrio de época romana ofrece una mayor resistencia a los procesos de degradación respecto a otras composiciones de épocas posteriores como las medievales. Esto se debe a que se trata de vidrios de silicato sódico cálcico, que emplean como estabilizante un componente alcalinotérreo de tipo mineral.

Conocer todos estos aspectos a escala macroscópica y microscópica facilita establecer el grado de deterioro de los vidrios, paliar futuras alteraciones que conlleven una pérdida importante de la información arqueológica que poseen estas piezas y reconstruir la propia historia del objeto, desde su producción hasta su posterior abandono.

IV.5.1 Alteraciones y deterioro

Los vidrios de ventana romanos de la Bética presentan una serie de patologías, las cuales son el resultado de la conjunción de los factores anteriormente mencionados. Afortunadamente se trata de vidrios con composiciones características de época romana, con una buena durabilidad química que se ve favorecida por el espesor que presentan los fragmentos de esta tipología de vidrio.

A excepción de hallazgos puntuales en ambientes marinos, la mayoría de los fragmentos de vidrio utilizados en los sistemas de cerramiento de la arquitectura de época romana pertenecen a contextos de enterramiento terrestres. Este es el caso de los vidrios de ventana de la Bética, donde todos los ejemplares estudiados se han hallado en excavaciones del interior peninsular.

De manera general las patologías detectadas en el conjunto se han clasificado en dos grupos, dependiendo de si los daños provocados en el vidrio afectan a la morfología de las piezas (alteraciones físicas) o se trata de cambios relacionados con su composición química (alteraciones químicas). En ocasiones algunas de las alteraciones de un grupo pueden desencadenar o favorecer el desarrollo de las incluidas en el otro.

IV.5.1.1 Alteraciones físicas

Entre las alteraciones que afectan a la estructura física de los materiales, una de las más destacadas, que ha provocado que los paneles solo se hayan conservado de manera parcial y muy fragmentada, es la fractura del vidrio, favorecida por la fragilidad de este material a los impactos. A diferencia de otros objetos que se conservan en contextos de deposición primarios, como los procedentes de los ajuares y ofrendas funerarios, los vidrios de uso común y arquitectónico suelen presentar una mayor fragmentación y, solo en casos muy puntuales, se recuperan todas las piezas de un recipiente o panel completo.

Esta fragmentación es consecuencia de múltiples factores: un golpe intencionado durante su uso, daños producidos por ciertos fenómenos meteorológicos como el viento, el deterioro de los sistemas de instalación en los momentos de abandono de los edificios, tensiones provocadas por algunos agentes durante su enterramiento favorecidas por el propio deterioro del material y golpes no intencionados en el momento de su hallazgo. Este fenómeno pudo aumentar por el valor que esta clase de vidrio tenía para los procesos de reciclado que, posiblemente, buscaba la fractura de los vidrios de ventana para la extracción de los fragmentos. Este hecho explicaría la amplia presencia en el registro arqueológico de los bordes de los

paneles, los cuales serían más difíciles de desmontar al quedar adheridos al bastidor o permanecer insertos en los paramentos.

Un breve estudio sobre fractografía del vidrio de ventana de la Bética permite observar algunas distinciones entre las fracturas y grietas presentes en los fragmentos. A pesar de que no se pudo reconstruir el proceso de fractura de ninguno de los paneles, ya que no se conserva ningún ejemplar completamente restituido, existen algunas evidencias que pueden indicar el origen de esta alteración en algunos de ellos. Se han conservado algunos indicios de fracturas por impacto en un conjunto de fragmentos contiguos recuperados en las termas de Herrera y del yacimiento de *Cortalago* (Fig. 190). Este tipo de fractura se conoce como “fractura de Hertz” y se caracteriza por la formación de un orificio al impactar un objeto a gran velocidad, el cual genera fisuras en forma de cono alrededor de este punto (Shinkai, 1994: 267). Estos impactos podrían haberse producido durante las fases de abandono y posterior enterramiento del material, tras las cuales, por presiones de los sedimentos u otros fenómenos, habrían provocado la fractura del fragmento en diversas secciones.



Fig. 190. (Izq.) Fractura por impacto identificada en un grupo de fragmentos contiguos de vidrio de ventana romano procedentes del conjunto termal de Herrera (Sevilla); (dcha.) y del yacimiento de *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) (A. Velo Gala).

Otro tipo de daño frecuente en los bordes de los paneles es la pérdida de material en forma de pequeñas lascas de vidrio (Fig. 191). De manera general estos fragmentos de escasas dimensiones se desprenden al sufrir algún golpe en los bordes de

las piezas (Quinn, 2007: 4-37). Este tipo de deterioro suele ocurrir durante la fragmentación del panel o en fases posteriores, al ser golpeados por otros materiales. Es posible que también sea provocado cuando más de un fragmento se almacena en el mismo contenedor y sin ningún sistema de protección individual que evite el choque entre las piezas. Este último caso puede detectarse por la ausencia de capas de degradación en estas zonas.

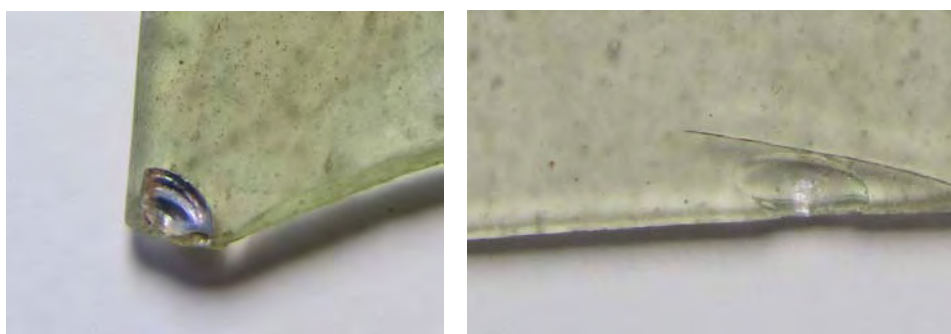


Fig. 191. Desprendimiento de pequeñas lascas por golpes en los bordes de los fragmentos de vidrio de ventana romano de la *villa* de Ronda del Marrubial. (Izq.) Fractura antigua con solarización del vidrio y (dcha.) fractura reciente (A. Velo Gala).

En ocasiones las grietas detectadas en los fragmentos derivadas de estos procesos de fractura pueden incluso informar sobre la homogeneidad de los vidrios. Aquellas que se propagan de manera lineal indican que se trata de una zona del vidrio con una masa uniforme, mientras que cuando esta presenta algunas variaciones, la expansión de la fisura variará en su dirección (Fig. 192) (Quinn, 2007: 4-3).

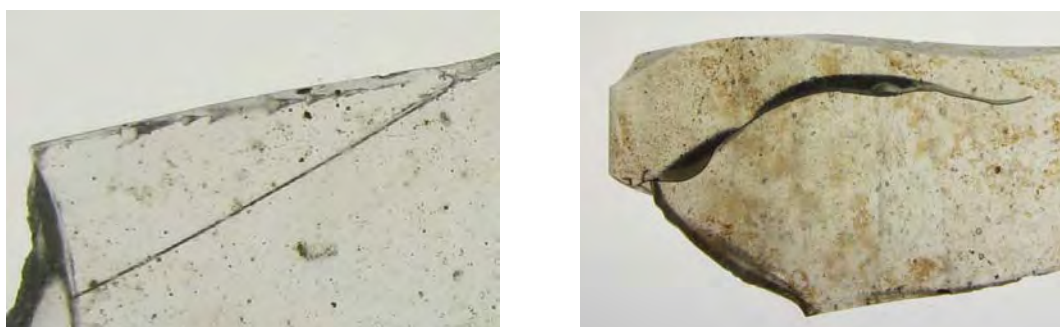


Fig. 192. (Izq.) Fisura lineal; (dcha.) fisura con desviaciones en fragmentos de vidrio de ventana romano procedentes de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (A. Velo Gala).

Además de estas grietas y fisuras, algunos fragmentos presentan otras con un patrón que ha sido denominado de *tipo pluma*. Esta formación se caracteriza por mostrar una grieta central a partir de la cual surgen otras de menor tamaño dispuestas paralelamente y en un ángulo de unos 45° respecto a la central (Davison, 2003: 184) (Fig. 193). Esta formación se atribuye a un agrietado espontáneo por daños físicos en la superficie del vidrio (Davison, 2003: 184).



Fig. 193. Grietas de tipo *pluma* en un fragmento de vidrio de ventana romano procedente de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (A. Velo Gala).



Fig. 194. Presencia de infundidos (señalados por las flechas rojas) en la masa del vidrio de uno de los fragmentos de vidrio de ventana romano de la *villa* de Ronda del Marrubial (A. Velo Gala).

Entre las causas que provocan una disminución de la resistencia de los paneles a los impactos también se encuentra la existencia de algunos defectos relacionados con los procesos de elaboración, como la presencia de algunas anomalías en la masa del vidrio: infundidos de la mezcla, partículas de algún material procedente de los

contextos de trabajo (Fernández Navarro, 2003: 263) y burbujas (Fig. 194). La detección de estos elementos ajenos es frecuente en numerosos de los ejemplos documentados en la Bética; además de constituir un defecto visual, es un foco de tensión dentro del propio material que puede debilitar la resistencia de los paneles en estas zonas (Fernández Navarro, 2003: 263).

En el caso de las burbujas, en algunos ejemplos se aprecian algunas microfisuras, posiblemente generadas por su posición próxima a la superficie del vidrio (Fig. 195). Estas zonas son más susceptibles a la rotura por presiones o impactos, produciéndose una pérdida de material en la superficie y generando pequeños orificios.



Fig. 195. Fisuras generadas por la presencia de burbujas de aire en zonas próximas a la superficie en algunos de los fragmentos de vidrio de ventana romano procedentes de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (A. Velo Gala).



Fig. 196. Indicios de múltiples impactos en algunas zonas de fractura de varios fragmentos de vidrio de ventana romano de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) (A. Velo Gala).

Finalmente, hay que señalar la presencia en algunos de los fragmentos, como en los de la *villa* de Ronda del Marrubial, de varios impactos, quizás derivados de la

acción voluntaria al intentar extraer parte de los paneles de vidrio para su reutilización posterior (Fig. 196).

Muchas de las superficies de los vidrios presentan abrasión, perceptible sobre todo en los lados brillantes de los fragmentos (Fig. 197). Este tipo de alteración mecánica tiene su origen, sobre todo, en el proceso de abandono de los materiales. Durante esta fase, hasta la deposición final de los fragmentos en su contexto y lugar de hallazgo, los materiales pueden sufrir un rodaje en la superficie del terreno que da lugar a la formación de incisiones o arañazos. Aunque en un principio puede considerarse un daño de tipo estético, estas abrasiones generan puntos más débiles susceptibles de fractura y ataque químico posteriores. Este tipo de alteración también se puede producir durante los procesos de limpieza del material, sobre todo por la eliminación de costras adheridas a la superficie con procedimientos demasiado abrasivos.



Fig. 197. Arañazos en la superficie brillante de uno de los fragmentos de vidrio de ventana romano procedente de la intervención arqueológica de la calle Poeta Miguel Hernández, núm. 13 de Córdoba (A. Velo Gala).

Otro de los fenómenos que contribuye al deterioro y alteración de los vidrios es la presencia de depósitos en la superficie de los fragmentos. De manera puntual estos se encuentran asociados a los materiales empleados en la instalación de los paneles (véase capítulo II.4.4). Aquellos generados en procesos postdeposicionales pueden ser de distinta naturaleza. Por un lado, se originan por la presencia de tierra y suciedad procedentes de los contextos de enterramiento y, por otro, por la cristalización en

superficie de determinadas sales insolubles. En el primer caso suelen formar capas más o menos homogéneas en la superficie de los fragmentos de vidrio de ventana de la Bética que no han sido sometidos a ningún tratamiento de limpieza (Fig. 198.1). Del mismo modo, las costras de sales insolubles aparecen de manera puntual en un gran número de los ejemplos estudiados y solo en algunos de ellos su presencia es generalizada (Fig. 198.2). En ambas situaciones estos precipitados forman una capa homogénea de gran adherencia. Sin embargo, algunos de estos estratos han desaparecido por el desprendimiento de las capas de deterioro más superficiales del vidrio sobre las que se encontraban depositados.

Por su excepcionalidad, hay que volver a mencionar el caso de los materiales recuperados en los contextos de la zona de Riotinto (Huelva), concretamente en el yacimiento de *Cortalago*, donde el suelo es rico en *gossan*, un tipo de roca que se origina por la oxidación de sulfuros de hierro y que forma depósitos sobre la superficie de los vidrios de difícil eliminación (Fig. 198.3).



Fig. 198. Capas de sales insolubles y otros depósitos (originados a partir de *gossan*) en fragmentos de vidrio de ventana romano de la Bética: (1) *Acinipo* (Ronda, Málaga) (AC_106); (2) conjunto termal de Herrera (Sevilla) (HE_26); (3) *Cortalago* (Minas de Riotinto, Huelva) (COR_27) (A. Velo Gala).

IV.5.1.2 Alteraciones químicas

Por alteraciones de carácter químico se entienden todas aquellas variaciones que se producen en la composición química de un vidrio como consecuencia de una serie de fenómenos relacionados con su entorno (fenómenos extrínsecos al material) y su propia composición (fenómenos intrínsecos al material) (Fernández Navarro, 2003).

En el caso de los vidrios de ventana romanos de la Bética las alteraciones químicas, que afectan sobre todo a la superficie de los fragmentos recuperados, son consecuencia de los procesos acaecidos en el medio de enterramiento, principalmente originados por la presencia de humedad.

Aunque los vidrios de ventana romanos de la Bética son vidrios de silicato sódico cálcico y, en consecuencia, se trata de un tipo de vidrio con una elevada durabilidad química, la continua presencia de agua durante el proceso postdeposicional termina originando alteraciones químicas en su superficie que con el tiempo pueden afectar a la integridad completa del fragmento de vidrio. El agua acaba adsorbiéndose en los grupos silanoles [$\equiv \text{Si} - \text{OH}$] de la superficie del vidrio a través de enlaces de hidrógeno, lo que hace que la red vítrea se abra y permita la entrada de moléculas de agua hacia capas más internas del vidrio (Davison, 2003: 175; Palomar Sanz, 2013: 4). Este proceso se llama ataque hidrolítico y origina en la superficie del vidrio la llamada capa de gel de sílice (Davison, 2003: 175). Dependiendo de si en el agua hay presencia de iones H^+ o OH^- se producirá un ataque ácido o alcalino, respectivamente (Palomar Sanz, 2013: 4). El ataque ácido genera el intercambio iónico entre los iones alcalinos del vidrio y los iones hidrógeno, mientras que el ataque básico o alcalino acaba provocando la ruptura completa de la red vítrea (Davison, 2003: 174; Pilosi, Wypyski, 2002: 102; Palomar Sanz, 2013: 7).

Las irregularidades en la superficie de los materiales, como consecuencia de algunos procesos de elaboración o deterioro del material, pueden crear, a su vez, zonas puntuales de acumulación de humedad o de soluciones con un pH elevado, que no se renuevan con tanta rapidez como en otras áreas, originando puntos de corrosión preferente que acaban formando *picaduras* y después *cráteres* (Pilosi, Wypyski, 2002: 102).

La capa de gel de sílice está constituida por pequeñas y delgadas láminas formadas, principalmente, por sílice hidratada (Cox, Ford, 1993: 5641). La superposición de las distintas láminas produce la difracción de la luz al incidir sobre ellas y da lugar a un fenómeno óptico conocido como iridiscencia (Davison, 2003: 183). Esta capa de gel de sílice puede actuar, además, como sistema de protección frente a la entrada de nuevos iones hidrógeno al interior de la masa de vidrio (Pilosi,

Wypyski, 2002: 102). No obstante, su consistencia es débil y se desprende con facilidad cuando los objetos de vidrio son manipulados.

Dependiendo del grado de degradación que presentan los vidrios también pueden clasificarse en diferentes categorías (Hench, 1982: C9-627; Davison, 2003: 102; Palomar Sanz, 2013: 8). De manera general, todos los vidrios de ventana estudiados se clasifican dentro del *tipo II* de degradación, característica de los vidrios de silicato sódico cálcicos. Este tipo se caracteriza por la formación de un estrato superficial enriquecido en sílice sobre el cuerpo del vidrio original (Hench, 1982: C9-627; Davison, 2003: 102; Palomar Sanz, 2013: 8). Afortunadamente el medio en el que se han encontrado depositados los fragmentos de vidrio de ventana de la Bética ha permitido una renovación continuada de la humedad, lo que ha impedido el incremento del pH del suelo y, con ello, un deterioro mayor de estos materiales.

El fenómeno de iridiscencia es visible en la mayoría de los casos estudiados, aunque la conservación de los estratos de corrosión del vidrio es variable dependiendo del tratamiento que han recibido los materiales tras su hallazgo. En el caso de los fragmentos de vidrio recuperados en el yacimiento de Torreparedones aún son perceptibles las capas de alteración, algunas de las cuales se han desprendido de muchos de los fragmentos debido a la manipulación y al roce provocado por el almacenaje de más de un fragmento en el mismo contenedor. En otros yacimientos, como en el de la *villa* de Ronda del Marrubial o *Cortalago*, los vidrios se han sometido claramente a algún tratamiento de limpieza mecánico-manual. Para conocer en profundidad todos estos fenómenos en el conjunto de vidrios estudiados, se procedió al muestreo de una serie de fragmentos y a su observación mediante microscopía electrónica de barrido convencional (MEB), microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (MEBEC) y microanálisis mediante espectrometría de dispersión de energías de rayos X (EDS). Los resultados se exponen a continuación.

IV.5.2 Observación y microanálisis del estado de conservación

Para conocer la incidencia de los procesos de deterioro de los vidrios de ventana romanos de la Bética se seleccionó un pequeño conjunto de 15 fragmentos (Tabla 8).

De cada uno de estos fragmentos se obtuvo una sección mediante corte con disco de diamante. Las secciones se embutieron en resina polimérica en probetas de 3 cm de diámetro que posteriormente se pulieron a espejo con óxido de cerio en suspensión.

Tabla 8. Muestras seleccionadas del conjunto de vidrios de ventana romano de la Bética para su observación mediante MEBEC y su microanálisis EDS.

Nº de muestra	Nomenclatura	Yacimiento	Cronología
1	TO_250		
2	TO_17	Torreparedones (Baena, Córdoba)	II-III d.C.
3	TO_173		
4	HE_17		
5	HE_27	Termas de Herrera (Sevilla)	II-IV d.C.
6	HE_11		
7	AC_40		
8	AC_23	<i>Acinipo</i> (Ronda, Málaga)	I-V d.C.
9	AC_52		
10	AL_13	<i>Villa Santa Rosa</i> -Córdoba	III-V d.C.
11	CER_12	Cercadilla-Córdoba	I-VII d.C.
12	VIC_01	Paseo Victoria y Tejón y Marín-Córdoba	Imperial
13	MA_84	Ronda del Marrubial-Córdoba	I-IV d.C.
14	MA_173	Ronda del Marrubial-Córdoba	I-IV d.C.
15	COR_69	<i>Cortalago</i> (Minas de Riotinto, Huelva)	I-II d.C.

Las muestras, recubiertas con carbono como medio conductor (vaporizadas en un equipo JEOL JEE4b), se observaron mediante microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (MEBEC) con un equipo de cátodo frío Hitachi modelo S-4800, trabajando con tensiones de aceleración de 15 kV, del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM-CSIC, Madrid). En algunas de las zonas observadas se realizaron microanálisis EDS con un espectrómetro acoplado al microscopio Oxford X-Max de 20 mm² con resolución de 125 eV (Mg K α). Los

resultados semicuantitativos de los microanálisis EDS se obtuvieron mediante el sistema de corrección ZAF y se expresaron en % en peso en óxidos para los siguientes elementos: sodio (Na), magnesio (Mg), aluminio (Al), silicio (Si), fósforo (P), cloro (Cl), potasio (K), calcio (Ca), titanio (Ti), manganeso (Mn), hierro (Fe), cobre (Cu) y antimonio (Sb).

En el caso de los ejemplos de la *villa* de Ronda del Marrubial, se realizó una observación previa de las superficies de tres muestras mediante microscopía electrónica de barrido convencional (MEB) (Velo Gala, 2016) (Tabla 9). Esta observación se efectuó con un microscopio Hitachi S-510 equipado con un espectrómetro EDS (Edwin de Röntec), con tensión de aceleración de 25 kV. Como en el caso anterior, las muestras se recubrieron con carbono como medio conductor (vaporizadas en un equipo POLARON CC7650). Este trabajo se realizó en el Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada (CIC) (Granada).

Tabla 9. Muestras seleccionadas del conjunto de vidrios de ventana romano de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba) para la observación y microanálisis de su superficie mediante MEB.

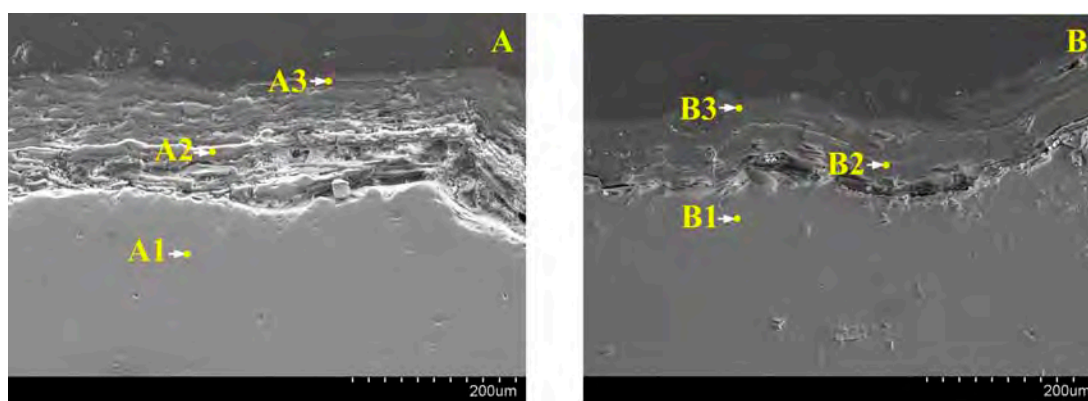
Nº de muestra	Nomenclatura	Yacimiento	Cronología
16	MA_158	Ronda del Marrubial-Córdoba	I-IV d.C.
17	MA_129		
18	MA_214		

IV.5.3 Resultados obtenidos

Solo dos de las muestras estudiadas (TO_250 y CER_12) conservaban las características capas de degradación de un vidrio enterrado. En la mayoría de las muestras (TO_17, HE_17, HE_11, AC_40, AC_23, AC_52, AL_13, MA_84 y MA_173) solo se observaron restos parciales de dichas capas, mientras que las cuatro muestras restantes (TO_173, HE_27, VIC_01 y COR_69) no presentaron restos correspondientes a estas capas de degradación.

La pérdida de estas capas se debe principalmente, como ya se mencionó anteriormente, a dos factores: el cambio brusco de las condiciones ambientales en las que se encontraban los vidrios cuando permanecían enterrados, que ha provocado un desprendimiento de las mismas; y los tratamientos de limpieza mecánico-manual, a veces muy agresivos, a los que se someten los materiales arqueológicos en el momento previo a su almacenamiento.

En las muestras en las que se han podido observar las capas de degradación, ejemplos de Torreparedones (TO_250) y Cercadilla (CER_12), estas presentan un espesor de entre 60 y 140 μm , siendo siempre muy inferiores al espesor del cuerpo del vidrio conservado (Fig. 199). Esto se debe, en gran medida, al espesor que de manera habitual presentan los vidrios de ventana romanos elaborados por colada. Esta característica, junto con la composición química, ha garantizado la conservación de una parte importante del material original. En la muestra 1 (TO_250) la capa de gel de sílice alcanza aproximadamente 140 μm en su lado brillante, mientras que en la muestra 11 (CER_12) se sitúa en torno a 100 μm .



≅	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cl ⁻	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃
A1	15,5	0,6	2,1	71,2	0,1	1,1	0,5	7,5	1,2	0,1
A2	7,6	1,2	5,3	74,9	1,0	0,7	1,4	6,6	---	1,4
A3	0,9	0,4	9,1	82,5	0,1	0,4	2,1	4,1	---	0,4
B1	16,0	0,4	2,5	70,1	---	1,1	0,6	7,6	0,9	0,8
B2	0,9	1,9	9,9	76,3	0,3	0,6	1,6	7,7	0,3	0,5
B3	1,2	0,9	10,8	80,4	---	0,1	1,5	5,1	---	---

Fig. 199. Imágenes de MEBC de las capas de degradación del lado brillante de los vidrios de la muestra 1 Torreparedones (TO_250) (A) y muestra 11 Cercadilla (CER_12) (B). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de cada una de las muestras (--- no determinado).

Los microanálisis EDS mostraron que los contenidos de óxidos de sodio (Na_2O) y de calcio (CaO) disminuyen de forma considerable con respecto al cuerpo del vidrio en la muestra 1 (Fig. 199, análisis A1-A3) (0,9 y 4,1 % en peso, respectivamente, en la capa más externa frente a 15,5 y 7,6 % en peso, respectivamente, en el cuerpo del vidrio), mientras que se produce un enriquecimiento relativo de los óxidos de silicio (SiO_2), aluminio (Al_2O_3) y hierro (Fe_2O_3) (82,5, 9,1 y 0,4 % en peso, respectivamente, en la capa más externa frente a 71,2, 2,1 y 0,1 % en peso, respectivamente, en el cuerpo del vidrio). Estos datos indican, por tanto, un vidrio bastante alterado y con un grado elevado de desalcalinización superficial, en el que se ha formado una capa de gel de sílice. La muestra 11 en su lado brillante proporcionó unos datos muy similares a los obtenidos en la muestra 1 (ver Fig. 199, análisis B1-B3).

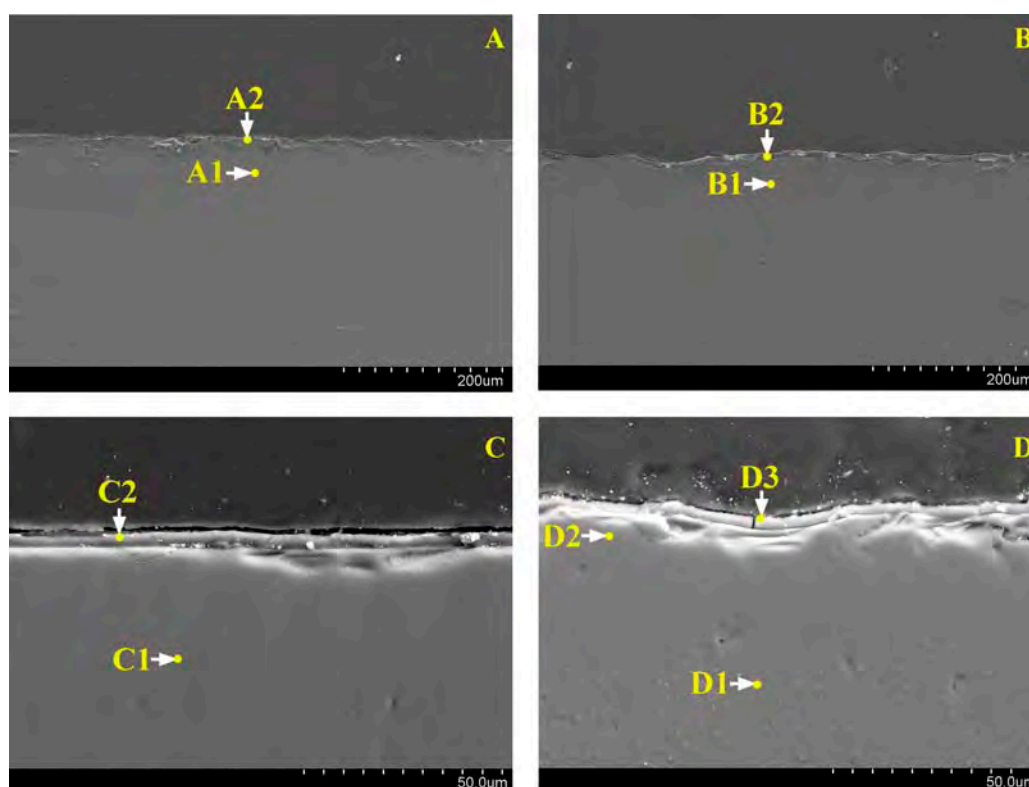


Análisis	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	Cl	K_2O	CaO	MnO	Fe_2O_3
A1	17,0	0,3	2,5	68,6	---	1,1	0,6	7,9	1,6	0,4
A2	2,8	0,8	10,7	80,2	---	0,2	2,0	2,8	0,5	---
A3	2,7	0,6	11,1	80,5	---	0,2	1,7	3,0	---	0,2
A4	3,6	0,1	11,7	78,9	0,4	0,1	1,8	2,3	0,1	1,0

Fig. 200. Imagen de MEBEC de las capas de degradación del lado mate de un fragmento de vidrio procedente del yacimiento de Cercadilla (Córdoba) (muestra 11). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de la muestra (--- no determinado).

En el lado mate de estas muestras también se observaron varias capas de degradación. En la muestra 11 (CER_12) estas capas alcanzan alrededor de 60 μm de espesor y entre ellas se aprecian algunos depósitos de suciedad y tierra procedentes de

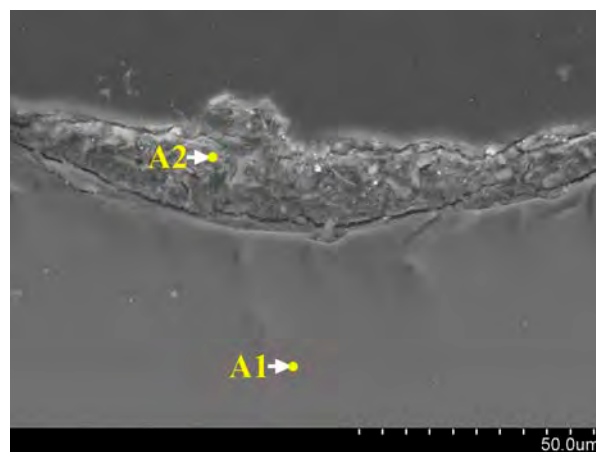
los contextos de enterramiento (Fig. 200). Por lo demás, los microanálisis EDS realizados en estas capas mostraron, al igual que en el lado brillante, un vidrio alterado con bastante desalcalinización superficial, como indican los bajos porcentajes de óxido de sodio (Na_2O ; 3,6 % en peso) y el enriquecimiento relativo de los óxidos de silicio (SiO_2 ; 78,9 % en peso), aluminio (Al_2O_3 ; 11,7 % en peso) y hierro (Fe_2O_3 ; 1,0 % en peso) (Fig. 200, análisis A1-A4).



Análisis	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	Cl^-	K_2O	CaO	MnO	Fe_2O_3
A1	11,5	0,3	2,3	75,2	0,2	1,0	0,5	7,3	1,6	0,1
A2	2,0	0,9	4,0	78,1	3,7	1,6	2,8	4,6	0,6	1,8
B1	15,0	0,6	2,4	70,7	---	0,8	0,7	8,1	1,6	0,1
B2	4,1	0,6	4,8	54,4	3,3	3,0	0,4	27,8	---	1,7
C1	15,2	0,7	2,1	71,0	---	1,0	0,7	7,2	1,5	0,6
C2	4,5	0,3	9,9	75,9	0,8	0,8	3,8	3,1	---	0,9
D1	14,6	0,4	1,9	71,2	0,4	0,9	0,4	8,0	1,5	0,7
D2	14,5	0,5	2,1	72,0	---	1,0	0,6	7,8	1,3	0,2
D3	4,7	1,1	7,6	79,4	0,9	0,6	2,4	2,8	0,2	0,3

Fig. 201. Imágenes de MEBC de las capas de los vidrios: (A) lado mate de la muestra 2 (TO_17); (B) lado brillante de la muestra 6 (HE_11); (C) lado mate de la muestra 13 (MA_84) y (D) lado brillante de la muestra 14 (MA_173). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de cada una de las muestras (--- no determinado).

En aquellas muestras donde las capas de degradación se han conservado de manera parcial (Fig. 201), estas forman una pequeña lámina más o menos uniforme. En otros casos solo se observan de manera localizada en algunas irregularidades de la superficie. Esto se debe a que no han sufrido la misma erosión a la que han sido sometidas aquellas partes más planas durante los procesos de limpieza. Estas zonas presentan una composición química similar a los ejemplos anteriormente mencionados. Las capas de degradación tienen un contenido inferior en óxidos de sodio (Na_2O) y calcio (CaO), mientras que otros como el óxido de silicio (SiO_2) y el óxido de aluminio (Al_2O_3) se incrementan (ver Fig. 201, análisis A1-A2, B1-B2, C1-C2, D1-D3), lo cual también indica una importante desalcalinización de la superficie.



Análisis	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	Cl^-	K_2O	CaO	MnO	Fe_2O_3
A1	14,8	0,6	2,5	71,1	---	0,8	1,2	7,6	1,3	0,1
A2	1,0	2,8	15,2	44,7	2,2	0,4	2,4	25,1	0,8	5,4

Fig. 202. Imagen de MEBC de los depósitos carbonatados en la superficie brillante de un fragmento de vidrio procedente del yacimiento de *Acinipo* (Ronda, Málaga), muestra 8 (AC_23). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de la muestra (--- no determinado).

Los microanálisis EDS efectuados en algunas zonas muy superficiales, como por ejemplo en el caso de la muestra 6 (HE_11) (Fig. 201.B), indican la presencia de costras carbonatadas debido al elevado porcentaje de óxido de calcio (CaO ; 25,1 % en peso). Estos depósitos calcáreos, que también están compuestos por otros óxidos (p. ej. SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3) procedentes del sedimento en el que el vidrio permaneció

enterrado, son visibles en algunas irregularidades de algunos fragmentos analizados, como sucede en la muestra 8 (AC_23) (Fig. 202).

A través de MEB convencional también es posible observar algunas de las patologías que afectan a las capas de degradación, como fisuras y grietas, que favorecen el desprendimiento de estas capas en los vidrios recuperados. Una vista de la superficie de uno de los fragmentos de vidrio de ventana de la *villa* de Ronda del Marrubial (MA_214), permite observar la superposición de estas pequeñas láminas, junto con las grietas y fisuras presentes (Fig. 203.A). En el caso de las muestras analizadas en sección, las grietas son perceptibles en algunos de los ejemplos, afectando a todo el espesor de la capa conservada (HE_11) (Fig. 203.B). En otras puede observarse cómo estas grietas se localizan entre las zonas alteradas y la matriz del vidrio. Esta morfología se corresponde con la presencia de una capa de gel de sílice, como se ha apuntado anteriormente en los análisis en sección de las muestras 1 (TO_250) y 11 (CER_11).

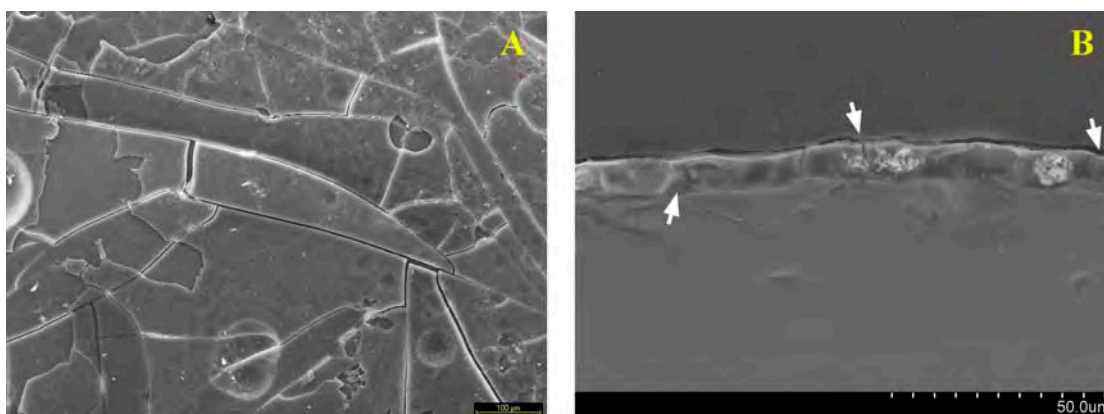


Fig. 203. (A) Imagen de MEB convencional de la superficie de las capas de degradación de uno de los fragmentos de vidrio recuperados en la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba), muestra 18 (MA_214); (B) vista en sección de las grietas y fisuras (señaladas con flechas blancas) en la capa de degradación de otro fragmento de esta tipología de las termas romanas de Herrera (Sevilla) (HE_11).

En la muestra 1 (TO_250) (Fig. 204), la presencia de pequeñas grietas que podrían asemejarse a lo que Davison (2003) llama grietas *tipo pluma*, posiblemente formadas durante la fase de abandono y enterramiento de los materiales, ha provocado una concentración de la humedad en estos puntos. Se observa una capa de degradación de láminas paralelas que siguen la longitud de la grieta. En otras áreas, la proximidad

de estas y un avance del deterioro han provocado la formación de láminas de mayor complejidad. Estas capas de degradación se generaron en una fase previa a las que cubren las superficies del vidrio, tal como se deduce de la presencia de las láminas superficiales sobre aquellas que se disponen en torno a la fisura. El escaso intercambio de humedad en estas zonas habría provocado un aumento del pH y un avance del deterioro en las mismas, más acelerado respecto al de otras zonas del vidrio.

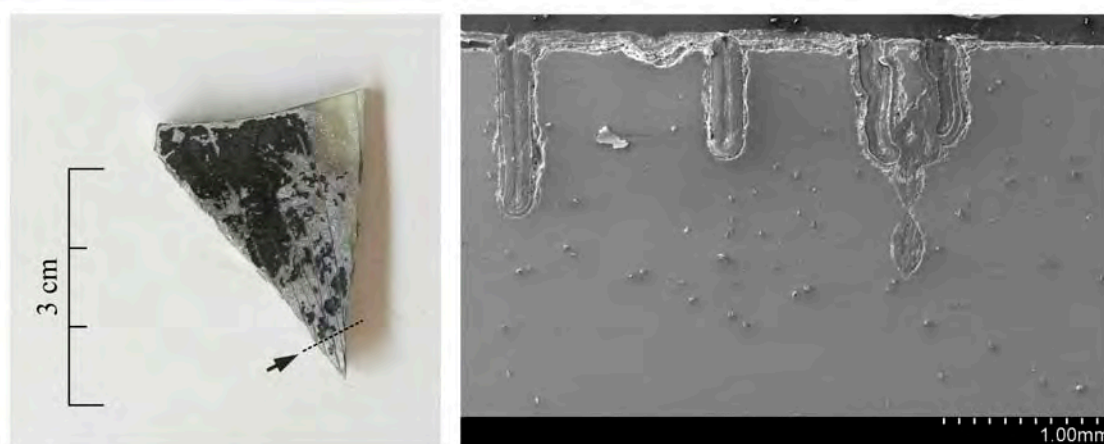
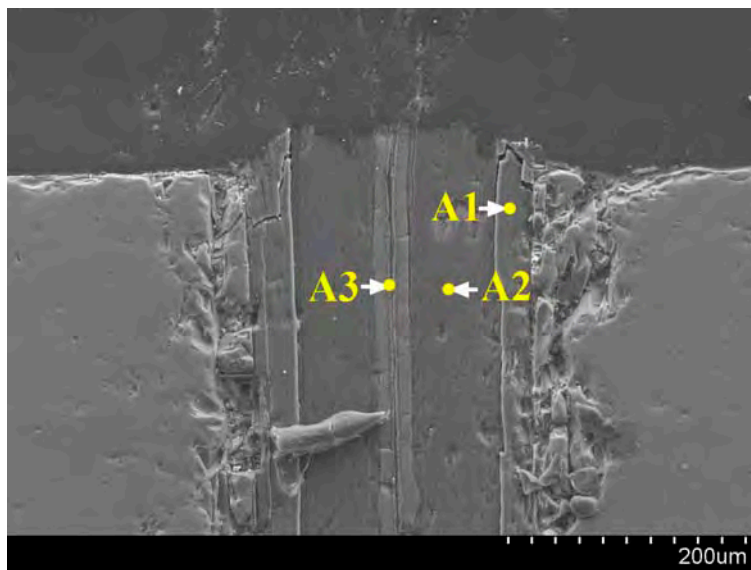


Fig. 204. (Izq.) Fotografía del fragmento de vidrio de ventana romano del yacimiento de Torreparedones en donde se indica la sección analizada; (dcha.) e imagen MEBEC de la muestra en sección (TO_250).

Los microanálisis EDS efectuados en distintos lugares correspondientes a una de estas grietas indican una gran disminución del óxido de sodio (Na_2O) y el relativo aumento de los óxidos de silicio (SiO_2) y aluminio (Al_2O_3), similar al de las zonas de degradación situadas en las áreas exteriores del vidrio (Fig. 205, análisis A1-A2). Por el contrario, en la parte central de esta fisura se observan unas láminas muy delgadas perpendiculares a la superficie cuya composición química (Fig. 205, análisis A3) se caracteriza por la elevada concentración de óxidos de manganeso (MnO ; 34,9 % en peso) y hierro (Fe_2O_3 ; 10,1 % en peso), lo cual podría indicar, o bien una migración de estos óxidos desde el interior del vidrio, un fenómeno conocido en vidrios romanos (Schalm *et al.*, 2011), o bien que fueran un aporte externo procedente del sedimento de enterramiento.



Análisis	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cl ⁻	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃
A1	1,0	0,7	7,5	85,5	0,1	0,1	1,8	3,2	---	0,1
A2	1,0	1,2	8,6	80,2	---	0,5	1,9	5,9	0,5	0,2
A3	0,8	0,8	4,5	38,1	0,9	0,7	1,0	8,0	34,9	10,1

Fig. 205. Imagen de MEBEC de las capas de degradación en una fisura de tipo *pluma* de un fragmento de vidrio de ventana romano procedente del yacimiento de Torreparedones (Baena, Córdoba), muestra 1 (TO_250). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de la muestra (--- no determinado).

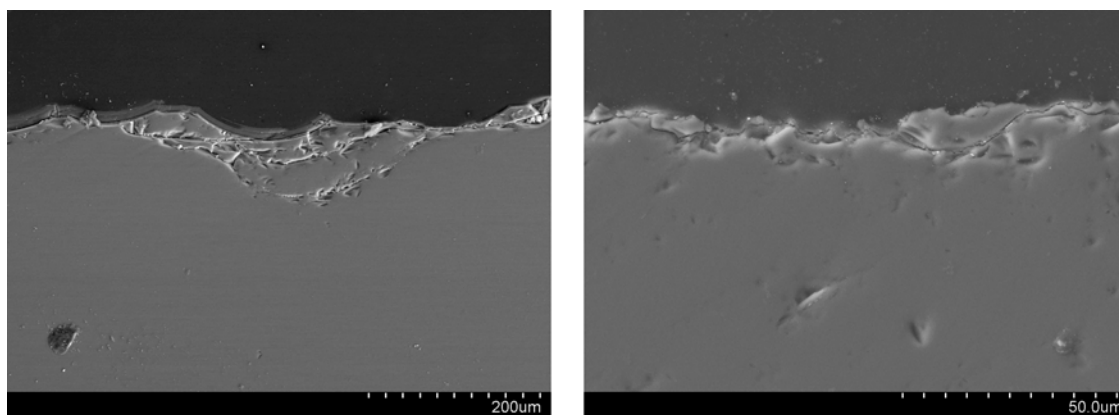
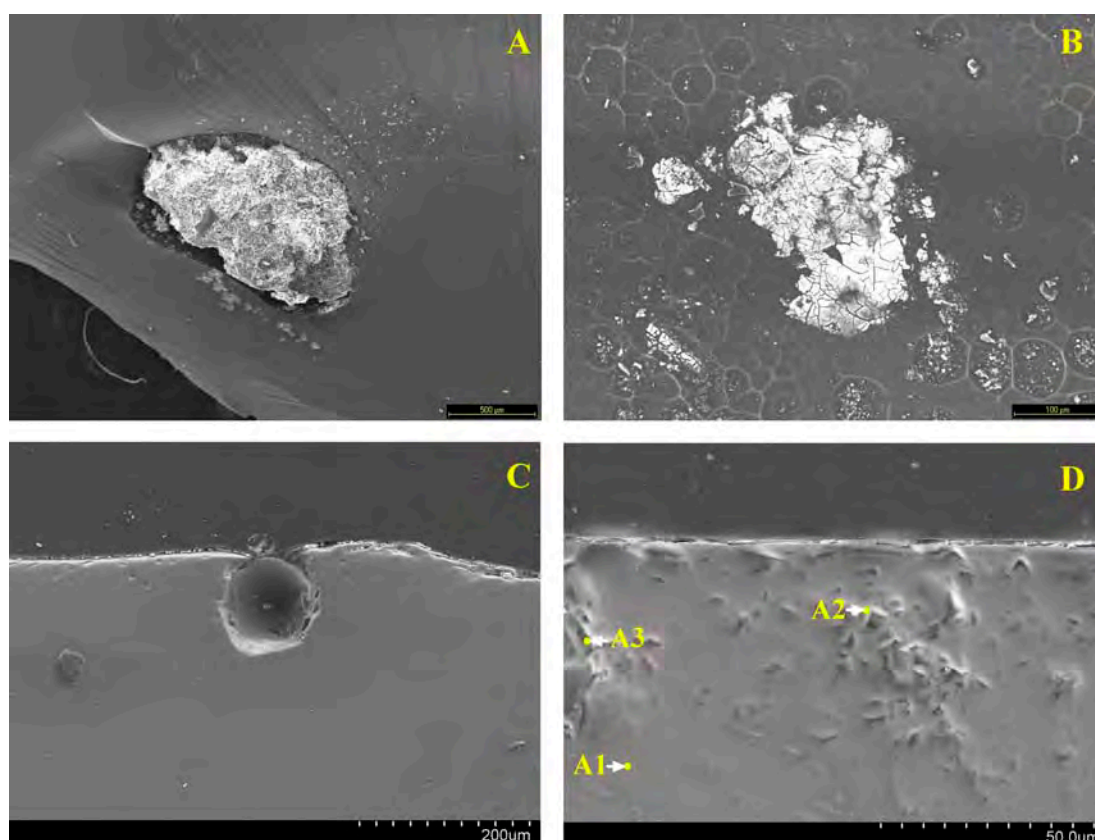


Fig. 206. Imágenes de MEBEC que muestran los daños en la superficie de algunos vidrios de ventana romanos de la Bética generados, posiblemente, por los tratamientos de limpieza mecánico-manual, muestras 9 (AC_52) y 15 (COR_69).

Respecto a los procesos de limpieza mecánico-manual aplicados en algunos de los fragmentos estudiados, se puede comprobar que estos procesos de limpieza tan

agresivos han generado una serie de micro-fracturas, fisuras e irregularidades a nivel microscópico en la superficie de los vidrios (Fig. 206). Este proceso no solo conlleva la pérdida de las capas de degradación sino que, además, origina puntos de ataque preferencial para el desarrollo de un fenómeno de corrosión puntual y deja desnuda la superficie para que se inicie de nuevo su degradación, si las condiciones de humedad y temperatura no son las adecuadas para su conservación futura.



Análisis	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cl ⁻	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃
A1	14,3	0,8	1,9	72,2	0,1	1,0	0,5	7,1	1,6	0,5
A2	13,0	0,5	1,8	71,8	---	1,4	0,5	8,7	1,8	0,5
A3	11,6	0,6	2,1	74,1	---	0,9	0,4	8,0	1,7	0,6

Fig. 207. (A y B) Imágenes de MEB convencional de infundidos en la masa del vidrio recuperado en la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba), muestras 16 (MA_158) y 17 (MA_129); (C) imagen de MEBC de una burbuja de aire en la masa del vidrio de uno de los fragmentos procedente de las termas de Herrera, Sevilla, muestra 6 (HE_11); (D) imagen de MEBC de la microestructura presente en la masa del vidrio de uno de los fragmentos de la *villa* de Ronda del Marrubial (Córdoba), muestra 14 (MA_173). Se adjunta una tabla con los resultados de los microanálisis EDS (% en peso) realizados en varias zonas de la muestra 14 (--- no determinado).

Las observaciones mediante MEB y MEBEC, además de permitir la caracterización de los procesos de degradación del vidrio de ventana romano de la Bética, han facilitado el examen de algunas de las características del cuerpo del vidrio de los fragmentos estudiados. Aunque, de manera general, las muestras analizadas revelan una gran homogeneidad en la masa del vidrio, en algunos de los ejemplos se han constatado algunas irregularidades. En las observaciones de superficie se han identificado algunos infundidos, que suelen ser bastante habituales en esta clase de vidrios (MA_158 y MA_129) (Fig. 207.A y 207.B), mientras que en algunas de las muestras examinadas en sección se observó la presencia de burbujas de aire (HE_11) (Fig. 207.C). Los infundidos sugieren una fusión deficiente de la mezcla vitrificable, mientras que la presencia de burbujas se relaciona con un mal afinado de la misma.

Por último, en el cuerpo del vidrio de la muestra 14 (MA_173) se apreció una microestructura compuesta por una serie de partículas de aspecto cristalino, distribuidas de manera generalizada por todo el campo observado de la sección del vidrio (Fig. 207.D). Los microanálisis EDS efectuados tanto en el cuerpo del vidrio (Fig. 207.D, análisis A1) como en una de estas partículas (Fig. 207.D, análisis A2-A3), dieron como resultado una composición química muy similar, compatible con un vidrio de silicato sódico cálcico de base natrón (MgO y K_2O por debajo de 1,0 % en peso) en el que probablemente se empleó manganeso como decolorante (MnO entre 1,6 y 1,8 % en peso). Por tanto, dichas partículas de aspecto cristalino no pueden relacionarse con ningún fenómeno de desvitrificación (Fernández Navarro, 2003) sino más bien, muy probablemente, con una mala homogeneización de la mezcla vitrificable.

El conjunto de vidrios de ventana romanos de la Bética estudiado mediante MEB/MEBEC/EDS ha permitido observar que la gran mayoría de los vidrios muestra un estado de conservación aceptable. Esto es debido a la composición química de estos materiales, su espesor y a las condiciones ambientales de los contextos de enterramiento. Sin embargo, hay una particularidad que se ha observado en casi todas las muestras: la pérdida de las capas de degradación.

Los tratamientos de limpieza excesivamente agresivos y los sistemas de almacenaje de estos materiales son los procesos responsables de que la gran mayoría de

los fragmentos se encuentren desprovistos de estas capas. Respecto a su preservación son diversas las opiniones existentes entre los especialistas dedicados a la conservación del vidrio antiguo.

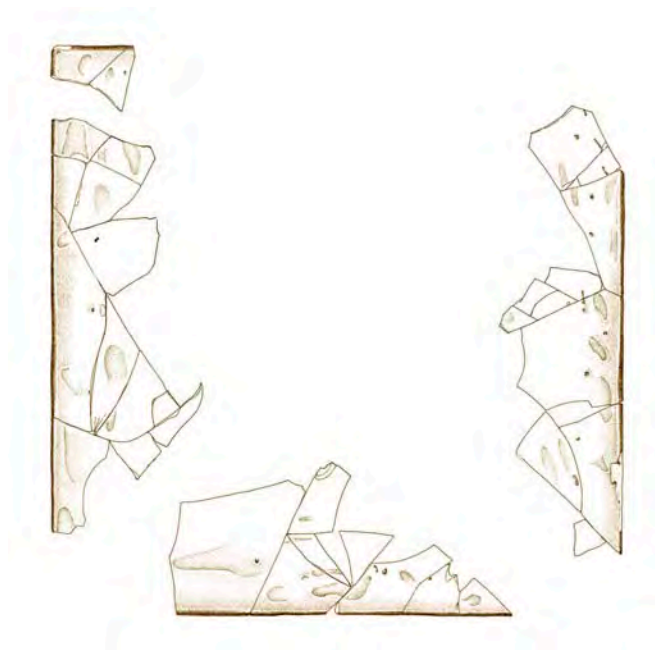
Algunos investigadores consideran que estas capas obstaculizan la legibilidad de estos objetos, además de propiciar nuevos ataques químicos por la higroscopicidad de las mismas (Barrio Martín, 2003); mientras que otros abogan por su preservación, ya que no solo forman parte del objeto arqueológico sino que también contribuyen a protegerlo de posteriores degradaciones. Efectivamente, en vidrios que se encuentran expuestos en algunos museos y colecciones, las capas oscuras pueden alterar la percepción real de estos objetos, sobre todo en aquellos destinados al cierre de vanos de ventana, en los que la “transparencia” era uno de los valores más destacados de esta clase de materiales (Koob, 2006). Asimismo, estas capas dificultan el estudio de las características de la masa del vidrio (burbujas, color e infundidos). Sin embargo, la retirada de estas capas conlleva una pérdida de datos arqueológicos de gran importancia (Koob, 2006). En primer lugar, muchos de los restos en superficie, relacionados con los morteros o masillas de sellado, no se estudian y se eliminan de las superficies junto con la suciedad y las costras carbonatadas, a veces confundidos con esta clase de depósitos. Además de todo ello, las capas de degradación constituyen un elemento de interés en el vidrio de ventana romano, puesto que reproducen la superficie del vidrio. En el caso del vidrio elaborado por colada, las improntas detectadas permiten investigar cuestiones relacionadas con las superficies de trabajo sobre las que se elaboraron los paneles y las herramientas utilizadas en estos procesos. Estos datos son imprescindibles para distinguir estos paneles de otros efectuados mediante otras técnicas. En el caso del conjunto de vidrios estudiados la pérdida de estas capas de degradación ha causado una disminución de la definición de estas improntas, aunque no una pérdida completa de la información.

Sin embargo, como se ha podido comprobar en la mayoría de los vidrios estudiados, estas piezas se someten, una vez exhumadas, a tratamientos a veces muy agresivos de limpieza no controlada. El agua, desencadenante de los procesos de degradación química del vidrio, suele ser el medio de limpieza más empleado para estos materiales. Así, se ha podido observar que algunos de estos procesos no solo han

eliminado las capas degradadas, que habrían actuado como agente de protección, sino que además han originado otros puntos de deterioro en las superficies originales que podrían convertirse en puntos de ataque preferencial de alteraciones futuras.

El estado de conservación de los vidrios, las causas que provocaron estas patologías y su almacenamiento serán factores imprescindibles para determinar las pautas de actuación para una correcta conservación y exposición de estos materiales (ver Anexo II).

V. CONCLUSIONES



El estudio de un extenso conjunto de fragmentos de vidrio de ventana de época romana procedentes de diversos yacimientos situados en una de las provincias más occidentales y romanizadas del Imperio, la Bética, ha permitido alcanzar los objetivos propuestos al inicio de la presente Tesis Doctoral. Entonces se indicaba la estricta necesidad de promover y ampliar investigaciones en materiales como el vidrio, que, a pesar de la importante información que aportan sobre el conocimiento de las sociedades del pasado, han permanecido relegados a un segundo plano. Concretamente, el vidrio de ventana, además de ser una tipología poco conocida, permite la aproximación a aspectos relacionados con la arquitectura y con el comercio, distribución y producción de esta clase de objetos.

Debido a esta destacada ausencia en el conocimiento del vidrio de ventana romano de la Bética, este trabajo ha permitido extraer una serie de conclusiones relevantes que abarcan una amplia variedad de aspectos. Por este motivo, se han agrupado en los siguientes bloques temáticos:

- Metodología y procedimiento
- Contexto
- Tecnología y producción
- Composición química, color y posible procedencia del vidrio empleado en la elaboración de los paneles de la Bética
- Estado de conservación de los vidrios de ventana romanos estudiados

Metodología y procedimiento

La identificación de vidrio de ventana en varios yacimientos de la Bética indica la proyección de una serie de innovaciones constructivas, que surgieron durante este

periodo en la península itálica, hasta una de las provincias más occidentales del Imperio, independientemente de la climatología de estas áreas geográficas. El hallazgo de esta clase de vidrios ha permitido obtener una imagen más aproximada de la fisionomía de los edificios de este periodo en la Bética, pero también ha facilitado comprender determinados aspectos funcionales y sociales que indujeron a la instalación de esta clase de materiales en los vanos de las construcciones. Algunas particularidades, relacionadas con la presencia del vidrio en espacios concretos o vinculados con los momentos de mayor desarrollo urbanístico de los yacimientos, han revelado que se trata de materiales destinados a proveer una imagen de progreso y poder adquisitivo. Estos datos demuestran que el vidrio de ventana poseía una multiplicidad de valores para la población de ese momento, a diferencia de los vidrios de ventana actuales destinados a un uso meramente funcional. Estos testimonios muestran, a su vez, que no solo la vajilla de vidrio se fabricó en los talleres vidrieros secundarios de la Bética, sino que, además, debió existir una intensa red comercial que abastecía del vidrio necesario para la elaboración de esta clase de productos, constituyendo, de este modo, una parte importante de la economía de este periodo.

Para entender y abordar todas estas cuestiones son varias las fuentes que se han utilizado en este trabajo. Aunque los datos más relevantes proceden de los hallazgos arqueológicos, los textos clásicos y la epigrafía son fuentes que se han considerado de interés general para el estudio de esta clase de materiales. En numerosas ocasiones las menciones efectuadas por los autores no son claras respecto a si se trata de vidrio de uso arquitectónico u otros minerales empleados con la misma finalidad. No obstante, puesto que su uso fue común, indican una información importante respecto a sus aplicaciones, considerando que en la mayoría de los yacimientos las construcciones se conservan a cotas escasas respecto el nivel del suelo.

En el campo referente a la plástica romana, la pintura y la musivaria aportan, con diferencia, una mayor información sobre la instalación de estos paneles. Algunos trabajos publicados referentes al vidrio de ventana indican que su primera representación pictórica se sitúa en el siglo IV d.C.; las nuevas investigaciones realizadas en esta Tesis Doctoral han demostrado la existencia de ejemplos anteriores. El caso más destacado es el de una pintura mural procedente del área vesubiana que,

según su estilo, está datada a finales del siglo I a.C. Otro ejemplo más tardío, que alude claramente al vidrio de ventana y que, además, procede del ámbito hispano, se ha localizado en una representación musivaria de la escena de Aquiles en Esciros. Este mosaico decoraba un pavimento de la conocida como *villa* de La Olmeda. El análisis de todas estas representaciones ha revelado algunos aspectos de gran interés para el conocimiento de los lugares de instalación de los vidrios de ventana y del valor, tanto estético como funcional, que poseían estos materiales.

En lo que respecta a los hallazgos arqueológicos, se ha estudiado un conjunto de 918 fragmentos de vidrio de ventana, identificados entre los materiales recuperados de algunos yacimientos arqueológicos de la Bética: *Acinipo*, *Carmo*, *Astigi*, conjunto termal de Herrera, *Cortalago*, Torreparedones y *colonia Patricia Corduba*. Este trabajo se ha abordado a través de dos aproximaciones complementarias: el análisis morfológico-contextual y la caracterización arqueométrica. El procedimiento aplicado ha demostrado ser eficaz para el estudio de esta clase de materiales. Dados los buenos resultados obtenidos, este procedimiento es susceptible de poder utilizarse en el estudio del vidrio de ventana de otras regiones y/o cronologías.

Contexto

La identificación de los vidrios de ventana estudiados en esta Tesis Doctoral confirma la amplia presencia de este tipo de cerramiento en la arquitectura romana de esta provincia occidental y, en general, en el ámbito de *Hispania*.

Aunque frecuentemente los paneles de vidrio de ventana se han documentado descontextualizados, a veces se recuperaron próximos al lugar donde se instalaron. Al igual que sucede en otras partes del Imperio, los casos béticos indican que los paneles de vidrio se emplearon como sistema de cierre de vanos tanto en edificaciones públicas como privadas. En relación con las primeras, como cabría esperar, muchos de los ejemplos se vinculan con las estancias caldeadas de edificios termales. El empleo de vidrio en estas salas permitía una iluminación adecuada, un buen mantenimiento de la temperatura y un ahorro de combustible. No obstante, un importante conjunto de fragmentos apareció en contextos relacionados con una curia, siendo este el único caso

documentado en *Hispania*. Es en estos contextos donde también se recuperaron los fragmentos pertenecientes al primer panel de vidrio hemisférico conocido en la Bética. En ambos casos el vidrio se ofrecía como un material óptimo para mejorar el desarrollo de las actividades que ejercía la sociedad en estos lugares.

En cambio, en la esfera privada predominan los ejemplos procedentes de *villae*, aunque también destaca su presencia en algunas *domus*. Nuevamente estos materiales aparecen en ámbitos termales privados, aunque la mayoría de los fragmentos se vincula a otros espacios en los que el propietario mostraba su poder adquisitivo, como los *triclinia*. Únicamente se ha identificado esta tipología de vidrio en la zona de la *pars rustica* de *villae* en los yacimientos de *Iesso* y en una construcción periurbana en la capital de la Bética.

El análisis de los contextos de hallazgo de los materiales indica que la cronología del vidrio de ventana romano en la Bética se extiende entre los siglos I y V d.C., coincidiendo con la información aportada por otros vidrios recuperados en otras provincias hispanas. Muchos de los ejemplos se asocian al momento de mayor esplendor de estos asentamientos, en los que se produce una importante transformación y monumentalización de las ciudades.

Tecnología y producción

Tres fueron las principales técnicas utilizadas para la obtención de paneles de vidrio de ventana en la Antigüedad: colado y posterior estirado, soplado en cilindros o “manchones” y soplado en coronas o “cibas”. Todos los ejemplos de la Bética documentados y estudiados fueron elaborados a partir de la primera de estas técnicas, un procedimiento que se atribuye a los primeros vidrios de ventana. Como resultado de este proceso los paneles presentan un elevado espesor, huellas de las herramientas utilizadas en el estirado de la masa de vidrio y un lado brillante y otro mate, este último generado por la impronta de la superficie de trabajo. Además, de la observación de los perfiles se puede deducir que algunos de ellos se elaboraron mediante una única colada, mientras que otros precisaron de un número mayor de vertidos.

Pequeñas variaciones en la composición química en las dos capas de vertido de un fragmento de vidrio de ventana de la capital de la Bética, confirman la necesidad del uso de varios crisoles de vidrio fundido en algunos casos. Por otro lado, la concentración de óxido de manganeso, adicionado a la masa como agente decolorante, indicaría también la posibilidad de que la decoloración del vidrio fuese un proceso efectuado en los talleres vidrieros secundarios, donde se obtenían la mayoría de estos objetos de uso cotidiano.

Aunque los primeros ejemplos de paneles de vidrio de ventana elaborados por soplado en cilindros se fechan a finales del siglo II d.C., esta técnica irrumpe con fuerza a finales del siglo III o inicios del siglo IV d.C., siendo durante esta última centuria cuando se atestiguan también los paneles elaborados por soplado en corona. Generalmente, la presencia de vidrios de ventana elaborados por colada en contextos tardorromanos se atribuye a la reutilización de paneles de época altoimperial. No obstante, en el caso de la Bética se confirma que la técnica utilizada para los primeros vidrios predominó hasta el siglo V d.C. en esta provincia, debido a la presencia en estos contextos de vidrios de ventana elaborados por colada con composiciones tardorromanas y a una ausencia destacada en el registro arqueológico de ejemplos elaborados por soplado en cilindros.

En relación con los sistemas de instalación de los paneles en los edificios de época romana, se ha identificado una gran variedad de soluciones. Algunas de ellas, como la creación de un sistema de doble instalación de paneles de vidrio para evitar condensaciones, sugiere un avance técnico importante para la época. En relación con los vidrios de ventana de la Bética, son escasos los restos vinculados con este tipo de mecanismos. Se han recuperado algunas tiras de plomo, que podrían asociarse con la sujeción de los paneles a un marco o bastidor, junto con los fragmentos de vidrio de ventana de la *villa* de Ronda del Marrubial en la capital de la Bética. En otro caso, el hallazgo de restos de mortero y/o masilla de sellado para la instalación de los paneles en algunos de los fragmentos procedentes de la curia de Torreparedones, también determinó el interés de estos residuos para su caracterización química. Los análisis mediante difracción de rayos X (DRX) indicaron que se trataba de un mortero de cal

aérea con un árido escaso, suficiente para facilitar el fraguado de la mezcla y garantizar el sellado entre los paneles y el bastidor.

Composición química, color y posible procedencia del vidrio utilizado para la elaboración de los paneles estudiados de la Bética

La necesidad de determinar algunos de los aspectos tecnológicos, y la procedencia del vidrio empleado para la elaboración de los paneles, requirió la caracterización de la composición química de un conjunto de muestras seleccionadas entre los materiales estudiados. Su composición química indica que todos son vidrios de silicato sódico cálcico, en los que se empleó natrón mineral como fundente alcalino. Este tipo de composición es habitual entre los vidrios de época romana.

De manera común en el conjunto se detectó la existencia de bajas concentraciones de óxido de hierro. La escasa presencia de iones Fe^{2+}/Fe^{3+} y su equilibrio redox imparte el característico color azul-verdoso a la mayoría de vidrios analizados. Sin embargo, para minimizar este efecto y conseguir paneles de mayor transparencia los vidrieros añadieron, en la gran mayoría de los ejemplos estudiados, óxido de manganeso como agente decolorante. Dos de las muestras contenían bajas concentraciones de óxido de manganeso, debido a una menor adición de este componente o al reciclado de fragmentos de vidrio para su elaboración. Solo se ha detectado un único fragmento de vidrio decolorado con antimonio.

La comparación de los resultados de la composición química con los datos publicados sobre vidrios de época romana de similares características, sugiere que la mayoría del vidrio empleado en la Bética para la elaboración de vidrio de ventana se produjo en bruto en la costa sirio-palestina del Mediterráneo oriental. Únicamente el fragmento decolorado con antimonio coincide con composiciones características de vidrios procedentes de Egipto. Aunque no se descarta la posibilidad de que algunas de estas piezas fuesen exportadas como productos acabados, lo más probable es que los paneles de vidrio de ventana de la Bética fuesen elaborados en talleres vidrieros secundarios instalados en esta provincia. Estos primeros datos indicarían que la principal fuente de importación de vidrio en bruto a la Bética se produjo desde la costa

sirio-palestina, siendo menor el suministro de los bloques u objetos procedentes de los talleres de vidrio primarios de Egipto.

Estado de conservación de los vidrios de ventana romanos estudiados

Para finalizar el estudio arqueométrico de los vidrios de ventana romanos de la Bética se procedió a evaluar el estado de conservación de los fragmentos recuperados. En general, todos ellos presentan un buen estado de conservación. Los resultados obtenidos de una serie de muestras seleccionadas, indican una pérdida de las características capas de degradación superficial en los vidrios. Esta ausencia se produjo como consecuencia de procesos de limpieza agresivos o sistemas de almacenamiento inadecuados. Estos procedimientos deberían impedirse o revisarse para evitar la pérdida de una información valiosa.

V.1 Aportaciones de la tesis y líneas futuras de trabajo

Esta Tesis Doctoral ha contribuido a ampliar el escaso conocimiento del vidrio de ventana romano en el sur de la península ibérica, uno de los objetivos iniciales de esta investigación. Además, la consecución de este propósito ha permitido realizar una serie de aportaciones relevantes para el estudio del vidrio romano en general y sobre la producción de este tipo de objetos en particular. Las contribuciones más destacadas al respecto son:

- Analizar el vidrio de ventana romano aplicando una metodología interdisciplinar y realizando una combinación de las principales fuentes: arqueológicas, literarias, epigráficas e iconográficas, junto con la caracterización arqueométrica.
- Incorporar el estudio iconográfico como herramienta de utilidad para determinar aspectos cronológicos, geográficos y funcionales de este tipo de cerramientos.

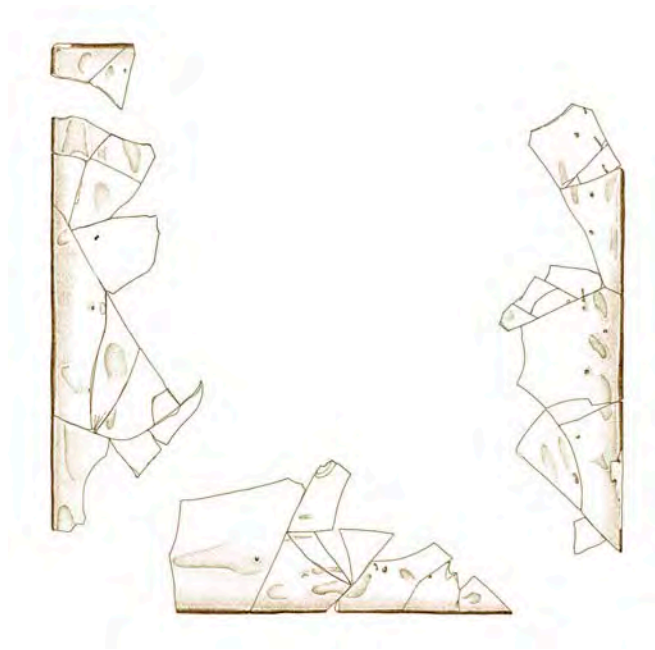
- Ofrecer una revisión general de las tipologías, técnicas de elaboración del vidrio de ventana en la Antigüedad y sistemas de instalación de los paneles en las edificaciones.
- Establecer un *corpus* de edificaciones romanas en las que el vidrio de ventana se empleó como sistema de cerramiento.
- Mostrar la importancia de los vidrios de ventana en los estudios relacionados con la arquitectura romana y con el *modus vivendi* de los espacios en los que se han identificado estas piezas. El vidrio de ventana aporta datos a nivel general sobre el estatus del propietario, costumbres, avances en las comodidades incorporadas a la vida cotidiana, y uso como elementos decisivos para el funcionamiento adecuado de termas y otros lugares.
- Recoger y documentar algunos ejemplos de vidrio de ventana en las provincias hispanas Tarraconense y Lusitania y ofrecer el estudio de un conjunto de vidrios de ventana inéditos de la Bética.
- Considerar la caracterización química del vidrio de ventana como herramienta útil para conocer la procedencia del vidrio en bruto utilizado en los talleres vidrieros secundarios situados en zonas próximas al lugar de hallazgo de los objetos.
- Identificar evidencias de prácticas de reciclado en algunos de los objetos analizados.
- Determinar la importancia de algunos depósitos en las superficies de los vidrios para el conocimiento de los sistemas de instalación en los vanos de las construcciones.
- Aplicar estudios arqueométricos (análisis morfológicos y físico-químicos) para determinar el estado de conservación del vidrio de ventana romano.
- Establecer directrices para evitar la degradación futura y la pérdida de información en las superficies de los paneles de vidrio de ventana romano y del vidrio arqueológico en general.

Todas las aportaciones anteriormente enunciadas inciden en la importancia que el estudio del vidrio antiguo, y en este caso en concreto del vidrio de ventana, tiene para el conocimiento de las sociedades del pasado. Las limitaciones surgidas por la

búsqueda de los materiales y el tiempo de desarrollo disponible para este trabajo, plantean la necesidad de que esta línea de investigación pueda ampliarse en trabajos posteriores. Para ello se proponen las siguientes líneas de trabajo futuras:

- Incrementar el estudio con otros yacimientos sincrónicos y diacrónicos de la Bética.
- Estudio de vidrios de ventana de otras provincias hispanas, con el propósito de obtener una visión más completa que podrá determinar aspectos tan importantes como la frecuencia de uso de esta clase de paneles en los vanos de las ventanas de los edificios en época romana.
- Aplicación de restituciones en 3D para profundizar y reconstruir la iluminación interior de los edificios que usaron cerramientos con láminas de vidrio, acompañadas de un estudio previo de la insolación en cada uno de los sitios, junto a la orientación del edificio objeto de estudio.
- Ampliación de los datos de caracterización arqueométrica a otros pertenecientes a vidrios de ventana de otras provincias de la *Hispania* romana y de otras regiones del Imperio.

V. CONCLUSIONS



The study of a wide set of Roman window glass fragments documented in some archaeological sites from one of the most western and Romanized provinces of the Empire, *Baetica*, has allowed us to achieve the objectives proposed at the beginning of this Doctoral Thesis. In that moment, it was indicated the need to promote and expand research in materials such as glass. Ancient glass have remained relegated to the background, despite the important information they provide about the knowledge of past societies. Specifically, window glass is an unknown typology of glass which allows us to understand aspects related to the architecture and trade, distribution and production of this class of objects.

Due to this outstanding absence in the knowledge of the Roman window glass of *Baetica*, this work has allowed us to draw a series of relevant conclusions about a wide variety of aspects. For this reason, they have been grouped into the following thematic blocks:

- Methodology and procedure
- Context
- Technology and production
- Chemical composition, colour and possible origin of the glasses used in the manufacture of windowpanes of *Baetica*
- Preservation of the Roman window glasses studied

Methodology and procedure

The identification of window glasses in several sites of *Baetica* indicates the projection of a series of constructive innovations, which arose during this period in the Italian peninsula. These improvements reached one of the most western provinces of

the Empire, regardless of the weather of these geographical areas. These glass findings have permitted to obtain an approximate idea of how were buildings during the Roman period in *Baetica*. Likewise they have facilitated to understand certain functional and social aspects of the use of glass panes in the openings of the buildings. Some features related with the presence of window glass in specific spaces or linked to the moments of greatest urban development, have revealed that these were materials intended to provide an image of progress and purchasing power. These data show that window glass had a multiplicity of values for the society of that time, unlike the current window glasses intended for purely functional use. The testimonies show, in turn, that not only the glassware was manufactured in the secondary glass workshops of *Baetica*. In addition, there had to be an intense commercial network that supplied the glass necessary for the elaboration of this kind of products, thus constituting an important part of the economy of this period.

To understand and address all these issues some sources have been used in this work. Although the most relevant data come from archaeological findings, classical texts and epigraphy are sources that have been considered of general interest for the study of this kind of materials. Classical literature mentions are not often clear as to whether it is glass for architectural use or other minerals used for the same purpose. However, since their use was common, they indicate relevant information regarding their applications. Considering that in almost all the archaeological sites constructions are preserved at low levels with respect to the level of the ground, these testimonies are significant.

In the field related to Roman plastic, painting and mosaics provide, by far, more information about the installation of these panes. Some papers about window glass indicate that its first representation is located in a wall picture in the 4th century AD; however, the new research carried out in this Doctoral Thesis has demonstrated the existence of previous examples. The most notable case is a wall painting from the Vesubian area that, according to its style, is dated at the end of the 1st century BC. Another later example, which clearly alludes to window glass, comes from the Hispanic sphere. It has been located in a mosaic that represents the Achilles scene in Esciros. This mosaic decorated a pavement in the village of La Olmeda. The analysis

of these representations has revealed some aspects of great interest for the knowledge of the places where windowpanes were installed and the value, both aesthetic and functional, that these materials possessed.

Regarding the archaeological findings, 918 window glass fragments have been studied, identified among the materials recovered from some archaeological sites of *Baetica*: *Acinipo*, *Carmo*, *Astigi*, Roman baths of Herrera, *Cortalago*, Torreparedones and *colonia Patricia Corduba*. This work has been achieved through two complementary approaches: morphological-contextual analysis and archeometric characterization. The procedure applied has demonstrated the effectiveness for the study of this class of materials. Given the good results obtained, this procedure can be used in the study of window glass in other regions and/or chronologies.

Context

The identification of the window glasses studied in this Doctoral Thesis confirms the wide presence of this type of enclosure in the Roman architecture of this western province and, in general, on the area of *Hispania*.

Although window glasses have often been documented out-of-context, they were sometimes recovered close to the place where they were installed. Similar to the other parts of the Empire, the examples of *Baetica* indicate that windowpanes were used as closing systems for openings in both public and private buildings. In relation to the first, as one might expect, many of the examples are linked to the heated rooms of thermal buildings. The use of window glass in these rooms allowed an adequate lighting, the temperature maintenance and a fuel economy. However, an important set of fragments was found in context related to a *curia*, which is the only case documented in *Hispania*. Fragments belonging to the first hemispherical glass panel known in *Baetica* were also recovered in these contexts. In both cases, glass was offered as an optimal material to improve the development of the activities that society exercised in these places.

On the other hand, examples from *villae* predominate in the private sphere, although their presence in some *domus* also stands out. Once again these materials

appear in private thermal contexts, although most of the fragments are linked to other areas in which the owner showed his purchasing power, such as *triclinia*. This type of glass has only been identified in the *pars rustica* of *villae* in the archaeological site of *Iesso* and in a suburban construction in the capital of *Baetica*.

The analysis of the contexts where materials were found indicate that Roman window glass in *Baetica* extends between the 1st to 5th centuries AD, coinciding with the information provided by other glasses recovered in other Hispanic provinces. Many of the examples match with the moment of greatest splendour of these settlements, in which there is an important transformation and monumentalization of the cities.

Technology and production

Three were the main techniques used to obtain windowpanes in antiquity: casting and subsequent stretching, blowing in cylinders and blowing in crowns. All the examples of *Baetica* documented and studied were manufactured from the first of these techniques, a procedure attributed to the first window glasses. As a result of this process, the panes have a high thickness, traces of the tools used in the stretching of the glass mass and a bright and a matte sides. This last was generated by the imprint of the work surface. In addition, the observation of the profiles allowed us to establish that some of them were manufacture by a single casting, while others required a great number of spills.

Small variations in the chemical composition of the two layers of pouring of a fragment of window glass from the capital of *Baetica* confirm the use of several melted glass crucibles in some cases. On the other hand, manganese oxide concentration, added to the glass mass as decolourant agent, would indicate the possibility that glass discolouration was a process carried out in secondary glass workshops, where most of these everyday objects were manufactured.

While the first examples of window glass manufactured by blowing cylinders are dated at the end of the 2nd century AD, this technique bursts into force at the end of the 3rd century or the beginning of the 4th century AD. During this last century the

first windowpanes made by crown blowing were documented. Usually, the presence of window glasses made by casting in late Roman contexts is attributed to the reuse of high-Imperial era windowpanes. However, in *Baetica* it is confirmed that the manufacture technique used for the first windowpanes predominated until the 5th century AD. This is because the presence of window glasses elaborated by coling with late Roman compositions in these contexts and the absence of testimonies produced by blowing in cylinders.

Related to the installation systems of the windowpanes in Roman buildings, a wide variety of solutions have been identified. Some of them, such as the double system of windowpanes to avoid condensation, suggest an important technical advance for that time. In relation to the window glasses of *Baetica*, there are few remains linked to this type of mechanism. Some lead strips have been recovered, which could be associated with the fastening of the panes to a frame, together with the window glass fragments of the *villa of Ronda del Marrubial* in the capital of *Baetica*. In another case, the finding of mortar remains and/or sealing filler for the installation of the panes in some glass flat fragments of the curia of Torreparedones, also determined the interest of these residues for their chemical characterization. X-ray diffraction analysis (DRX) indicated that it was an air lime mortar with a low aggregate, enough to facilitate the setting of the mixture and ensure sealing between the panes and the frame.

Chemical composition, colour and possible origin of the glass used for the manufacture of the windowpanes of *Baetica* studied

The need to determine some technological aspects, and the origin of the glass use for the elaboration of the windowpanes, required the characterization of the chemical composition of a set of samples selected among the materials studied. Their chemical compositions indicate that all are lime sodium silicate glasses, in which mineral natron was used as alkaline flux. This type of composition is common among Roman glasses.

Commonly, the presence of low iron oxides concentrations was detected. The low presence of $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ions and their redox balance imparts the characteristic

greenish-bluish colour to most of the glasses analysed. However to minimize this effect and achieve more transparent windowpanes, glassmakers added, in the vast majority of the examples studied, manganese oxide as a decolourant agent. Two of the samples contained low manganese oxide concentrations, due to a lower addition of this component or to the recycling processes. Only a single fragment discoloured with antimony was detected.

A comparison of the chemical composition results obtained with the data published on Roman glasses of similar characteristics, suggests that the majority of the raw glass used in *Baetica* for the elaboration of window glass was produced in the Syrian-Palestine coast of Eastern Mediterranean. Only the fragment decolourized with antimony matches with characteristic compositions of glasses from Egypt. Although the possibility that some of these pieces were exported as finished products is not ruled out, it is most likely that *Baetica* windowpanes were made in secondary glass workshops installed in this province. These first data would indicate that the main source of raw glass import to *Baetica* was from the Syrian-Palestinian coast, with the supply of blocks or objects from the primary glass workshops in Egypt being smaller.

Preservation of the Roman window glasses studied

To conclude the archaeometric study of the Roman window glasses of *Baetica*, the conservation of the fragments was evaluated. In general, all of them have a good conservation status. A set of selected samples indicates the loss of the characteristic degradation layers in the glasses. This absence occurred as a result of aggressive cleaning processes or inappropriate storage systems. These procedures should be prevented or reviewed to avoid the loss of valuable information.

V.2 Contributions of the thesis and future lines of work

This doctoral thesis has filled one of the initial objectives of this research, to increase the limited knowledge about window glass in South Iberian Peninsula. In addition, the achievement of this purpose has allowed a relevant contribution to the

study of Roman glass in general and on the production of these types of objects in particular. In this regard, the most outstanding contributions are:

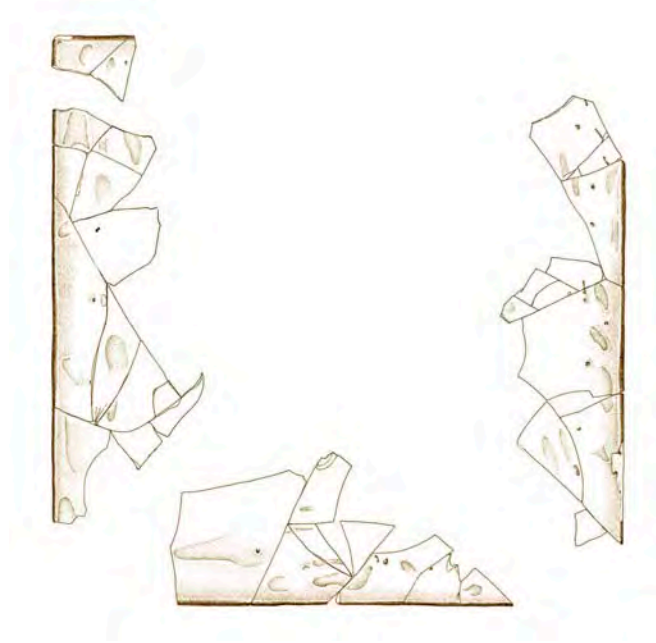
- Analyse the Roman window glass applying an interdisciplinary methodology combining the main sources: archaeological, literary, epigraphic and iconographic, along with archaeometric characterization.
- Incorporate the iconographic study as a useful tool to determine chronological, geographical and functional aspects of this type of material.
- Offer a general review of the typologies, manufacturing techniques of window glass in antiquity and installation systems of panes in buildings.
- Establish a group of Roman buildings in which window glass was used as a closing system.
- Show the importance of window glass in studies related to Roman architecture and the *modus vivendi*, of the spaces where these pieces have been identified. Window glass provides general data in relation to the status of the owner, customs, advances in the comforts of the everyday life, and use as relevant elements for the proper functioning of baths and other places.
- Collect and document some examples of window glass in the Spanish provinces *Tarraconensis* and *Lusitania* and offer the study of a set of unpublished window glasses from *Baetica*.
- Consider the chemical characterization of window glass as a useful tool to know the origin of the raw glass used in secondary glass workshops located in areas near to the place where objects were found.
- Identify evidence of recycling practices in some of the objects analysed.
- Determine the importance of some residues on the surface of the glass for the knowledge of the installation systems in the buildings openings.
- Apply archaeometric studies (morphological and physicochemical analysis) to determine the state of conservation of Roman window glass.
- Establish guidelines to prevent future degradation and loss of information on the surfaces of Roman windowpanes and archaeological glass in general.

All the contributions mentioned above highlight the importance of the ancient glass studies. Specifically in the case of window glass, these objects are relevant to the

knowledge of past societies. The limitations arising from the search of materials and the time available for this work raise the need of an extension of this line of research in subsequent works. For this purpose, the following future lines are proposed:

- Increase the study with other synchronic and diachronic deposits of *Baetica*.
- Study of window glasses of other Hispanic provinces, with the aim to obtain a complete review that will be able to determine important issues as the frequency of use of this kind of windowpanes in openings of Roman buildings.
- Application of 3D reconstructions to deepen and reconstruct the interior lighting of the buildings that used enclosures with glass sheets, accompanied by a previous study of the insolation in each of the sites, together with the orientation of the building under study.
- Extension of archaeometric characterization data with others belonging to window glasses of other provinces of Roman *Hispania* and other regions of the Empire.

BIBLIOGRAFÍA



A

- Abascal Palazón, J. M.; Cebrián Fernández, R.; Ronda-Femenía, A. M^a; Sala-Seliés, F. (2007): *Baños de la Reina (Calpe, Alicante). Un vicus romano a los pies del peñón de Ifach*, 2^a edición, Calpe: Ayuntamiento de Calpe.
- Adam, J. P. (2005): *Roman buildings: materials and techniques*. Londres-Nueva York: Routledge-Taylor & Francis e-Library.
- Adam, J. P. (1996): *La construcción romana: materiales y técnicas*, León: Editorial de los Oficios.
- Agua Martínez, F.; Conde Moreno, J. F.; Oñate Baztán, P.; Sanguino Vázquez, J.; Dávila Serrano, A.; García-Heras, M.; Villegas Broncano, M. A. (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.
- Aguado Molina, M.; Castelo Ruano, R.; Torrecilla Aznar, A.; Arribas Domínguez, R.; Jiménez Cañizos, O.; López Pérez, A.; Sierra Bueno, C.; Taléns Alfonso, C. (1999): “El yacimiento arqueológico de *El Saucedo* (Talavera la Nueva, Toledo): balance y perspectivas”, *CuPAUAM (Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid)*, 25.2, pp. 193-250.
- Aguayo de Hoyos, P.; Castaño Aguilar, J. M.; Nieto González, B. (2009): “Síntesis histórica de Acinipo”, *Cuadernos de Arqueología de Ronda*, 2007-2008, 3, pp. 27-30.
- Aguilar-Tablada, B. M^a; Sánchez de Prado, M^a D. (2006): “Evidencias de un taller de vidrio en la ciudad romana de Augustobriga (Talavera La Vieja, Cáceres)”, *Lxcentum*, 25, pp. 177-193.
- Albertini, E. (1923): *Les divisions administratives de l'Espagne romaine*, París: Boccard.
- Albiach Descals, R.; Gallego Ubeda, A.; García-Prósper, E. (2006a): “La fundación de la villa”. En R. Albiach, J. L. de Madaria (coords.), *La villa de Cornelius (L'Ènova, Valencia)*, Valencia: Adif – Ministerio de Fomento, pp. 41-48.

- Albiach Descals, R.; Gallego Ubeda, A.; García-Prósper, E. (2006b): “El abandono de la villa y la ocupación puntual”. En R. Albiach, J. L. de Madaria (coords.), *La villa de Cornelius (L'Ènova, Valencia)*, Valencia: Adif – Ministerio de Fomento, pp. 126-130.
- Albiach Descals, R.; Soriano Sánchez, R. (1991): “Estudio de una domus romana de Valentia y de los niveles que la amortizaban”, *Saguntum*, 24, pp. 75-95.
- Alfonsi, H.; Cubells, J. F. (2005): “La cargaison de verre de l'épave de Porticcio (Corse)”. En *Vitres de l'Antiquité*, catalogo d'exposition, Bavay, Musée départemental/site d'archéologie de Bavay, oct.-déc. 2005 (coll. Id'Antique, notions croisées d'héritage romain et d'approches contemporaines), pp. 42.
- Allen, D. (2002): “Roman window glass”. En M. Aldhouse-Green, P. Webster (eds.), *Artefacts and Archaeology. Aspects of the Celtic and Roman world*, Cardiff: University of Wales Press, pp. 102-111.
- Anderson, M. L. (1994): “Fresco fragment: vignettes of cityscapes”. En *A passion for antiquities. Ancient art from the collection of Barbara and Lawrence Fleischman*, J. Paul Getty Museum & The Cleveland Museum of Art, pp. 250-251.
- Antunes, A. S. (2000): “Vidrios romanos da Alcáçova de Santarém”, *Revista portuguesa de Arqueología*, vol. 3, 2, pp. 153-199.
- Aparicio Sánchez, L. (2001): “Intervención arqueológica de urgencia en el Paseo de la Victoria nº 49 recayente a la C/ Tejón y Marín nº 6, en el lienzo oeste de la muralla romana de Córdoba”, *Anuario Arqueológico de Andalucía/1997*, 3, pp. 172-181.
- Arletti, R.; Vezzalini, G.; Benati, S.; Mazzeo, L.; Gamberini, A. (2010): “Roman window glass: a comparison of findings from three different Italian sites”, *Archaeometry*, 52, 2, pp. 252-271.
- Arlandi Rodríguez, M. (2004): “El laboreo romano del *lapis specularis* en la mina Búho (Osa de la Vega, Cuenca)”. En *Actas del IV congreso internacional sobre patrimonio geológico y minero (defensa del patrimonio y desarrollo regional)*, Utrillas (Teruel), 25 y 28 de septiembre de 2003, Utrillas: Ayuntamiento de Utrillas, pp. 333-342.

B

- Baatz, D. (1991): "Fensterglastypen, glasfenster und architektur". En A. Hoffmann, E. L. Schwandner, W. Hoepfner, G. Brands (eds.), *Bautechnik der antike, Internationales koloquium in Berlin, Februar 1990*, Mayence: Philipp von Zabern, pp. 4-13.
- Barbet, A. (1985). *La peinture murale romaine: les styles décoratifs pompéiens*, París: Picard.
- Barbet, A. (2008). *La peinture mural en Gaule romaine*, París: Picard.
- Barkoudah, Y.; Henderson, J. (2006): "Plant ashes from Syria and the manufacture of ancient glass: ethnographic and scientific aspects", *Journal of Glass Studies*, 48, pp. 297-321.
- Barrio Martín, J. (2003): "Evaluación crítica de los principios en Arqueometría, Conservación y Restauración de los vidrios arqueológicos", *Pátina: Revista de la Escuela de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, 12, pp. 53-64.
- Barroso Cabrera, R.; Morin de Pablos, J. (1993): "Las termas de Ercávica: un posible edificio de baños rituales en época romana", *AnMurcia*, 9-10, pp. 237-267.
- Beckmann, M. (2011). *The column of Marcus Aurelius: the genesis and meaning of a Roman Imperial monument*, Chapel Hill: University of North Carolina Press.
- Belén Deamos, M.; Román Rodríguez, J. M.; Vázquez Paz, J. (2014): "Arquitectura religiosa en la Carmona antigua. El santuario de la calle San Felipe, 1A". En M. González Jiménez, A. Caballos Rufino, J. A. Ruiz de la Rosa (eds.), *Urbanismo, Arquitectura y Patrimonio en Carmona. Actas del IX congreso de historia de Carmona*, Sevilla, pp. 101-134.
- Beretta, M.; Di Pasquale, G. (2004): *Vitrum. Il vetro fra arte e scienza nel mondo romano*, Firenze-Milano: Giunti.
- Bernárdez Gómez, M. J.; Guisado di Monti, J. C. (2002): "Las explotaciones mineras de lapis specularis en Hispania". En *Artifex. Ingeniería romana en Hispania*,

- catálogo de exposición del Museo Arqueológico Nacional, Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, pp. 273-297.
- Bernárdez Gómez, M. J.; Guisado di Monti, J. C. (2004): “La minería romana del *lapis specularis*. Una minería de interior”, *Investigaciones arqueológicas en Castilla-La Mancha 1996-2002*, Toledo: JCCM Salamanca, pp. 245-256.
- Bernárdez Gómez, M. J.; Guisado di Monti, J. C. (2007): “Las referencias al *lapis specularis* en la *Historia Natural* de Plinio El Viejo”, *Pallas*, 75, pp. 49-57.
- Bernárdez Gómez, M. J.; Guisado di Monti, J. C. (2009): “La minería del *lapis specularis* y su relación con las ciudades romanas de Segóbriga, Ercávica y Valeria”. En E. Gonzalbes Cravioto (coord.), *La ciudad romana de Valeria (Cuenca)*, Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, pp. 211-226.
- Bernárdez Gómez, M. J.; Guisado di Monti, J. C. (2012): “El distrito minero romano de *lapis specularis* de Castilla-La Mancha”. En A. Orejas Saco del Valle, Ch. Rico (eds.), *Minería y metalurgia antiguas. Visiones y revisiones*, Madrid: Casa de Velázquez, pp. 183-199.
- Bernárdez Gómez, M. J.; Guisado di Monti, J. C.; Pérez Pérez, A. (2011): “La minería romana del *lapis specularis* de Sorbas. El patrimonio arqueológico como recurso en el paraje natural del karst en yesos de Sorbas”, *Revista cultural El Afa*, 23, pp. 4-15.
- Bertini, M.; Mokso, R.; Krupp, E. M. (2014): “Unwinding the spiral: discovering the manufacturing method of Iron Age Scottish glass beads”, *Journal of Archaeological Science*, 43, pp. 256-266.
- Bianchi, R. (2003): *Il maestro delle imprese di Traiano*, Milán: Electa.
- Bianchini, M. (2010): *Le tecniche edilizie nel mondo antico*, Roma: Editrice Dedalo Roma.
- Blanchard-Lemée, M. (1975): *Maisons à mosaïques du quartier central de Djemila (Cuicul)*, Aix-en-Provence: Ophrys.

- Blázquez Martínez, J. M. (1982): *Mosaicos romanos de la Real Academia de la Historia. Ciudad Real, Toledo, Madrid y Cuenca*, Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Blázquez Martínez, J. M. (1996): “Técnicas agrícolas representadas en los mosaicos del norte de África”. En *L’Africa romana XI. Atti del XI convegno di studio. Cartagine 15-18 dicembre 1994*, Sassari: Ozieri, Il Torchietto, pp. 517-528.
- Boon, G. C. (1966): “Roman window glass from Wales”, *Journal of Glass Studies*, 8, pp. 41-45.
- Bottari, G. G. (1737): *Sculture e pitture sagre estratte dai cimiteri di Roma: pubblicate già dagli autori della Roma sotterranea ed ora nuovamente date in luce colle spiegazioni per ordine de n. s. Clemente XII*, Vol. 1, Roma: nella stamperia vaticana.
- Boulinguez, C.; Napoli, J. (2008): “Hippone, port de l’annone: la contribution de l’iconographie”. En *L’Africa Romana X. Atti del XVII convegno di studio. Sevilla 14-17 dicembre 2006*, Sassari: Carocci, pp. 703-731.
- Bradley, M. (2009): “The importance of colour on ancient marble sculpture”, *Art History*, 32, 3, pp. 427-457.
- Bragantini, I.; Sampaolo, V. (2009): *La pittura pompeiana*, Napoli: Electa.
- Brems, D.; Degryse, P.; Hasendoncks, F.; Gimeno, D.; Silvestri, A.; Vassilieva, E.; Luypaers, S.; Honings, J. (2012): “Western Mediterranean sand deposits as raw material for Roman glass production”, *Journal of Archaeological Science*, 39, pp. 2897-2907.
- Brems, D.; Degryse, P. (2014): “Western Mediterranean sands for ancient glass making”. En P. Degryse (ed.), *Glass making in the Greco-Roman world*, Leuven: Leuven University Press, pp. 27-50.
- Brill, R. H. (1970): “The chemical interpretation of the texts”. En A. Leo Oppenheim (ed.), *Glass and glassmaking in ancient Mesopotamia: an edition of the cuneiform texts which contain instructions for glassmakers, with a catalogue of surviving objects*, Corning (New York): Corning Museum of Glass, pp. 105-128.

- Brill, R. H. (1972): "Some chemical observations on the cuneiform glassmaking texts". En *Annales du 5e congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre*, Liège: Edition du Secrétariat Général, pp. 329-351.
- Brill, R. H. (1999): *Chemical analyses of early glasses*, Vol. 2, Corning, Nueva York: The Corning Museum of Glass.
- Broise, H. (1991): "Vitrages et volets des fenêtres thermales à l'époque impériale". En *Les thermes romains. Actes de la table-ronde organisée par l'Ecole française de Rome, 11-12 novembre 1988*, Roma: Collection de l'Ecole française de Rome, pp. 61-78.
- Burón Álvarez, M. (2006): "El trazado urbano de *Astūrica Augusta*: génesis y evolución". En *Nuevos elementos de ingeniería romana. III Congreso de las obras públicas romanas*, Astorga: Junta de Castilla y León – Colegio de Ingenieros T. de O. P., pp. 289-312.

C

- Caamaño Gesto, J. M.; Vázquez Martínez, M^a A. (2001): "El vidrio de ventana de época romana hallado en el campamento de Cidadela (Sobrado dos Monxes, A Coruña). Catálogo de piezas", *Gallaecia*, 20, pp. 205-216.
- Caballos Rufino, A. (2007): "Carmona romana". En *Carmona*, Sevilla: Ediciones Alcibes, pp. 35-60.
- Cabart, H. (2005): "Les vitres romaines dans le quart nord-est de la France et la découverte d'Hettange-Grande en Moselle", *Vitres de l'Antiquité*, catalogo d'exposition, Bavay, Musée départemental/site d'archéologie de Bavay, oct.-déc. 2005 (coll. Id'Antique, notions croisées d'héritage romain et d'approches contemporaines), pp. 47-48.
- Cambil Campaña, I. (2012): "Vidrio romano en Guadix. El vidrio de ventana", *Bol. Gen. Pedro Suárez*, 25, pp. 47-61.
- Carmona Tejero, N.; Villegas Broncano, M. A.; Castellanos, M. A.; Montero Ruiz, I.; García-Heras, M. (2008): "Análisis de vidrios romanos del yacimiento de La

- Dehesa de la Oliva (Patones, Madrid)". En S. Rovira Llorens, M. García-Heras, M. Gener Moret, I. Montero Ruiz (eds.), *Actas del VII Congreso ibérico de Arqueometría*, Madrid: CSIC, pp. 319-328.
- Carrasco Gómez, I.; Romero Paredes, C. (1995): "Intervenciones arqueológicas de urgencia en Écija. Sevilla", *Anuario Arqueológico de Andalucía/1992*, 3, pp. 726-730.
- Carrillo Díaz-Pines, J. M.; Hidalgo Prieto, R.; Murillo Redondo, J. F.; Ventura Villanueva, A. (1999): "Córdoba. De los orígenes a la Antigüedad tardía". En F. García Verdugo, F. Acosta Ramírez (eds.), *Córdoba en la Historia, la construcción de la urbe*, Córdoba: Ayuntamiento de Córdoba, pp. 37-74.
- Carro y Carro, J. (1935): *En la enigmática Maragatería: importantes descubrimientos arqueológicos*, Madrid: Imprenta de Juan Pueyo.
- Castanyer i Masoliver, P.; Tremoleda i Trilla, J. (1999): *La vil·la romana de Vilauba. Un exemple de l'ocupació i explotació romana del territori a la comarca del Pla de L'Estany*, Gerona: Ajuntament de Banyoles, Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona, Ajuntament de Camós, Ajuntament de Porqueres y Centre d'Estudis Comarcals de Banyoles.
- Castaño Aguilar, J. M.; Nieto González, B.; Padial Pérez, J.; Peña Ortega, L.; Ruiz Torres, S. (2009): "Estudios arqueológicos", *Cuadernos de Arqueología de Ronda*, 2007-2008, 3, pp. 35-109.
- Castelo Ruano, R.; Bango García, C.; López Pérez, A.; Aguado Molina, M. (2006): "El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo). Un ejemplo de la villa bajoimperial en la provincia de la Lusitania", *Anejos de Archivo Español de Arqueología*, 39, pp. 173-196.
- Castelo Ruano, R.; Gutiérrez Neira, C.; Barrio Martín, J.; Hurtado Aguña, J.; Pardo Naranjo, A. I.; López Pérez, A.; García Giménez, R. (2011-12): "Estudio arqueohistórico y analítico de un conjunto de vidrios de la villa romana de El Saucedo (Talavera La Nueva, Toledo)", *CuPAUAM (Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid)*, 37-38, pp. 687-703.

- Ceglia, A.; Meulebroeck, W.; Cosyns, P.; Nys, K.; Terryn, H.; Thienpont, H. (2013): "Colour and chemistry of the glass finds in the Roman villa of Treignes, Belgium", *Procedia Chemistry*, 8, pp. 55-64.
- Charles-Picard, G. (1990): "Mosaïques et société dans l'Afrique romaine. Les mosaïques d'El Alia (Tunisie)". En *L'Africa dans l'Occident romain (Ier siècle av. J.-C.-IVe siècle ap.- J.-C.). Actes du colloque de Rome (3-5 décembre 1987)*, Rome: École Française de Rome, pp. 3-14.
- Charlesworth, D. (1977): "Roman window glass from Chichester, Sussex", *Journal of Glass Studies*, 19, pp. 182.
- Chic García, G. (1986): "El comercio del aceite de la *Astigi* romana", *Habis*, 17, pp. 243-264.
- Chipiez, Ch. (1877-1919): "Fenestra". En C. Daremberg y E. Saglio (eds.), *Dictionnaire des Antiquités grecques et romaines*, Paris: Hachette, pp. 1032-1040.
- Clariana i Roig, J. F. (2011): "Sobre alguns vidres antics d'Iluro i el seu territorium", *XXVII Sessió d'Estudis Mataronins 2010 (Mataró)*, pp. 3-23.
- Coarelli, F. (1999): *La colonna Traiana*, Roma: Colombo.
- Cosyns, P. (2005): "Le verre plat romain en Belgique". En *Vitres de l'Antiquité*, catalogue d'exposition, Bavay, Musée départemental/site d'archéologie de Bavay, oct.-déc. 2005 (coll. Id'Antique, notions croisées d'héritage romain et d'approches contemporaines), pp. 49-51.
- Cosyns, P. (2009): "Le verre à vitre en Belgique à l'époque Gallo-Romaine". En S. Lagabriele, M. Philippe (eds.), *Actes du Colloque International Verre et Fenêtre. De l'Antiquité au XVIIIe siècle (Paris 2005) (Les cahiers de Verre & Histoire 1)*, Paris: La Défense/Versaille, pp. 17-24.
- Cox, G. A.; Ford, B. A. (1993): "The long-term corrosion of glass by ground-water", *Journal of Materials Science*, 28, pp. 5637-5647.
- Cramp, R. (1975): "Window glass from the monastic site of Jarrow: problems of interpretation", *Journal of Glass Studies*, 17, pp. 88-96.

Cüppers, H. (1969): "Trier-Augusta Treverorum", *Kaiserbauten links des Rheins. Trier-Pfalz-Elsaß*, Ludwigsburg: Karawane-Verlag, pp. 5-23.

D

da Cruz, M. (2009a): *O vidro romano no noroeste peninsular. Um olhar a partir de Bracara Augusta: O vidro romano no noroeste peninsular*, Vol. 1, Tesis Doctoral Universidade do Minho, Instituto de Ciências Sociais.

da Cruz, M. (2009b): *O Vidro Romano no noroeste peninsular. Um olhar a partir de Bracara Augusta: manual de formas vidros romanos do noroeste peninsular*, Vol. 2, Tesis Doctoral Universidade do Minho, Instituto de Ciências Sociais.

D'Ancora, G. (1803): *Prospetto storico-fisico degli scavi di Ercolano e di Pompei*, Nápoles: Stamperia reale.

Davison, S. (2003): *Conservation and restoration of glass*, 2ª edición, Oxford: Butterworth-Heinemann.

De Palol y Salellas, P. (1982): *La villa romana de La Olmeda*, Palencia: Publicaciones de la Excma. Diputación Provincial de Palencia.

De Palol y Salellas, P.; Cortés Álvarez de Miranda, J. (1974): *La villa romana de La Olmeda (Pedrosa de la Vega). Excavaciones de 1969 y 1970*, Acta Arqueológica Hispánica, 7, Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.

Degryse, P.; Ganio, M.; Boyen, S.; Blomme, A.; Scott, B.; Brems, D.; Carremans, M.; Honings, J.; Fenn, T.; Cattin, F. (2014): "Primary glass factories around the Mediterranean". En P. Degryse (ed.), *Glass making in the Greco-Roman world*, Leuven: Leuven University Press, pp. 97-112.

Deichmann, F. W. (1976): *Ravenna hauptstadt des Spätantiken Abendlandes. Kommentar*, 2. Teil, Wiesbaden, Franz Steiner Verlag GMBH.

Dell'Acqua, F. (1997): "Ninth-century glass from the monastery of San Vincenzo al Volturno (Molise, Italy)", *Journal of Glass Studies*, 39, pp. 33-41.

- Dell'Acqua, F. (2004): "Le finestre invetriate nell'Antichità romana". En M. Beretta, G. Di Pasquale (eds.), *Vitrum: il vetro fra arte e scienza nel mondo romano*, Firenze-Milano: Giunti, Firenzi Musei, pp. 109-119.
- Dessau, H. (1892): *Inscriptiones latinae selectae*, vol. I, Berlín: Berolini.
- Deville, A. (1873): *Histoire de l'art de la verrerie dans l'Antiquité*, París: A. Morel et Cie.
- Devulder, V.; Degryse, P. (2014): "The sources of natron". En P. Degryse (ed.): *Glass making in the Greco-Roman world*, Leuven: Leuven University Press, pp. 87-95.
- Diderot, D.; D'Alembert, J. (1751-1780): *L'Encyclopédie. L'art du verre*. Paris: Inter-Livres.
- Doenges, N. A. (2005): *Pollentia. A Roman colony on the island of Mallorca*, BAR international series 1404, Oxford: Archaeopress.
- Domínguez-Bella, S.; Jurado-Fresnadillo, G. (2004): "Análisis arqueométrico de los vidrios romanos de la Casa del Obispo (Cádiz)". En M. J. Feliú, J. Martín, M. C. Edreira, M. C. Fernández, M. P. Martínez, A. Gil, R. Alcántara (eds.), *Avances en Arqueometría 2003*, Cádiz: Universidad de Cádiz, pp. 129-137.
- Dunbabin, K. M. D. (1978): *Mosaics of Roman North Africa: studies in Iconography and Patronage*, Oxford: Clarendon Press.
- Dunbabin, K. M. D. (1999): *Mosaics of the Greek and Roman world*, Nueva York: Cambridge University Press.

E

- Ehmig, U. (2005): "Der Besitzer der Bad Kreuznacher Peristylvilla – ein Händler ostmediterraneaner Lebensmittel?", *Münstersche Beiträge z. antiken Handelsgeschichte*, XXIV, 2, pp. 175-191.
- Engle, A. (1987): "Light, lamps and windows in Antiquity", *Readings in glass History*, 20, pp. 79-94.
- Erim, K. T.; Reynolds, J. (1973): "The Aphrodisias copy of Diocletian's edict on Maximum prices", *Journal of Roman Studies*, 63, pp. 99-110.

Eristov, H.; Groetembril, S. (2005): “Une fenêtre peinte?”. En *De transparentes spéculations. Vitres de l'Antiquité et du haut Moyen Âge (Occident-Orient). Notions croisées d'héritage romain et d'approches contemporaines. Exposition temporaire en liaison avec les 20èmes rencontres de l'AFAV sur le thème du verre plat, 1/10/2005*, Bavay-Bagacum: Conseil Général Département du Nord.

F

Falcone, R.; Sommariva, G.; Verità, M. (2006): “WDXRF, EPMA and SEM/EDX quantitative chemical analyses of small glass samples”, *Microchim Acta*, 155, pp. 137-140.

Falomir Ventura, C. (2005): “Vidrio romano: el solar de la Plaza de la Morería de Sagunto”, *Arse*, 39, pp. 125-144.

Fernández Ibáñez, C. (2010): “Restos del armamento de la *Legio IIII Macedonica* hallados en su campamento de Herrera de Pisuerga (Palencia, España)”, *Gladius*, 30, pp. 99-116.

Fernández Matallana, F.; Crespo Ros, M. (1996): “Una colección de vidrios romanos procedente de Calahorra (La Rioja)”, *Kalakorikos*, 1, pp. 13-24.

Fernández Navarro, J. M. (2003): *El vidrio. Constitución, fabricación, propiedades*, Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 3ª edición.

Ferri, L.; Arletti, R.; Ponterini, G.; Quartieri, S. (2011): “XANES, UV-VIS and luminescence spectroscopic study of chromophores in ancient HIMT glass”, *Europ. J. Mineral.*, 23, pp. 969-980.

Filloy Nieva, I.; Gil Zubillaga, E. (1993): “Memoria de las intervenciones arqueológicas en el yacimiento de Uralde (Condado de Treviño) 1989”, *Estudios de Arqueología Alavesa*, 18, pp. 101-339.

Filloy Nieva, I.; Gil Zubillaga, E. (1997a): “Testimonios en torno al termalismo de época romana en el territorio alavés”. En M. J. Peréz Agorreta (ed.), *Termalismo antiguo. Actas del I Congreso peninsular Arnedillo (La Rioja), 3-5 Octubre 1996*,

- Madrid: Casa de Velázquez – Universidad Nacional de Educación a Distancia, pp. 391-400.
- Filloy Nieva, I.; Gil Zubillaga, E. (1997b): “El poblamiento en el territorio alavés en época romana”, *Isturitz*, 8, pp. 23-52.
- Fontaine, S. D. (2006): “Le verre”. En M. Bats (ed.), *Olbia de Provence (Hyères, Var) à l'époque romaine (1^{er} s. av. J.-C.-VII^{es} apr. J.-C.)*, *Études Massaliètes*, 9, Aix-en-Provence, pp. 307-381.
- Fontaine, S. D., Foy, D. (2005a): “La modernité, le confort et les procédés de fabrication des vitrages antiques”. En *Vitres de l'Antiquité*, catalogo d'exposition, Bavay, Musée départemental/site d'archéologie de Bavay, oct.-déc. 2005 (coll. Id'Antique, notions croisées d'héritage romain et d'approches contemporaines), pp. 15-24.
- Fontaine, S. D., Foy, D. (2005b): “Des fermetures de verre pour des oculi”. En *Vitres de l'Antiquité*, catalogo d'exposition, Bavay, Musée départemental/site d'archéologie de Bavay, oct.-déc. 2005 (coll. Id'Antique, notions croisées d'héritage romain et d'approches contemporaines), pp. 33-36.
- Fontaine, S.D.; Foy, D. (2005c): “De pierre et de lumière: le *lapis specularis*”. En *Vitres de l'Antiquité*, catalogo d'exposition, Bavay, Musée départemental/site d'archéologie de Bavay, oct.-déc. 2005 (coll. Id'Antique, notions croisées d'héritage romain et d'approches contemporaines), pp. 159-163.
- Fontaine, S. D.; Foy, D. (2007): “L'épave Ouest-Embiez 1, Var: le commerce maritime du verre brut et manufacturé en Méditerranée occidentale dans l'Antiquité”, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 40, pp. 235-265.
- Forbes, R. J. (1966): “Glasses”. En *Studies in ancient technology*, 5, 2^a edición, Leiden: E. J. Brill, pp. 110-231.
- Foster, H. E.; Jackson, C. (2009): “The composition of ‘naturally coloured’ late Roman vessel glass from Britain and the implications for models of glass production and supply”, *Journal of Archaeological Science*, 36, pp. 189-204.

- Foster, H. E.; Jackson, C. (2010): "The composition of late Romano-British colourless vessel glass: glass production and consumption", *Journal of Archaeological Science*, 37, pp. 3068-3080.
- Foy, D. (2000): "Les indices d'une production de verre: repérages et interprétations. Étude méthodologique. L'exemple provençal". En P. Cressier (ed.), *El vidrio en al-Andalus*, La Granja de San Ildefonso: Fundación Centro Nacional del Vidrio, Casa de Velázquez, pp. 13-41.
- Foy, D. (2005): "La suprématie du verre soufflé en cylindre : panneaux et vitraux du ve au ix^e siècle". En *Vitres de l'Antiquité*, catalogo d'exposition, Bavay, Musée départemental/site d'archéologie de Bavay, oct.-déc. 2005 (coll. Id'Antique, notions croisées d'héritage romain et d'approches contemporaines), pp. 59-64.
- Foy, D.; Fontaine, S. D. (2008): "Diversité et evolution du vitrage de l'Antiquité et du haut Moyen Âge", *Gallia*, 65, pp. 405-459.
- Foy, D., Picon, M., Vichy, M., Thirion-Merle, V. (2003): "Caractérisation des verres de la fin de l'Antiquité en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux". En M. D. Nenna, D. Foy (eds), *Échanges et commerce du verre dans le monde antique. Actes du colloque de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre, Aix-en-Provence et Marseille, 7-9 juin 2001*, pp.41-85.
- Freestone, I. C. (1990): "Laboratory studies of the Portland vase", *Journal of Glass Studies*, 32, pp. 103-107.
- Freestone, I. C. (2003): "Primary glass sources in the mid first millenium AD". En *Annales du 15^e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre: AIHV: New York-Corning 2001*, Nottingham: AIHV, pp. 111-115.
- Freestone, I. C. (2006): "Glass production in Late Antiquity and the Early Islamic period: a geochemical perspective". En M. Maggetti, B. Messiga (eds.), *Geomaterials in Cultural Heritage*, Londres: The Geological Society, pp. 201-216.
- Freestone, I. C. (2015): "The recycling and reuse of Roman glass: analytical approaches", *Journal of Glass Studies*, 57, pp. 29-40.

- Freestone, I. C.; Gorin-Rosen, M. Y.; Hughes M. J. (2000): "Primary glass from Israel and the production of glass in Late Antiquity and the Early Islamic period". En *La Route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge. Colloque organisé en 1989 par l'Association française pour l'Archéologie du Verre (AFAV)*, Lyon : Maison de l'Orient et de la Méditerranée Jean Pouilloux, pp. 65-83.
- Freestone, I. C.; Leslie, K. A.; Thirlwall, M.; Gorin-Rose, Y. (2003): "Strontium isotopes in the investigation of early glass production: Byzantine and early Islamic glass from the Near East", *Archaeometry*, 45, pp. 19-32.
- Freestone, I. C.; Wolf, S.; Thirlwall, M. (2005): "The producción of HIMT glass: elemental and isotopic evidence", *Annales du 16e Congres de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre*, pp. 153-157.
- Freestone, I. C.; Wolf, S.; Thirlwall, M. (2009): "Isotopic composition of glass from Levant and the South-Eastern Mediterranean region". En P. Degryse, J. Henderson; G. Hodgins (eds.), *Isotopes in vitreous materials*, Leuven: Leuven University Press, pp. 31-52.
- Freestone, I.; Gutjahr, M., Kunicki-Goldfinger, J., McDonald, I.; Pike, A. (2015): "Composition, technology and origin of the glass from the workshop at 35 Basinghall Street". En A. Wardle, I. Freestone, McKenzie, M., J. Shepherd (eds.), *Glass working on the margins of Roman London. Excavation at 35 Basinghall Street, city of London, 2005*, Londres: MOLA (Museum of London Archaeology), pp. 75-90.
- Freestone, I., Gutjahr, M., Kunicki-Goldfinger, J., McDonald, I., Alasdair, P., (2016): "Composition, technology and origin of the glass from the workshop at 35 Basinghall Street". En A. Wardle, I. Freestone, M. McKenzie, J. Shepherd (eds.), *Glassworking on the margins of Roman London*, Londres: Museum of London Archaeology, pp. 75-90.
- Fuentes Domínguez, A. (2001a): "El vidrio y su uso en la Arquitectura". En A. Fuentes Domínguez (ed.), *Vidrio romano en España. La revolución del vidrio*

soplado, Fundación Centro Nacional del Vidrio, La Granja de San Ildefonso (Segovia), pp. 136-139.

Fuentes Domínguez, A. (2001b): “El vidrio, ¿el primer material reciclado de la Historia?”.

En A. Fuentes Domínguez (ed.), *Vidrio romano en España. La revolución del vidrio soplado*, Segovia: Fundación Centro Nacional del Vidrio, pp. 146-149.

Fuertes Santos, M. C.; Hidalgo Prieto, R. (2005): *Guía del yacimiento arqueológico de Cercadilla*, Junta de Andalucía: Consejería de Cultura.

Fuertes Santos, M. C.; Hidalgo Prieto, R. (2010): “La transformación del paisaje del área noroccidental cordobesa y del palacio imperial de Maximiano tras la caída de la tetrarquía”. En A. García, R. Izquierdo Benito, L. Olmo Enciso, D. Peris Sánchez (eds.), *Espacios urbanos en el occidente mediterráneo (s. VI-VIII)*, Toledo: Toletum Visigodo, pp. 165-172.

Fuertes Santos, M. C.; Carrasco Gómez, I.; Hidalgo Prieto, R. (2013): “Una nueva campaña de excavación arqueológica en el palacio de Cercadilla, Córdoba. La secuencia estratigráfica del conjunto termal”, *Antiquitas*, 25, pp. 137-164.

G

Galestin, M. C. (2001): “The Simpelveld sarcophagus: a unique monument in a provincial Roman context”. En T. A. S. M. Panhuysen (ed.), *Die Maastrichter Akten des 5. Internationales Kolloquiums über das provinzialrömisches Kunstschaffen im Rahmen des CSIR: Typologie, Ikonographie und soziale Hintergründe der provinzialen Grabdenkmäler und Wege der ikonographischen Einwirkung*, Maastrich: Stichting Willem Goossens, pp. 63-75.

Ganio, M.; Boyen, S.; Brems, D.; Scott, R.; Foy, D.; Latruwe, K.; Molin, G.; Silvestri, A.; Vanhaecke, F.; Degryse, P. (2012): “Trade routes across the Mediterranean: a Sr/Nd isotopic investigation on Roman colourless glass”, *Glass Technology. European Journal of Glass Science and Technology A*, 53, 5, pp. 217-224.

- García-Dils, S. (2009): “El urbanismo de la *colonia Augusta Firma*. Una visión de conjunto a partir de los resultados de las excavaciones arqueológicas en la Plaza de España”. En J. González, P. Pavón Torrejón (eds.), *Andalucía romana y visigoda. Ordenación y vertebración del territorio*, Roma: L’Erma di Bretschneider, pp. 99-126.
- García-Dils, S. (2010): “El urbanismo de *colonia Augusta Firma Astigi* (Écija-Sevilla). Muralla, viario y red de saneamiento”, *Romvla*, 9, pp. 85-116.
- García-Dils, S.; Ordóñez Agulla, S.; Rodríguez Gutiérrez, O. (2009): “La Casa del *Oscillom* en *Astigi*. Aspectos edilicios”. En R. Cruz-Auñón Briones, E. Ferrer Albelda (coord.), *Estudios de Prehistoria y Arqueología en homenaje a Pilar Acosta Martínez*, Sevilla: Universidad de Sevilla, pp. 521-544.
- García-Entero, V. (2005): “Los “Balnea” domésticos: -ámbito rural y urbano- en la *Hispania romana*”, *Anejos de Archivo Español de Arqueología*, 37.
- García-Entero, V. (2011): “Las termas romanas de los Bañales”. En J. Andreu Pintado (ed.), *Caesaraugusta, 82: La ciudad romana de Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza), entre la historia, la arqueología y la historiografía*, Zaragoza: Institución Fernando el Católico, pp. 223-240.
- García-Heras, M.; Fernández Navarro, J. M^a; Villegas Broncano, M^a A. (2012): *Historia del vidrio. Desarrollo formal, tecnológico y científico*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid: Editorial Cyan.
- García-Heras, M.; Sánchez de Prado, M. D.; Carmona Tejero, N.; Tendero Porras, M.; Ronda Femenia, A. M.; Villegas Broncano, M. A. (2007): “Analytical study of Roman glasses from Southeastern Spain”, *Archaeologia Polona*, 45, pp. 63-78.
- García-Heras, M.; Villegas Broncano, M. A. (2004): “Notas para el estudio científico del vidrio antiguo”, *Zephyrus*, 57, pp. 377-390.
- García Merino, C.; Sánchez Simón, M.; Burón Álvarez, M. (2009): “Cultura material del siglo III en un ambiente doméstico de la meseta: el conjunto cerrado de la Casa de los Plintos de Vxama”, *Archivo Español de Arqueología*, 82, pp. 221-253.

- García Sánchez, J.; Cisneros Cunchillos, M. (2014): “Tisosa: un establecimiento suburbano de Segisamo (Sasamón, Burgos)”, *Archivo Español de Arqueología*, 87, pp. 123-140.
- Gil Zubillaga, E. (1990): “La romanización en Álava: valoración arqueológica”, *Munibe*, 42, pp. 327-336.
- Gill, D. (2009): “Looting matters for classical antiquities: contemporary issues in archaeological ethics”, *Present Pasts I*, pp. 77-104.
- Gliozzo, E.; Santagostino, A.; D’Acapito, F. (2013): “Waste glass, vessels and window-panes from *Thamusida* (Morocco): grouping natron-bases blue-green and colourless Roman glasses”, *Archaeometry*, 55, 4, pp. 609-639.
- Godart, L.; De Caro, S. (2007): *Nostoi: capolavori ritrovati: Roma, Palazzo del Quirinale, 21 dicembre 2007-2 marzo 2008*. Roma: Segretariato generale della Presidenza della Repubblica.
- Gómez-Tubio, B.; Ontalba Salamanca, M. A.; Ortega-Feliu, I.; Respaldiza Galisteo, M. A., Amores Carredano, F.; González-Acuña, D. (2006): “PIXE-PIGE analysis of late Roman glass fragments”, *Nuclear Instruments and Methods on Physics Research B*, 249, pp. 616-621.
- Gorin-Rosen, Y. (2000): “Glass from monasteries and chapels in South Sinai”. En U. Dahari (dir.), *Monastic settlements in South Sinai in the Byzantine period: the archaeological remains*, Jerusalén: Israel Antiquities Authority, pp. 233-244.
- Green, L. R.; Hart F. A. (1987): “Colour and chemical composition in ancient glass: an examination of some Roman and Wealden glass by means of Ultraviolet-Visible-Infra-red Spectrometry and Electron Microprobe Analysis”, *Journal of Archaeological Science*, 14, pp. 271-282.
- Grose, D. (1989): *Early ancient glass: core-formed, rodformed and cast vessels and objects from the late Bronze Age to the Early Roman Empire, 1600 BC to AD 50*. Nueva York: Hudson Hills Press.
- Grosman, R. A. (2013): “Glass”. En W. Aylward (ed.), *Excavations at Zeugma*, vol. II, Los Altos, California: The Packard Humanities Institute, pp. 218-258.

Gusman, P. (1900): *Pompei the city, its life and art*, Londres: William Heinemann.

H

Haevernick Th. E.; Hahn-Weinheimer, P. (1955): "Untersuchungen römischer fenstergläser", *Saalburg Jahrbuch*, 14, pp. 65-73.

Harden, D. (1959): "New light on Roman and early Medieval window-glass", *Glastechnische Berichte*, 23, pp. 8-16.

Harden, D. B. (1961): "Domestic window glass, Roman, Saxon and Medieval". En E. M. Jope (ed.), *Studies in building history: essays in recognition of the work of B. H. St. J. O'Neil*, Londres, pp. 39-63.

Harden, D. B. (1987): *Glass of the Caesars*, Milán: Olivetti.

Harden, D. B. (1974): "Window glass from the Romano-British bath-house at Garden Hill, Hartfield, Sussex", *Antiquaries Journal*, 54, pp. 280-281.

Harden, D. B. (1978): "Anglo-Saxon and later Medieval glass in Britain: some recent developments", *Medieval Archaeology*, 22, 1, pp. 1-24.

Hench, L. (1982): "Glass surfaces", *Journal de Physique Colloques*, 43 (C9), pp. C9-625-C9-636.

Heras y Martínez, C. M.; Urbina Álvarez, A. (2001): "Vidrio arqueológico de época romana de Vareia (Logroño, La Rioja)". En T. Carreras i Rossell (ed.), *I jornades hispàniques d'història del vidre*, Barcelona: Generalitat de Catalunya, pp. 83-95.

Hidalgo Prieto, R. (1998): "El *triclinium* triconque del *Palatinum* de Córdoba", *Anales de Arqueología Cordobesa*, 9, pp. 273-300.

Hidalgo Prieto, R. (2014): "¿Fue Cercadilla una *villa*? El problema de la función del complejo de Cercadilla en *Corduba*", *Archivo Español de Arqueología*, 87, pp. 217-241.

Hidalgo Prieto, R.; Alarcón Castellano, F. J.; Fuertes Santos, M. C.; González Virseda, M.; Moreno Almenara, M. (1996): *El criptopórtico de Cercadilla. Análisis arquitectónico y secuencia estratigráfica*, Sevilla: Junta de Andalucía.

Hoyos Cecilia, R. (2009): “Aproximación a la cerámica romana de Acinipo”, *Cuadernos de Arqueología de Ronda*, 2007-2008, 3, pp. 111-148.

I

Isings, C. (1971): *Roman glass in Limburg*, The Netherlands: Groningen.

J

Jackson, C. (2005): “Making colourless glass in the Roman period”, *Archaeometry*, 47, 4, pp. 763-780.

Jackson, C. M.; Paynter, S. (2016): “A great big melting pot: exploring patterns of glass supply, consumption and recycling in Roman Coppergate, York”, *Archaeometry*, 58, 1, pp. 68-95.

Jennings, S. (2015): “Flat glass from Butrint and its surrounding areas, Albania”. En J. Bayley, I. C. Freestone y C. Jackson (eds.), *Glass of the Roman world*, Oxford: Oxbowbooks, pp. 153-164.

Jiménez Salvador, J. L.; Ruiz Val, E.; Burriel Alberich, J. M. (2008): “A Late Roman industrial complex with glass furnaces in the Northern area of Valencia”, *Journal of Cultural Heritage*, 9, pp. e97-e100.

Jurado Fresnadillo, G.; Domínguez Bella, S. (2004): *El vidrio romano del la Casa del Obispo, Cádiz. Catalogación, análisis funcional y caracterización arqueométrica*, Cádiz.

K

Keller, A. (2005): “Social and economic aspects of glass recycling”. En J. Brunh, B. Croxford, D. Grigoropoulos (eds.), *TRAC 2004: Proceedings of the fourteenth annual theoretical Roman Archaeology Conference*, Oxford: Oxbow Books, pp. 67-78.

Kisa, A. (1908): *Das glas im Altertume*, Vol. II. Leipzig: Verlag Von Karl W. Hiersemann.

- Kleiner, D. E. E. (1992): *Roman sculpture*, New Haven-London.
- Koob, S. P. (2006): *Conservation and care of glass objects*, Londres-Nueva York: Archetype Publications & Corning Museum of Glass.
- Komp, J. (2009): *Römisches fensterglas: archäologische und archäometrische untersuchungen zur glasherstellung im Rheingebiet (Berichte aus der Geschichtswissenschaft)*, Shaker Verlag.
- Kucharczyk, R. (2001): "Marea 2001: windowpanes and other glass finds", *Polish Archaeology in the Mediterranean*, Reports 2011 (2002), 13, pp. 65-71.

L

- León, H. T. 1941: "Sulphur for broken glass (Martial 1.41.3-5)", *Transactions and Proceedings of the American Philological Association*, 72, Hartford: American Philological Association, pp. 233-236.
- Lineros Romero, R. (2005): "Urbanismo romano de Carmona", *Carel*, Año III, Carmona, pp. 987-1033.
- López Ballester, E. (1999): *Estudio analítico y desarrollo de métodos de intervención conservativa de vidrio arqueológico (siglos XV-XVII) de la Comunidad Valenciana*, Tesis Doctoral: Universidad Politécnica de Valencia.
- Loza Uriarte, M.; Niso Lorenzo, J. (2015a): "Vidrio". En R. Loza Lengaran, M. Loza Uriarte, J. Niso Lorenzo (eds.), *Las termas romanas de Arcaya / Suestatium. Memoria de las intervenciones arqueológicas en Otazibarra (1976-1982)*, Vitoria-Gasteiz: Diputación Foral de Álava y Departamento de Euskera, Cultura y Deporte, pp. 268-297.
- Loza Uriarte, M.; Niso Lorenzo, J. (2015b): "Evolución e interpretación histórica en Otazibarra". En R. Loza Lengaran, M. Loza Uriarte, J. Niso Lorenzo (eds.), *Las termas romanas de Arcaya / Suestatium. Memoria de las intervenciones arqueológicas en Otazibarra (1976-1982)*, Vitoria-Gasteiz: Diputación Foral de Álava y Departamento de Euskera, Cultura y Deporte, pp. 408-430.

Luezas Pascual, R. A. (2000): “Termas romanas en el *Municipium Calagurris Iulia* (Calahorra, La Rioja)”. En C. Fernández Ochoa, V. García Entero (eds.), *II Coloquio Internacional de Arqueología en Gijón: termas romanas en el occidente del Imperio*, Gijón: vtp editorial, pp. 185-192.

M

MacMahon, A.; Price, J. (2005): “Glass-working and glassworkers in cities and towns”, *Roman working lives and urban living*, Oxford: Oxbow Books, pp. 167-190.

Madrid Balanza, M^a J.; Noguera Celdrán, J. M.; Acosta Muñoz, C.; Fernández, M^a C.; Martínez Nieto, M.; Sánchez Carro, M^a D.; Sánchez Muñoz, P. (2014): *Cuaderno didáctico barrio del foro romano Molinete*, Cartagena: Cartagena Puerto de Culturas.

Marcos Herrán, F. J. (2002): *Vidrios romanos de Herrera de Pisuegra (Palencia)*, Palencia: Francisco Javier Marcos Herrán.

Martínez, S.; Blanco, M. T. (2012): “Caracterización de morteros históricos”. En R. Fort, E. M. Pérez-Monserrat (eds.), *La conservación de los geomateriales utilizados en el Patrimonio*. Programa Geomateriales, Madrid: Comunidad de Madrid y Fondo Social Europeo, pp. 55-61.

Martins, M. (2005): *As termas romanas do Alto da Cividade. Um exemplo de arquitectura pública em Bracara Augusta, Bracara Augusta*, Escavações Arqueológicas, 1, Braga: UAUM / Narq.

Mau, A. (1902): *Pompeii its life and art*, edición revisada, Londres: Macmillan & Co.

Mazois, F. (1824): *Les ruines de Pompéi*, 1, París: Firmin-Didot.

Mazois, F. (1829): *Les ruines de Pompéi*, 3, París: Firmin-Didot.

Merino Aranda, A. (2014): “Análisis arquitectónico de los edificios del lado oeste del foro de Torreparedones (Baena, Córdoba)”, *Antiquitas*, 26, pp. 183-198.

- Meyer, C. (1988): "Glass from the north theater Byzantine church, and soundings at Jerash, Jordan, 1982-1983", *Bulletin of the American Schools of Oriental Research. Supplementary Studies*, 25, pp. 175-222.
- Milavec, T. (2015): "Late antique window glass from the hilltop settlement of Tonovcov grad near Kobarid", *Archeološki vestnik*, 66, pp. 79-102.
- Molina Expósito, A.; Sánchez Ramos, I. (2002-2003): "Una aportación a las necrópolis tardorromanas de Corduba: el sector funerario de la calle Lucano nº 7 y 9 de Córdoba", *Anales de Arqueología Cordobesa*, 13-14, pp. 355-389.
- Morales Ortiz, S. (2010): "Informe de resultados de la Actividad Arqueológica Preventiva en calle Rodríguez Marín 17 (Córdoba)", *Anuario Arqueológico de Andalucía/2005*, pp. 723-731.
- Morena López, J. A.; Moreno Rosa, A. (2010): "Apuntes sobre el urbanismo romano de Torreparedones (Baena, Córdoba)". En *Las técnicas y las construcciones en la ingeniería romana. Congreso de las Obras Públicas Romanas*, pp. 431-460.
- Morena López, J. A.; Sánchez Ramos, I. M. (2016): "Recientes metodologías para la caracterización arqueológica del paisaje de la colonia Itvci Virtvs Ivlia (Torreparedones, España), durante las épocas romana y tardoantigua", *Romvlla*, 15, pp. 87-128.
- Moreno Almenara, M. (1997): *La villa altoimperial de Cercadilla (Córdoba). Análisis arqueológico*, Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Cultura.
- Morey, G. W. (1938): *The properties of glass*, Nueva York: Reinhold Publishing Corporation.
- Morillo Cerdán, A. (1992): *Cerámica romana de Herrera de Pisuerga (Palencia – España). Las lucernas*, Santiago de Chile: Ediciones de la Universidad Internacional SEK.
- Morillo Cerdán, A.; Salido Domínguez, J. (2013): "Material constructivo latericio procedente del campamento de la *Legio VII Gemina* en León", *Lxcentvm*, 32, pp. 147-170.

- Motteau, J. (1985): “Le verre dans la construction. [Glass in buldings]”. En *Etudes sur la verrerie des fouilles de Tours (1973-1982)*, Tours: Laboratoire d’archéologie urbaine, pp. 39-49.
- Motteau, J. (2005): “Le verre à vitre dans la vallée de la Loire Moyenne dans le haut Moyen Âge”. En *Vitres de l’Antiquité*, catalogo d’exposition, Bavay, pp. 98-101.
- Muñoz Rodríguez, A. M^a (2013): “Reconstrucción virtual de la Curia de Ituci Virtus Iulia”, *Adalid. Asociación Bursabolense de Arqueología Arte e Historia*, 4, pp. 40-57.
- Murcia Muñoz, A. J. (2005): “Materiales pertenecientes a los ajuares domésticos altoimperiales de *Carthago Noua*: los hallazgos de la calle Beatas”, *Verdolay*, 9, pp. 177-194.
- Murillo Redondo, J. F. (2010): “*Colonia Patricia Corduba* hasta la dinastía flavia. Imagen urbana de la capital provincial”. En R. González Villaescusa y J. Ruiz de Arbulo (eds.), *Simulacra Romae II. Rome, les capitales de province (capita prouinciarum) et la création d’un espace commun européen. Une approche archéologique*, Reims: Société Archéologique Champenoise, pp. 71-93.

N

- Naumann-Steckner, F. (1991): “Depictions of glass in Roman wall paintings”. En *Roman glass. Two centuries of art and invention*, London: Society of Antiquaries of London, pp. 86-98.
- Neal, D. S.; Wardle, A.; Hunn J. (1990): *Excavation of the Iron Age, Roman and Medieval settlement at Gorbambury, St Albans*, Londres: Historic Buildings & Monuments Commission for England.
- Neira Jiménez, M. L. (1999): “El paisaje y sus representaciones en la musivaria de la Antigüedad”. En *Visiones del paisaje. Actas del Congreso Visiones del Paisaje (Priego de Córdoba, noviembre 1997)*, Córdoba: Universidad de Córdoba, pp. 167-178.
- Nenna, M. D. (2009): “Verres de l’Antiquité Gréco-Romaine: trois ans de publication (2005-2007)”, *Revue archéologique 2009/2*, 48, pp. 283-336.

- Nenna, M. D. (2015): "Primary glass workshops in Graeco-Roman Egypt: preliminary report on the excavations of the site of Beni Salama, Wadi Natrun (2003, 2005-9)". En J. Bayley, I. Freestone, C. Jackson (eds.), *Glass of the Roman world*, Oxford y Philadelphia: Oxbow Books, pp. 1-22.
- Nenna, M. D.; Picon, M.; Vichy, M. (2000). "Ateliers primaires et secondaires en Égypte à l'époque gréco-romaine". En *La Route du verre. Ateliers primaires et secondaires du second millénaire av. J.-C. au Moyen Âge. Colloque organisé en 1989 par l'Association française du Verre (AFAV)*, Lyon: Maison de l'Orient et de la Méditerranée Jean Pouilloux, pp. 97-112.
- Nenna, M. D.; Pico, M.; Thirion-Merle, V.; Vichy, M. (2005): "Ateliers primaires du Wadi Natrun: nouvelles découvertes", *Annales du 16e congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre*, Nottingham: Association Internationale pour l'Histoire du Verre, pp. 59-63.
- Niveau de Villedary y Mariñas, A. M^a (2015): "La estructuración del espacio urbano y productivo de *Gadir* durante la fase urbana clásica: cambios y perduraciones", *Complutum*, 26, 1, pp. 225-242.
- Noguera Celdrán, J. M. (1995-96): "Instalaciones portuarias romanas: representaciones iconográficas y testimonio histórico", *AnMurcia*, 11-12, pp. 219-235.
- Noguera Celdrán, J. M.; Madrid Balanza, M^a J. (2010): "Reencontrando *Noua Karthago*: la *insula I* del Molinete y la gran arquitectura de la colonia", *Arqueología, Patrimonio y Desarrollo Urbano. Problemática y soluciones*, Gerona, pp. 103-132.
- Noguera Celdrán, J. M.; Madrid Balanza, M^a J. (2014): "Modelos y mecanismos de transmisión del urbanismo y arquitectura en las ciudades hispanas: el paradigma de *Carthago Nova* y sus territorios". En M. H. Olcina (ed.), *Ciudades romanas valencianas*, Alicante: MARQ, Diputación de Alicante, pp. 55-81.
- Núñez Pariente de León, E. (1992): "Intervenciones arqueológicas en Écija", *Anuario Arqueológico de Andalucía/1990*, 3, pp. 469-471.

Núñez Pariente de León, E. (1993): “Intervenciones arqueológicas en Écija”, *Anuario Arqueológico de Andalucía/1991*, 3, pp. 488-493.

O

Oetelaar, T. (2014): “Reconstructing the baths of Caracalla”, *Digital applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 1, pp. 45-54.

Ordoñez Agulla, S. (1988): *Colonia Augusta Firma Astigi*, Écija: Universidad de Sevilla.

Ordoñez Agulla, S.; García-Dils, S. (2016): “*Colonia Augusta Firma*. Consideraciones sobre su papel económico y político en su contexto fundacional”, *Revista de Historiografía*, 25, pp. 191-217.

Orfila Pons, M.; Arribas Palau, A.; Cau Ontiveros, M. A. (1999): “La ciudad romana de Pollentia: el foro”, *AEspA*, 72, pp. 99-118.

Ortiz Palomar, M. E. (2001a): “Definición, tecnología y fabricación del vidrio antiguo”. En *Vidrio romano en España. La revolución del vidrio soplado*, Segovia: Fundación Centro Nacional del Vidrio (La Granja de San Ildefonso), pp. 9-60.

Ortiz Palomar, M. E. (2001b): “Vidrio antiguo y funcionalidad”. En *Vidrio romano en España. La revolución del vidrio soplado*, Segovia: Fundación Centro Nacional del Vidrio (La Granja de San Ildefonso), pp. 62-107.

Ortiz Palomar, M. E. (2001c): *Vidrios procedentes de la provincia de Zaragoza: El Bajo Imperio romano*, Zaragoza: Institución Fernando el Católico.

Ortiz Palomar, E. (2005): “Vitrages d’époque romaine provenant d’Espagne”, en *Vitres de l’Antiquité, catalogue d’exposition*, Bavay, pp. 44-46.

Ortiz Palomar, E.; Paz Peralta, J. Á. (1997): “El vidrio en los baños romanos”. En M^a J. Peréx Agorreta (ed.), *Termalismo antiguo. Actas del I Congreso peninsular (Arnedillo, La Rioja, 1996)*, Madrid, pp. 437-452.

Ortiz Palomar, E.; Paz Peralta, J. Á. (2001): “Vidrio circular de ventana”. En *Vidrio romano en España. La revolución del vidrio soplado*, Segovia, pp. 161.

Ortiz Ramírez, L. (2011): “Una *villa* romana en Ronda de Marrubial del s. I al IV d.C.”, *Romula*, 10, pp. 253-276.

Osuna Ruiz, M. (1976): *Ercavica I. Aportación al estudio de la romanización de la meseta*, Arqueología conquense, Tarancón (Cuenca): Patronato Arqueológico Provincial.

Overbeck, J. A. (1884): *Pompeji in seinen gebäuden, alterthümern und kunstwerken dargestellt*, Leipzig: W. Engelmann.

P

Palomar Sanz, T. (2013): *La interacción de los vidrios históricos con medios atmosféricos, acuáticos y enterramientos*, Tesis Doctoral: Universidad Autónoma de Madrid.

Palomar Sanz, T.; García-Heras, M.; Sabio González, R.; Rincón López, J. M.; Villegas Broncano, M. A. (2011): “La evolución del vidrio romano de Emerita Augusta”, *Revista de Estudios Extremeños*, 67, 3, pp. 1143-1162.

Palomar Sanz, T.; García-Heras, M.; Sabio González, R.; Rincón López, J. M.; Villegas Broncano, M. A. (2012): “Composition, preservation and production technology of Augusta Emerita Roman glasses from the first to the sixth century AD”, *Mediterranean Archaeology & Archaeometry*, 12, 2, pp. 193-211.

Palomar Sanz, T.; Ouija, M.; Castillejo Striano, M.; Sabio González, R.; Rincón López, J. M.; García-Heras, M.; Villegas Broncano, M. A. (2013): “Roman glasses from Augusta Emerita: study of the degradation pathologies using LIBS”. En M. A. Rogerio-Candelera, M. Lazzari, E. Cano Díaz (eds.), *Science and technology for the conservation of Cultural Heritage*, Londres: A. A. Balkema Publishers, Taylor & Francis Group, pp. 251-255.

Pasqui, A. 1897: “La villa pompeiana della Pisanella presso Boscoreale”, *Monumenti Antichi*, 7, Milano: Reale Accademia dei Lincei, pp. 398-554.

Paynter, S.; Jackson, C. (2016): “Re-used Roman rubbish: a thousand years of recycling glass”, *Post-Classical Archaeologies*, 6, pp. 31-52.

- Penco Valenzuela, R. (2005): “La villa romana de Santa Rosa. Resultados preliminares de una I.A.U. llevada a cabo en la parcela adyacente a las calles El Algarrobo 4, 6, 8, 10 y Cronista Rey Díaz, 3 de Córdoba”, *Anales de Arqueología Cordobesa*, 16, pp. 11-34.
- Pérez Bonet, M^a A. (1988): “La economía tardorromana del sureste peninsular: el ejemplo del puerto de Mazarrón (Murcia)”, *Antig. crist. (Murcia)*, 5, pp. 471-501.
- Pérez Macías, J. A. (1998): *Las minas de Huelva en la Antigüedad*, Huelva: Diputación provincial de Huelva.
- Petit-Domínguez, M. D.; García, R.; de Soto, I. S.; Rucandio, I. (2014): “Chemical and statistical analysis of Roman glass from several Northwestern Iberian archaeological sites”, *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 14, 2, pp. 221-235.
- Pevnick, S. D. (2014): *Poseidon and the sea: myth, cult and daily life*, Tampa: Giles in association with the Tampa Museum of Art.
- Piccirillo, M. (1989): *Madaba. Le chiese e i mosaici*, Milan: Edizioni Paoline.
- Picon, M.; Vichy, M. (2003): “D’Orient en Occident: l’origine du verre à l’époque romaine et durant le haut Moyen Âge”. En D. Foy, M. D. Nenna (eds.), *Échanges et commerce du verre dans le monde antique. Actes du colloque de l’Association Française pour l’Archéologie du Verre Aix-en-Provence et Marseille 7-9 juin 2001*, Montagnac: éditions Monique Mergoïl, pp. 17-31.
- Pilosi, L.; Wypyski, M. T. (2002): “The weathering of ancient cold worked glass surfaces”. En *First international conference hyalos-vitrum-glass: history, technology and conservation of glass and vitreous materials in the Hellenic world*, Atenas: Glasnet Publications, pp. 101-107.
- Prevosti i Monclús, M. (1981): *Cronologia i poblament a l'àrea rural d'Iluro*, Mataró: Rafael Dalmau – Barcelona.
- Prevosti i Monclús, M.; Clariana i Roig, J. F. (1993): *Torre Llauder, Mataró Vil·la romana. Guies de jaciment arqueològics*, Mataró: Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura (2^a edició).

Price, J.; Cool, H. E. M. 1991: "The evidence for the production of glass in Roman Britain". En D. Foy, G. Sennequier (eds), *Ateliers de verriers de l'Antiquité à la période pré-industrielle. Actes de 4^{èmes} Rencontres* (Rouen 1989). Rouen, Association Française pour l'Archéologie du Verre, Rouen, pp. 23-30.

Price, J; Cottam, S. (1998): *Romano-British glass vessels: a handbook*, York: Council for British Archaeology.

Q

Quet, M. H. (1984): "Pharus", *Mélanges de l'Ecole française de Rome, Antiquité*, 96, 2, pp. 789-845.

Quinn, G. D. (2007): *Fractography of ceramics and glasses*, Washington: National Institute of Standards and Technology.

R

Remolà Vallverdú, J. A.; Pérez Martínez, M. (2013): "Centcelles y el praetorium del comes Hispaniarum Asterio en Tarraco", *Archivo Español de Arqueología*, 86, pp. 161-186.

Regalado Ortega, M. C.; Delgado Domínguez, A.; Pérez Macías, J. A. (2012): "Vidrios romanos de ventana del yacimiento de Cortalago (Minas de Riotinto, España)". En M. de Deus (coord.), *Actas del V encuentro de Arqueología del suroeste peninsular*, Almôdovar (Portugal), pp. 765-772.

Regalado Ortega, M^a C.; Delgado Domínguez, A.; Lagares Rivero, J. (2013): "*Vitrum metallorum*: vidrio romano en el Cinturón Ibérico de Piritas". En J. Jiménez Ávila, M. Bustamante Álvarez, M. García Cabezas (eds.), *Actas del VI encuentro de Arqueología del suroeste peninsular*, Excmo. Ayuntamiento de Villafranca de los Barros, pp. 1691-1727.

Reis, M. P. (2004): *Las termas y balnea romanos de Lusitania*, Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

- Ribas i Beltrán, M. (1966): *La villa romana de la Torre Llauder de Mataro*. Excavaciones Arqueológicas en España, 47, Madrid: Ministerio de Educación Nacional, Dirección General de Bellas Artes, Servicio Nacional de Excavaciones Arqueológicas.
- Rodríguez Colmenero, A. (2011): *Lucus Augusti. La ciudad romano-germánica del finisterre ibérico. Génesis y evolución histórica (14 a.C.-711 d.C.)*, Lugo: Concello de Lugo, Servizo Municipal de Arqueoloxía.
- Rodríguez Temiño, I. (1986): “Excavación de urgencia en Plaza de Puerta Cerrada, 9, Écija, Sevilla”, *Anuario Arqueológico de Andalucía/1986*, 3, pp. 388-396.
- Rodríguez Temiño, I., Núñez Pariente de León, E. (1985): “Arqueología urbana de urgencia en Écija (Sevilla)”, *Anuario Arqueológico de Andalucía/1985*, 3, 316-25.
- Romero Paredes, C.; Barragán Valencia, M^a C.; Buzón Alarcón, M. (2006): “Sobre una *domus* romana en la plaza de Santo Domingo de Écija”, *Astigi Vetus*, 2, pp. 55-74.
- Romero Paredes, C.; Carrasco Gómez, I.; Vera Cruz, E. (2009): “Intervención arqueológica preventiva en Plaza de Puerta Cerrada 8 c/v a Marchena. Écija (Sevilla)”, *Anuario Arqueológico de Andalucía/2004.1 Sevilla*, pp. 3208-3219.
- Romo Salas, A.; Vargas Jiménez, J. M. (1992): “El conjunto termal de Herrera (Sevilla), 1990”, *Anuario Arqueológico de Andalucía /1990*, 3, pp. 435-443.
- Rostovtzeff, M. (1937): *Historia social y económica del Imperio Romano*, Madrid: Espasa-Calpe.

S

- Sabio González, R. (2012): *Catálogo de la colección de hierros del Museo Nacional de Arte Romano*, Mérida: Museo Nacional de Arte Romano.
- Sabrié, R.; Sabrié, M. (1992): “Un thème décoratif des peintures murales romaines: le vase de verre”, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 25, pp. 207-222.
- Sáenz Preciado, J. C.; Fabré Murillo, J.; Lasuén Alegre, M.; Luesma González, R.; Sevilla Conde, A.; Villalva Barrio, I. (2005): “La casa del ninfeo de Bilbilis

- (Calatayud, Zaragoza). Intervención arqueológica de la Escuela Taller de Restauración de Aragón”, *Saldvie*, 5, pp. 377-396.
- Sáenz Preciado, J. C.; Martín-Bueno, M.; Fabré Murillo, J.; Lasuén Alegre, M.; Luesma González, R.; Sevilla Conde, A.; Villalba Barrio, I. (2006): “La Casa del ninfeo de Bilbilis (Calatayud-Zaragoza). Trabajos arqueológicos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón (Campaña 2006)”, *Saldvie*, 6, pp. 411-425.
- Sáez Fernández, P.; Ordoñez Agulla, S.; García-Dils de la Vega (2005): “El urbanismo de la *colonia Avgvsta Firma Astigi*: nuevas perspectivas”, *Mainake*, 27, pp. 89-112.
- Sainsbury, V. A. (2018): “When things stopped travelling: recycling and the glass industry in Britain from the first to fifth century CE”. En D. Rosenow, M. Phelps, A. Meek, I. Freestone (eds.), *Things that travelled*, Londres: UCL Press, pp. 324-345.
- Salido Domínguez, J.; Neira Jiménez, M. L. (2014): “Representaciones de horrea en la musivaria romana. Problemas para su identificación”, *Lxcentum*, 33, pp. 201-214.
- San Miguel Llamosas, C.; Muñoz Fernández, E.; Morlote Expósito, J. M.; Montes Barquín, R. (2003): “El yacimiento romano-medieval de San Juan de Maliaño (Camargo)”. En C. Fernández Ibáñez (ed.), *La Arqueología de la bahía de Santander*, 1, Santander: Fundación Marcelino Botín, pp. 515-543.
- Sánchez de Prado, M^a D. (2006): “Los materiales de vidrio”. En R. Albiach Descals, J. L. de Madaria Escudero (eds.), *La villa de Cornelivs (L'Ènova, Valencia)*, Valencia: Adif-Ministerio de Fomento, pp. 86-93.
- Sánchez de Prado, M. D. (2016): *El vidrio romano en el conventus Carthaginiensis: comercio y producción*, Vols. I y II, Tesis Doctoral, Alicante: Universidad de Alicante.
- 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.*, Alicante: Publicacions Universitat Alacant.

- Sánchez de Prado, M. D.; Ramón Peris, A. (2014): “La producción de vidrio en *Valentia*. El taller de la calle Sabaters”, *Luxentum*, 33, pp. 215-242.
- Saulnier, S. (1992): Annexe - “La vaisselle en verre”. En L. Rivet (ed.), *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. 380-396.
- Sayre, E. V. (1963): “The intentional use of antimony and manganese in ancient glasses”. En F. R. Matson, G. Rindone (eds.), *Advances in glass technology*, Vol. 2, Nueva York: Plenum Press, pp. 263-282.
- Sayre, E. V.; Smith, R. W. (1961): “Compositional categories of ancient glass”, *Science*, 133, pp. 1824-1826.
- Schalm, O., Proost, K., De Vis, K., Cagno, S., Janssens, K., Mees, F., Jacobs, P., Caen J. (2011): “Manganeses staining of archaeological glass: the characterization of Mn-rich inclusions in leached layers and a hypothesis of its formation”, *Archaeometry*, 53, 1, pp. 103-12.
- Schiavon, N.; Candeias, A.; Ferreira, T.; Da Conceição Lopes, M.; Carneiro, A.; Calligaro, T.; Mirao, J. (2012): “A combined multi-analytical approach for the study of Roman glass from South-west Iberia: synchrotron μ -XRF, external-PIXE/PIGE and BSEM-EDS”, *Archaeometry*, 54, 6, pp. 974-996.
- Schibille, N.; Marri, F.; Rehren, Th. (2008): “Characterization and provenance of late Antique window glass from the Petra church in Jordan”, *Archaeometry*, 50, pp. 627-642.
- Schibille, N.; Degryse, P.; O’Hea, M.; Izmer, A.; Vanhaecke, F.; McKenzie, J. (2012): “Late Roman glass from the “Great Temple” at Petra and Khirbet Et-Tannur, Jordan –technology and provenance”, *Archaeometry*, 54, 6, pp. 997-1022.
- Schibille, N.; Sterrett-Krause, A.; Freestone, I. C. (2016): “Glass groups, glass supply and recycling in late Roman Carthage”, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 9, 6, pp. 1223-1241.

- Scott, R. B.; Degryse, P. (2014): "The archaeology and archaeometry of natron glass making". En P. Degryse (ed.), *Glass making in the Greco-Roman world. Results of the ARCHGLASS project*, Leuven: Leuven University Press, pp. 15-26.
- Silvestri, A. (2008): "The coloured glass of *Iulia Felix*", *Journal of Archaeological Science*, 35, pp. 1489-1501.
- Silvestri, A.; Molin, G.; Salviulo, G. (2008): "The colourless glass of *Iulia Felix*", *Journal of Archaeological Science*, 35, pp. 331-341.
- Silvestri, A.; Molin, G.; Salviulo G. (2005): "Roman and Medieval glass from the Italian area: bulk characterization and relationships with production technologies", *Archaeometry*, 47, 4, pp. 797-816.
- Shinkai, N. (1994): "The fracture and fractography of flat glass". En R. C. Bradt, R.E. Tressler (eds.), *Fractography of glass*, Nueva York: Springer Science & Business Media, pp. 253-398.
- Shortland, A.; Schachner, L.; Freestone, I.; Tite, M. (2006): "Natron as a flux in the early vitreous materials industry: sources, beginnings and reasons for decline", *Journal of Archaeological Science*, 33, pp. 521-530.
- Stern, E. M. (1999): "Roman glassblowing in a cultural context", *American Journal of Archaeology*, 103, 3, pp. 441-484.
- Stern, E. M. (2004): "I vetrai dell'antica Roma". En M. Beretta; G. Di Pasquale (eds.), *Vitrum. Il vetro fra arte e scienza nel mondo romano*, Firenze-Milano: Giunti, pp. 37-59.
- Stern, E. M. (2007): "Ancient glass in a philological context", *Mnemosyne*, 60, pp. 341-406.
- Stern, E. M.; Schlick-Nolte, B. (1994): *Early glass of the ancient world, 1600 B.C. to A.D. 50*, Ostfildern: Gerd Hatje.
- Sternini, M. (1995): *La Fenice di Sabbia. Storia e tecnologia del vetro antico*, Bari: Edipuglia.
- Sterret-Krause, A. E. (2006): *Evidence for glass production in the Yasmina necropolis at Carthage*, University of Cincinnati.

T

Taylor, M. (2001): “No pain, no gain!”, *Glass News*, 9, pp.6.

Thirion-Merle, V.; Vichy, M. (2007): “Annexe – Note sur la composition chimique des verres de l’épave des Embiez”, *Revue archéologique de Narbonnaise*, 40, pp. 266-268.

Torrecilla Aznar, A. (2000): “Los vidrios romanos de la villa de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo)”. En *Arqueologia da antiguidade na península ibérica. Actas do 3.º Congresso de Arqueologia peninsular*, Vol. VI, Oporto: ADECAP, pp. 361-394.

Trowbridge, M. L. (1930): *Philological studies in ancient glass*, University of Illinois Studies in Languages and Literature, XIII, 3-4.

U

Ulrich, R. B. (2007): *Roman woodworking*. New Haven y Londres: Yale University Press.

Uscatescu Barron, A. (2004): “El vidrio romano y tardoantiguo del sector denominado *Casa I de Iesso* (Guissona, Lérida). Campaña de 1999”. En A. Fuentes Domínguez (ed.), *Jornadas sobre el vidrio en la España romana*, Madrid: Fundación Centro Nacional del Vidrio, La Granja, San Ildefonso (Segovia), pp. 33-62.

V

Vanpeene, N. (2005): “Fragments de vitre et de fixations découverts anciennement dan les thermes de la villa les Bossenno à Carnac (Morbihan)”. En *Vitres de l’Antiquité*, catalogue d’exposition, Bavay, pp. 27-28.

Vaquerizo Gil, D. (2011): “Residencias y jardines suburbanos”. En M^a D. Baena Alcántara, C. Márquez Moreno, D. Vaquerizo Gil (eds.), *Córdoba, reflejo de Roma*, catálogo de la exposición, Córdoba, pp. 272-277.

- Vaquerizo Gil, D. (2014): “Ciudad y territorio en el valle medio del Betis: apuntes al hilo de una realidad dual, pero esquivada”. En D. Vaquerizo Gil, J. A. Garriguet Mata, A. León Muñoz (eds.), *Ciudad y territorio: transformaciones materiales e ideológicas entre la época clásica y el Altomedioevo*, Córdoba, pp. 11-40.
- Vaquerizo Gil, D.; Murillo Redondo, J. F. (2010): “Ciudad y *suburbia* en *Corduba*. Una visión diacrónica (siglos II a.C. – VII d. C.)”. En D. Vaquerizo Gil (ed.), *Las áreas suburbanas en la ciudad histórica. Tipología, usos, función. Monografías de Arqueología cordobesa*, 18, Córdoba, pp. 455-522.
- Velo Gala, A. (2016): “El vidrio de ventana y su uso en la arquitectura romana. A propósito de los vidrios planos de la *villa* de Ronda del Marrubial, Córdoba”, *Revista Anahgramas*, 2, pp. 26-65.
- Velo-Gala, A.; Garriguet Mata, J. A. (2017): “Roman window glass: an approach to its study through Iconography”, *Lvcentvm*, 36, pp. 159-176.
- Velo Gala, A.; Merino Aranda, A. (2017): “La curia de Torreparedones: un nuevo modelo de restitución a partir del estudio de otros materiales”, *Actas del décimo congreso nacional y segundo congreso internacional hispanoamericano de historia de la construcción*, 3, pp. 1707-1716.
- Ventura Villanueva, A.; Morena López, J. A.; Moreno Rosa, A. (2013): “La *curia* y el foro de la *colonia Virtus Iulia Itruci*”. En B. Soler Huertas, P. Mateos Cruz, J. M. Noguera Celdrán, J. Ruiz de Arbulo Bayona (eds.), *Anejos de AEspA*, 67, pp. 233-247.
- Ventura Villanueva, A. (2014): “El foro”. En C. Márquez Moreno, J. A. Morena López, R. Córdoba de la Llave, A. Ventura Villanueva (eds.), *Torreparedones. Baena, Córdoba. Investigaciones arqueológicas (2006-2012)*, Baena, Córdoba: Universidad de Córdoba y Excmo. Ayuntamiento de Baena, pp. 68-85.
- Vera Fernández, A. (2013-14): “Análisis funcional y puesta en valor del conjunto termal de Herrera (Sevilla)”, *Romvlla*, 12-13, pp. 155-182.
- Vigil Pascual, M. (1969): *El vidrio en el mundo antiguo*. Madrid: Instituto Español de Arqueología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

- Vipard, P. (2003): “Les portiques fenêtrés dans les *domus* du Haut-Empire Romain”, *Bulletin archéologique du CTHS: Antiquité, Archéologie classique*, 30, pp. 99-134.
- Vipard, P. (2009): “L’usage du verre à vitre dans l’architecture romaine du Haut Empire”. En S. Lagabrielle, M. Philippe (dir.), *Verre et fenêtre de l’Antiquité au XVIII^{ème} siècle. Actes du premier colloque international de l’association Verre et Histoire, Paris-La Défense / Versailles, 13-15 octobre 2005*, pp. 3-10.

W

- Wardle, A.; Shepherd, J. (2015): “Working in the margins: the glass-working waste from Basinghall Street”. En A. Wardle, I. C. Freestone, M. McKenzie, J. Shepherd (eds.), *Glassworking on the margins of Roman London*, Londres: Museum of London Archaeology, pp. 36-74.
- Wardle, A.; Freestone, I.; McKenzie, M.; Shepherd, J. (2015): *Glass working on the margins of Roman London. Excavations at 35 Basinghall Street, City of London, 2005*, MOLA (Museum of London Archaeology).
- Winckelmann, J. J. (1767): *Monumenti antichi e inediti*, vol. I, Roma.

AUTORES CLÁSICOS

COLUMELA: *Los doce libros de agricultura*, por Don Vicente Tinajero, Madrid, 1879.

COLUMELA: *On Agriculture, Vol. III: Books 10-12. On trees*, traducción de E. S. Foster y Edward H. Heffner, Loeb Classical Library, Cambridge (MSS): Harvard University Press, 2001.

ESTACIO: *Silvas*. Traducción y notas de Francisco Torrent Rodríguez, Madrid: Biblioteca básica de Gredos, 2002.

FILÓN DE ALEJANDRÍA: *Obras completas de Filón de Alejandría*, tomo V, traducción directa del griego, introducción y notas de José María Triviño, Buenos Aires: Acervo cultural editores, 1976.

MARCIAL: *Epigramas de Marco Valerio Marcial*, texto, introducción y notas de José Guillén y revisión de Fidel Argudo, 2ª edición, Zaragoza: Institución “Fernando el Católico”, 2003.

PALADIO: *Tratado de Agricultura. Medicina veterinaria. Poema de los Injertos*. Traducción, introducción y notas de Ana Moure Casas, Madrid: Biblioteca Clásica de Gredos, 135, 1990.

PLINIO EL JOVEN: *Cartas*, introducción, traducción y notas de Julián González Fernández, Madrid: Biblioteca Clásica de Gredos, 344, 2005.

PLINIO EL VIEJO: *Lapidario de Plinio el Viejo*, traducción y notas de A. Domínguez García y H. B. Riesco, Madrid: Alianza editorial, 1993.

SÉNECA: *Epistolas morales a Lucilio*. Traducción y notas de Ismael Roca Meliá, Madrid: Biblioteca Clásica de Gredos, 129, 1989.

SIDONIO APOLINAR: *Œuvres de C. Sollius Apollinaris Sidonius*, traducción al francés y notas de J. F. Grégoire y F. L. Collombet, A Lyon : Chez M.-P Rusand, imprimeur-libraire ; A Paris : Chez Poussielgue-Rusand, libraire, 1836.

THEOPHILUS: *De diversis artibus*. Traducción inglesa “The Treatise of Theophilus”. Murray, London, 1847.

ULPIANO: *The Digest of Justinian, vol. 3*, traducción a lengua inglesa por Alan Watson, Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1998.

VARRÓN: *Rerum rusticarum. Libri III*, traducción y comentarios de José Ignacio Cubero Salmerón, Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, 2010.

VENANCIO FORTUNATO: *Opera poetica*. Monumenta Germaniae Historica Auctores antiquissimi IV/1 ed. Friedrich Leo, Berlin, 1881.

VITRUVIO: *Los diez libros de Arquitectura. Vitruvio*, traducción de J. L. Oliver Domingo, Madrid: Alianza editorial, 1997.

ANEXO I-TABLAS CAPÍTULO IV.4.2

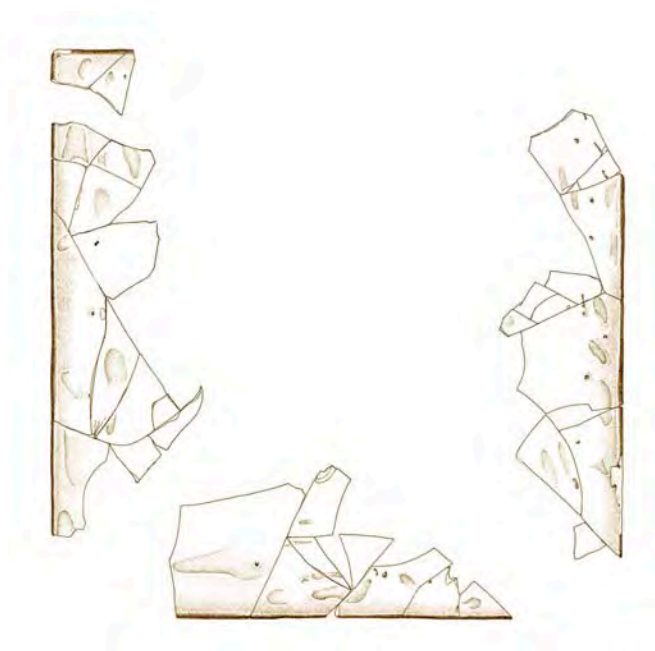


Tabla 1. Fragmentos de vidrio de ventana romano de la Bética seleccionados para su caracterización químico-física.

Yacimiento	Muestra	nº	Color	Tipo	Contexto	Cronología
<i>Acinipo</i>	AC_52	1	Verde-azulado	Plano	Termal-industrial	siglos I-V d.C.
	AC_23	2	Verde-azulado	Plano	Termal-industrial	siglos I-V d.C.
	AC_32	3	Verde-azulado	Plano	Termal-industrial	siglos I-V d.C.
	AC_40	4	Verde-azulado	Plano	Termal-industrial	mitad siglo I- mitad II d.C.
Carmona	CAR_01	5	Verde-azulado	Plano	Desconocido	mitad siglo I- mitad II d.C.
	CAR_08	6	Azul <i>aqua</i>	Plano	Desconocido	siglos I-II d.C.
<i>Cortalago</i>	COR_18	7	Verde-azulado	Plano	Posible termal	siglos I-II d.C.
	COR_14	8	Verde-azulado	Plano	Posible termal	siglos I-II d.C.
	COR_69	9	Verde-azulado	Plano	Posible termal	siglos I-II d.C.
	COR_10	10	Verde-azulado	Plano	Posible termal	siglos I-II d.C.
Écija - Jovar	JO_02	11	Verde-azulado	Plano	Funerario	bajo imperial
Écija-Espíritu Santo	ES_01	12	Azul <i>aqua</i>	Plano	<i>Domus</i>	siglos I-IV d.C.
Écija-Garcilópez	GL_01	13	Verde-azulado	Plano	Desconocido	romano imperial
Herrera	HE_27	14	Verde-azulado	Plano	Termal	siglos II-III d.C.
	HE_17	15	Verde-azulado	Plano	Termal	siglos II-III d.C.
	HE_42	16	Verde-azulado	Plano	Termal	siglos II-III d.C.
	HE_56	17	Verde-azulado	Plano	Termal	siglos II-III d.C.
	HE_05	18	Verde-azulado	Plano	Termal	siglos II-III d.C.
	HE_11	19	Verde-azulado	Plano	Termal	siglos II-III d.C.
Torreparedones	TO_155	20	Verde-azulado	Plano	Curia	siglos I-III d.C.
	TO_173	21	Verde-azulado	Plano	Curia	siglos I-III d.C.
	TO_17	22	Verde-azulado	Plano	Curia	siglos I-III d.C.
	TO_156	23	Verde-azulado	Plano	Curia	siglos I-III d.C.
	TO_250	24	Verde-azulado	Hemisférico	Curia	siglos I-III d.C.
	TO_251	25	Verde-azulado	Hemisférico	Curia	siglos I-III d.C.
Córdoba-Victoria	VIC_01	26	Verde-azulado	Plano	<i>Domus</i>	romano imperial
Córdoba-Diputación	DIP_01	27	Verde-azulado	Plano	Desconocido	romano
Córdoba-Lucano	LUC_01	28	Verde-azulado	Plano	<i>Vicus</i> oriental	siglo II d.C.

El vidrio de ventana y su empleo en la arquitectura romana de la Bética

Córdoba-Santa Rosa	ALG_16	29	Verde-azulado	Plano	<i>Villa (pars urbana)</i>	siglos III-V d.C.
	ALG_01	30	Verde-azulado	Plano	<i>Villa (pars urbana)</i>	siglos III-V d.C.
	ALG_15	31	Verde-azulado	Plano	<i>Villa (pars urbana)</i>	siglos III-V d.C.
Córdoba-P. P. Renfe	PPR_01	32	Verde-azulado	Plano	Desconocido	romano
	PPR_03	33	Verde-azulado	Plano	Desconocido	romano
	PPR_05	34	Verde-azulado	Plano	Desconocido	romano
Córdoba-Rodríguez	ROD_02	35	Verde-azulado	Plano	<i>Vicus</i> oriental	siglo II d.C.
Córdoba-Marrubial	MA_44	36	Verde-azulado	Plano	<i>Villa</i>	siglos I-IV d.C.
	MA_184	37	Verde-azulado	Plano	<i>Villa</i>	siglos I-IV d.C.
	MA_35	38	Verde-azulado	Plano	<i>Villa</i>	siglos I-IV d.C.
	MA_161	39	Verde-azulado	Plano	<i>Villa</i>	siglos I-IV d.C.
	MA_04	40	Verde-azulado	Plano	<i>Villa</i>	siglos I-IV d.C.
	MA_181	41	Verde-azulado	Plano	<i>Villa</i>	siglos I-IV d.C.
	MA_85	42	Verde-azulado	Plano	<i>Villa</i>	siglos I-IV d.C.
	MA_153	43	Verde-azulado	Plano	<i>Villa</i>	siglos I-IV d.C.
Córdoba-Cercadilla	CER_25	44	Verde-azulado	Plano	<i>Villa/Palacio</i>	siglos I-V d.C.
	CER_31	45	Verde-azulado	Plano	<i>Villa/Palacio</i>	siglos I-V d.C.
	CER_03	46	Verde-azulado	Plano	<i>Villa/Palacio</i>	siglos I-V d.C.
	CER_04	47	Verde-azulado	Plano	<i>Villa/Palacio</i>	siglos I-V d.C.
	CER_36	48	Verde-azulado	Plano	<i>Villa/Palacio</i>	siglos I-V d.C.
	CER_22	49	Verde-azulado	Plano	<i>Villa/Palacio</i>	siglos I-V d.C.
	CER_33	50	Verde-azulado	Plano	<i>Villa/Palacio</i>	siglos I-V d.C.
	CER_39	51	Verde-azulado	Plano	<i>Villa/Palacio</i>	siglos I-V d.C.
	CER_32	52	Verde-azulado	Plano	<i>Villa/Palacio</i>	siglos I-V d.C.
	CER_42	53	Verde-azulado	Plano	<i>Villa/Palacio</i>	siglos I-V d.C.
Córdoba- M. Hdez.	MH_02	54	Verde-azulado	Plano	<i>Villa (pars rustica)</i>	siglos II-III d.C.
	MH_03	55	Verde-azulado	Plano	<i>Villa (pars rustica)</i>	siglos II-III d.C.
	MH_01	56	Verde-azulado	Plano	<i>Villa (pars rustica)</i>	siglos II-III d.C.
	MH_11	57	Verde-azulado	Plano	<i>Villa (pars rustica)</i>	siglos II-III d.C.
	MH_23	58	Verde-azulado	Plano	<i>Villa (pars rustica)</i>	siglos II-III d.C.

Tabla 2. Concentraciones de los patrones del *Corning Museum of Glass* (% en peso). La tabla incluye los datos publicados por Brill (1999) (--- no determinado) (Des. est. desviación estándar).

Muestras	n	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cl ⁻	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃	CuO	SnO ₂	Sb ₂ O ₅	PbO
Corning B	16	16,88	1,03	4,31	62,26	0,85	0,19	1,03	8,54	0,25	0,34	2,87	0,03	0,05	0,48
Des. est.		0,27	0,04	0,06	0,24	0,03	0,02	0,04	0,08	0,04	0,07	0,10	0,03	0,03	0,11
Datos publicados		17,00	1,03	4,36	61,55	0,82	0,20	1,00	8,56	0,25	0,34	2,66	0,04	0,46	0,61
Corning B															
Corning C	6	1,06	2,33	0,77	32,82	0,09	---	2,92	5,01	---	0,30	1,16	0,23	0,05	37,58
Des. est.		0,03	0,04	0,02	0,08	0,03		0,11	0,08		0,04	0,07	0,05	0,04	0,42
Datos publicados		1,07	2,76	0,87	34,87	0,14	0,10	2,84	5,07	---	0,34	1,13	0,19	0,03	36,70
Corning C															
Corning D	8	1,26	3,80	5,26	55,11	4,08	0,18	11,38	14,42	0,58	0,46	0,35	0,07	1,36	0,22
Des. est.		0,06	0,03	0,06	0,22	0,06	0,01	0,15	0,07	0,05	0,08	0,05	0,03	0,04	0,12
Datos publicados		1,20	3,94	5,30	55,24	3,93	0,40	11,30	14,8	0,55	0,52	0,38	0,10	0,97	0,48
Corning D															

Tabla 3. Resultados obtenidos del análisis de una muestra de vidrio de ventana romano del yacimiento de Torreparedones (Córdoba) utilizada como patrón interno de verificación en el segundo análisis de los vidrios mediante EPMA (% en peso) (Des. est. desviación estándar).

Muestras	Nº orden	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cl ⁻	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃
Torrepar. (TO_173)	1	15,03	0,51	2,59	70,07	0,15	1,06	0,60	7,85	1,40	0,22
1er. análisis	Des. est.	0,35	0,02	0,05	0,62	0,01	0,03	0,03	0,04	0,08	0,05
Torrepar. (TO_173)	2	15,10	0,51	2,67	69,84	0,14	0,96	0,58	7,71	1,41	0,39
2º análisis	Des. est.	0,04	0,01	0,05	0,14	0,02	0,01	0,01	0,08	0,02	0,04

Tabla 4. Resultados obtenidos en el análisis de los vidrios romanos de ventana de la Bética analizados mediante EPMA (% en peso) (Des. est. desviación estándar).

Muestras	Nº orden	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cl	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃
<i>Acinipo 1</i>	1	15,13	0,44	2,78	70,41	0,17	0,79	1,00	8,00	1,31	0,29
(AC_52)	Des. est.	0,14	0,02	0,01	0,06	0,03	0,01	0,03	0,02	0,10	0,01
<i>Acinipo 2</i>	2	15,22	0,45	2,77	69,90	0,15	0,82	0,98	8,06	1,23	0,22
(AC_23)	Des. est.	0,28	0,03	0,03	0,32	0,03	0,04	0,13	0,13	0,06	0,03
<i>Acinipo 3</i>	3	15,93	0,55	2,29	69,61	0,15	0,96	0,56	7,85	1,78	0,35
(AC_32)	Des. est.	0,19	0,03	0,01	0,31	0,02	0,02	0,03	0,07	0,09	0,04
<i>Acinipo 4</i>	4	15,24	0,45	2,79	70,34	0,16	0,80	0,98	8,01	1,13	0,18
(AC_40)	Des. est.	0,14	0,01	0,04	0,17	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,03
Carmona 1	5	14,97	0,53	2,58	71,20	0,15	0,93	0,59	7,48	1,19	0,23
(CAR_01)	Des. est.	0,30	0,01	0,03	0,21	0,01	0,02	0,01	0,04	0,11	0,05
Carmona 2	6	17,31	0,54	2,25	69,50	0,12	1,14	0,59	7,93	0,54	0,28
(CAR_08)	Des. est.	0,09	0,02	0,01	0,05	0,01	0,03	0,02	0,09	0,02	0,05
Cortalago 1	7	15,90	0,53	2,26	70,72	0,12	1,12	0,46	7,60	1,49	0,16
(COR_18)	Des. est.	0,17	0,01	0,01	0,30	0,01	0,04	0,03	0,07	0,05	0,07
Cortalago 2	8	14,60	0,59	2,51	70,20	0,16	1,05	0,50	8,49	1,73	0,20
(COR_14)	Des. est.	0,16	0,02	0,06	0,07	0,01	0,03	0,01	0,04	0,13	0,07
Cortalago 3	9	14,66	0,57	2,54	70,35	0,17	1,04	0,51	8,41	1,61	0,26
(COR_69)	Des. est.	0,16	0,03	0,01	0,24	0,02	0,03	0,02	0,06	0,09	0,04
Cortalago 4	10	14,84	0,55	2,27	70,29	0,19	1,06	0,56	8,08	1,69	0,24
(COR_10)	Des. est.	0,14	0,01	0,03	0,24	0,01	0,01	0,01	0,13	0,07	0,04
Écija 1	11	16,19	0,46	2,38	70,43	0,14	1,09	0,59	7,35	1,37	0,21
(JO_02)	Des. est.	0,34	0,02	0,02	0,38	0,03	0,11	0,02	0,01	0,13	0,08
Écija 2	12	15,52	0,45	2,55	71,10	0,23	1,03	0,63	7,95	0,30	0,28
(ES_01)	Des. est.	0,19	0,01	0,04	0,28	0,01	0,04	0,03	0,03	0,06	0,06

ANEXO I-TABLAS CAPÍTULO IV.4.2

Écija 3	13	15,02	0,51	2,43	71,07	0,20	1,01	0,66	7,34	1,20	0,30
(GL_01)	Des. est.	0,26	0,02	0,03	0,33	0,04	0,02	0,01	0,12	0,09	0,06
Herrera 1	14	16,18	0,49	2,53	70,34	0,16	1,03	0,52	7,28	1,52	0,23
(HE_27)	Des. est.	0,10	0,01	0,03	0,50	0,02	0,01	0,01	0,05	0,04	0,03
Herrera 2	15	14,53	0,59	2,44	69,27	0,17	1,04	0,46	8,84	1,51	0,29
(HE_17)	Des. est.	0,09	0,01	0,02	0,39	0,01	0,01	0,02	0,07	0,05	0,02
Herrera 3	16	16,67	0,60	2,42	68,70	0,15	1,07	0,62	8,19	1,26	0,28
(HE_42)	Des. est.	0,16	0,02	0,03	0,25	0,02	0,04	0,03	0,08	0,04	0,05
Herrera 4	17	16,57	0,51	2,36	68,80	0,14	1,20	0,49	7,55	1,37	0,19
(HE_56)	Des. est.	0,15	0,01	0,04	0,45	0,03	0,04	0,02	0,11	0,07	0,05
Herrera 5	18	15,90	0,58	2,35	70,17	0,14	1,07	0,51	7,68	1,23	0,25
(HE_05)	Des. est.	0,11	0,02	0,08	0,54	0,01	0,02	0,01	0,14	0,12	0,04
Herrera 6	19	15,93	0,55	2,89	69,06	0,12	0,90	0,65	8,12	1,43	0,20
(HE_11)	Des. est.	0,43	0,03	0,04	0,53	0,02	0,04	0,02	0,06	0,04	0,01
Torrepar. 1	20	15,27	0,51	2,62	70,70	0,18	1,04	0,61	7,83	1,45	0,23
(TO_155)	Des. est.	0,24	0,03	0,02	0,29	0,02	0,02	0,01	0,14	0,05	0,06
Torrepar. 2	21	15,10	0,52	2,66	70,60	0,16	1,05	0,57	7,85	1,42	0,19
(TO_173)	Des. est.	0,17	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,11	0,03	0,03
Torrepar. 3	22	15,03	0,51	2,59	70,07	0,15	1,06	0,60	7,85	1,40	0,22
(TO_17)	Des. est.	0,35	0,02	0,05	0,62	0,01	0,03	0,03	0,04	0,08	0,05
Torrepar. 4	23	15,49	0,53	2,64	68,42	0,16	1,00	0,57	7,68	1,33	0,23
(TO_156)	Des. est.	0,28	0,01	0,04	2,94	0,01	0,04	0,05	0,18	0,05	0,03
Torrepar. 5	24	16,26	0,72	2,39	68,02	0,15	1,05	0,63	8,06	1,34	0,30
(TO_250)	Des. est.	0,34	0,01	0,03	0,44	0,01	0,03	0,03	0,24	0,08	0,02
Torrepar. 6	25	16,25	0,72	2,37	67,91	0,16	1,03	0,65	8,23	1,36	0,29
(TO_251)	Des. est.	0,35	0,04	0,05	0,70	0,01	0,02	0,02	0,06	0,05	0,06
Córdoba 1	26	16,85	0,63	2,76	68,85	0,11	0,79	0,74	8,03	1,38	0,44
(VIC_01)	Des. est.	0,09	0,01	0,01	0,08	0,04	0,03	0,02	0,09	0,02	0,01

El vidrio de ventana y su empleo en la arquitectura romana de la Bética

Córdoba 2	27	18,41	0,92	2,46	69,31	0,06	1,06	0,55	6,45	0,05	0,67
(DIP_01)	Des. est.	0,07	0,01	0,01	0,04	0,03	0,06	0,03	0,03	0,02	0,03
Córdoba 3	28	15,71	0,63	2,75	69,62	0,16	0,99	0,60	7,68	1,52	0,44
(LUC_01)	Des. est.	0,04	0,01	0,02	0,15	0,02	0,02	0,02	0,05	0,03	0,01
Córdoba 4	29	15,89	0,58	2,60	69,19	0,13	1,01	0,50	8,04	1,53	0,39
(ALG_16)	Des. est.	0,10	0,01	0,01	0,21	0,01	0,02	0,03	0,06	0,02	0,06
Córdoba 5	30	15,80	0,58	2,59	69,23	0,12	1,03	0,50	8,02	1,48	0,37
(ALG_01)	Des. est.	0,08	0,02	0,02	0,14	0,01	0,04	0,03	0,05	0,01	0,02
Córdoba 6	31	15,67	0,57	2,58	69,11	0,12	1,00	0,50	7,97	1,48	0,32
(ALG_15)	Des. est.	0,15	0,01	0,02	0,13	0,01	0,02	0,03	0,05	0,01	0,02
Córdoba 7	32	15,88	0,55	2,67	69,79	0,16	1,01	0,63	7,06	1,40	0,40
(PPR_01)	Des. est.	0,10	0,01	0,01	0,09	0,02	0,06	0,03	0,07	0,01	0,08
Córdoba 8	33	16,02	0,54	2,68	70,06	0,15	1,00	0,59	6,99	1,37	0,41
(PPR_03)	Des. est.	0,11	0,01	0,03	0,11	0,01	0,05	0,01	0,01	0,03	0,06
Córdoba 9	34	15,65	0,53	2,63	69,94	0,14	1,00	0,66	7,10	1,43	0,43
(PPR_05)	Des. est.	0,09	0,01	0,01	0,11	0,01	0,02	0,03	0,08	0,02	0,04
Córdoba 10	35	17,09	0,54	2,51	68,55	0,13	1,07	0,64	7,24	1,32	0,40
(ROD_02)	Des. est.	0,10	0,01	0,01	0,06	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06
Córdoba 11	36	16,60	0,59	2,66	68,52	0,14	1,04	0,57	7,67	1,43	0,36
(MA_44)	Des. est.	0,11	0,01	0,02	0,12	0,02	0,04	0,01	0,01	0,03	0,03
Córdoba 12	37	16,17	0,64	2,50	69,03	0,13	0,91	0,54	8,05	1,41	0,38
(MA_184)	Des. est.	0,03	0,03	0,02	0,12	0,01	0,03	0,02	0,08	0,04	0,02
Córdoba 13	38	16,10	0,65	2,56	69,04	0,13	0,90	0,53	8,08	1,37	0,41
(MA_35)	Des. est.	0,16	0,05	0,03	0,49	0,03	0,06	0,02	0,24	0,03	0,05
Córdoba 14	39	15,22	0,57	2,33	69,95	0,14	0,90	0,55	7,88	1,57	0,37
(MA_161)	Des. est.	0,09	0,01	0,03	0,13	0,02	0,01	0,01	0,09	0,03	0,05
Córdoba 15	40	15,40	0,55	2,53	70,22	0,15	0,89	0,60	7,68	1,20	0,45
(MA_04)	Des. est.	0,12	0,01	0,02	0,20	0,03	0,05	0,02	0,03	0,02	0,05

ANEXO I-TABLAS CAPÍTULO IV.4.2

Córdoba 16	41	15,18	0,56	2,37	70,01	0,13	0,92	0,55	7,87	1,55	0,39
(MA_181)	Des. est.	0,04	0,01	0,01	0,08	0,02	0,04	0,02	0,09	0,03	0,03
Córdoba 17	42	15,87	0,82	2,46	69,10	0,22	0,88	0,68	7,63	1,34	0,61
(MA_85)	Des. est.	0,11	0,02	0,02	0,11	0,01	0,03	0,03	0,10	0,04	0,07
Córdoba 18	43	15,70	0,79	2,48	69,28	0,22	0,91	0,68	7,61	1,35	0,53
(MA_153)	Des. est.	0,08	0,02	0,02	0,07	0,02	0,04	0,01	0,10	0,06	0,04
Córdoba 19	44	15,54	0,62	2,43	69,23	0,20	0,94	0,62	8,07	1,56	0,48
(CER_25)	Des. est.	0,11	0,01	0,01	0,07	0,01	0,07	0,05	0,05	0,04	0,03
Córdoba 20	45	14,71	0,59	2,64	69,49	0,16	0,95	0,67	7,83	1,98	0,43
(CER_31)	Des. est.	0,14	0,01	0,02	0,15	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01	0,02
Córdoba 21	46	15,56	0,54	2,27	70,10	0,11	1,04	0,48	7,65	1,40	0,32
(CER_03)	Des. est.	0,08	0,01	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	0,03
Córdoba 22	47	14,48	0,52	2,40	70,53	0,12	0,99	0,55	7,91	1,75	0,38
(CER_04)	Des. est.	0,05	0,02	0,01	0,03	0,01	0,05	0,02	0,01	0,01	0,03
Córdoba 23	48	16,07	0,66	2,83	68,86	0,15	1,03	0,55	8,45	1,13	0,42
(CER_36)	Des. est.	0,06	0,02	0,02	0,10	0,01	0,02	0,01	0,21	0,01	0,06
Córdoba 24	49	15,62	0,61	2,47	69,42	0,17	1,03	0,59	8,06	1,37	0,43
(CER_22)	Des. est.	0,06	0,02	0,01	0,08	0,03	0,06	0,02	0,02	0,03	0,04
Córdoba 25	50	15,70	0,63	2,43	68,86	0,20	0,98	0,59	8,04	1,55	0,49
(CER_33)	Des. est.	0,10	0,01	0,01	0,11	0,02	0,04	0,04	0,09	0,05	0,06
Córdoba 26	51	16,10	0,49	2,64	69,49	0,20	0,98	0,63	7,73	1,32	0,42
(CER_39)	Des. est.	0,15	0,01	0,02	0,16	0,01	0,03	0,03	0,03	0,01	0,06
Córdoba 27	52	17,59	0,59	2,64	67,07	0,14	0,96	0,54	8,03	1,81	0,39
(CER_32)	Des. est.	0,12	0,01	0,02	0,04	0,01	0,05	0,01	0,10	0,02	0,03
Córdoba 28	53	15,64	0,51	2,24	70,36	0,15	1,09	0,48	7,63	1,37	0,32
(CER_42)	Des. est.	0,14	0,01	0,01	0,03	0,01	0,04	0,02	0,03	0,01	0,03
Córdoba 29	54	14,60	0,58	2,49	70,05	0,15	0,95	0,49	8,44	1,52	0,40
(MH_02)	Des. est.	0,03	0,02	0,01	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,05

El vidrio de ventana y su empleo en la arquitectura romana de la Bética

Córdoba 30	55	15,14	0,64	2,90	69,10	0,15	0,93	0,68	8,53	1,24	0,59
(MH_03)	Des. est.	0,10	0,01	0,01	0,11	0,03	0,01	0,01	0,07	0,01	0,03
Córdoba 31	56	17,24	0,46	2,42	68,51	0,15	1,05	0,54	7,35	1,63	0,29
(MH_01)	Des. est.	0,06	0,01	0,01	0,05	0,01	0,04	0,01	0,12	0,01	0,02
Córdoba 32	57	15,64	0,57	2,42	69,34	0,17	0,92	0,53	7,99	1,42	0,37
(MH_11)	Des. est.	0,01	0,01	0,01	0,13	0,02	0,05	0,01	0,07	0,02	0,06
Córdoba 33	58	14,84	0,64	2,88	68,29	0,17	0,89	0,65	8,63	1,48	0,68
(MH_23) izq.	Des. est.	0,01	0,01	0,01	0,11	0,03	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03
		15,02	0,63	2,86	68,80	0,18	0,94	0,64	8,50	1,18	0,60
(MH_23) dcha.	Des.est.	0,09	0,01	0,01	0,08	0,02	0,04	0,02	0,07	0,01	0,01

Tabla 5. Resultados obtenidos en el análisis de los vidrios de ventana romanos de la Bética mediante EPMA (% en peso) en las áreas cercanas al lado brillante, mate y centro (Des. est. desviación estándar).

Muestra	Área	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cl ⁻	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃
<i>Acinipo</i> (AC_52)	Brillante	14,84	0,49	2,78	70,50	0,16	0,77	1,00	8,13	1,32	0,22
	Des. est.	0,31	0,00	0,02	0,22	0,02	0,04	0,04	0,17	0,08	0,04
	Central	15,13	0,44	2,78	70,41	0,17	0,79	1,00	8,00	1,31	0,29
	Des. est.	0,15	0,03	0,03	0,06	0,03	0,02	0,03	0,06	0,10	0,04
	Mate	15,21	0,46	2,73	69,78	0,18	0,78	1,14	8,00	1,23	0,29
	Des. est.	0,08	0,01	0,03	0,13	0,02	0,01	0,04	0,06	0,05	0,04
<i>Carmona</i> (CAR_01)	Brillante	14,88	0,50	2,62	71,49	0,16	0,96	0,58	7,54	1,11	0,24
	Des. est.	0,18	0,02	0,03	0,23	0,02	0,03	0,01	0,09	0,10	0,06
	Central	14,97	0,53	2,58	71,20	0,15	0,93	0,58	7,54	1,19	0,23
	Des. est.	0,30	0,01	0,03	0,21	0,01	0,02	0,01	0,04	0,11	0,05
	Mate	15,26	0,55	2,57	70,63	0,14	0,96	0,64	7,53	1,19	0,30
	Des. est.	0,21	0,03	0,06	0,21	0,01	0,04	0,02	0,04	0,09	0,03
<i>Cortalago</i> (COR_14)	Brillante	14,92	0,61	2,52	69,95	0,15	1,07	0,52	8,42	1,57	0,25
	Des. est.	0,14	0,03	0,04	0,28	0,02	0,04	0,01	0,07	0,13	0,04
	Central	14,60	0,59	2,51	70,20	0,16	1,05	0,50	8,49	1,73	0,20
	Des. est.	0,16	0,03	0,06	0,08	0,01	0,04	0,02	0,05	0,13	0,07
	Mate	14,13	0,60	2,54	70,80	0,17	1,05	0,55	8,66	1,54	0,21
	Des. est.	0,29	0,03	0,02	0,20	0,02	0,02	0,02	0,12	0,04	0,04
<i>Cortalago</i> (COR_69)	Brillante	14,60	0,58	2,54	70,06	0,17	0,96	0,53	8,55	1,64	0,22
	Des. est.	0,18	0,02	0,05	0,33	0,03	0,03	0,01	0,09	0,09	0,06
	Central	14,66	0,57	2,54	70,35	0,17	1,04	0,51	8,41	1,61	0,26
	Des. est.	0,16	0,03	0,01	0,24	0,02	0,03	0,02	0,07	0,10	0,04
	Mate	14,22	0,57	2,50	70,01	0,15	1,02	0,81	8,40	1,76	0,23
	Des. est.	0,03	0,02	0,01	0,15	0,02	0,02	0,05	0,06	0,05	0,06
<i>Cortalago</i> (COR_10)	Brillante	14,91	0,52	2,25	70,47	0,21	1,06	0,61	8,02	1,64	0,18
	Des. est.	0,06	0,02	0,04	0,60	0,01	0,01	0,03	0,02	0,06	0,07
	Central	14,84	0,55	2,27	70,29	0,19	1,06	0,56	8,08	1,69	0,24
	Des. est.	0,15	0,01	0,04	0,24	0,01	0,01	0,01	0,14	0,08	0,05
	Mate	14,60	0,52	2,24	70,36	0,21	1,05	0,90	8,12	1,59	0,20
	Des. est.	0,21	0,03	0,03	0,23	0,01	0,02	0,04	0,09	0,11	0,04

Herrera (HE_27)	Brillante	15,86	0,50	2,55	70,51	0,16	1,00	0,56	7,21	1,50	0,22
	Des. est.	0,08	0,01	0,03	0,12	0,02	0,05	0,01	0,07	0,07	0,09
	Central	16,18	0,49	2,53	70,34	0,16	1,03	0,52	7,28	1,52	0,23
	Des. est.	0,11	0,02	0,03	0,50	0,02	0,02	0,01	0,05	0,05	0,03
	Mate	15,89	0,48	2,54	70,42	0,16	1,06	0,52	7,31	1,54	0,19
Des. est.	0,17	0,01	0,02	0,25	0,02	0,01	0,02	0,09	0,13	0,05	
Herrera (HE_42)	Brillante	16,69	0,59	2,46	69,03	0,15	1,09	0,62	8,13	1,37	0,16
	Des. est.	0,24	0,01	0,03	0,29	0,01	0,04	0,02	0,04	0,05	0,04
	Central	16,67	0,60	2,42	68,70	0,15	1,07	0,62	8,19	1,26	0,28
	Des. est.	0,16	0,03	0,03	0,26	0,02	0,05	0,03	0,08	0,04	0,06
	Mate	16,18	0,59	2,44	68,91	0,16	1,15	0,76	8,13	1,32	0,23
Des. est.	0,20	0,02	0,03	0,47	0,01	0,05	0,05	0,02	0,04	0,06	
Herrera (HE_05)	Brillante	15,46	0,55	2,34	70,25	0,14	1,09	0,53	7,73	1,23	0,30
	Des. est.	0,10	0,02	0,03	0,50	0,01	0,01	0,02	0,11	0,01	0,07
	Central	15,90	0,58	2,35	70,17	0,14	1,07	0,51	7,68	1,23	0,25
	Des. est.	0,12	0,02	0,08	0,54	0,01	0,02	0,02	0,14	0,13	0,04
	Mate	16,05	0,56	2,32	69,33	0,13	1,09	0,55	7,69	1,24	0,32
Des. est.	0,08	0,01	0,09	0,57	0,02	0,04	0,02	0,09	0,08	0,02	
Herrera (HE_11)	Brillante	15,62	0,54	2,87	68,73	0,13	0,90	0,69	8,12	1,38	0,22
	Des. est.	0,31	0,02	0,04	0,50	0,01	0,01	0,01	0,08	0,09	0,04
	Central	15,93	0,55	2,89	69,06	0,12	0,90	0,65	8,12	1,43	0,20
	Des. est.	0,43	0,03	0,04	0,54	0,02	0,04	0,03	0,07	0,04	0,01
	Mate	15,66	0,53	2,87	69,47	0,10	0,84	0,66	8,01	1,03	0,24
Des. est.	0,26	0,02	0,03	0,47	0,02	0,01	0,03	0,14	0,23	0,08	
Torrepar. (TO_155)	Brillante	14,82	0,53	2,69	71,22	0,18	1,08	0,60	7,82	1,36	0,28
	Des. est.	0,26	0,01	0,05	0,58	0,02	0,04	0,02	0,09	0,09	0,02
	Central	15,27	0,51	2,62	70,70	0,18	1,04	0,61	7,83	1,45	0,23
	Des. est.	0,24	0,03	0,03	0,29	0,02	0,02	0,01	0,14	0,06	0,07
	Mate	15,12	0,52	2,58	70,02	0,18	1,05	0,78	7,80	1,33	0,24
Des. est.	0,13	0,02	0,01	0,29	0,02	0,01	0,11	0,03	0,10	0,05	
Torrepar. (TO_173)	Brillante	15,33	0,51	2,64	70,56	0,19	1,08	0,58	7,90	1,34	0,28
	Des. est.	0,12	0,02	0,07	0,49	0,02	0,07	0,04	0,07	0,06	0,09
	Central	15,10	0,52	2,66	70,60	0,16	1,05	0,57	7,85	1,42	0,19
	Des. est.	0,18	0,02	0,03	0,27	0,02	0,03	0,02	0,12	0,04	0,03
	Mate	14,64	0,51	2,69	70,57	0,18	1,06	0,83	7,77	1,34	0,26
Des. est.	0,23	0,01	0,07	0,34	0,02	0,02	0,04	0,11	0,04	0,03	

ANEXO I-TABLAS CAPÍTULO IV.4.2

Torrepar. (TO_156)	Brillante	15,04	0,52	2,62	70,45	0,17	1,08	0,57	7,68	1,37	0,18
	Des. est.	0,24	0,02	0,04	0,24	0,03	0,03	0,03	0,13	0,06	0,05
	Central	15,49	0,53	2,64	68,42	0,16	1,00	0,57	7,68	1,33	0,23
	Des. est.	0,28	0,02	0,05	2,94	0,01	0,04	0,06	0,18	0,06	0,04
	Mate	15,44	0,54	2,60	69,22	0,15	1,06	0,74	7,72	1,36	0,29
	Des. est.	0,20	0,02	0,06	0,45	0,01	0,02	0,04	0,08	0,05	0,08
Torrepar. (TO_250)	Brillante	16,11	0,71	2,43	68,83	0,13	1,01	0,59	8,24	1,44	0,37
	Des. est.	0,18	0,01	0,06	0,54	0,01	0,02	0,02	0,05	0,08	0,07
	Central	16,26	0,72	2,39	68,02	0,15	1,05	0,63	8,06	1,34	0,30
	Des. est.	0,35	0,01	0,04	0,44	0,02	0,04	0,04	0,25	0,08	0,03
	Mate	16,84	0,73	2,29	65,80	0,14	1,03	0,65	8,12	1,33	0,32
	Des. est.	0,35	0,02	0,12	1,52	0,02	0,04	0,04	0,07	0,11	0,06

Tabla 6. Resultados obtenidos en el análisis de un fragmento de vidrio de ventana procedente de la intervención arqueológica en la calle Poeta Miguel Hernández núm. 13 de Córdoba mediante EPMA (% en peso) (Des. est. desviación estándar).

Muestras	Nº orden	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cl ⁻	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃
Córdoba 33 (MH_23)	Superior	14,84	0,64	2,88	68,29	0,17	0,89	0,65	8,63	1,48	0,68
	Des. est.	0,01	0,01	0,01	0,11	0,03	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03
	Inferior	15,02	0,63	2,87	68,80	0,18	0,94	0,64	8,50	1,18	0,60
	Des.est.	0,09	0,01	0,01	0,08	0,02	0,04	0,02	0,07	0,01	0,01

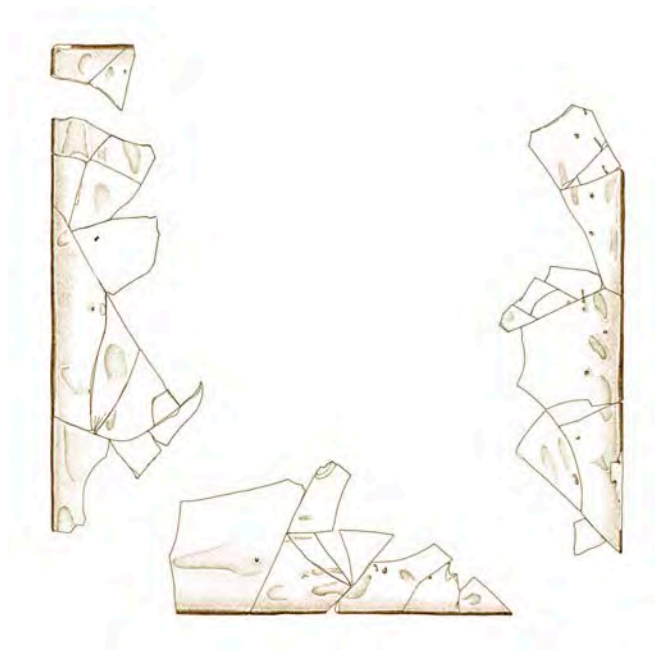
Tabla 7. Composición química del grupo de vidrios romanos de elevado contenido de MnO y bajo concentración de Fe₂O₃. Datos del grupo Embiez A procedentes del estudio de Thirion-Merle, Vichy (2007) y del grupo Embiez B de Ganio *et al.* (2012) (--- no determinado) (Des. est. desviación estándar).

Grupo	n	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cl ⁻	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃
CL2	12	15,18	0,57	2,59	70,29	---	---	0,51	7,83	1,39	0,20
Des. est.		0,84	0,10	0,13	1,08	---	---	0,07	0,30	0,21	0,16
Embiez A	11	17,06	0,49	2,59	67,82	0,11	---	0,48	8,24	1,67	0,33
Des. est.		0,31	0,03	0,11	0,77	0,02	---	0,06	0,38	0,21	0,04
Embiez B	5	15,50	0,51	2,42	68,99	0,15	---	0,55	7,99	1,42	0,24
Des. est.		1,09	0,03	0,14	4,31	0,04	---	0,06	0,14	0,14	0,01
Basinghall	16	16,05	0,54	2,24	69,83	---	0,94	0,62	7,72	1,14	0,42
Des. est.		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bética	55	15,67	0,57	2,54	69,54	0,15	0,98	0,60	7,87	1,44	0,35
Des. est.		0,70	0,08	0,17	0,85	0,02	0,08	0,11	0,39	0,17	0,11
Incoloro (elevado MnO y bajo Fe ₂ O ₃)	99	15,89	0,54	2,48	69,29	0,15	0,96	0,55	7,93	1,41	0,31
Des. est.		0,72	0,04	0,15	0,95	0,07	0,03	0,06	0,20	0,19	0,09

Tabla 8. Composición química de los vidrios de bajo contenido de MnO y el grupo RBGY2 definido por Gliozzo *et al.* (2013) (--- no determinado) (Des. est. desviación estándar).

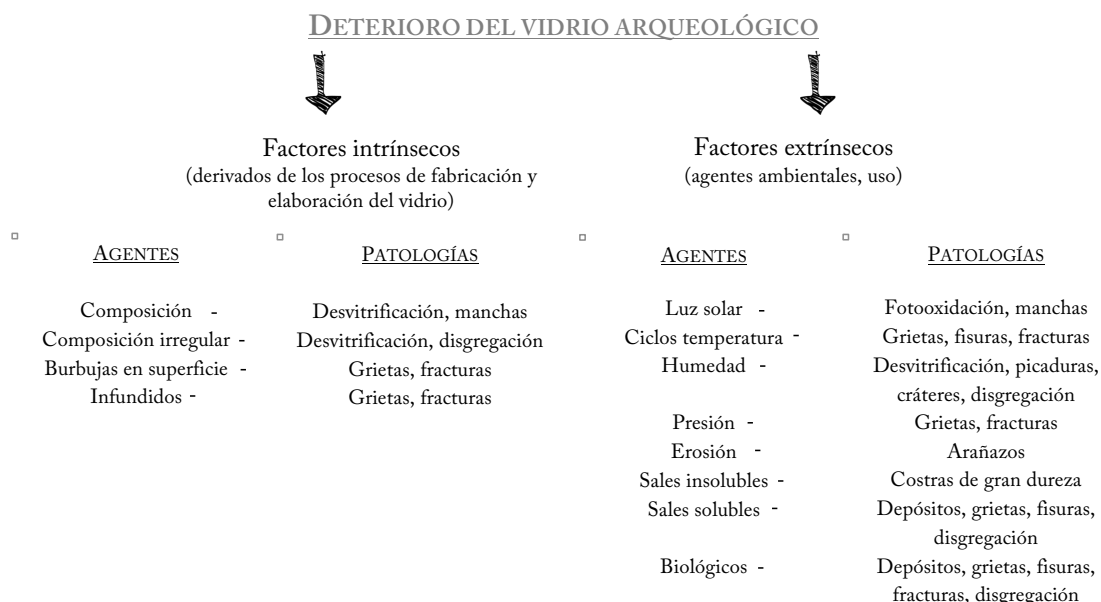
	<i>n</i>	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	Cl	K ₂ O	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃
Bajo MnO Bética	2	16,41	0,49	2,40	70,30	0,17	1,08	0,61	7,94	0,42	0,28
Des. est.		0,89	0,04	0,15	0,80	0,05	0,05	0,02	0,01	0,12	0,01
RBGY2	77	16,09	0,54	2,45	70,55	---	---	0,75	7,67	0,52	0,43
Desv. est.		0,91	0,12	0,18	1,37	---	---	0,29	0,48	0,38	0,18

ANEXO II-FACTORES DE ALTERACIÓN Y
PROPUESTAS DE CONSERVACIÓN DEL VIDRIO
ARQUEOLÓGICO



De manera natural el vidrio sufre un proceso de deterioro que revierte su estado amorfo (vítreo) a su origen cristalino. Sin embargo, el estado de conservación de los vidrios arqueológicos es el resultado de esta transformación natural del material condicionada por una serie de factores ambientales externos, otros internos relacionados con los procesos de fabricación y elaboración del vidrio, así como por las prácticas de uso. Todos estos factores, de manera aislada o conjunta, van a desencadenar una serie de procesos de distinta complejidad que provocan la degradación del vidrio arqueológico, siendo imprescindible una identificación de las causas y del grado de afección de las mismas para frenar el deterioro de las piezas y garantizar una óptima conservación (Fig. 1)²⁹.

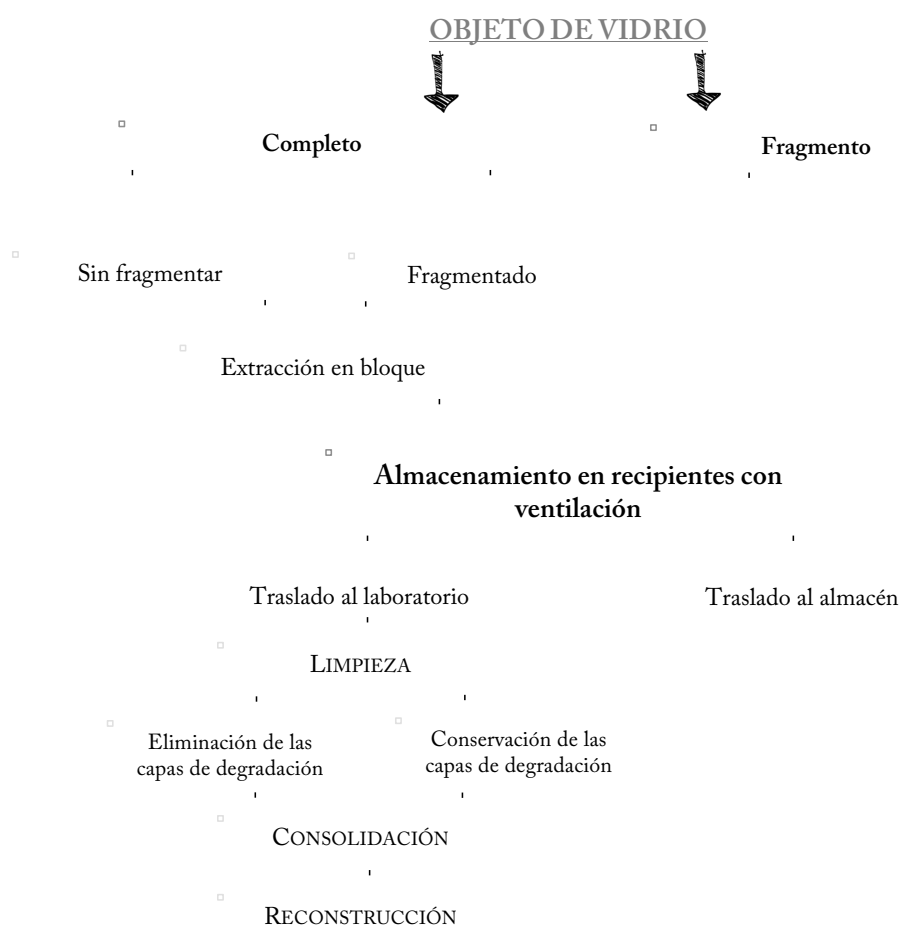
Fig. 1. Esquema con los principales factores de deterioro y patologías detectadas en vidrios arqueológicos.



²⁹Para una consulta más detallada sobre los procesos de degradación y los tratamientos de conservación restauración del vidrio véase: S. Davison (2003), *Conservation and restoration of glass*, 2ª edición, Oxford: Butterworth-Heinemann; Koob, S. P. (2006): *Conservation and care of glass objects*, Londres-Nueva York: Archetype Publications & Corning Museum of Glass.

La detección de los factores y agentes causantes de alteración, así como el grado de afección de las patologías identificadas, determinarán la actuación para garantizar la conservación de los vidrios arqueológicos. No obstante, una correcta intervención desde el momento del hallazgo hasta el traslado de la pieza al laboratorio, donde se aplicarán los tratamientos pertinentes, permitirá la óptima preservación de los materiales y minimizará la pérdida de una información de gran valor (Fig. 2).

Fig. 2. Esquema con las recomendaciones de actuación tras el hallazgo de un vidrio arqueológico.



La primera de las actuaciones a efectuar tras el hallazgo de un objeto de vidrio es **evaluar el volumen conservado del mismo y el grado de degradación** que presenta. Frecuentemente los únicos restos que se documentan en las excavaciones son pequeños fragmentos, algunos de los cuales muestran un estado de corrosión tan elevado que al

proceder a su manipulación se desintegran. En aquellos casos en los que el objeto **no** sea **manipulable** se deberá proceder a realizar un **tratamiento de pre-consolidación** por un especialista, garantizando de esta manera una completa extracción del vidrio. Si por el contrario, el objeto es **manipulable** se evaluará si se encuentra entero o fragmentado. En ambas situaciones, sobre todo si el objeto está completo pero fragmentado, se procederá a realizar una **extracción en bloque**, es decir, retirando el objeto junto con parte de la tierra del entorno, utilizando, si fuese preciso, adhesivos y medios que garanticen la estanqueidad. No obstante, en la mayoría de los casos en los que el objeto se conserva entero o el fragmento presenta un buen estado de conservación se produce el desprendimiento de la tierra que lo rodea tras su hallazgo. En esta situación se conservará el relleno de tierra de las piezas. Estos depósitos de los contextos de enterramiento favorecen la estabilidad de algunos objetos y pueden resultar de interés para su análisis, al contener posibles evidencias del contenido de los recipientes u otros testimonios de su uso.

Tras su extracción, debido a que la humedad es uno de los principales desencadenantes de los procesos de degradación del vidrio, **no** se procederá al **lavado** de las piezas en la excavación. La abrasión con cepillos elimina las capas de alteración y algunos depósitos en la superficie del vidrio, por lo que este procedimiento deberá ser realizado en un laboratorio de conservación-restauración.

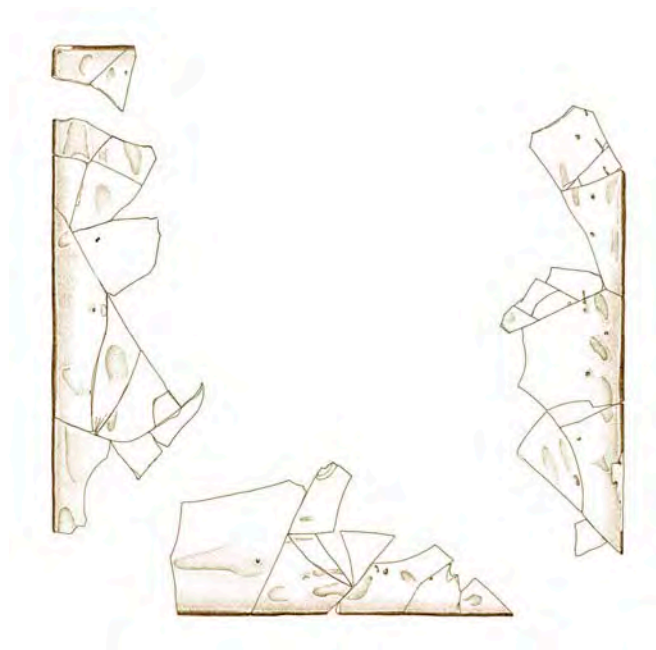
Posteriormente los vidrios serán **almacenados** en contenedores y bolsas donde se garantice la **circulación de aire**. De este modo no se producirán condensaciones de humedad que aceleren procesos de corrosión en la superficie del vidrio por ataque hidrolítico. En el caso de que exista un mayor número de fragmentos o piezas en un mismo contenedor se utilizarán materiales que permitan una división entre fragmentos, evitando roces o pequeños golpes entre los vidrios que causarían el desprendimiento de las capas de degradación, así como fracturas o grietas por golpes.

Una vez que los objetos o fragmentos son trasladados al laboratorio se procederá a efectuar las labores de conservación adecuadas a la tipología de vidrios. En relación con estos procesos,, hay que destacar la importancia de los tratamientos de **limpieza** en vidrios arqueológicos. Generalmente, los objetos o piezas expuestos en

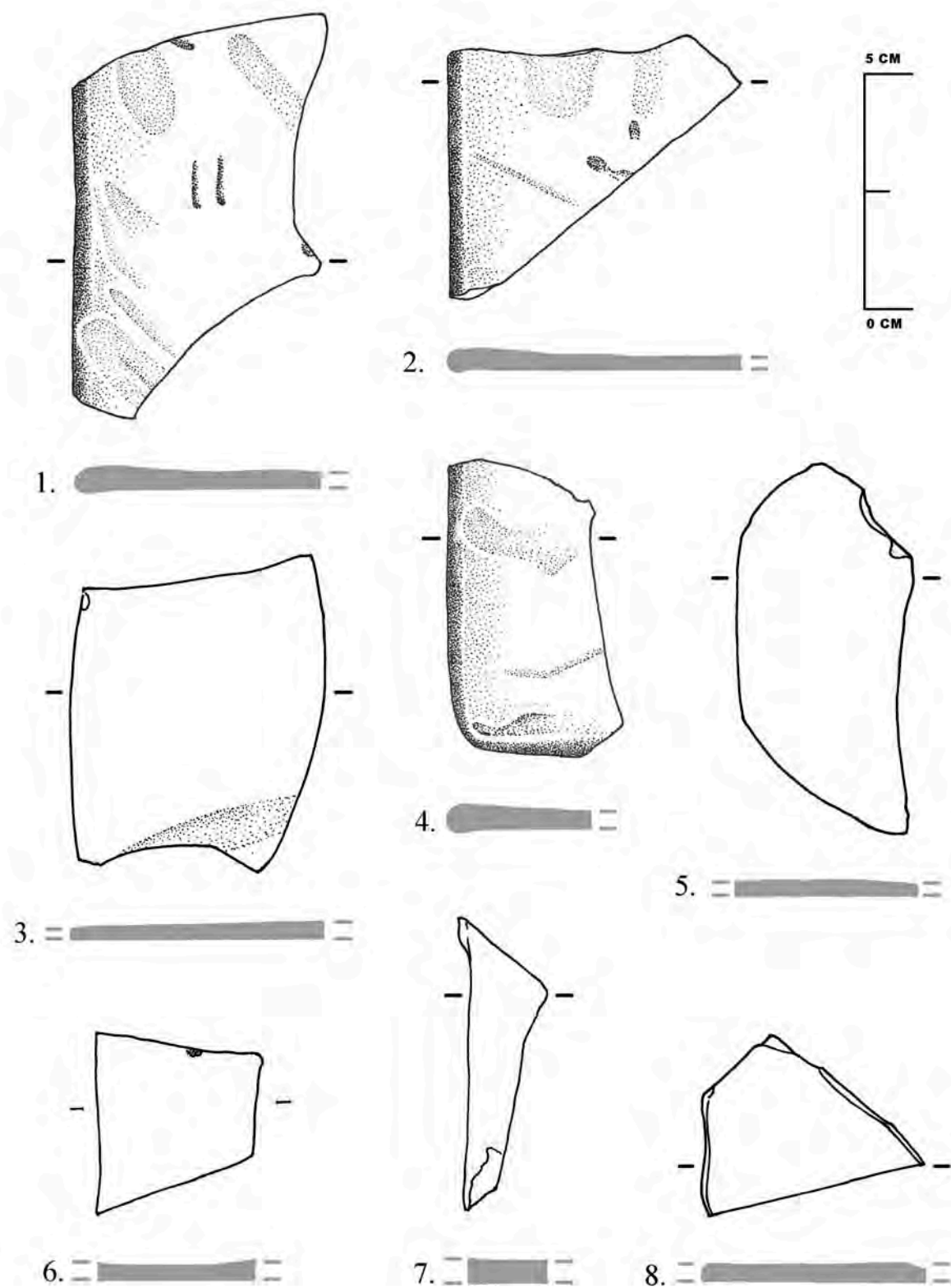
museos se someten a procesos de limpieza en los que se retiran las capas de degradación, debido en gran parte a que estas capas dificultan visualizar y comprender una de las cualidades por las que el vidrio fue muypreciado en la Antigüedad, su transparencia. Sin embargo, debido a que estas capas constituyen una parte transformada del objeto original, conservan algunas huellas o improntas necesarias para conocer algunos de los procesos de elaboración de los objetos. Según esta apreciación se pueden plantear dos procedimientos en los tratamientos de limpieza de los vidrios arqueológicos:

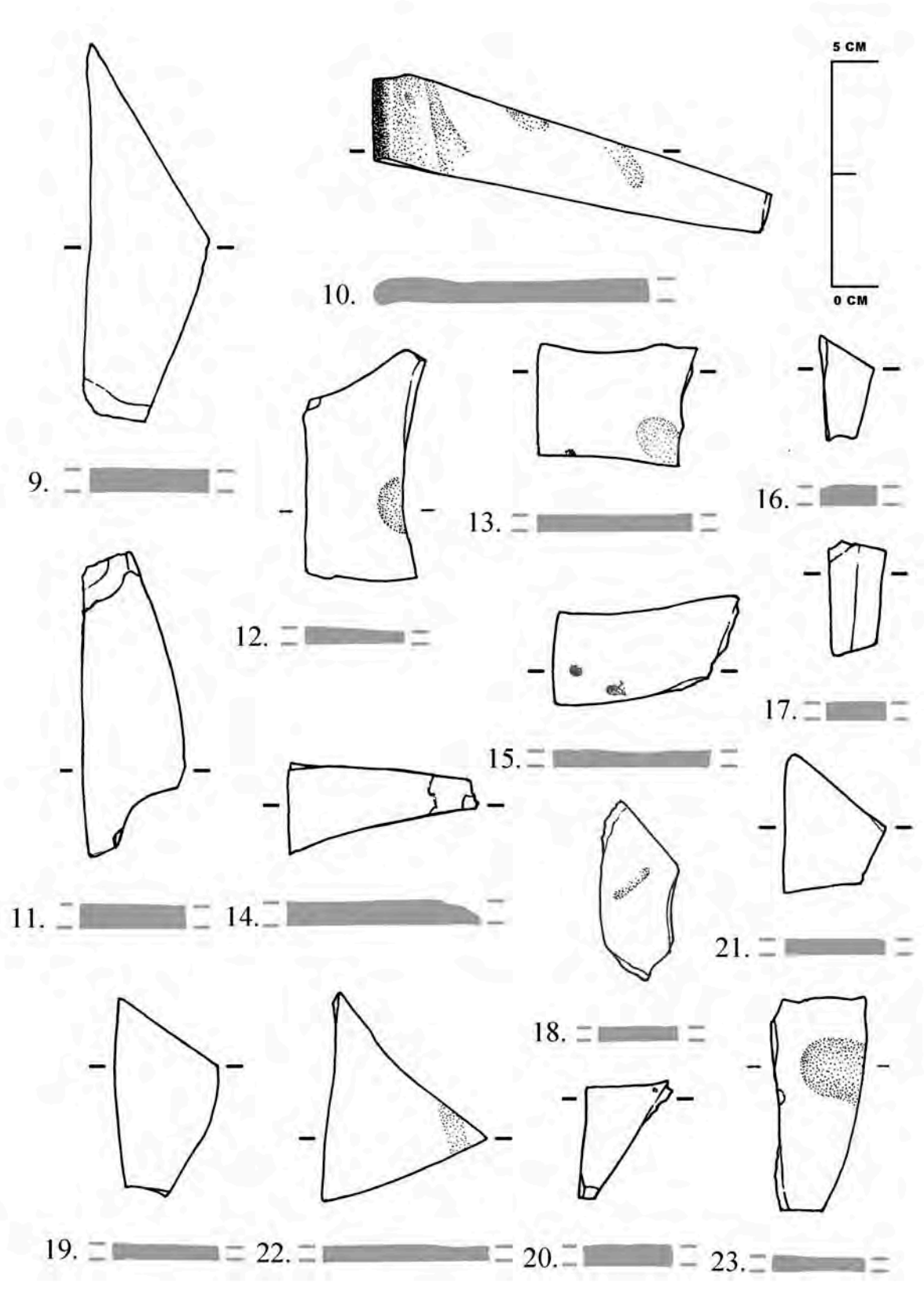
- **Conservación de las capas de degradación** del vidrio arqueológico en aquellos objetos en los que constituyan una parte importante del mismo. Será de interés la preservación de estas capas en aquellas piezas en las que existan huellas en su superficie producidas por los procesos de elaboración, así como otros restos ajenos derivados de su uso.
- **Eliminación de las capas de degradación** del vidrio arqueológico en aquellos objetos en los que su retirada no constituya una pérdida importante de la masa original del vidrio e impidan una correcta comprensión del objeto, por ejemplo en aquellos recipientes o piezas donde la cualidad de transparencia fue uno de los aspectos más destacados para su uso. Previo a este proceso de limpieza se deberá realizar una documentación exhaustiva de las superficies.

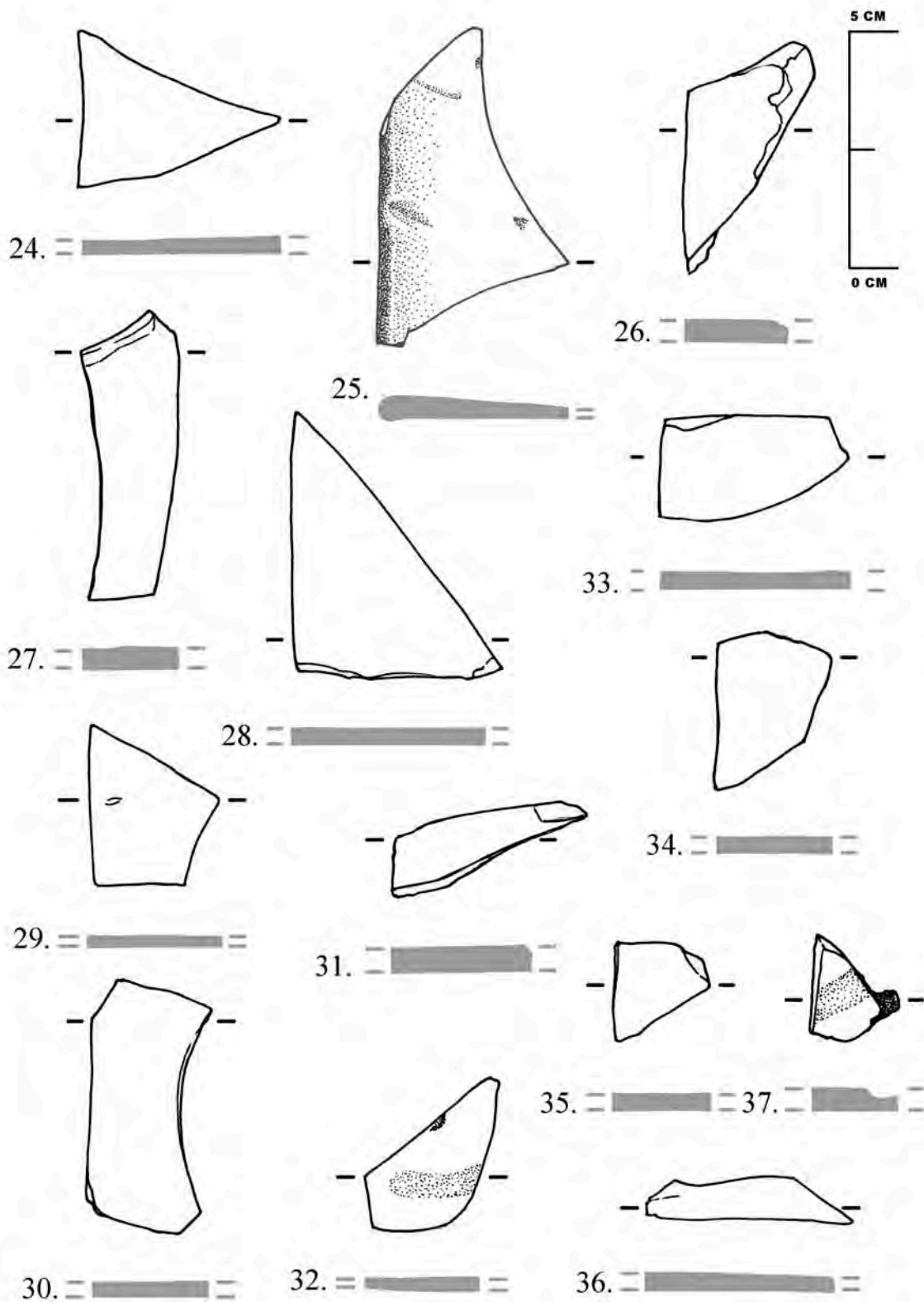
ANEXO III-CATÁLOGO DE PIEZAS

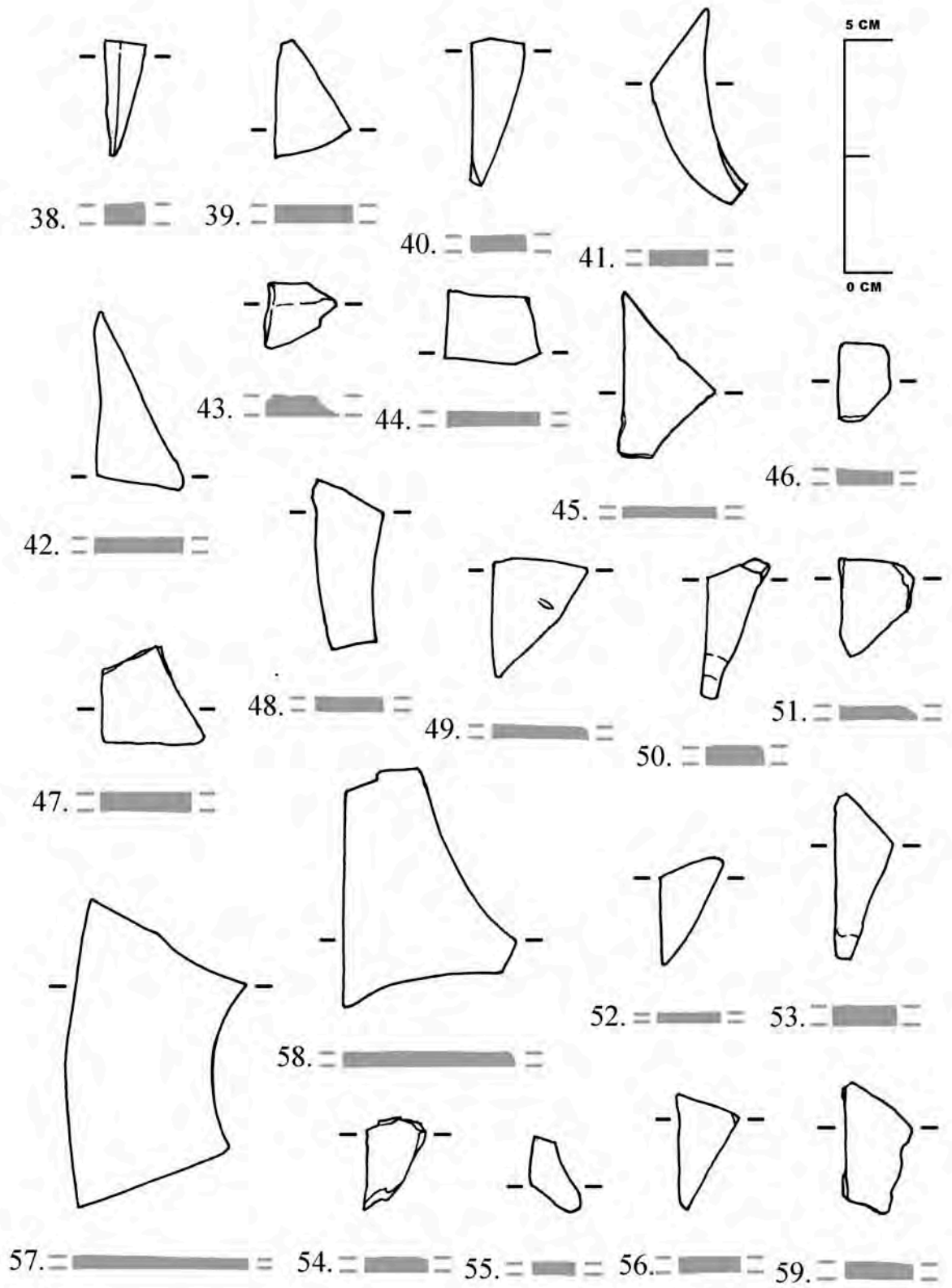


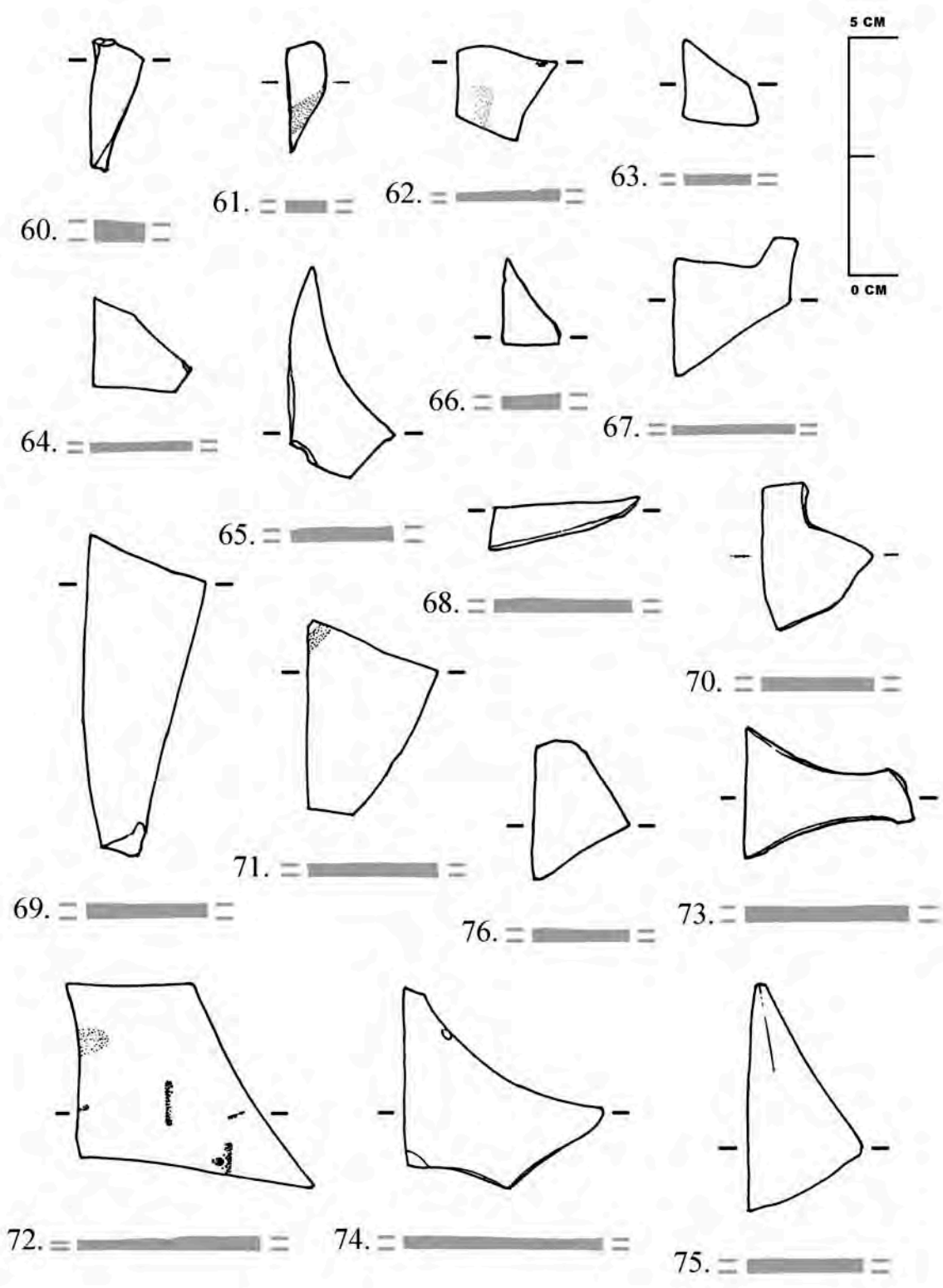
VIDRIO DE VENTANA ROMANO DEL YACIMIENTO DE *CORTALAGO*
(MINAS DE RIOTINTO, HUELVA) (COR)

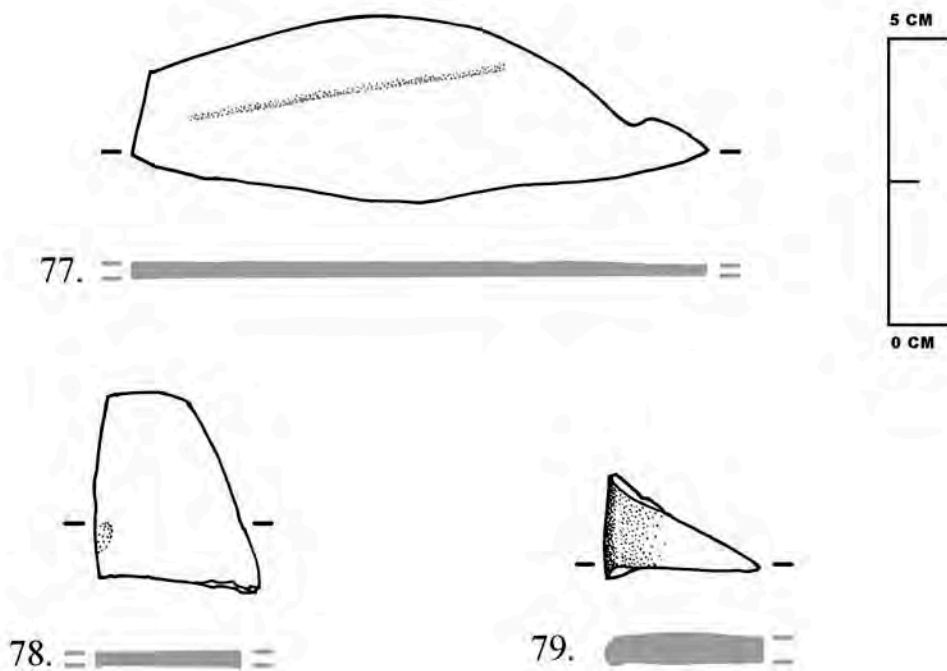






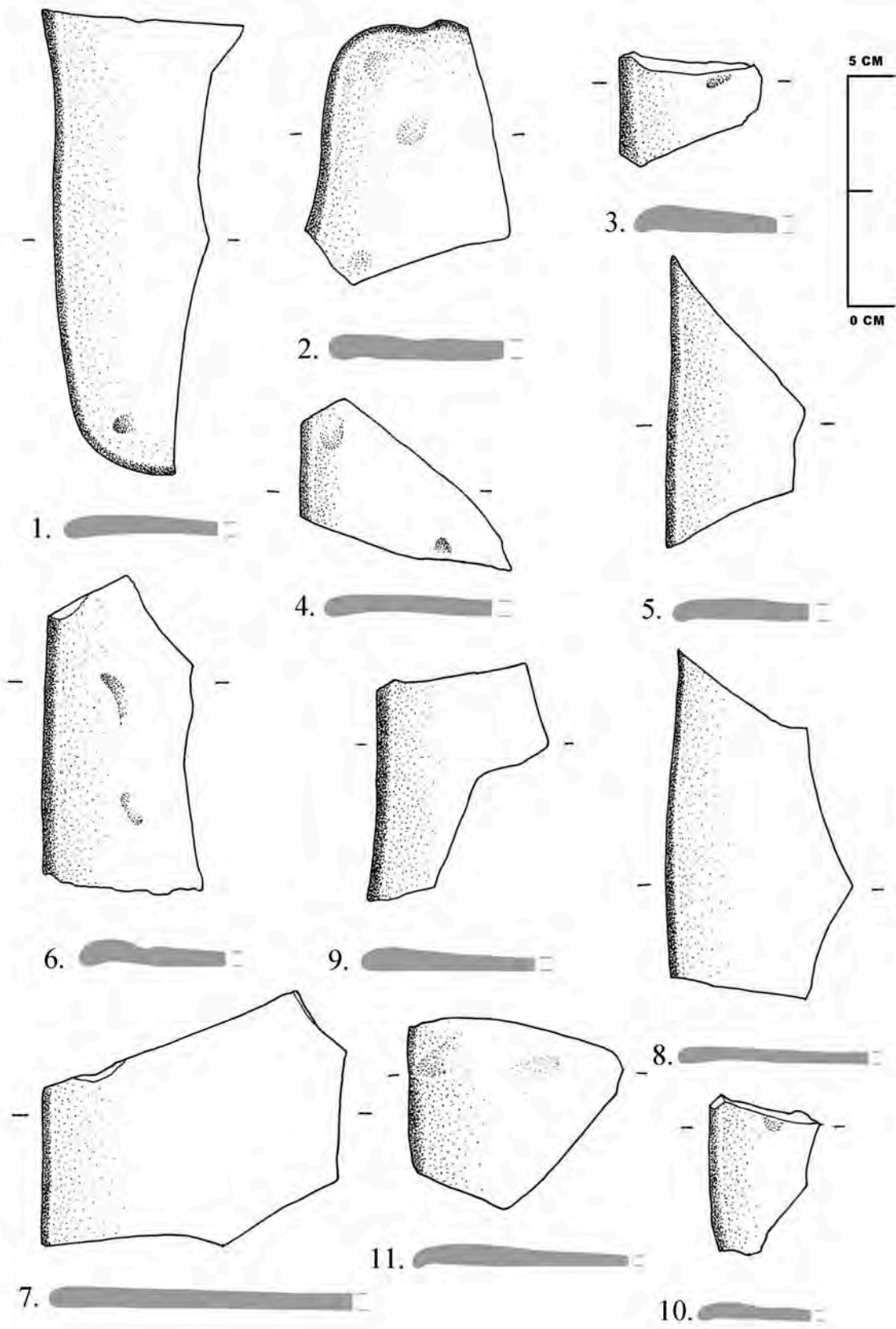


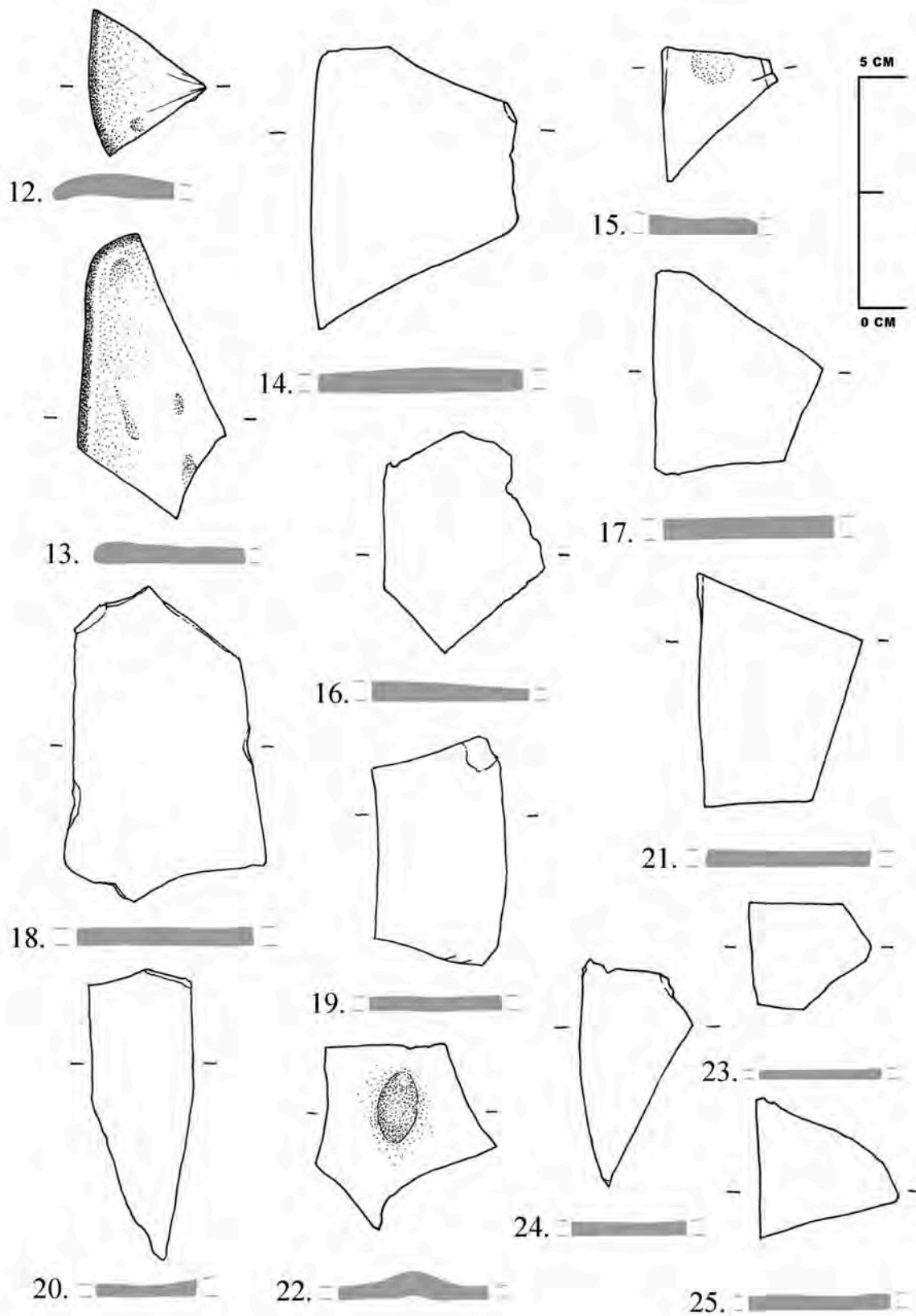


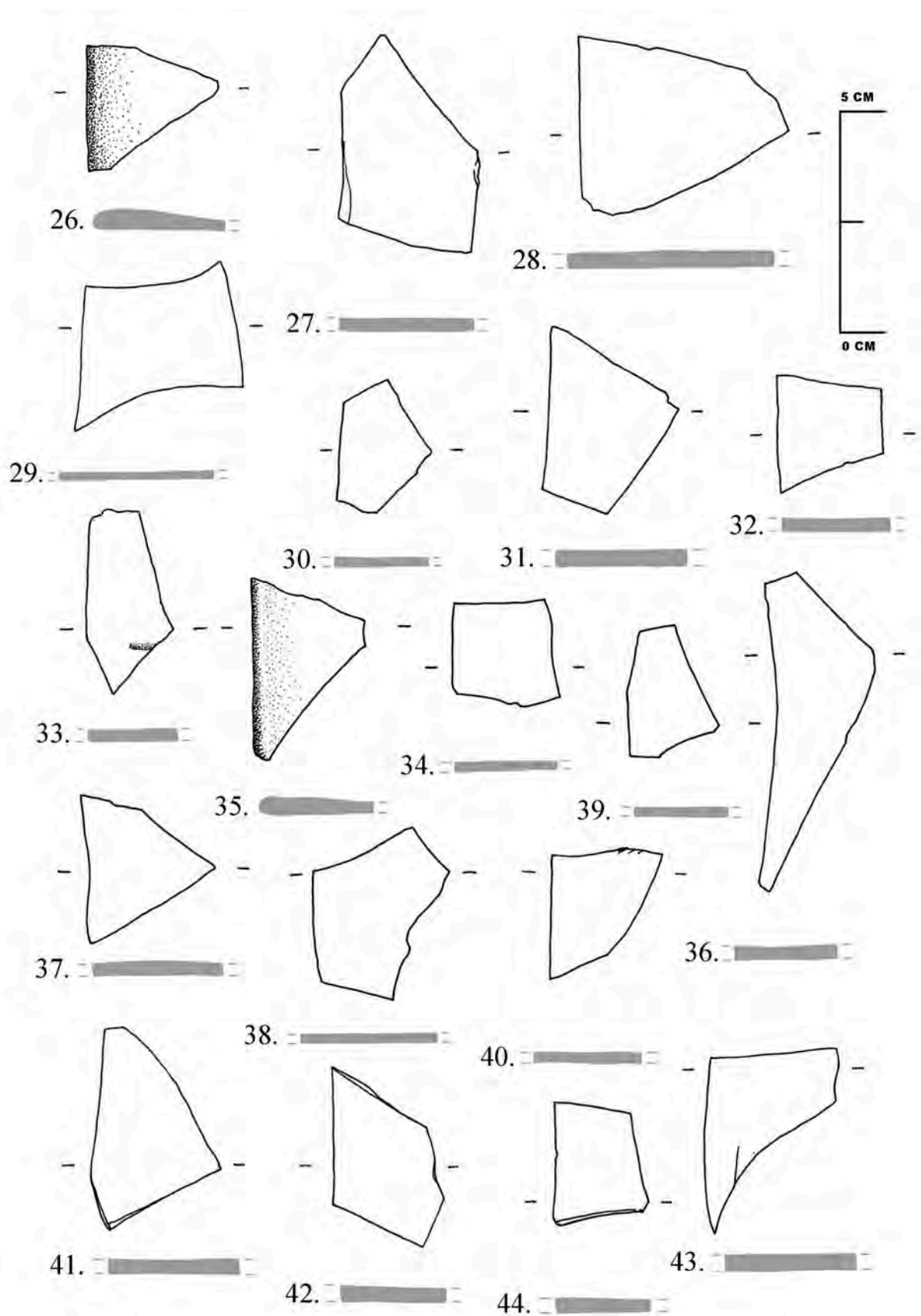


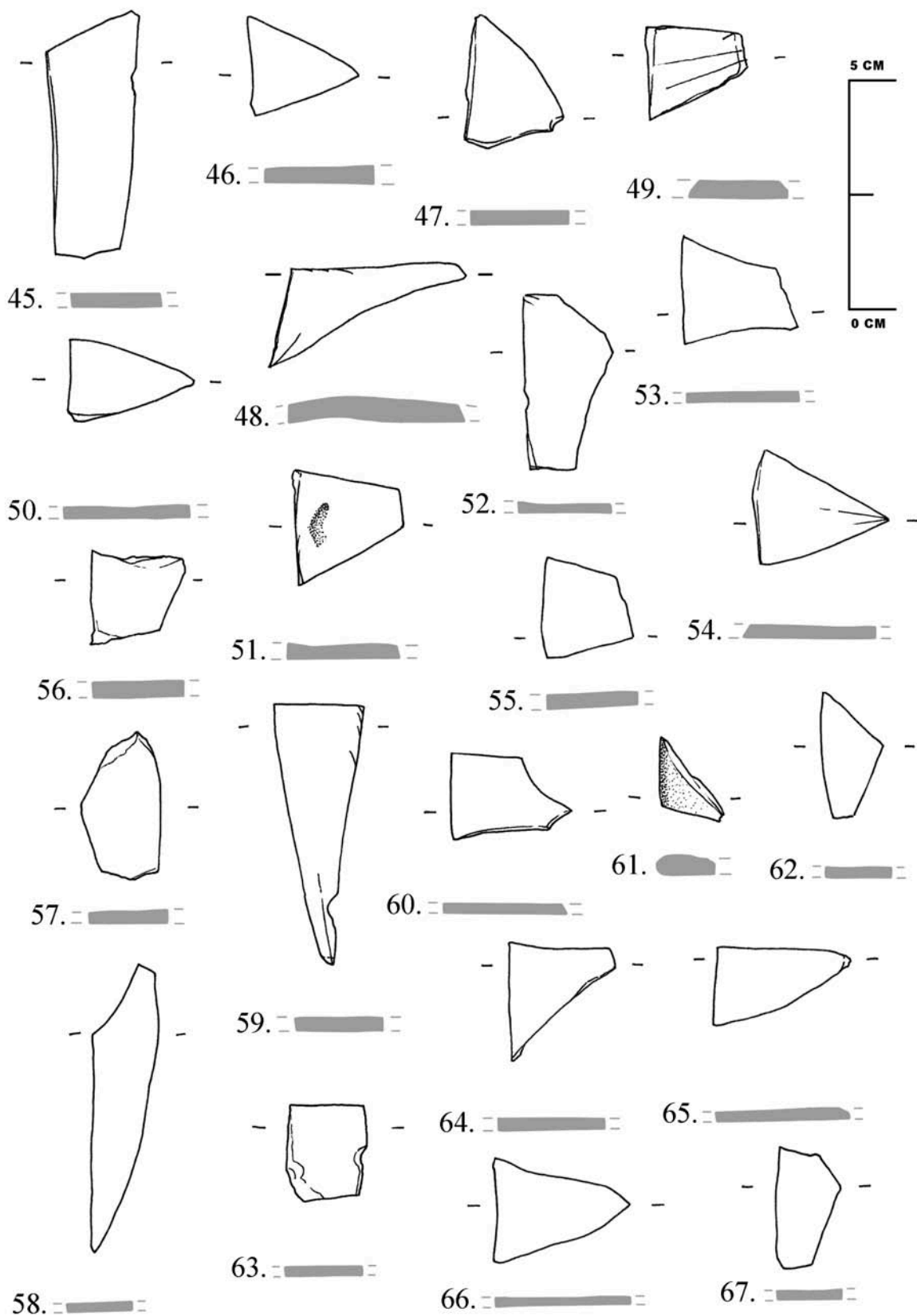
VIDRIO DE VENTANA ROMANO DEL YACIMIENTO DE *ACINIPO*

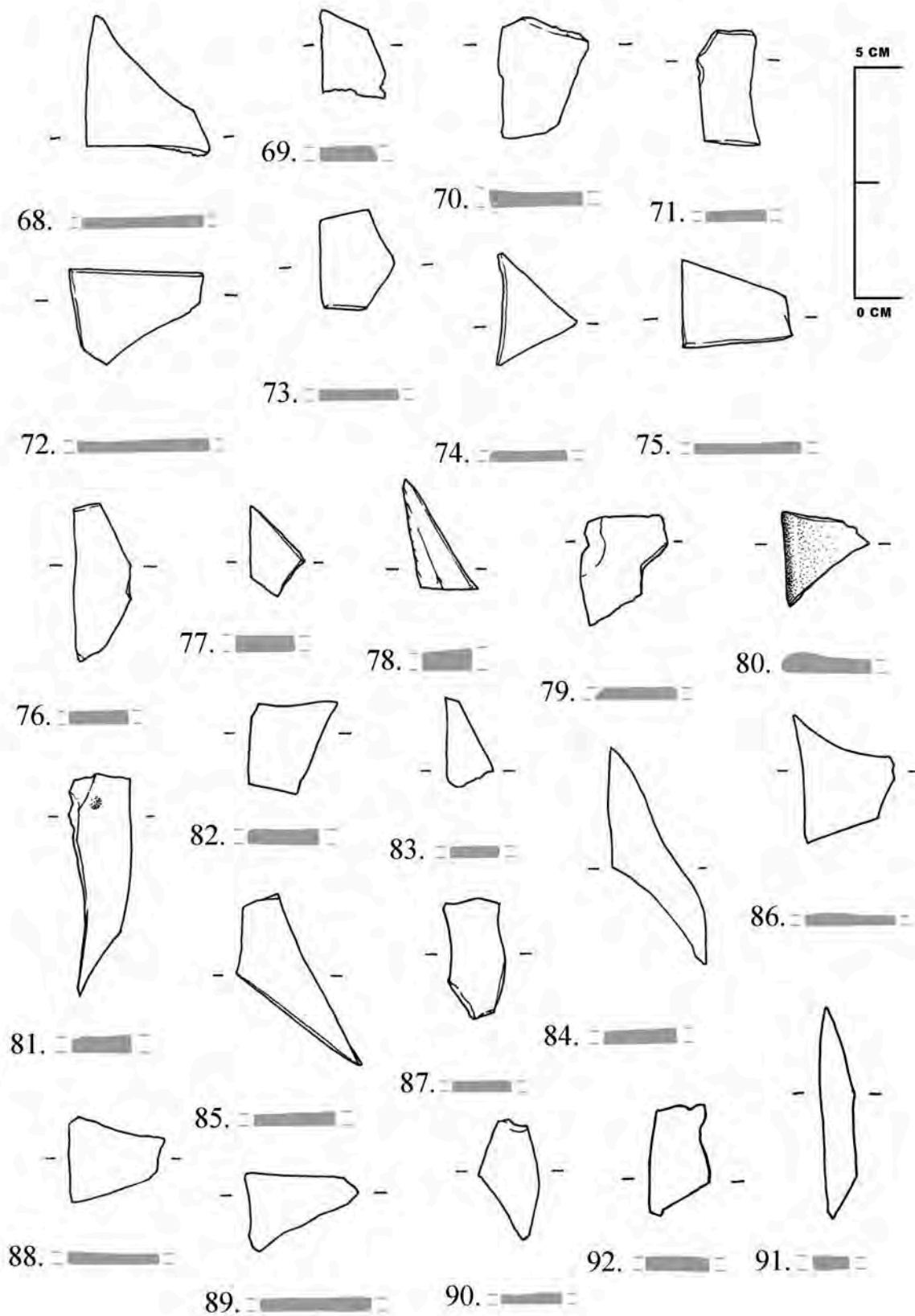
(RONDA, MÁLAGA)

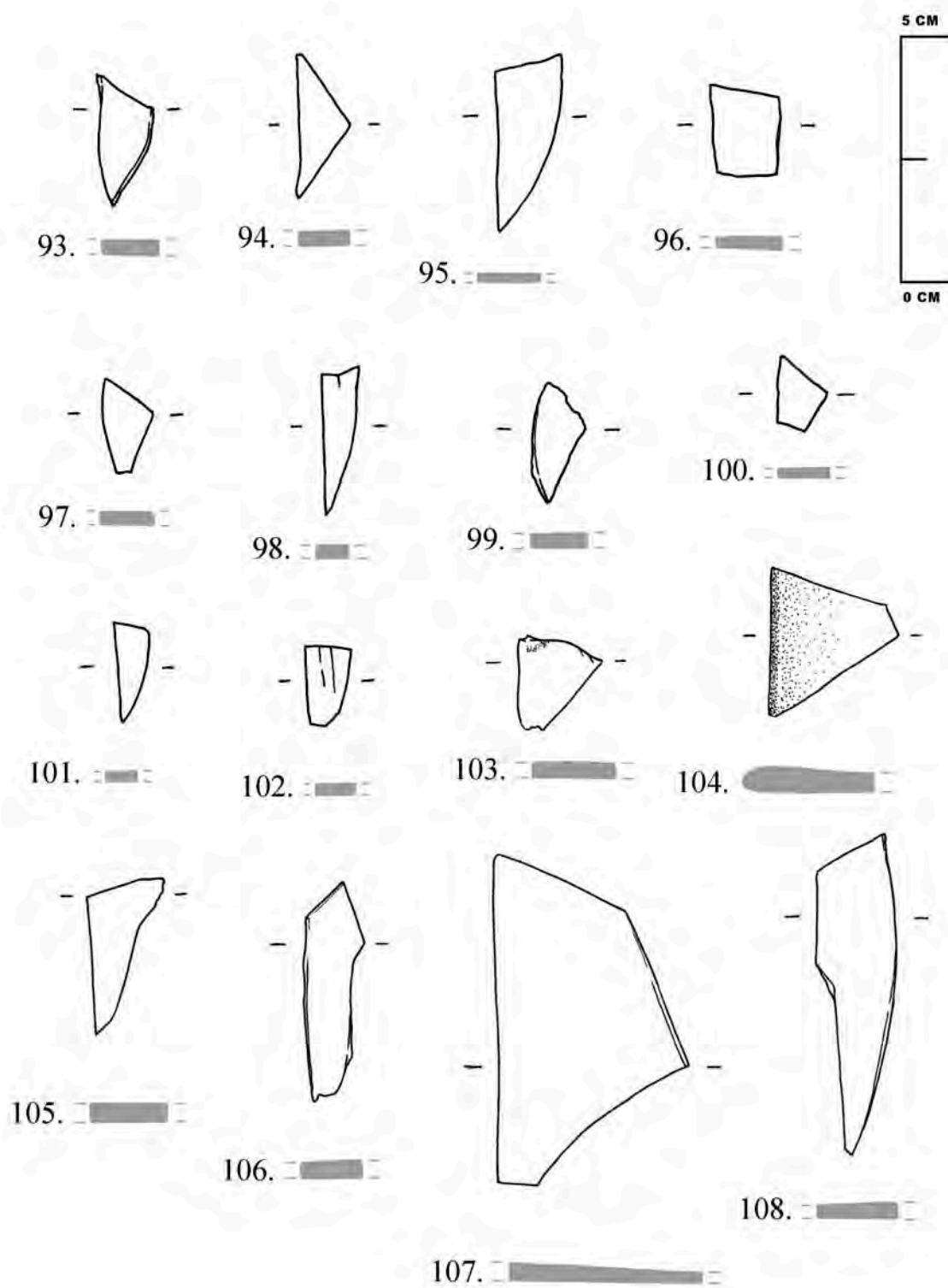






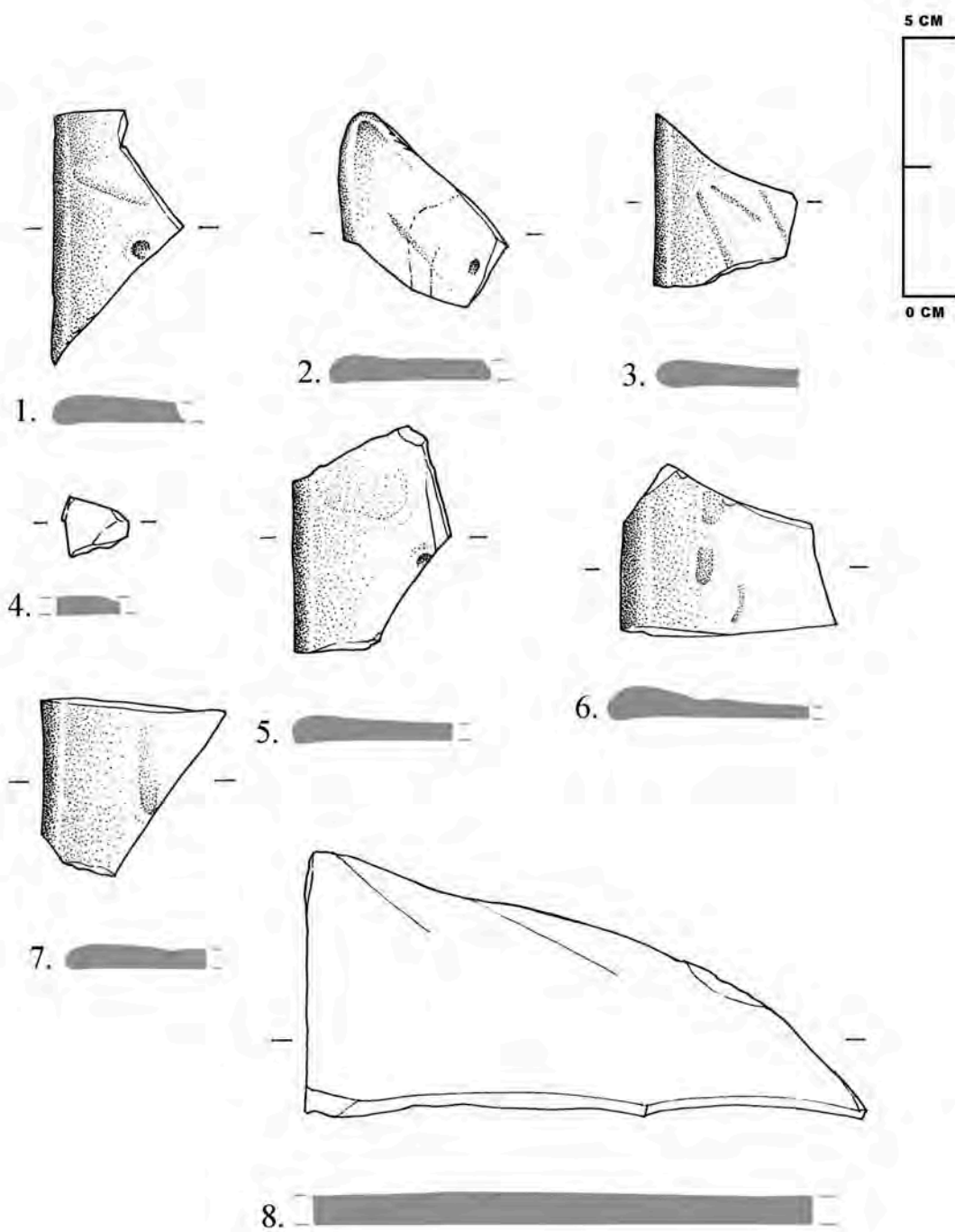






VIDRIO DE VENTANA ROMANO DE *CARMO*

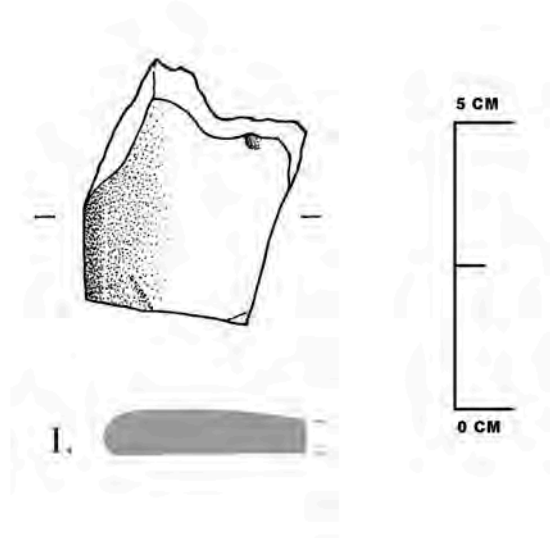
(CARMONA, SEVILLA) (CA)



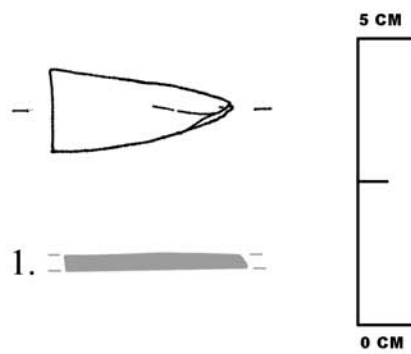
VIDRIO DE VENTANA ROMANO DE *ASTIGI*

(ÉCIJA, SEVILLA)

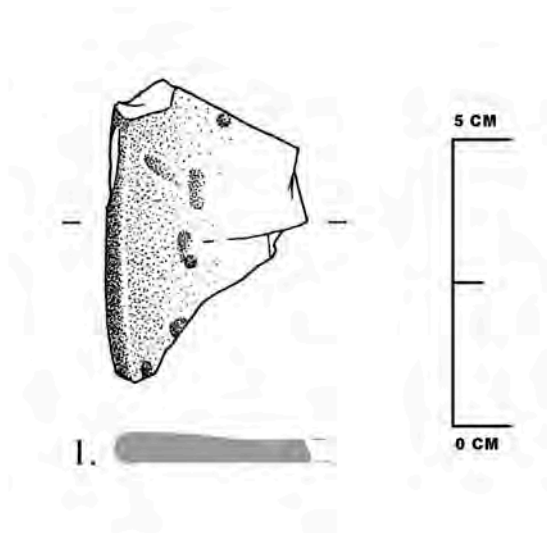
CALLE GARCILÓPEZ NÚM. 19 (GL)



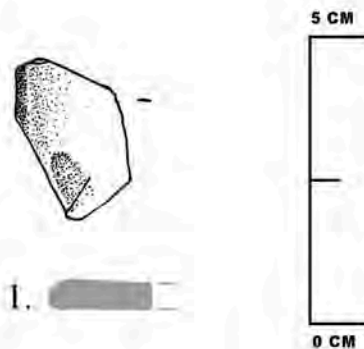
PLAZA DE LA PUERTA CERRADA NÚM. 9 (PC)



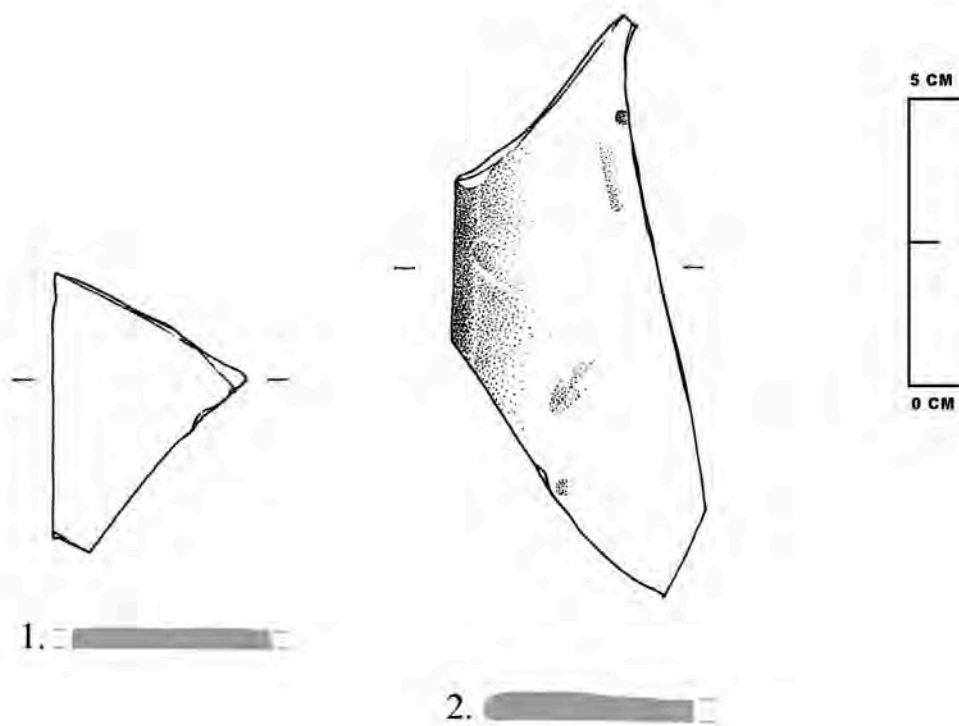
CALLE ESPÍRITU SANTO A BARRERA DE OÑATE (ES)



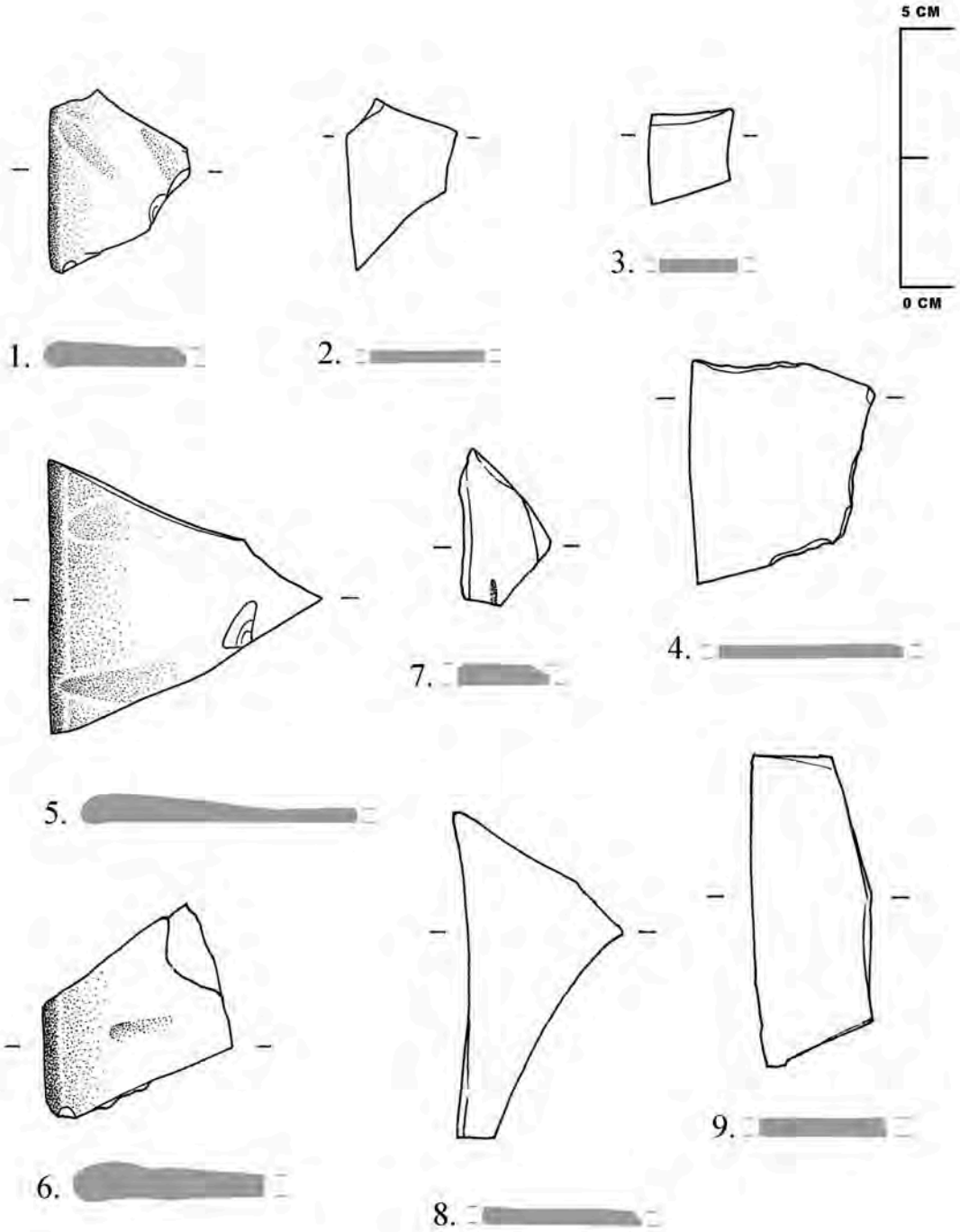
CALLE LA MARQUESA, EDIFICIO TELEFÓNICA (MQ)



CALLE JOVAR NÚM. 4 (JO)

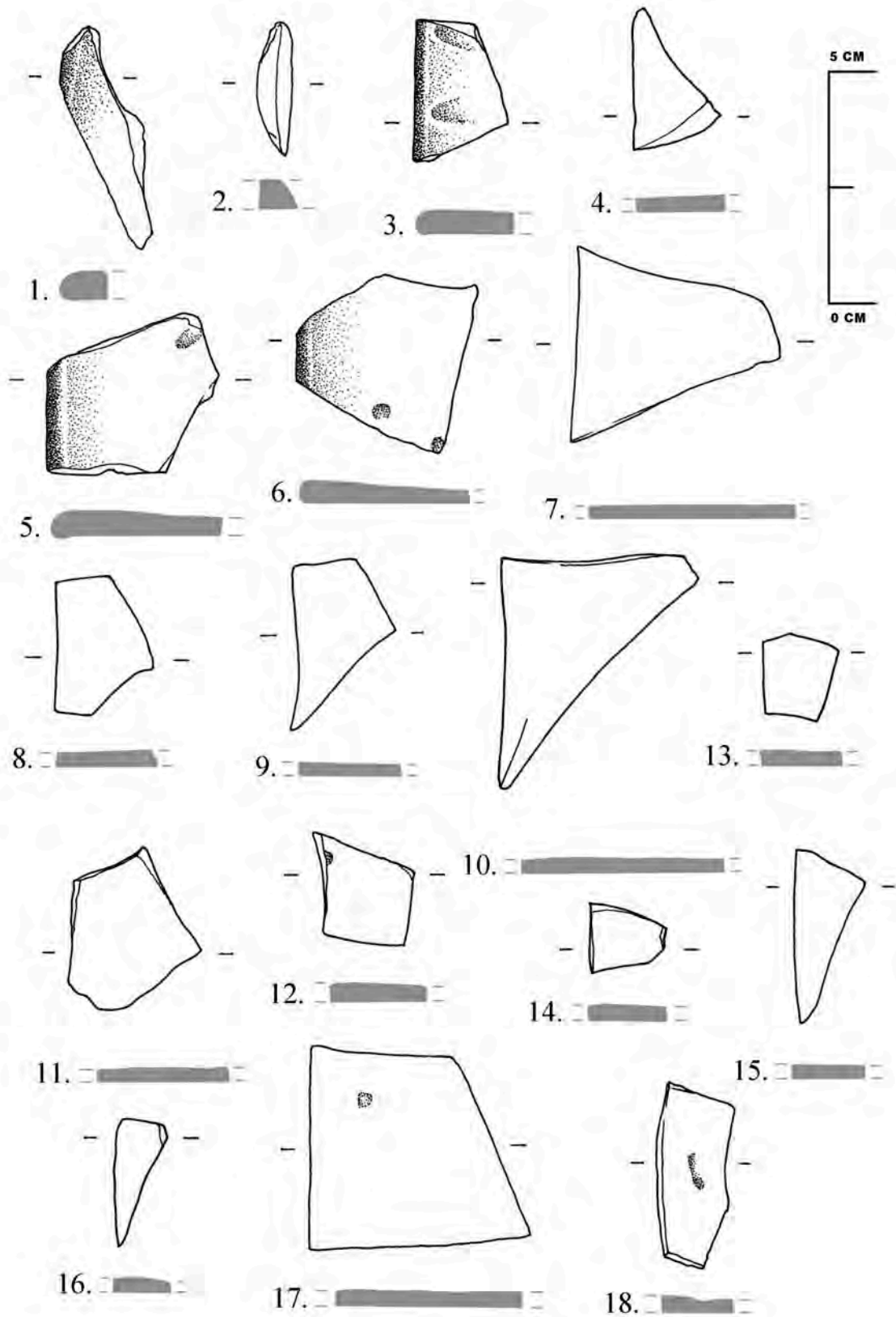


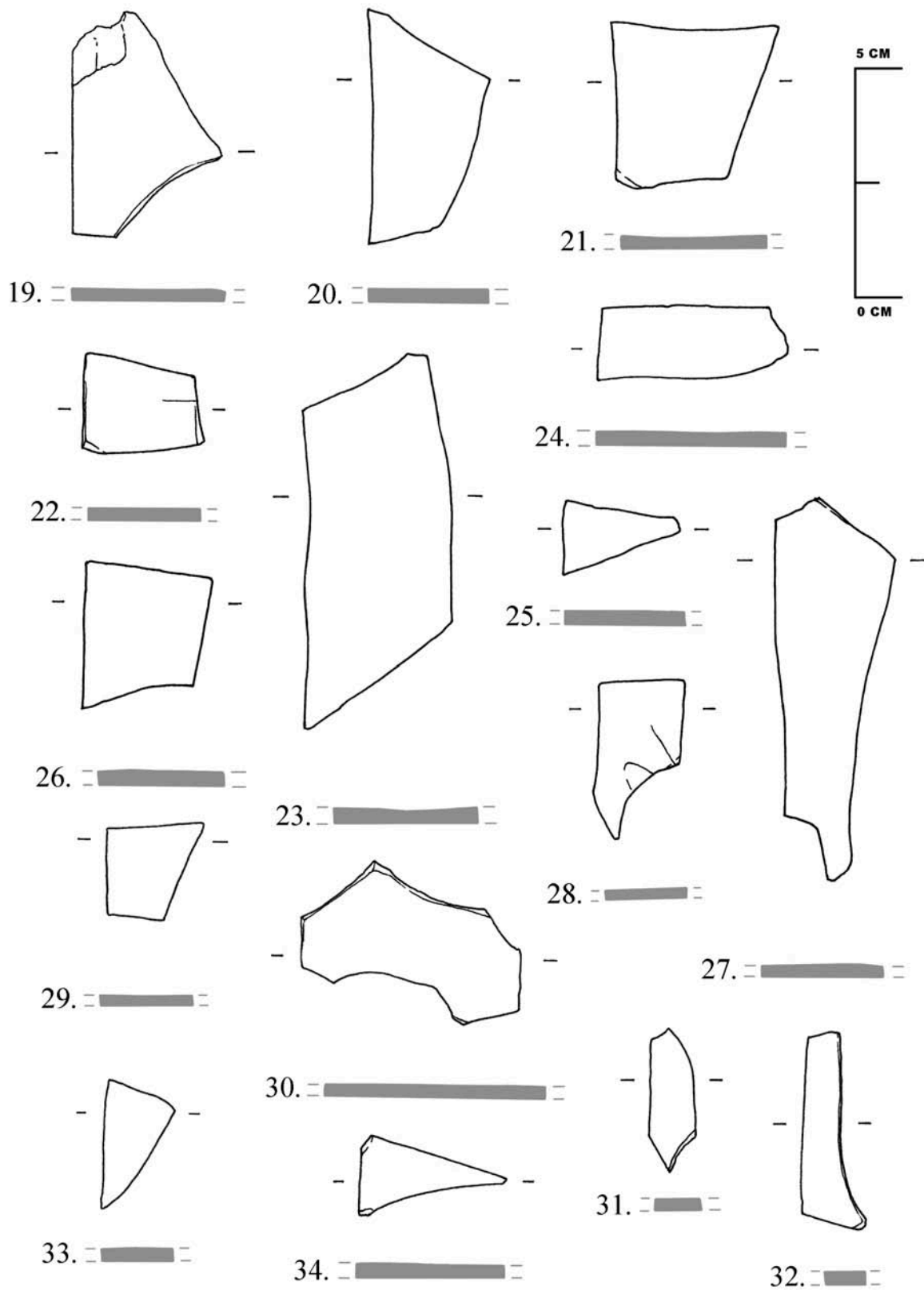
PLAZA DE ESPAÑA (PE)

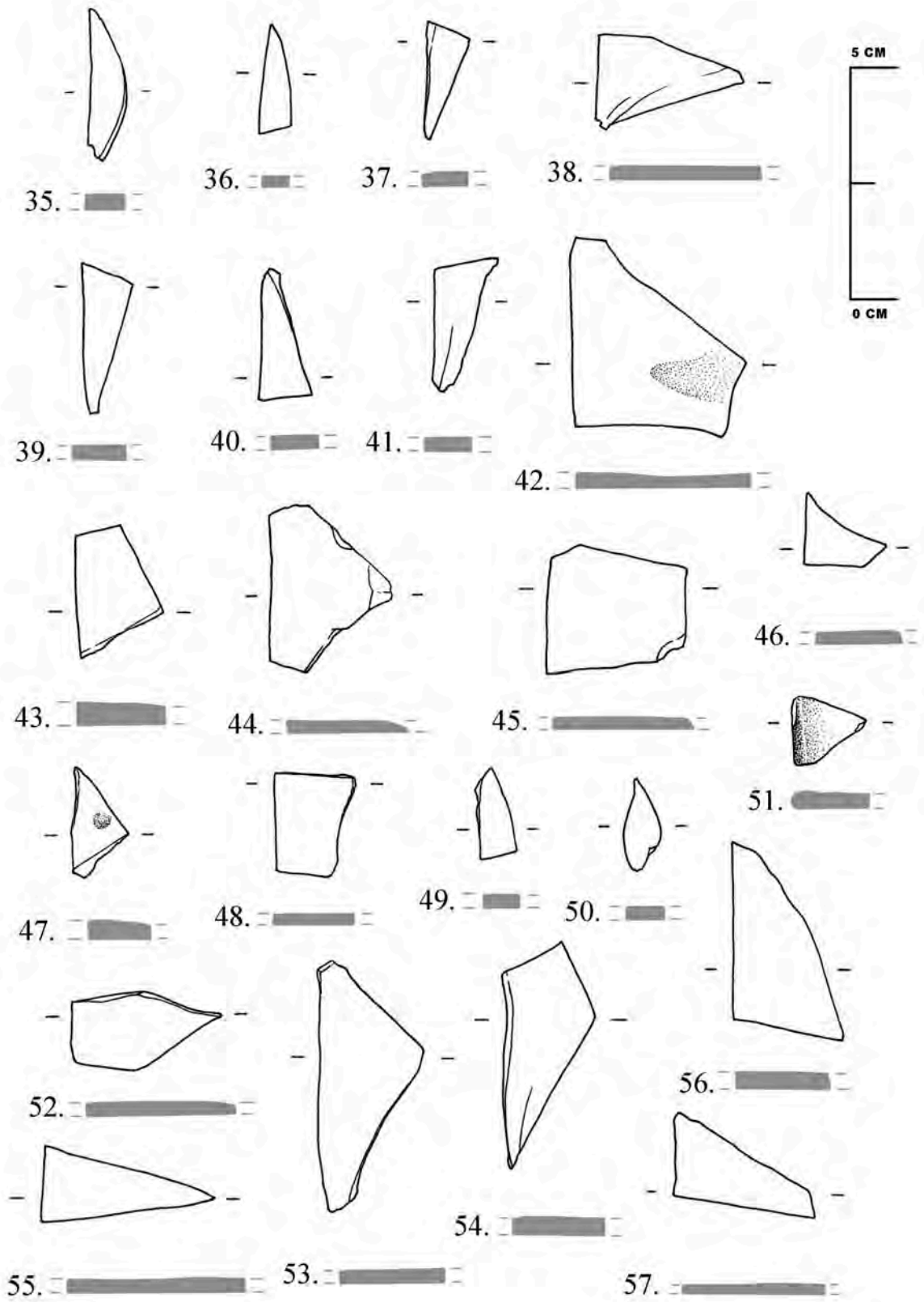


VIDRIO DE VENTANA ROMANO DE LAS TERMAS DE HERRERA

(HERRERA, SEVILLA) (HE)

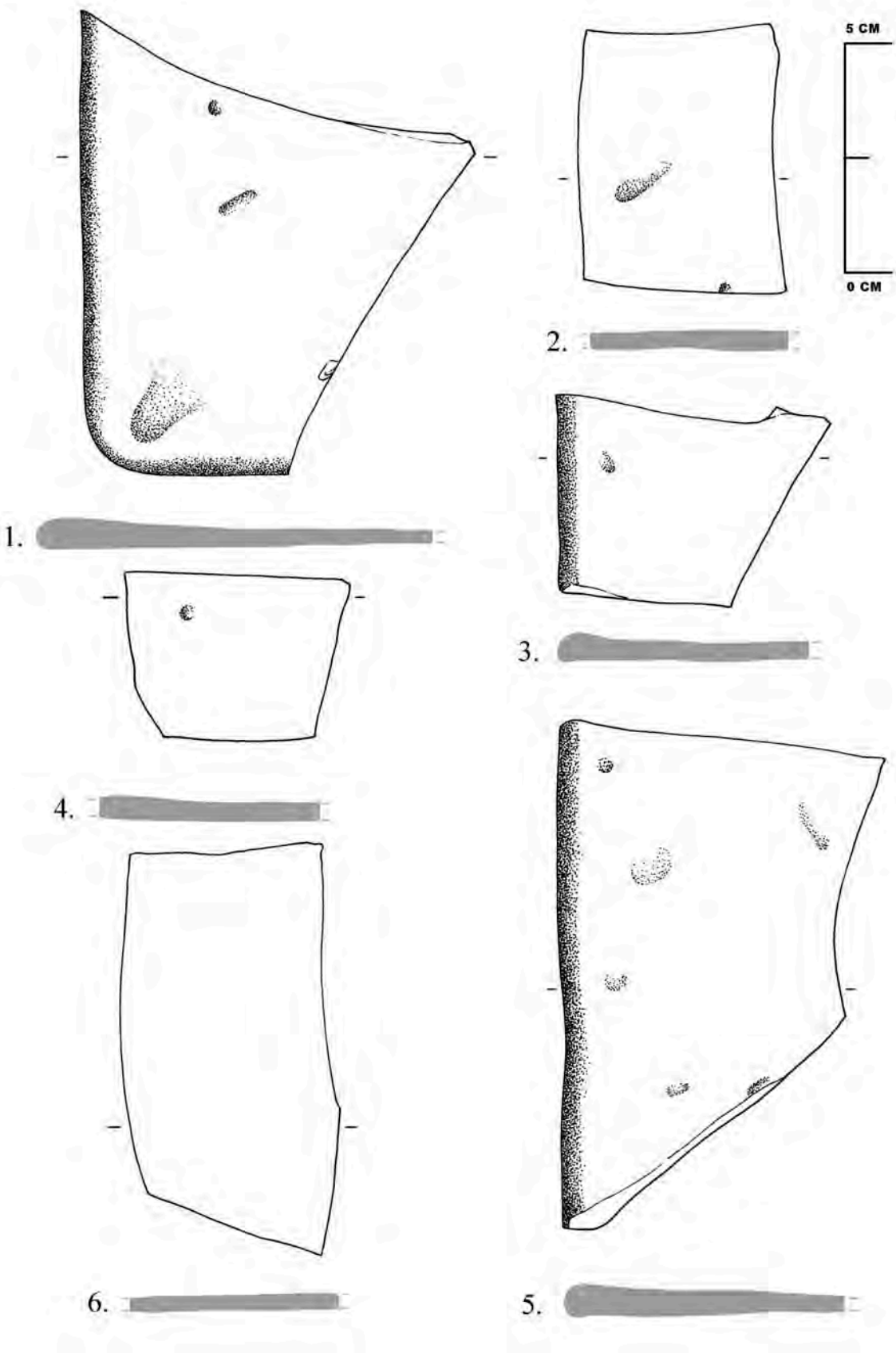


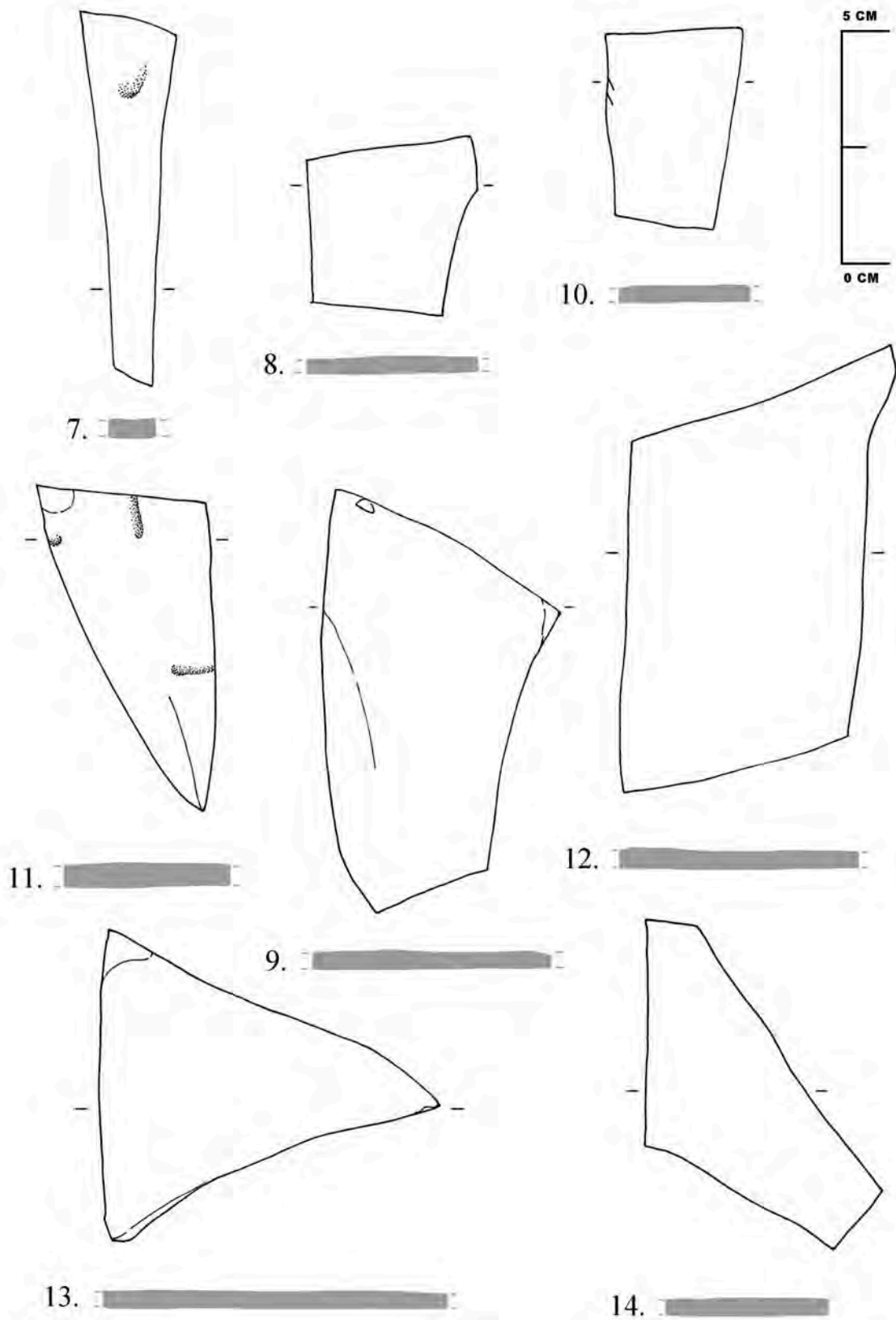


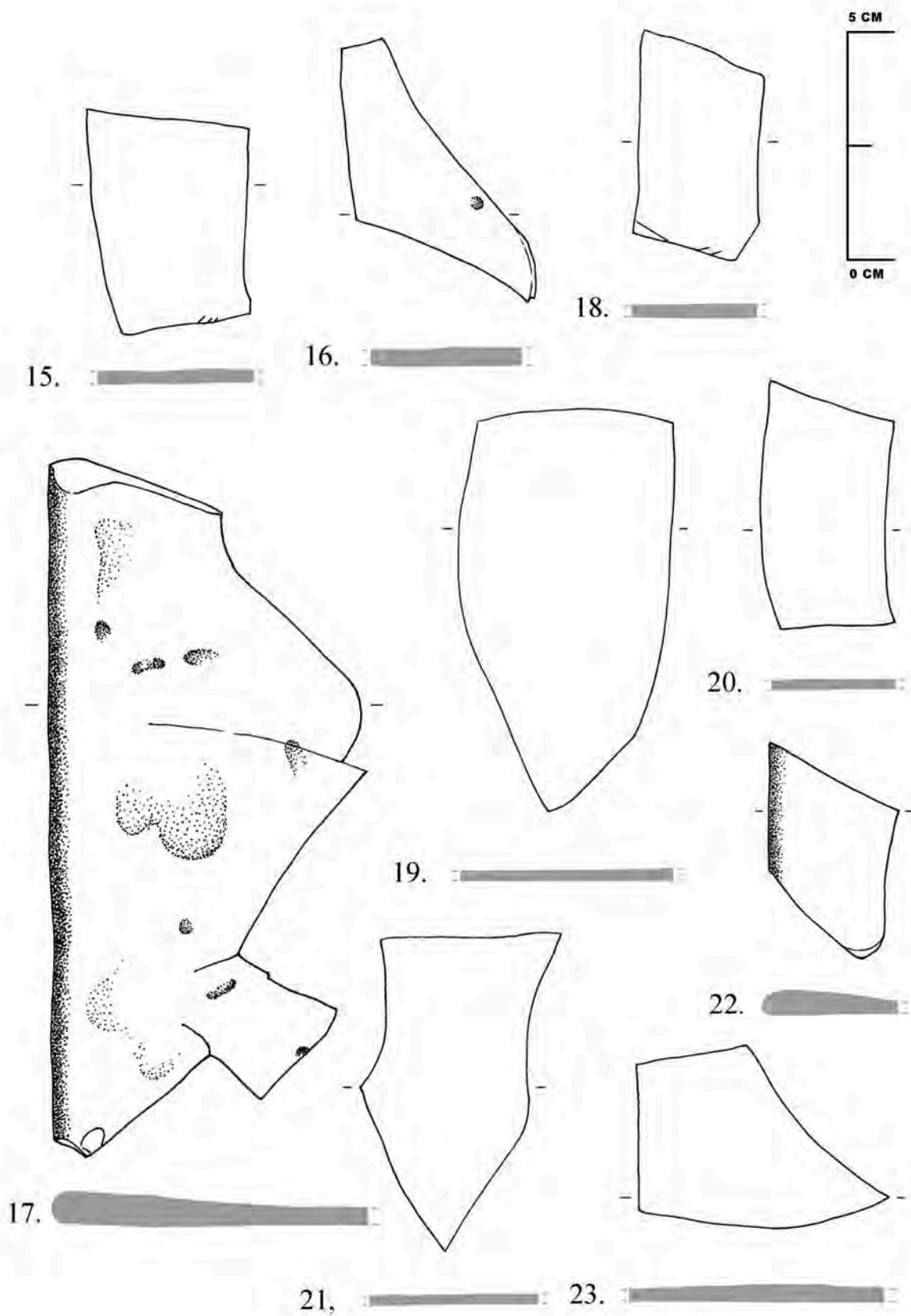


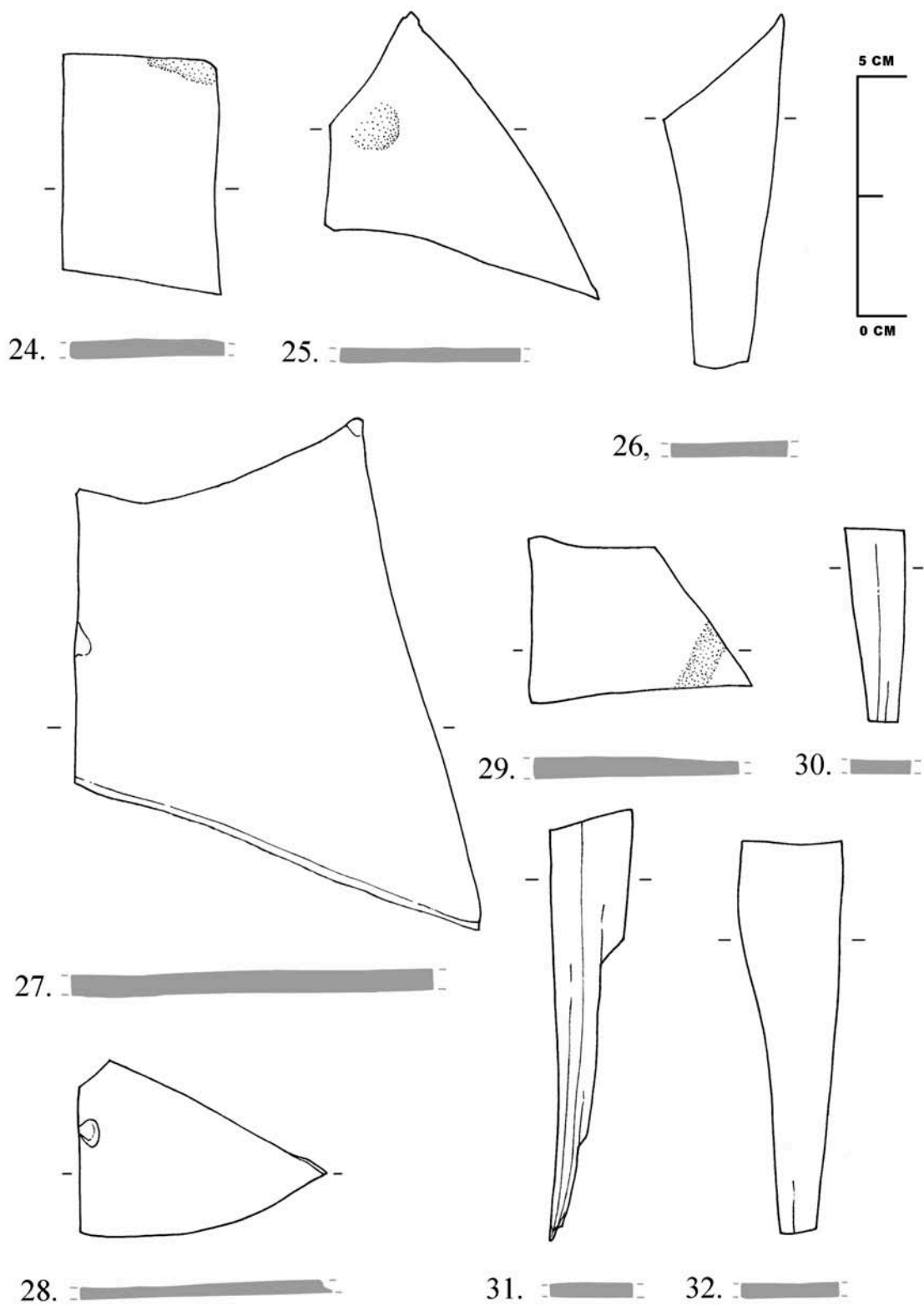
VIDRIO DE VENTANA ROMANO DEL YACIMIENTO DE TORREPAREDONES

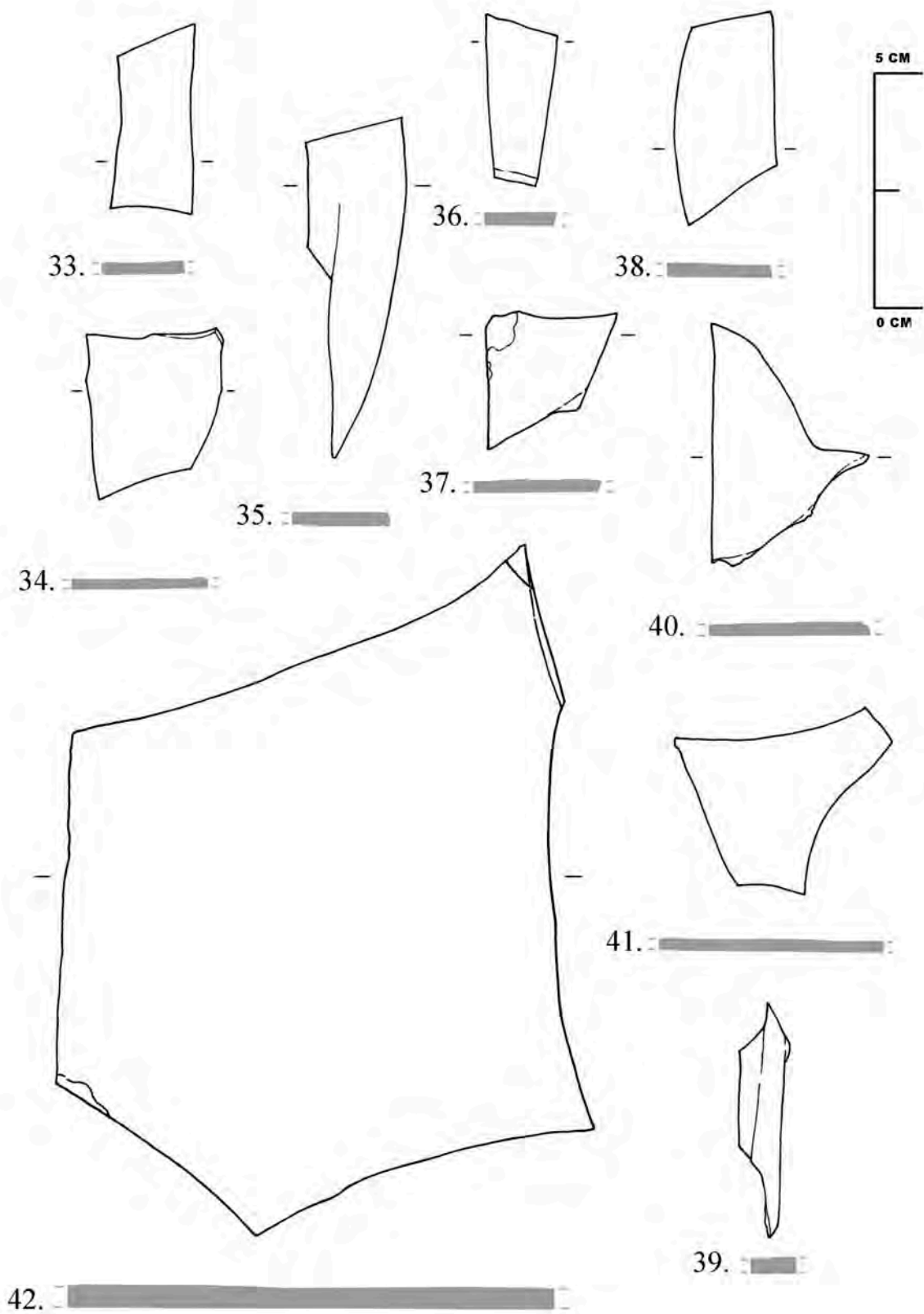
(BAENA, CÓRDOBA) (TO)

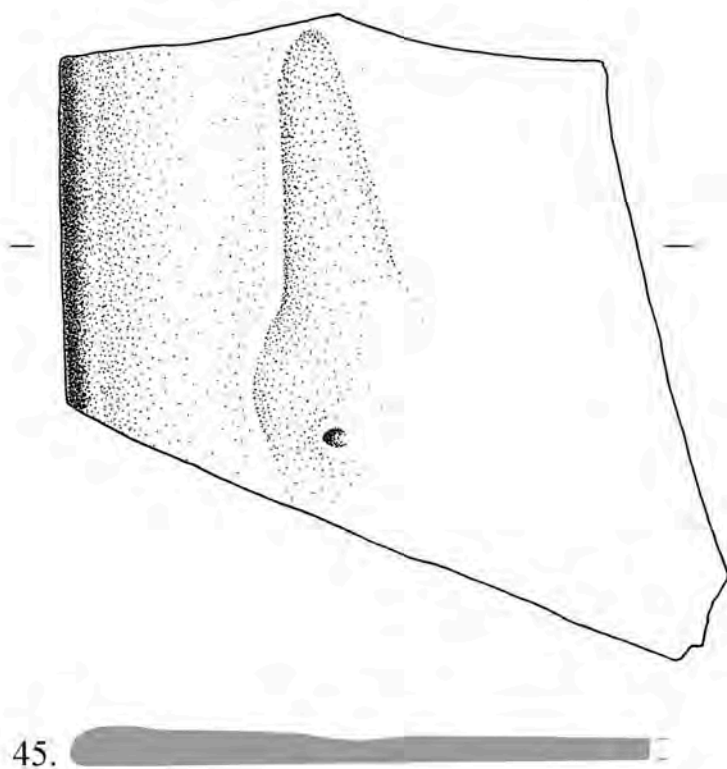
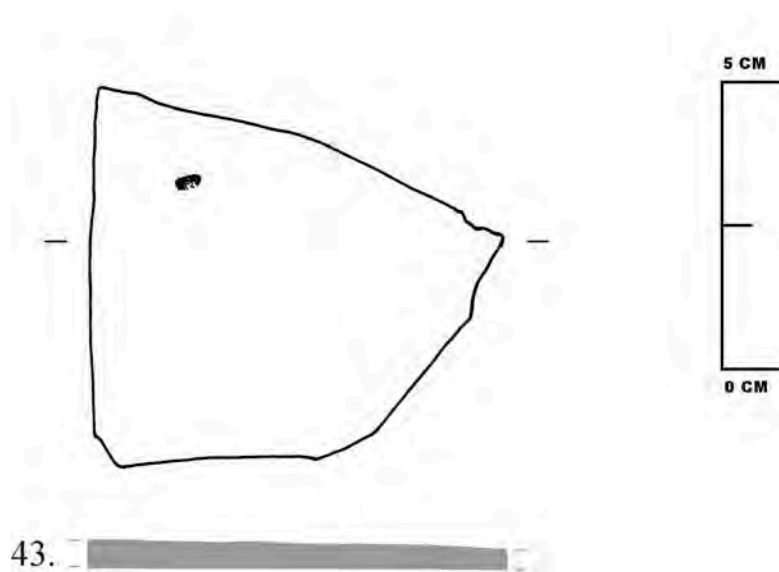


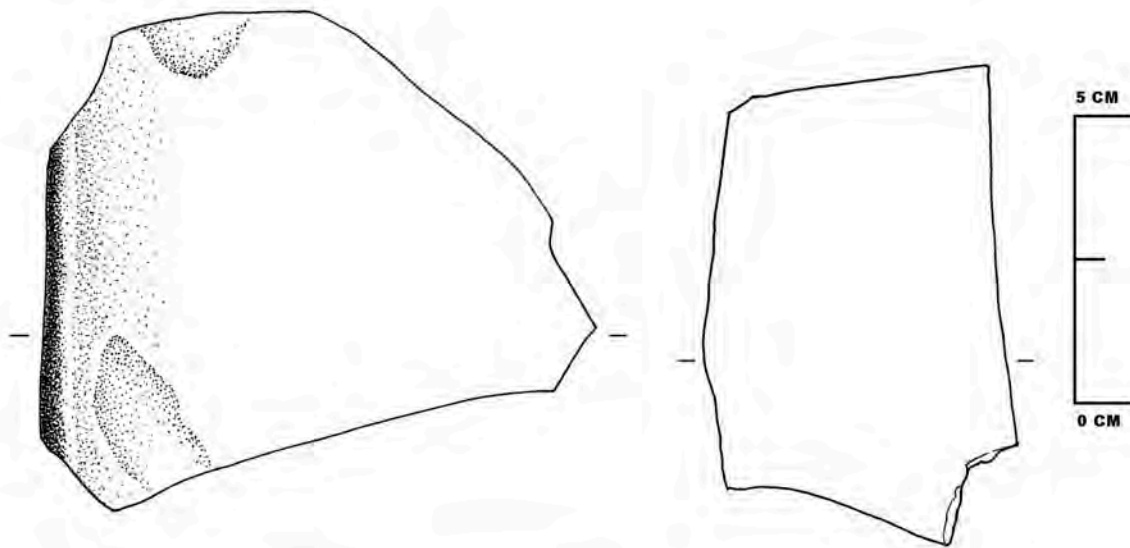




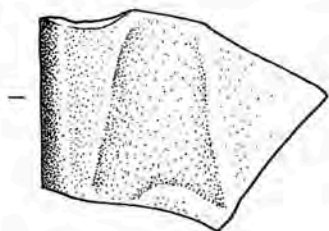




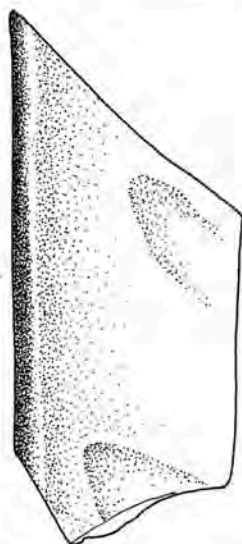




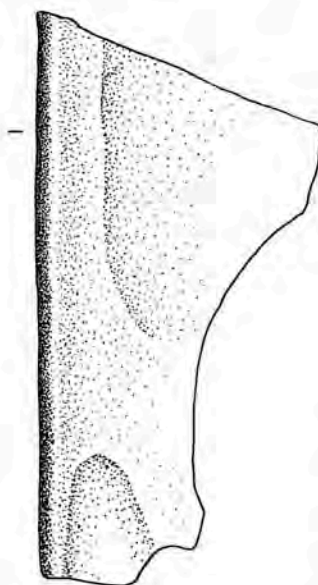
44. 



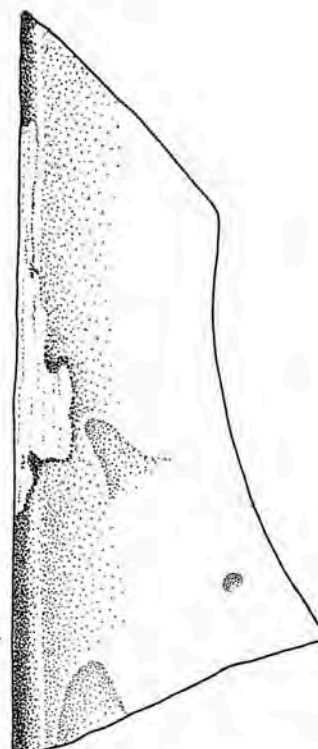
47. 



50. 

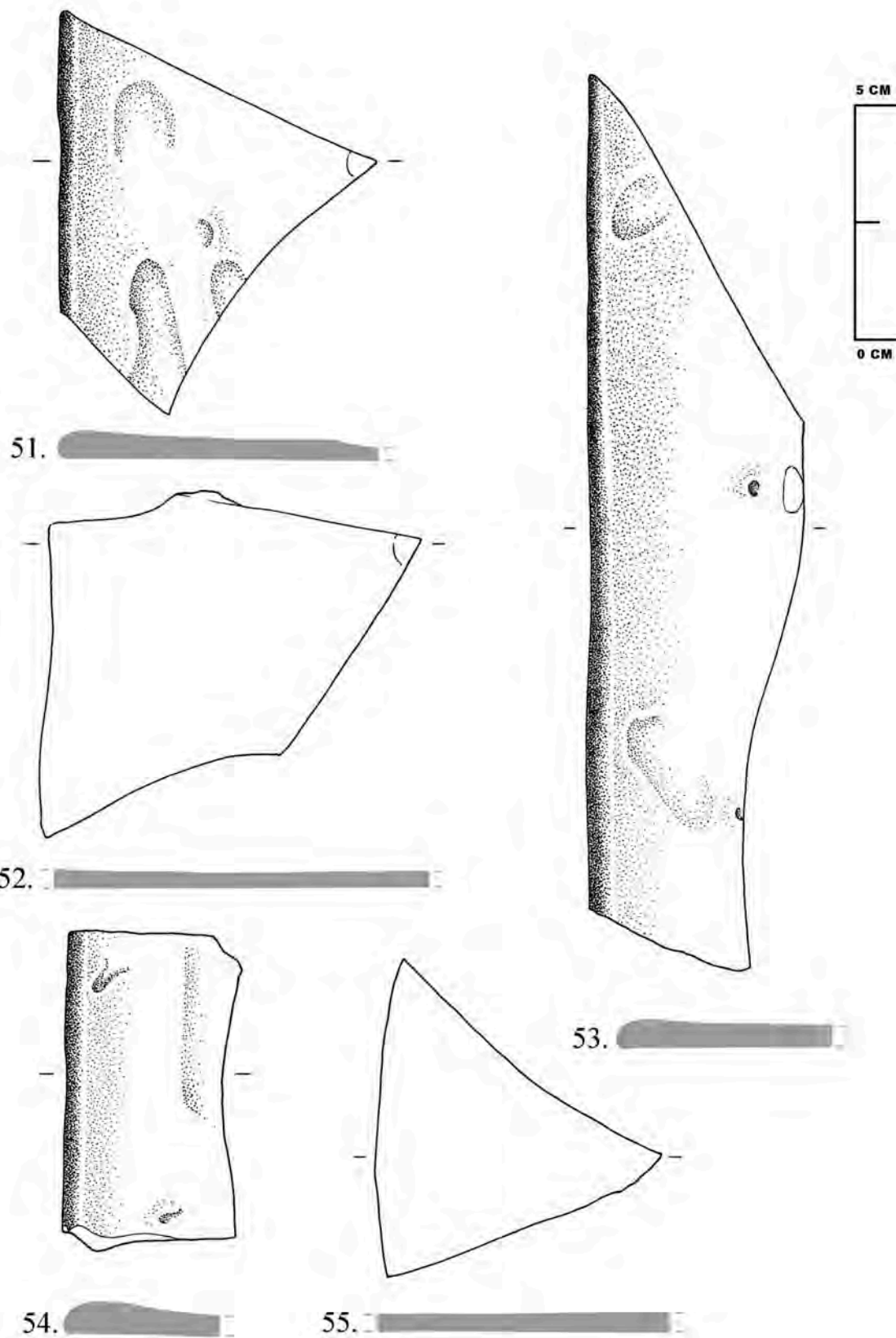


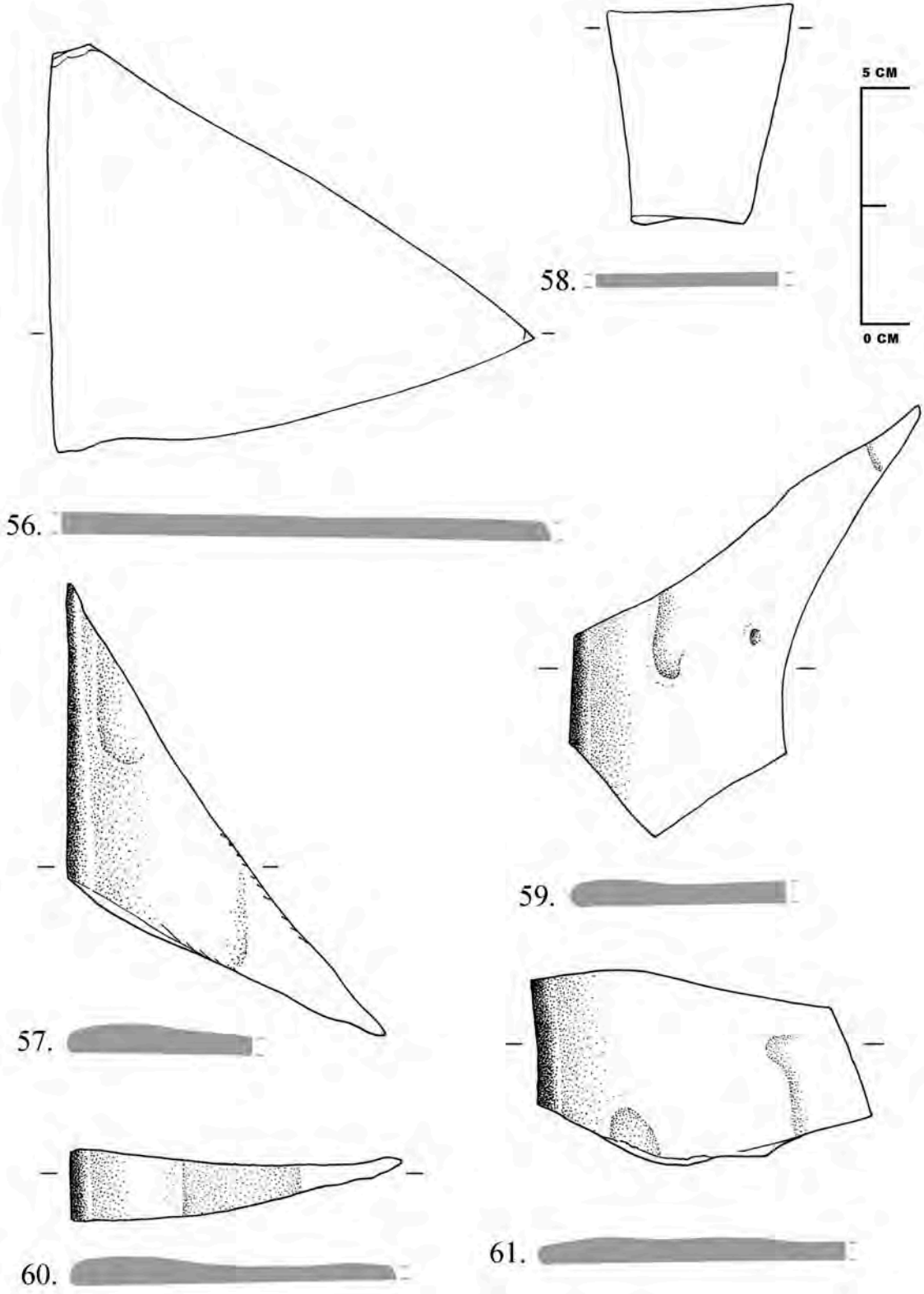
46. 

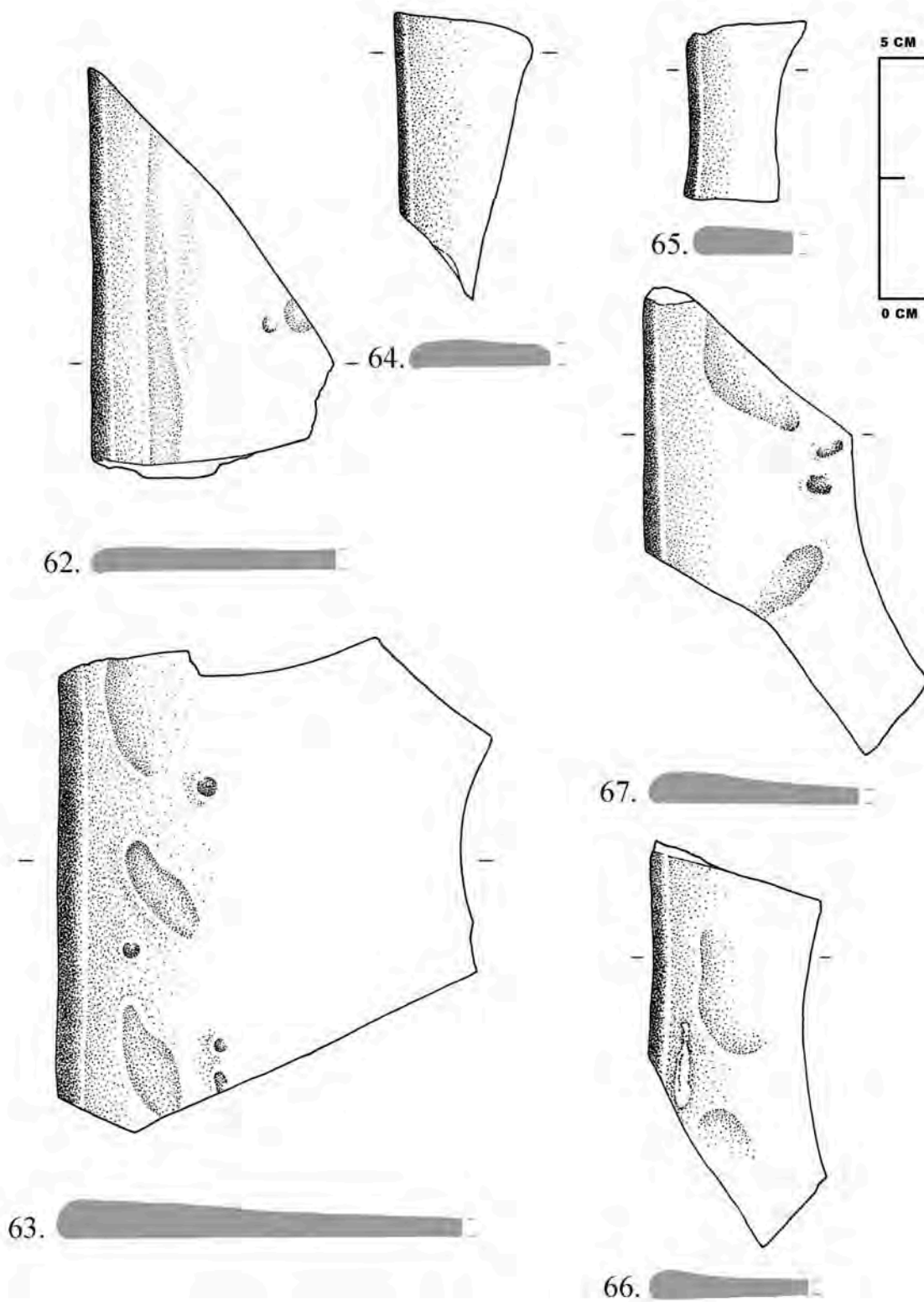


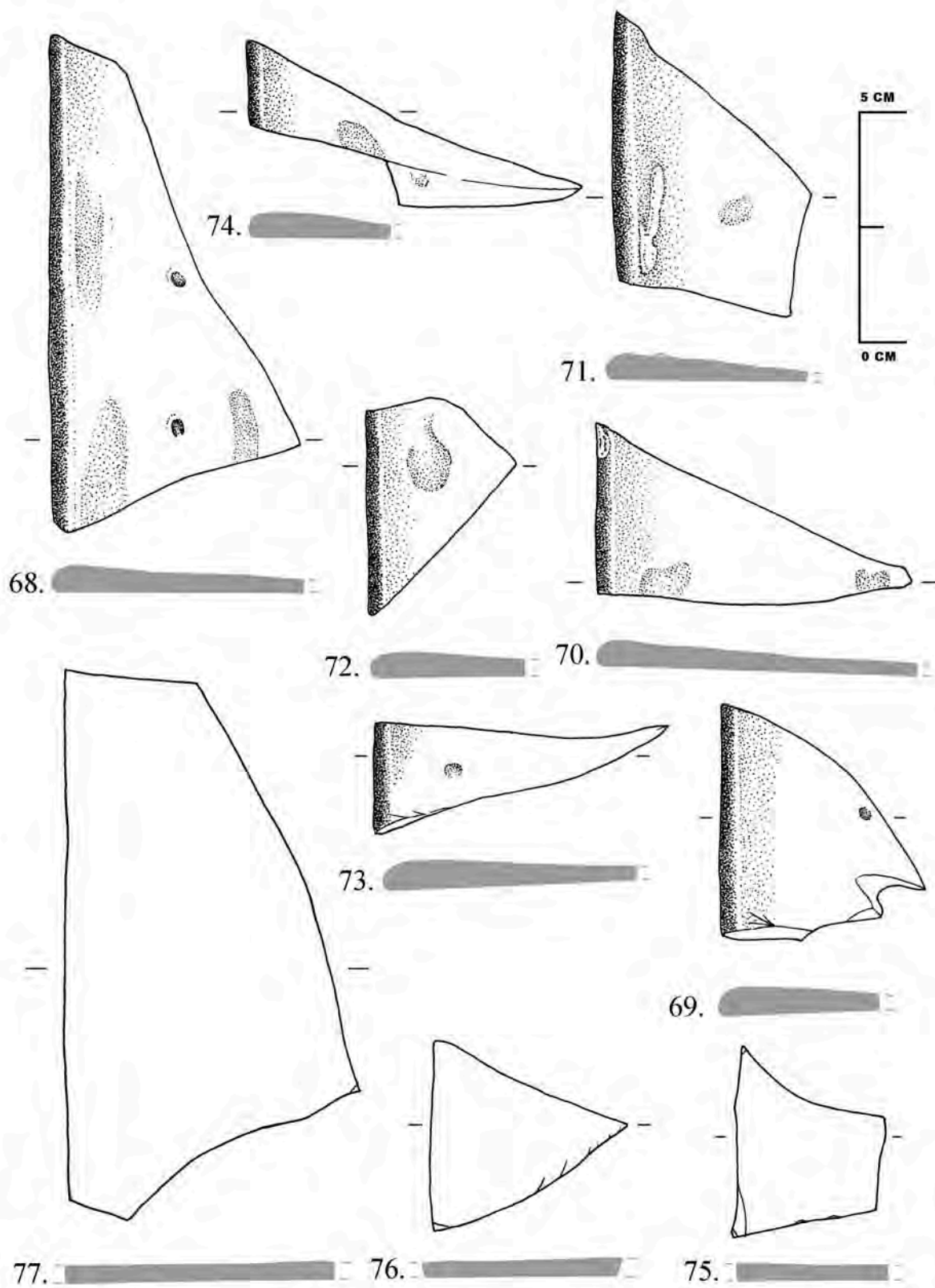
49. 

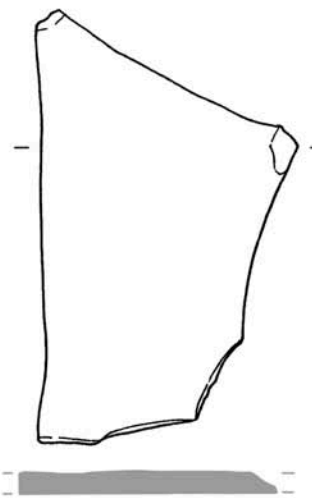
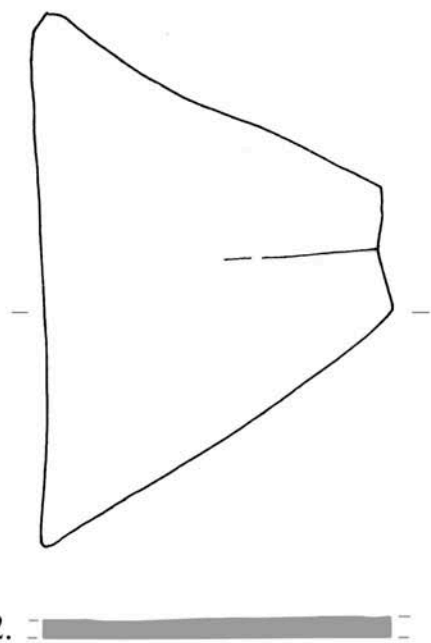
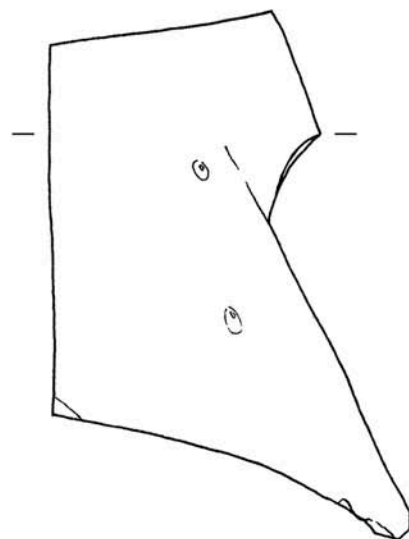
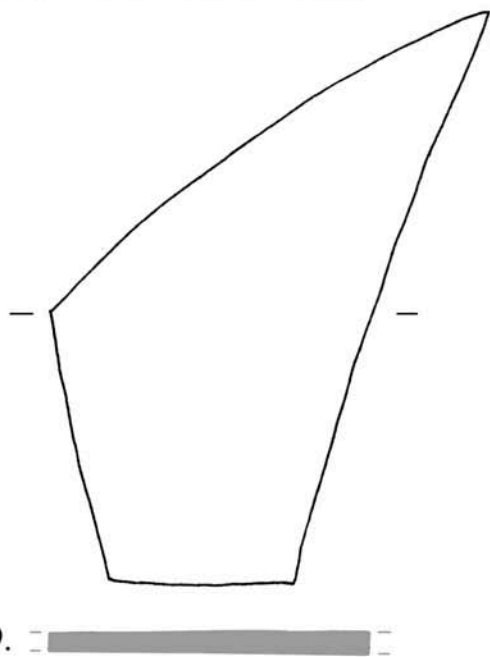
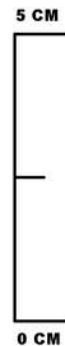
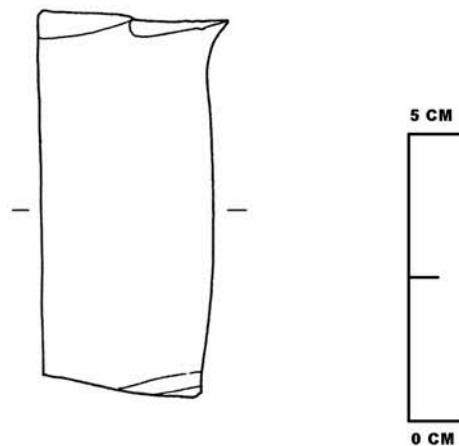
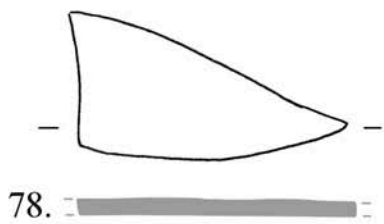
48. 

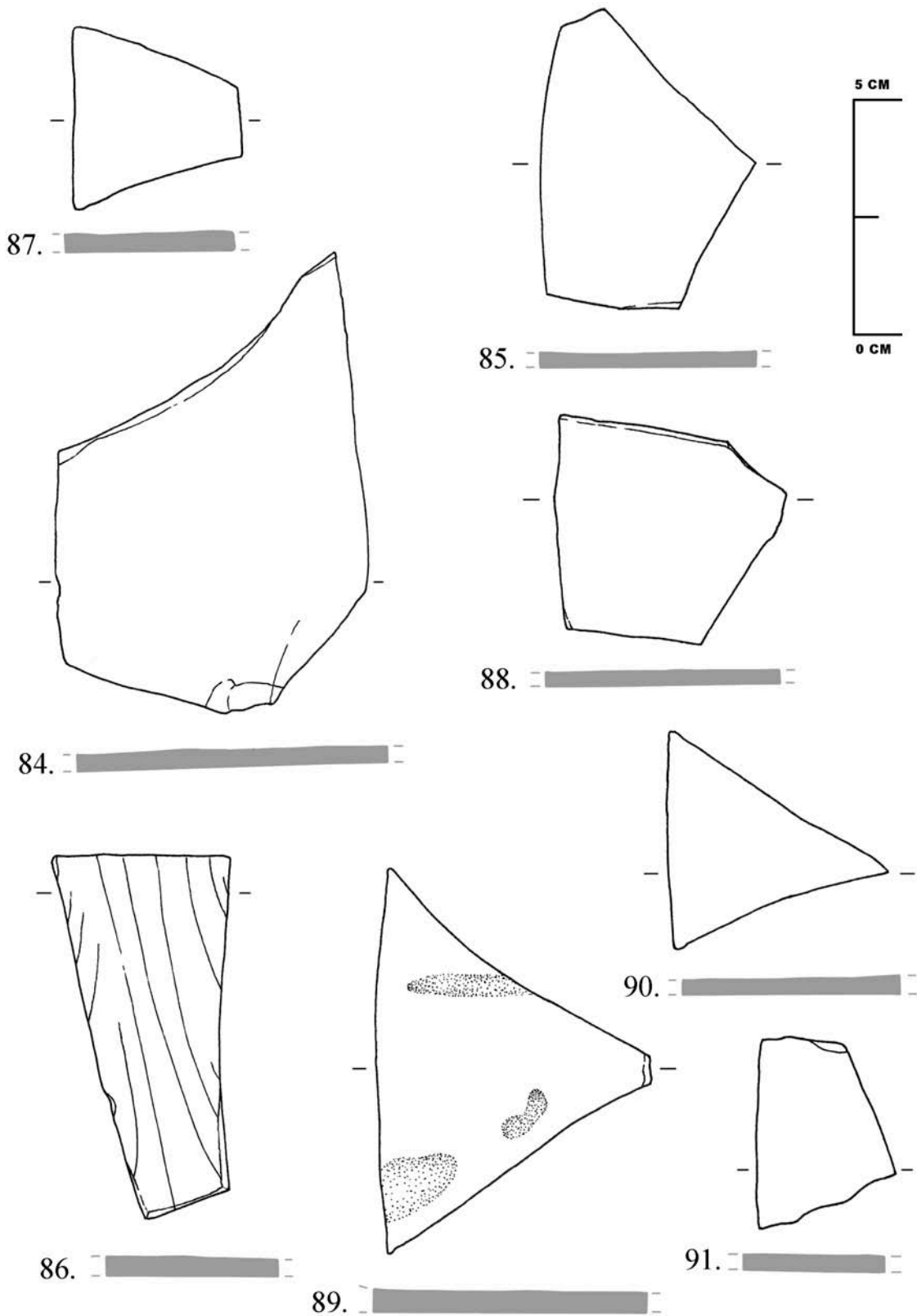


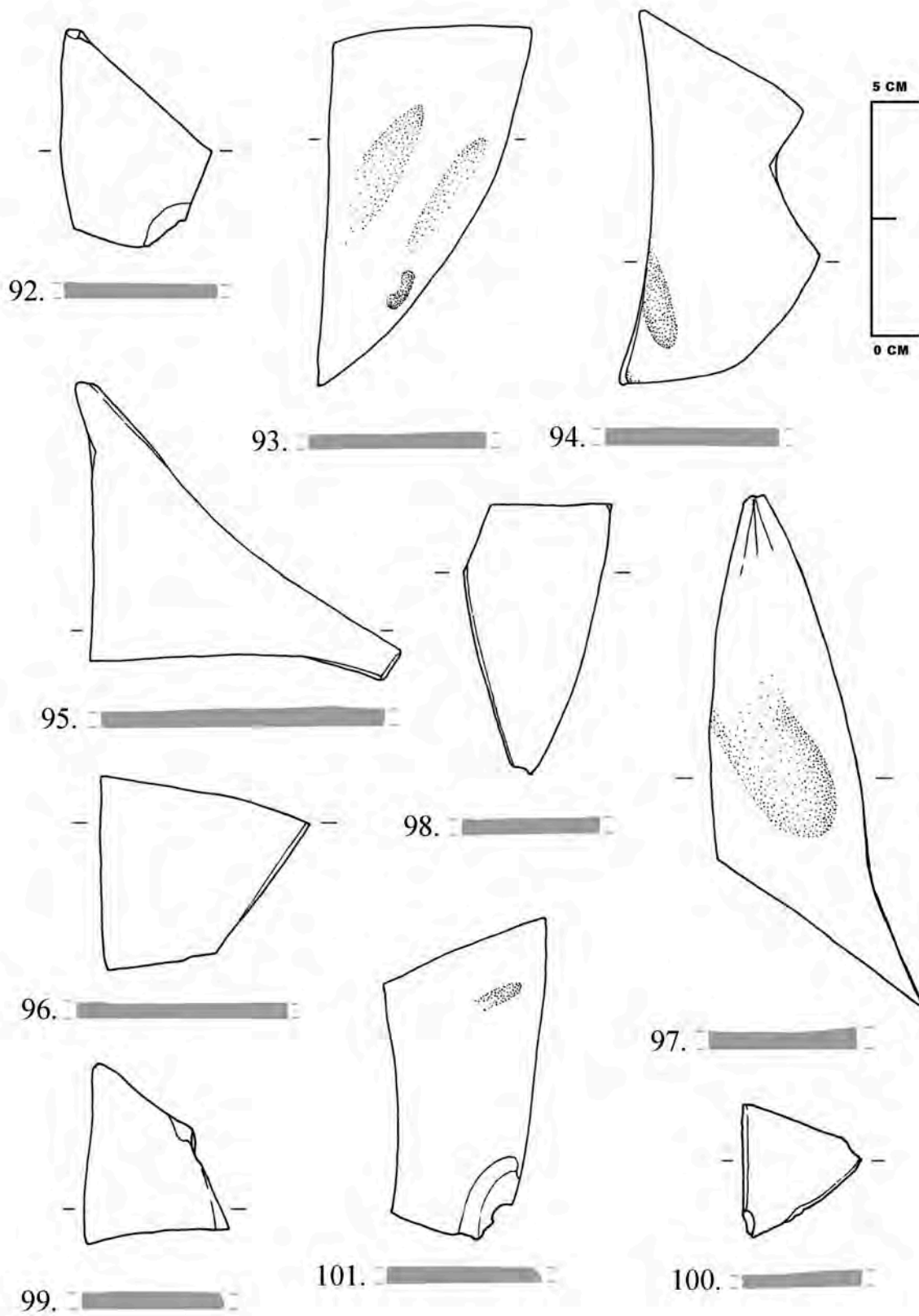


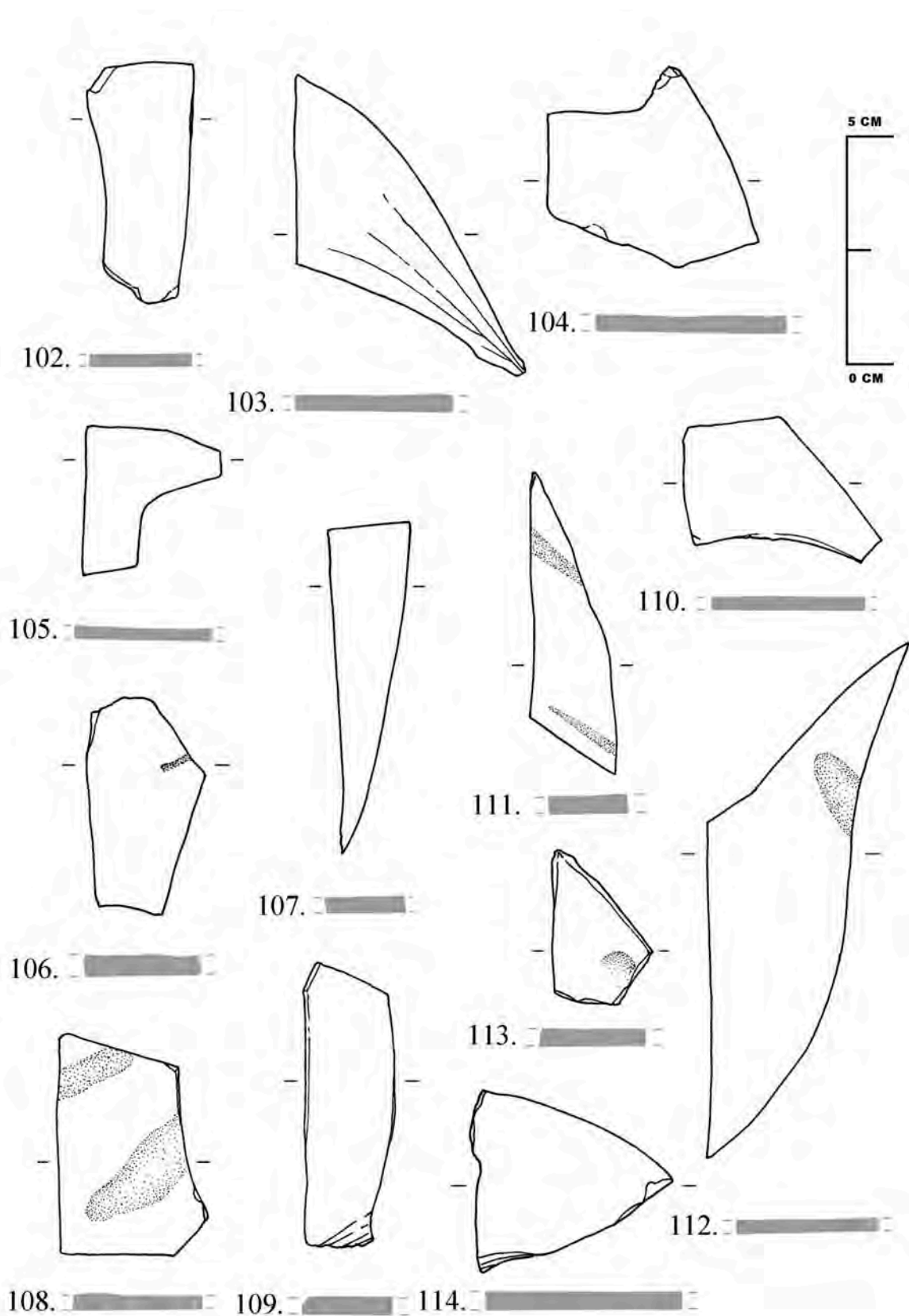


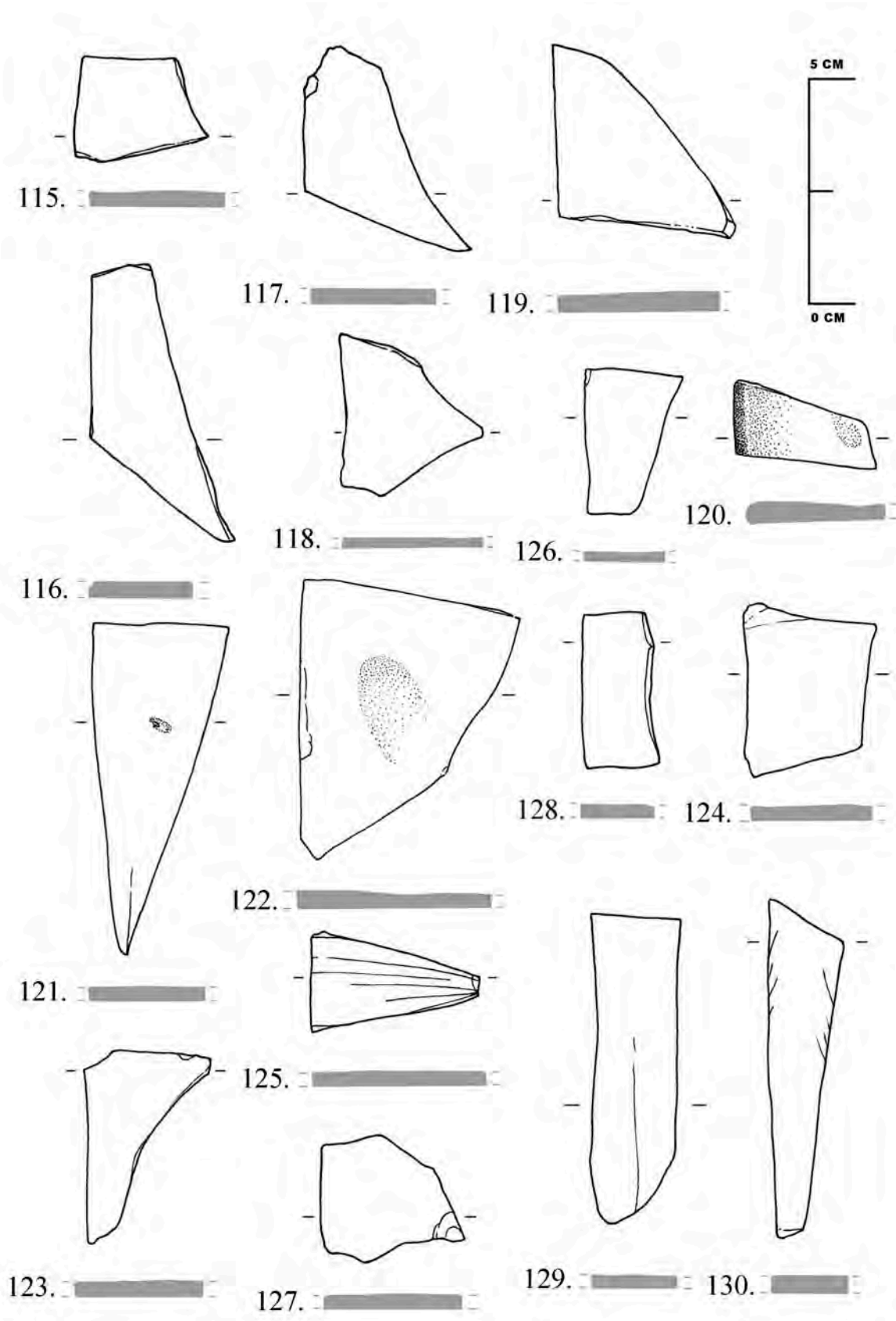


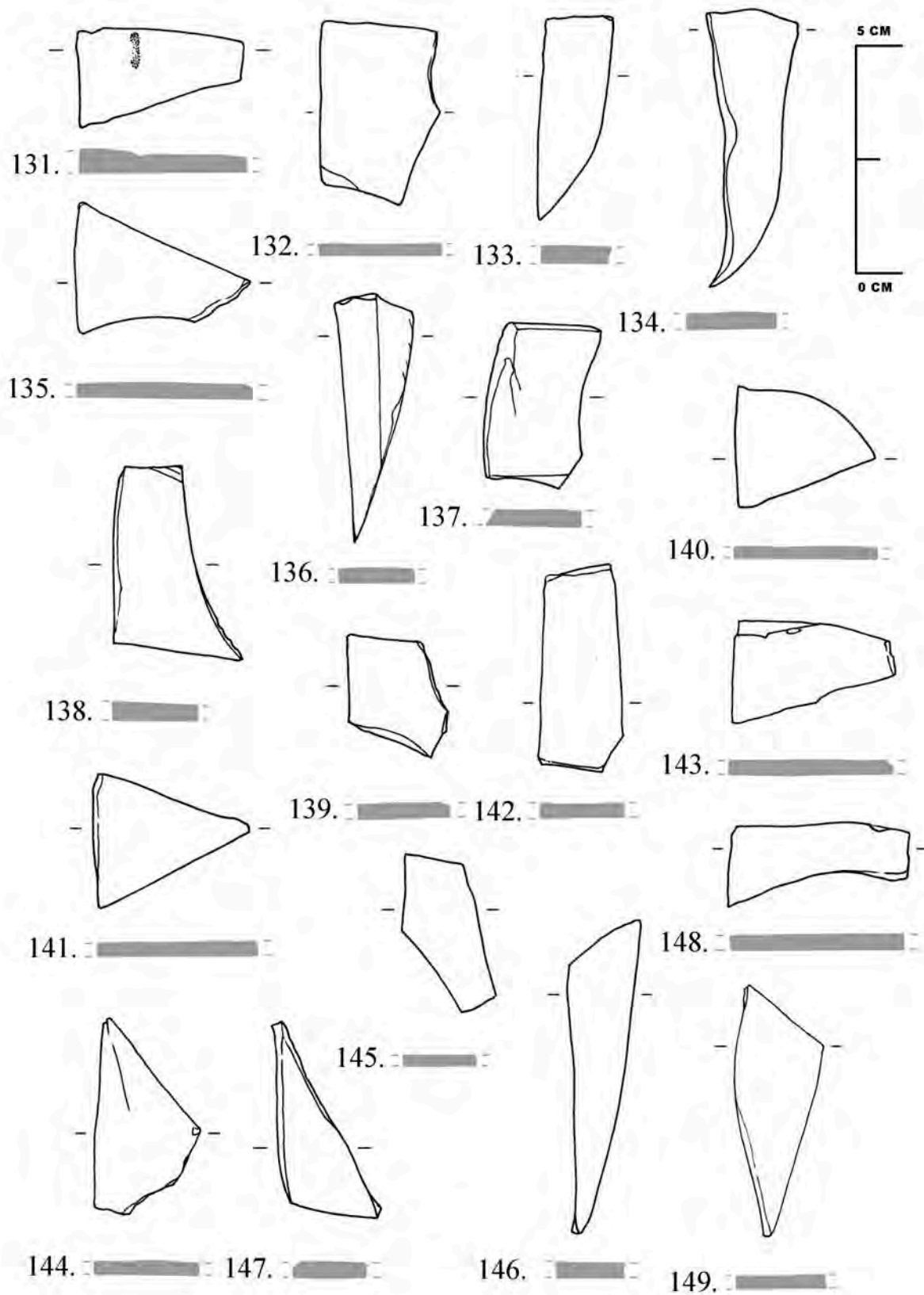


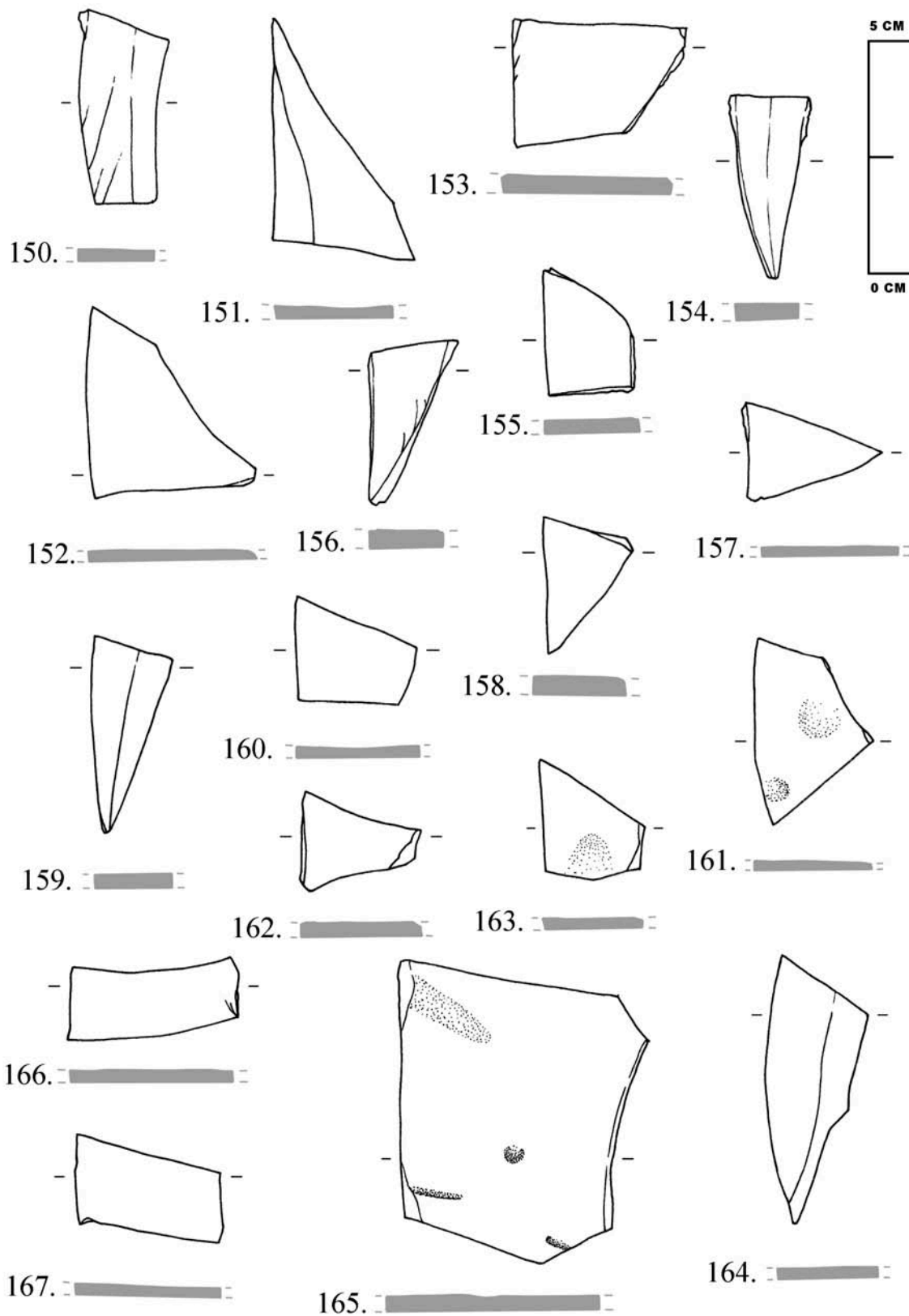


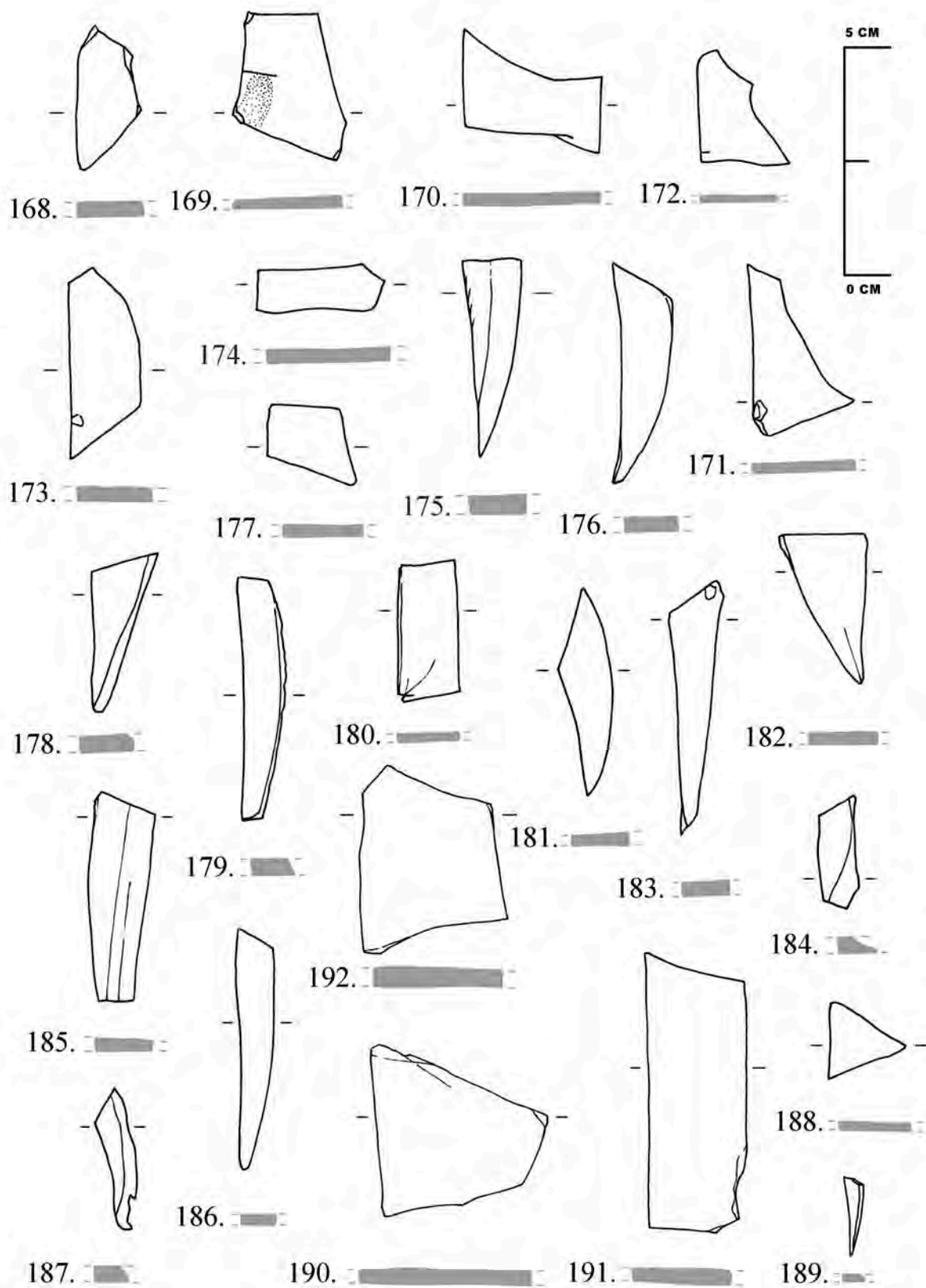


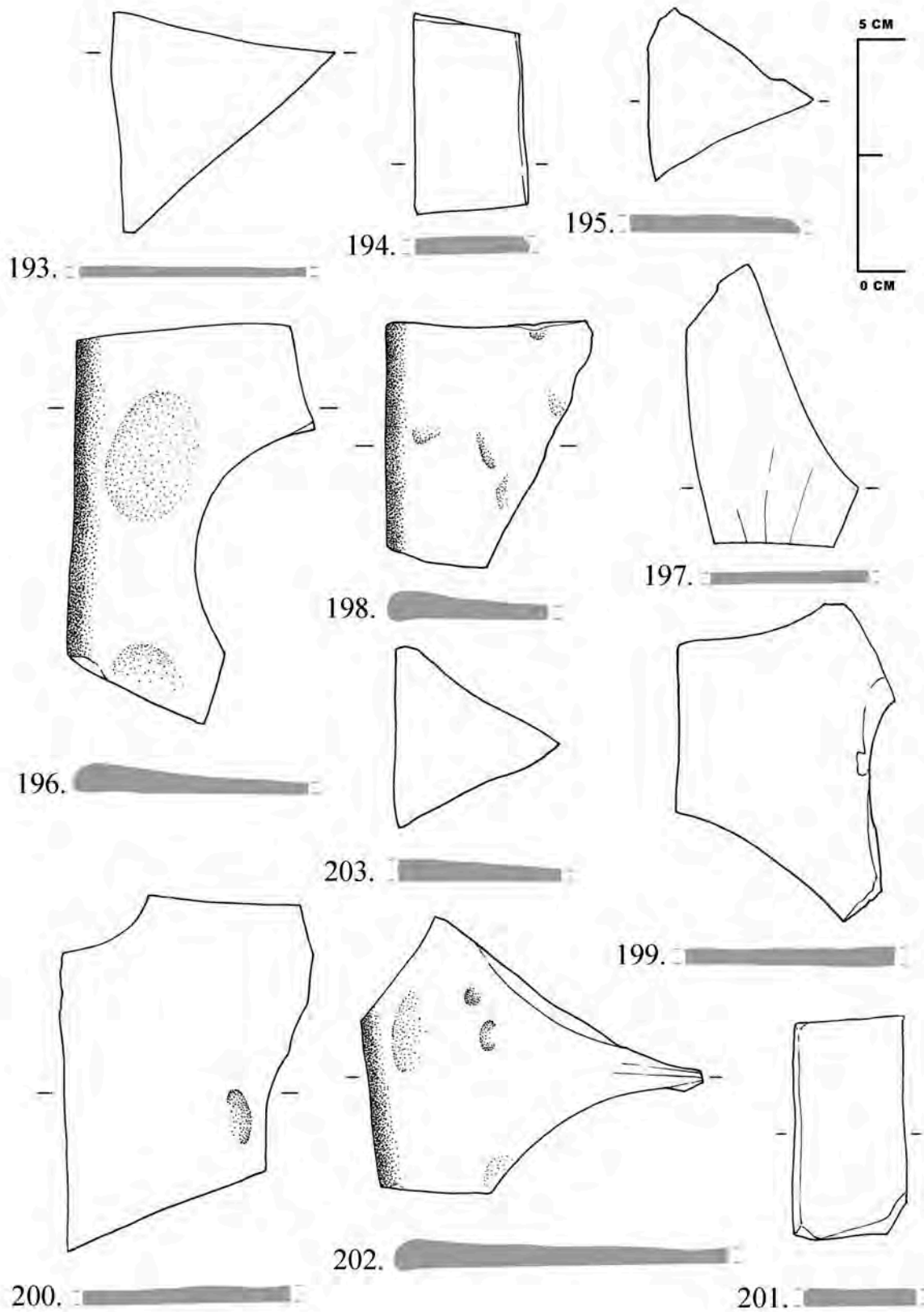


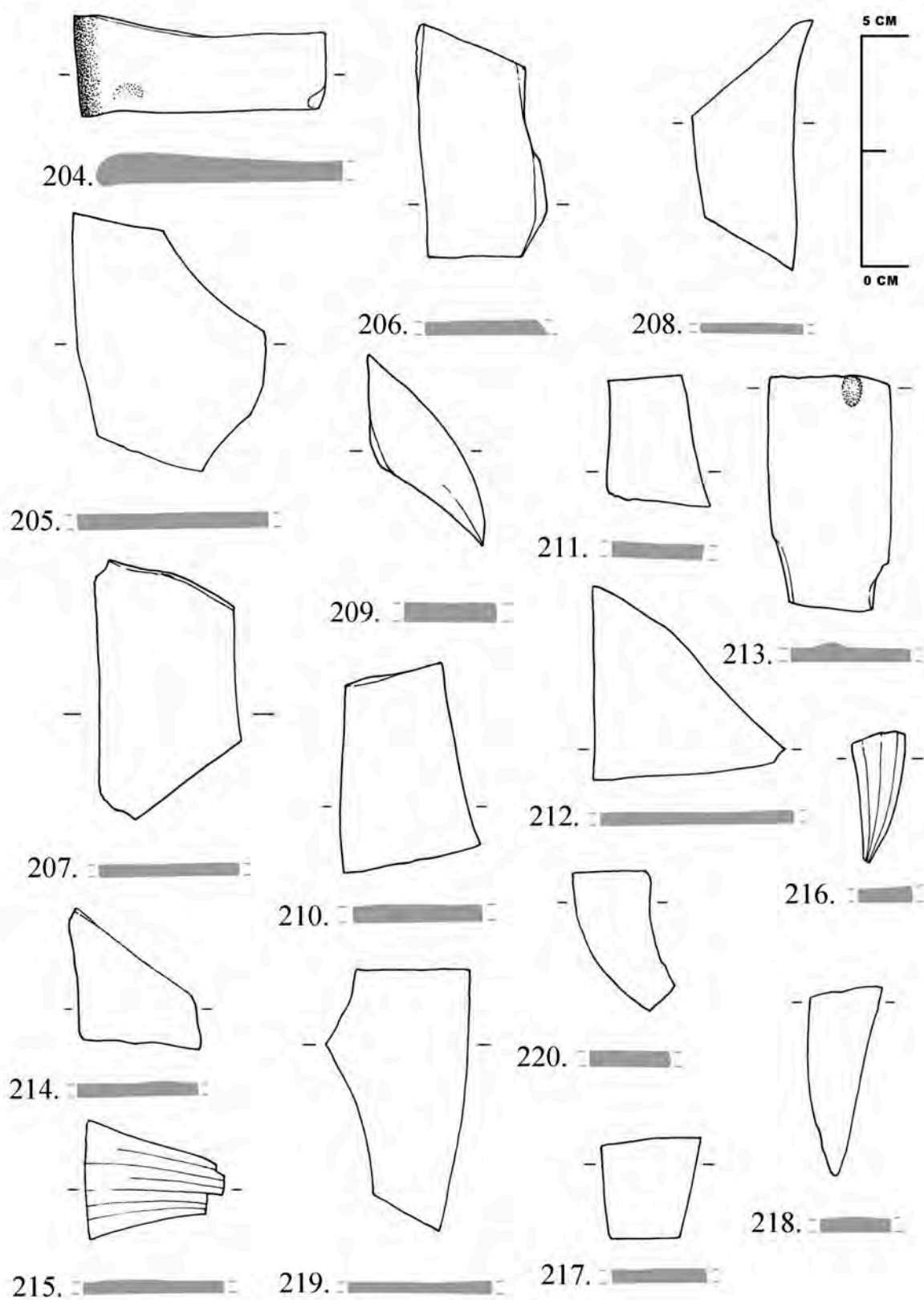


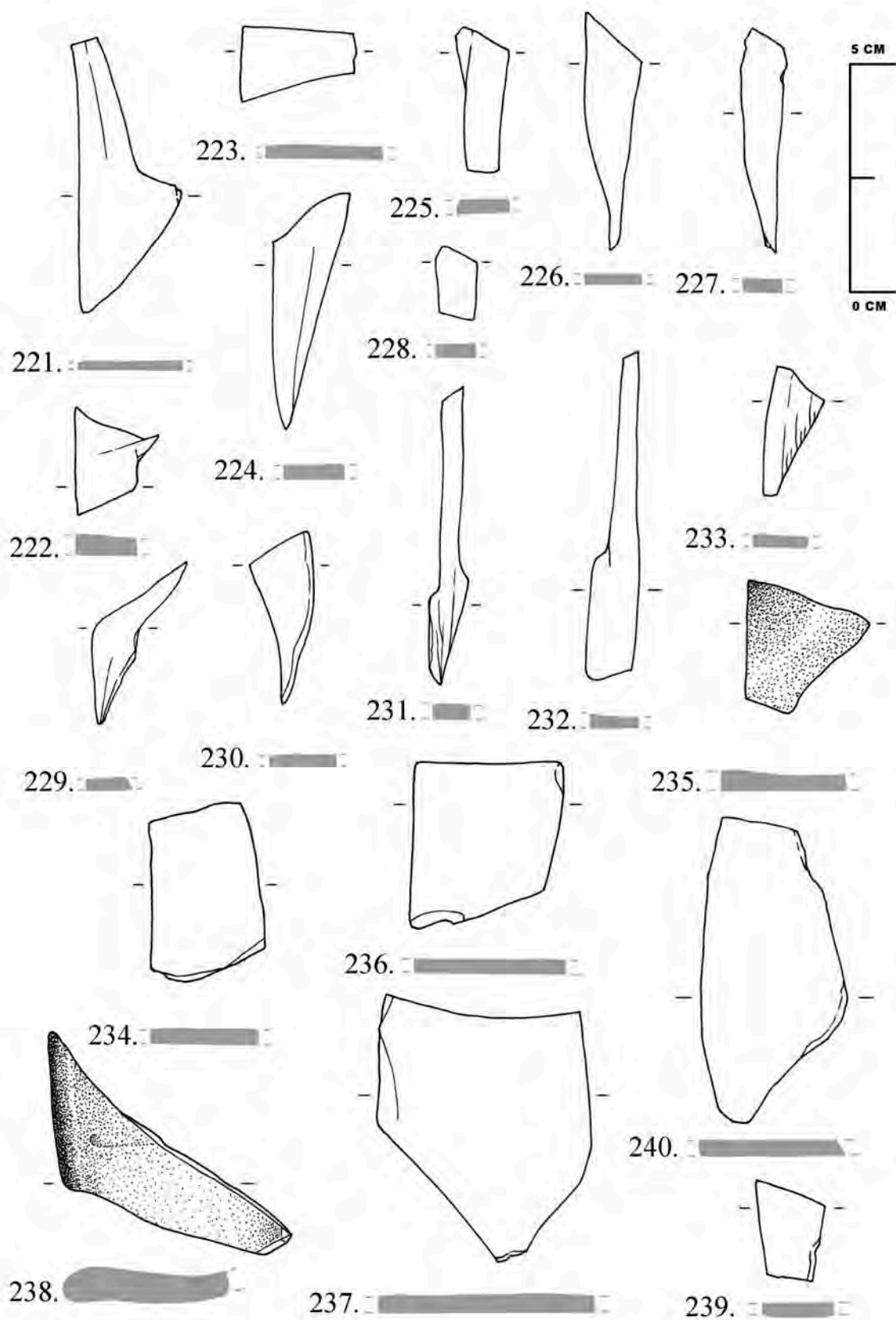


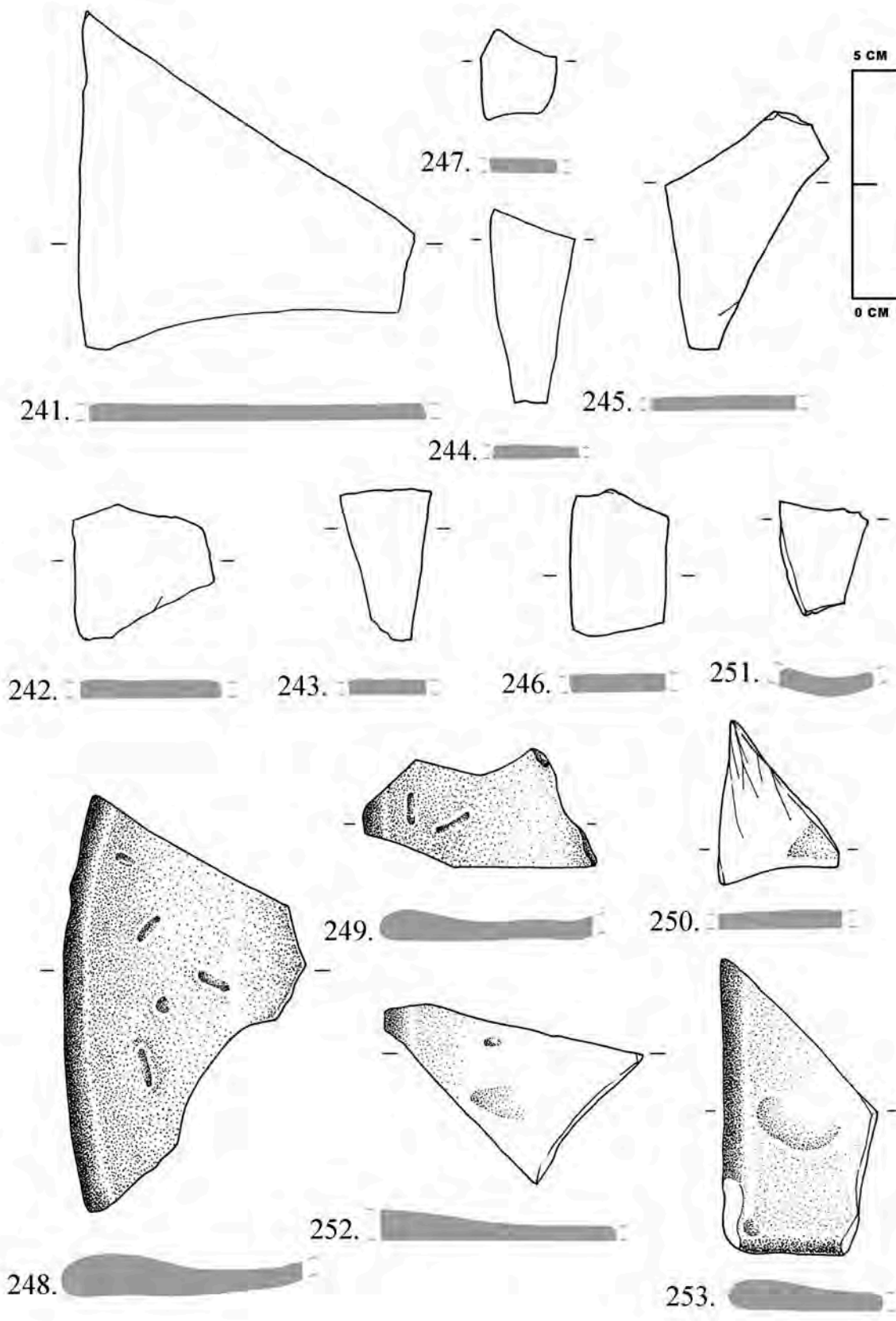


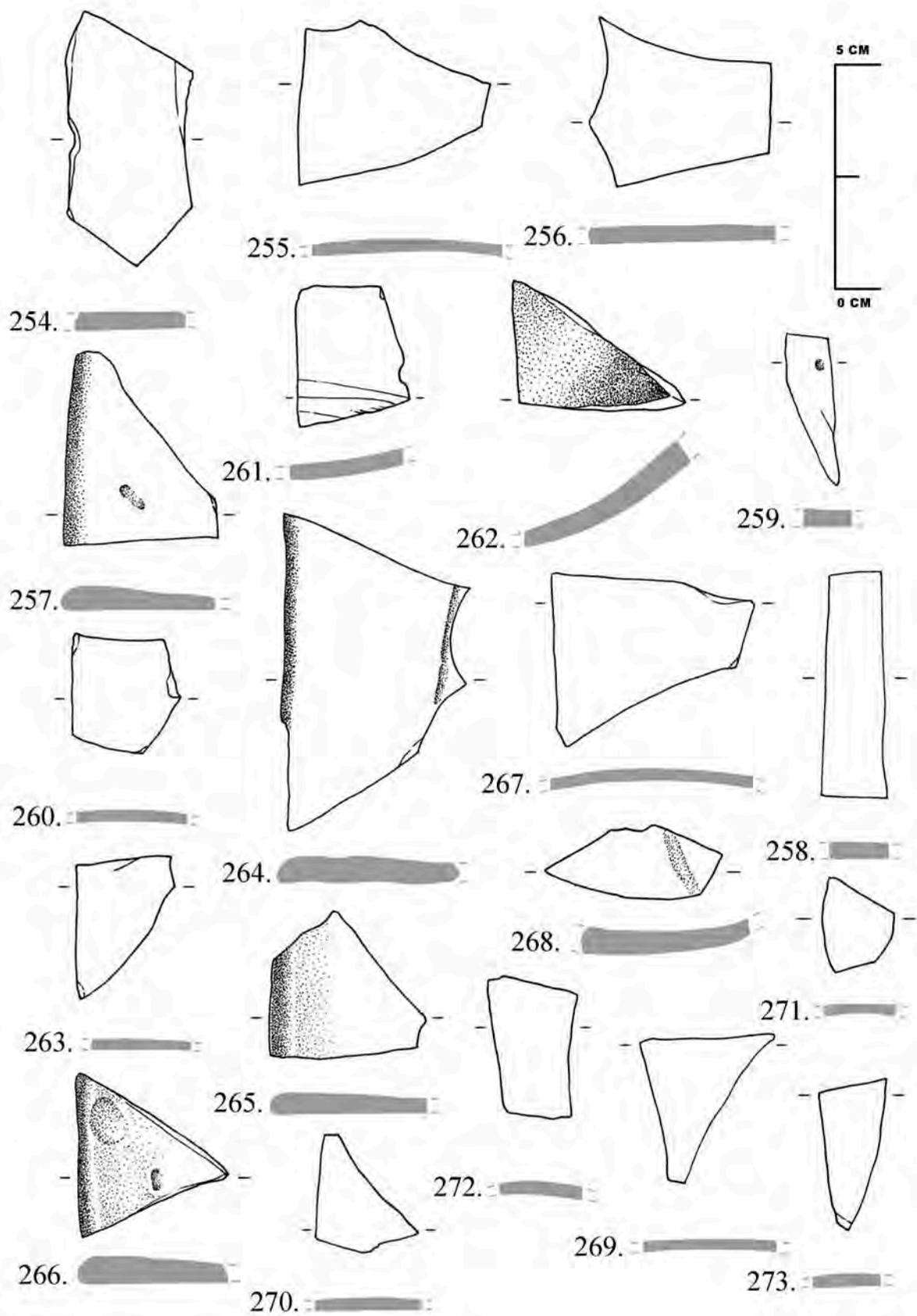








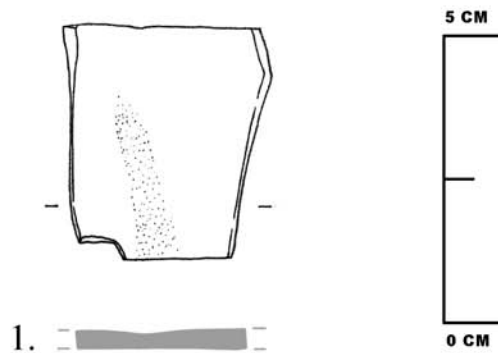




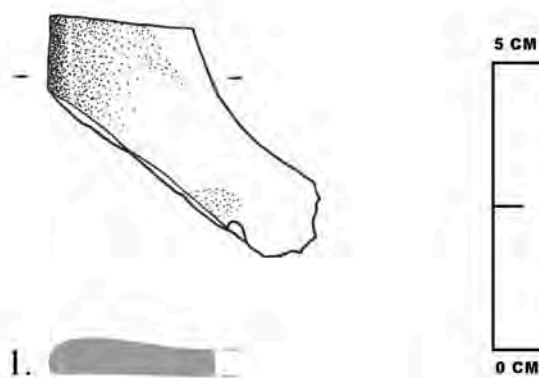
VIDRIO DE VENTANA ROMANO DE *COLONIA PATRICIA CORDUBA*

(CÓRDOBA)

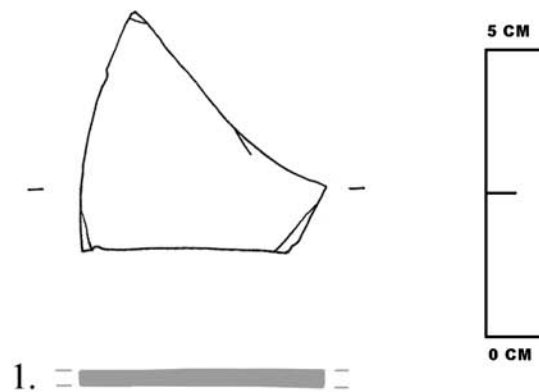
PASEO DE LA VICTORIA Y TEJÓN Y MARÍN NÚM. 6 (VIC)



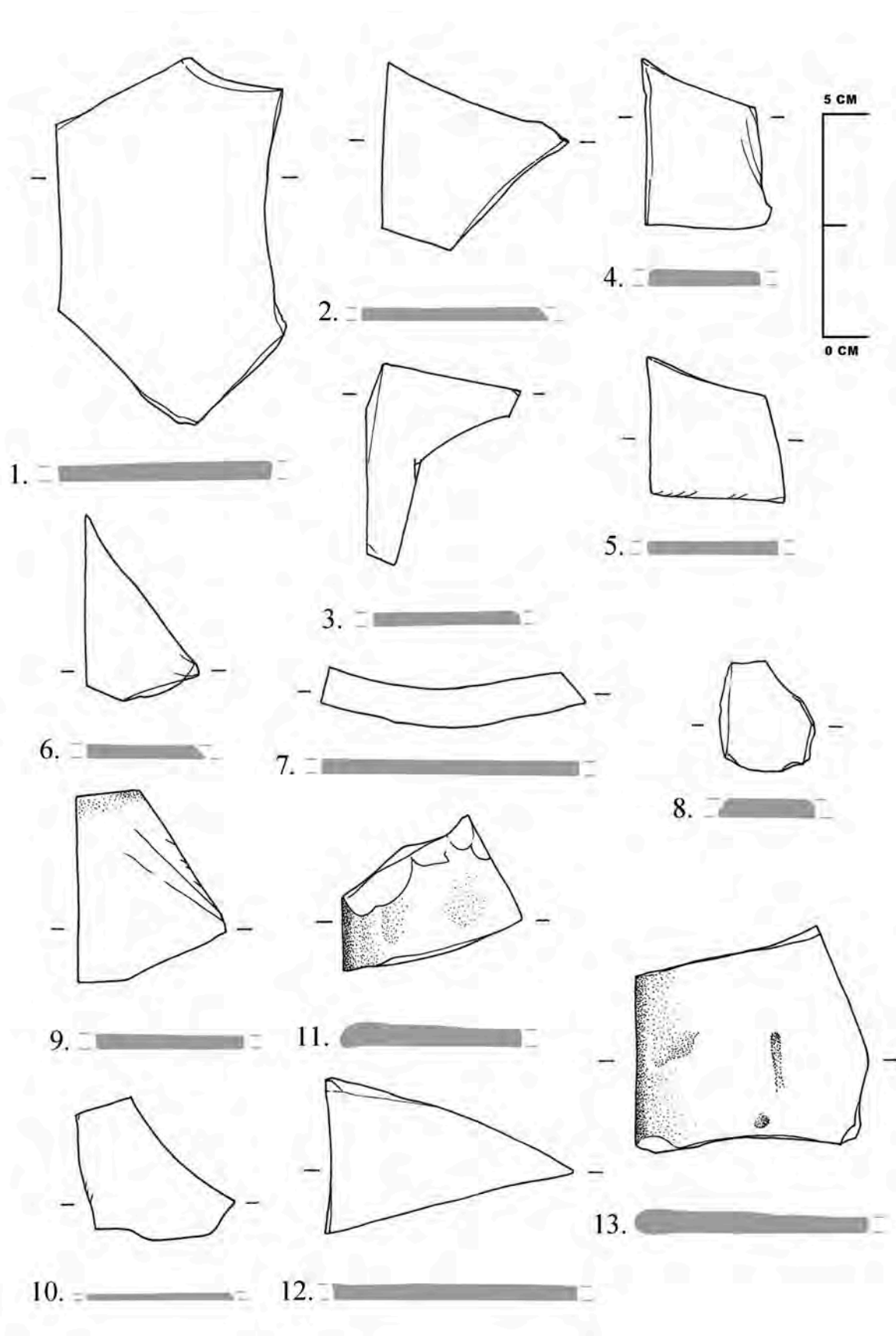
DIPUTACIÓN (AVD. AMÉRICA ESQ. PRETORIO) (DIP)

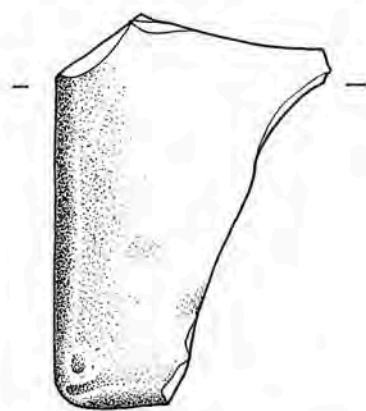


CALLE LUCANO NÚMS. 7 Y 9 (LUC)

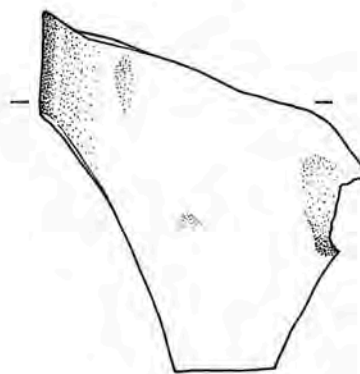


VILLA ROMANA DE SANTA ROSA (ALG)

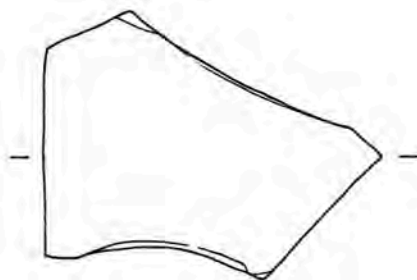
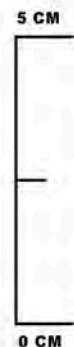




14.



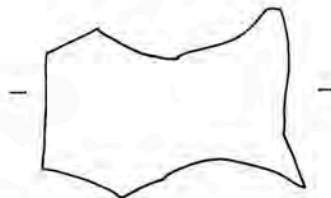
15.



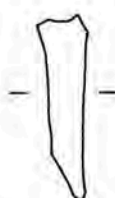
16.



17.



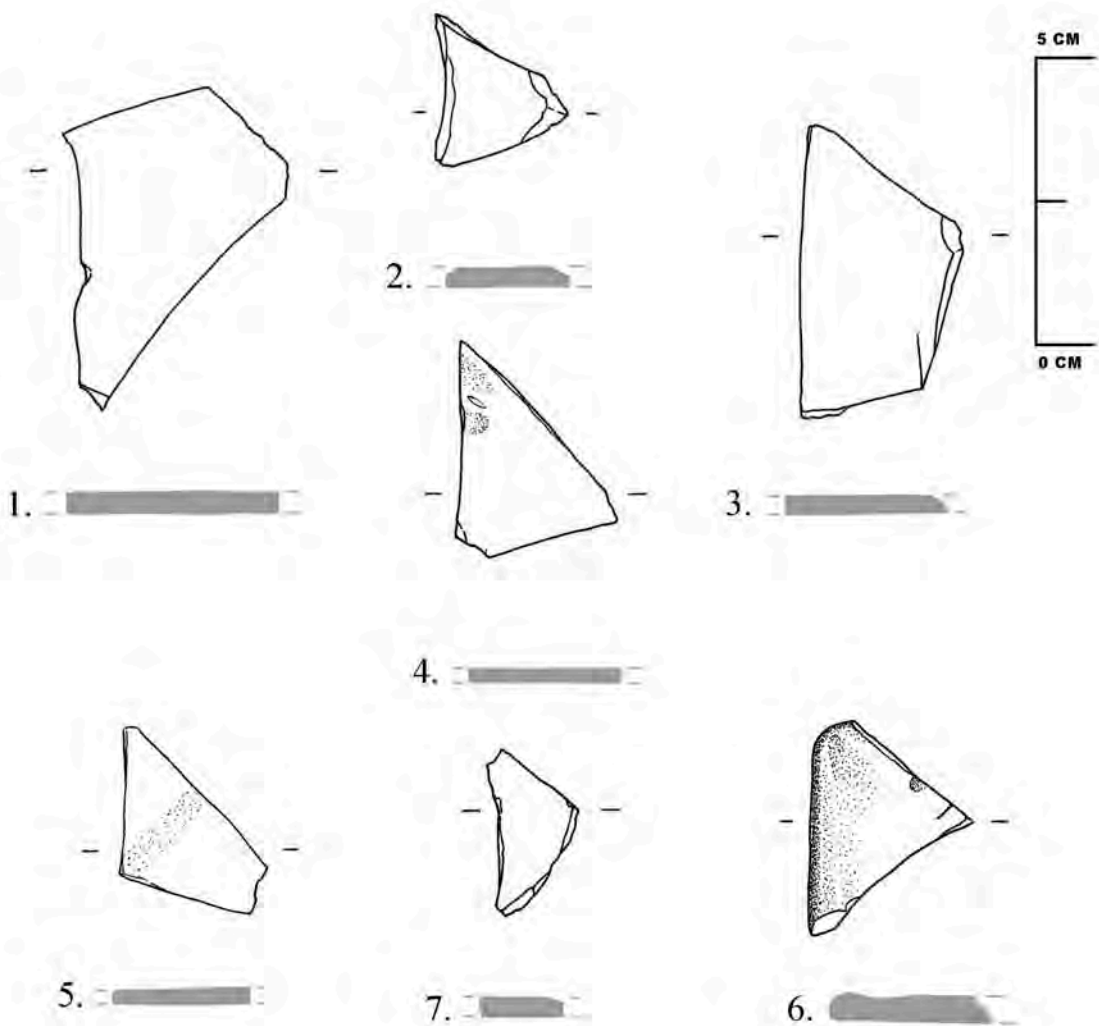
18.



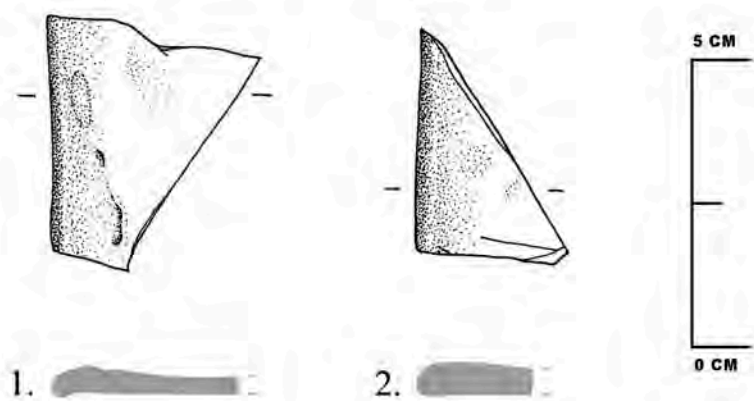
19.



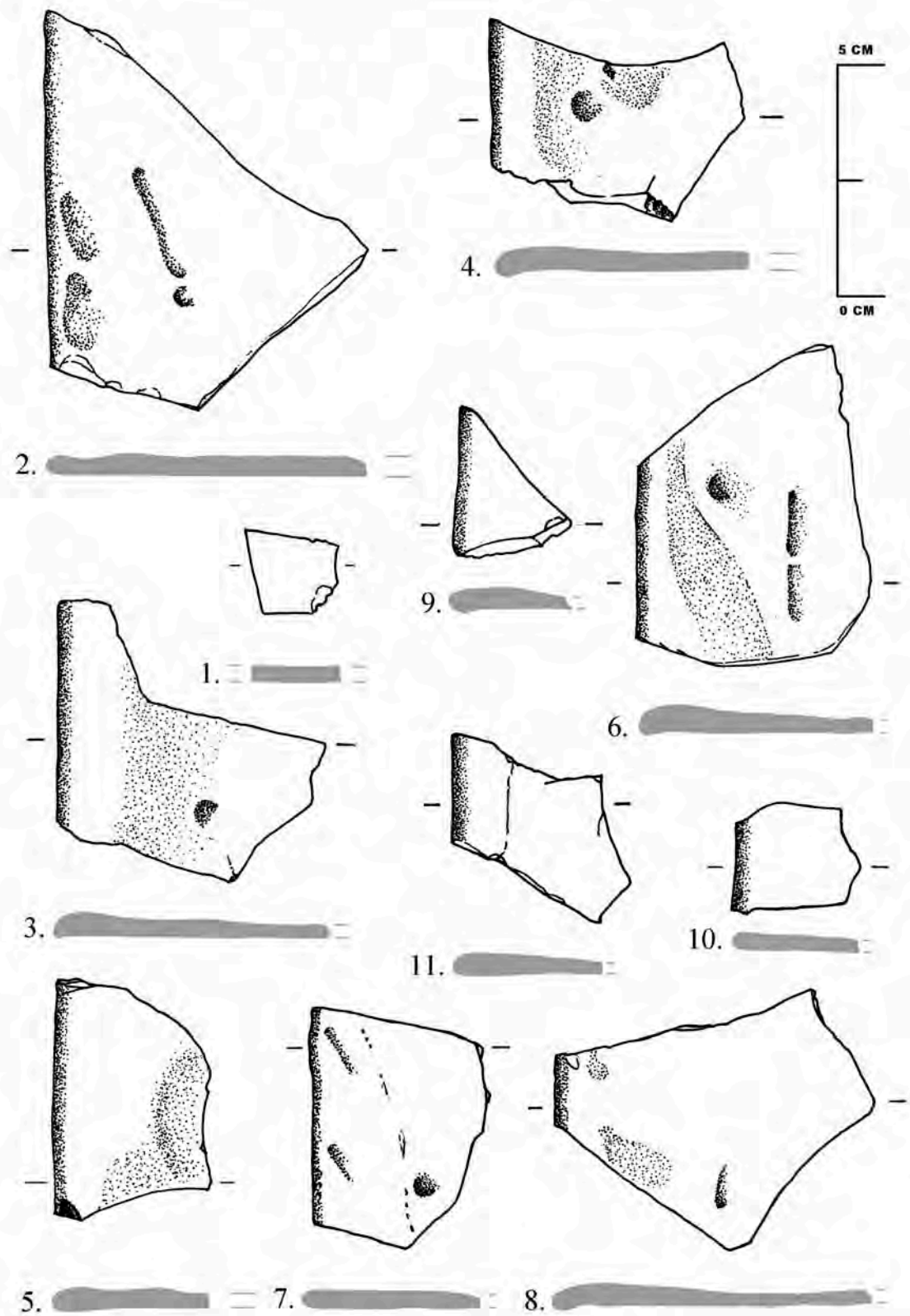
PARCELA 2.3 DEL PLAN PARCIAL RENFE (PPR)

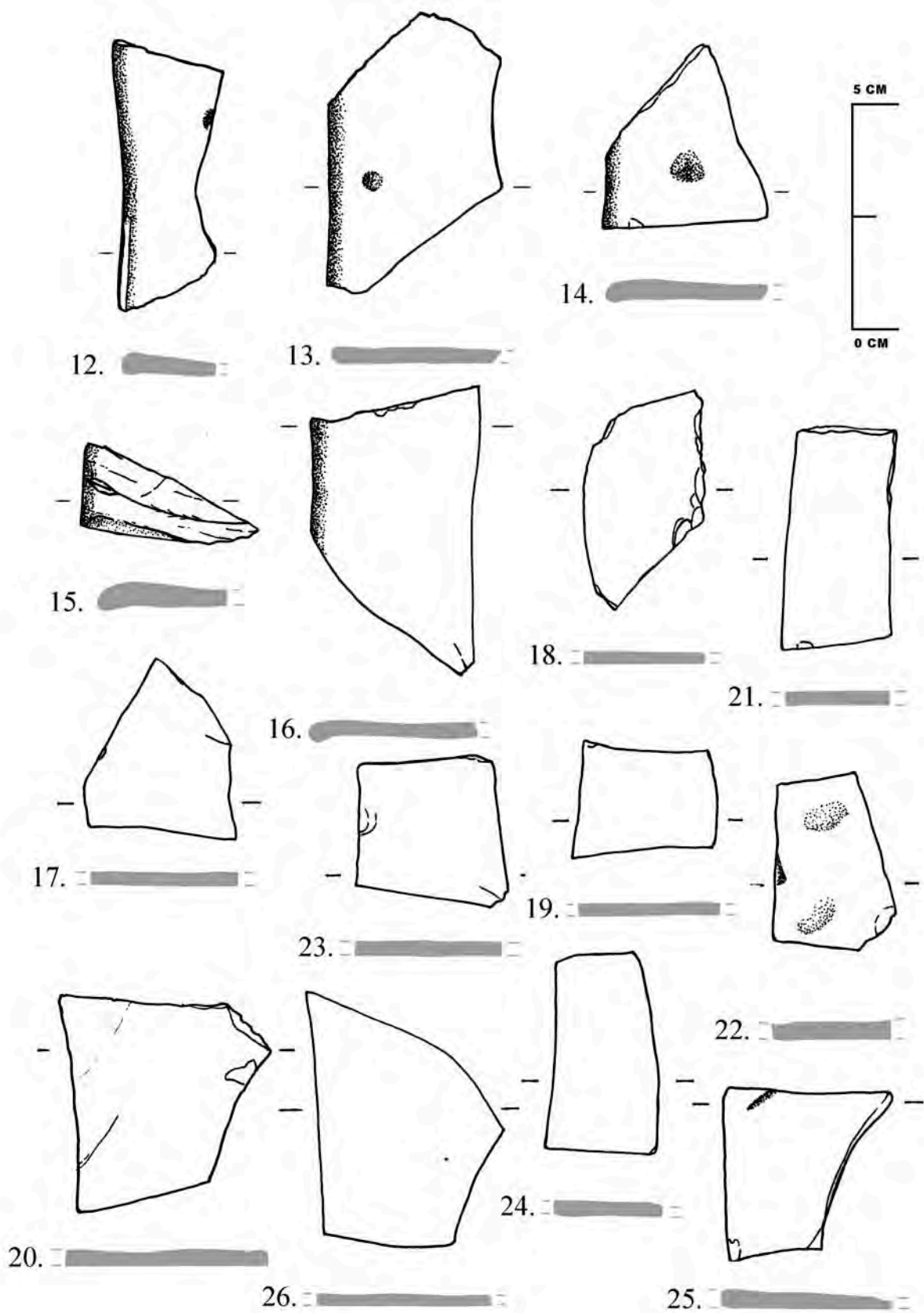


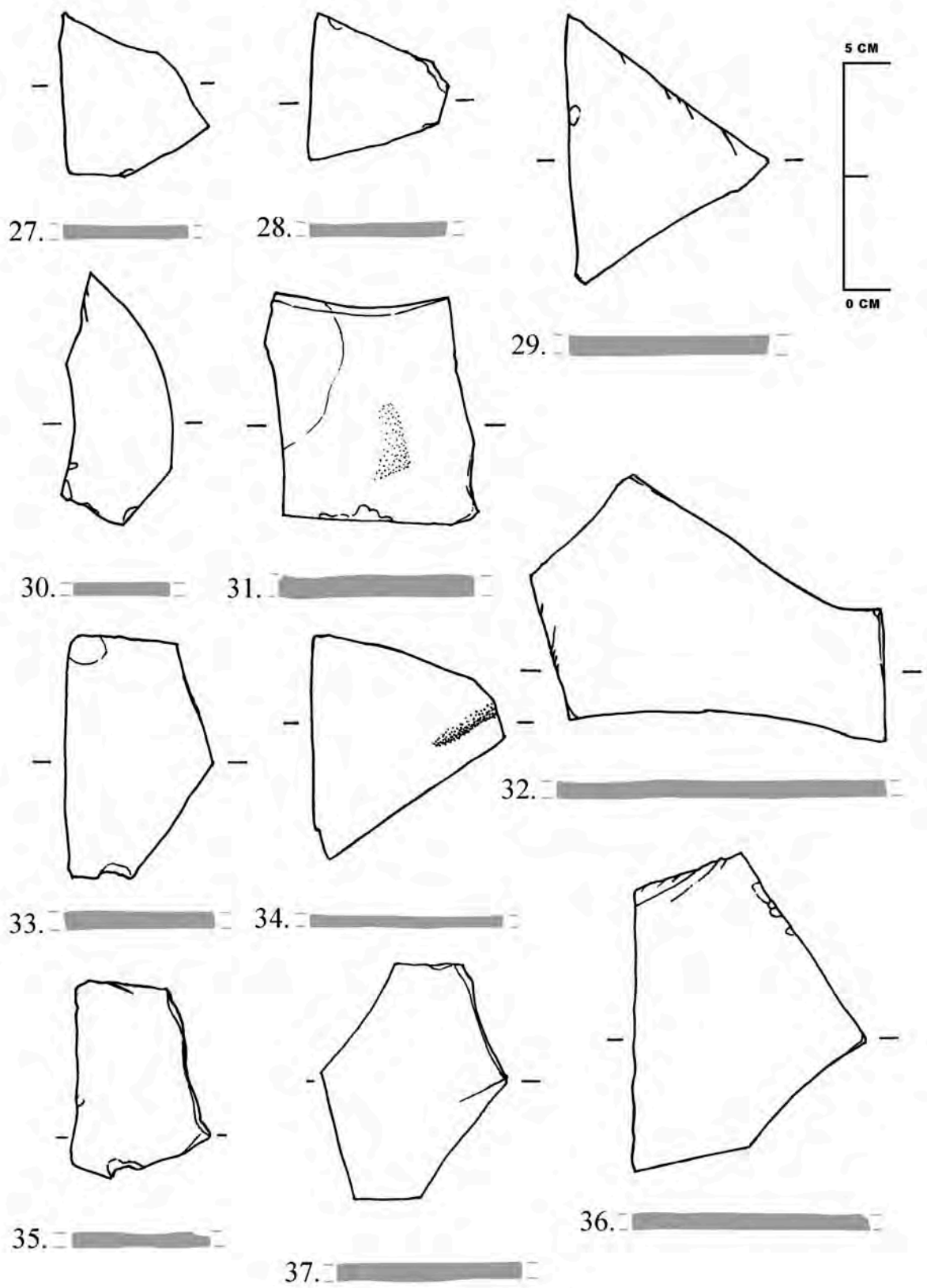
CALLE RODRÍGUEZ MARÍN NÚM. 17 (ROD)

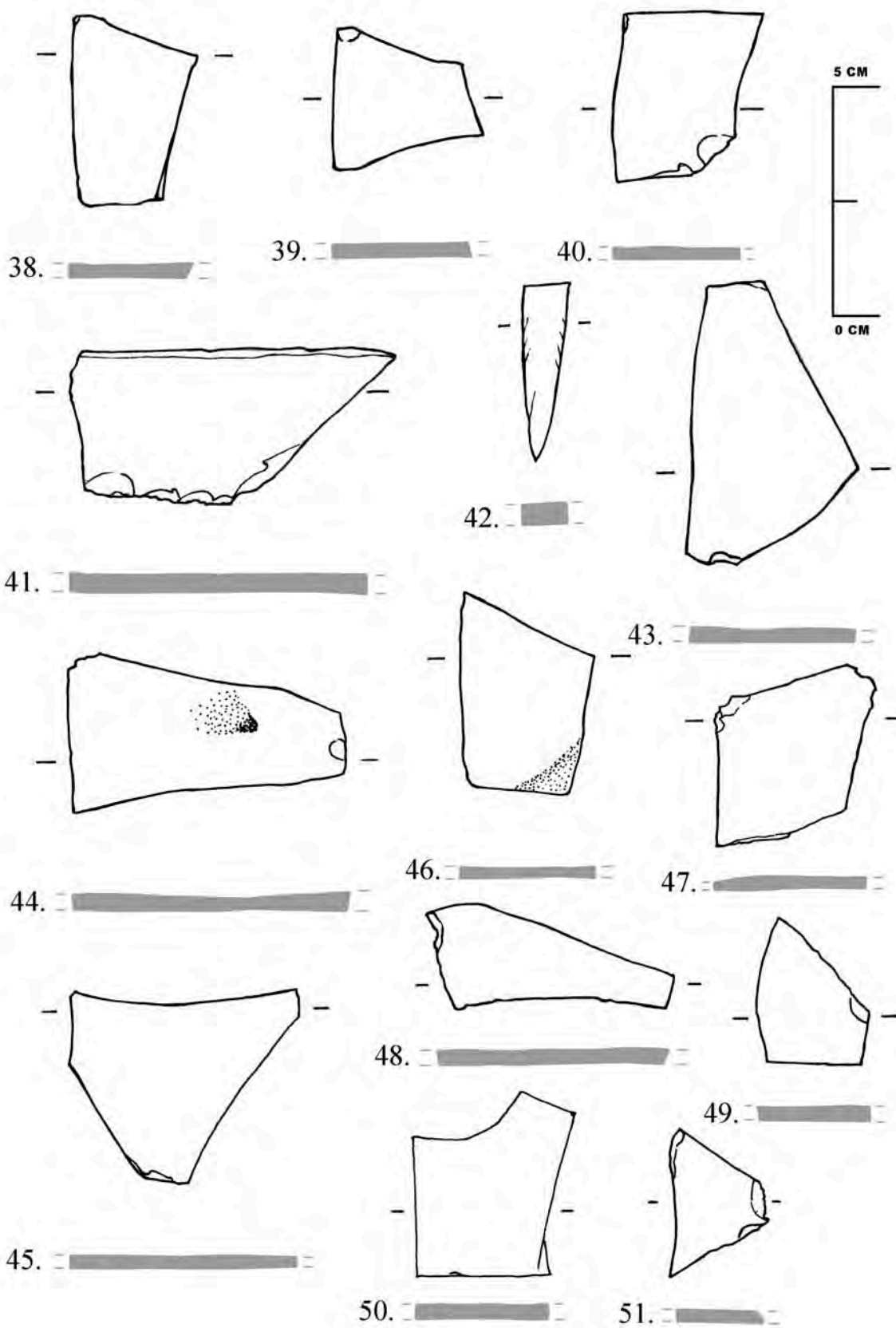


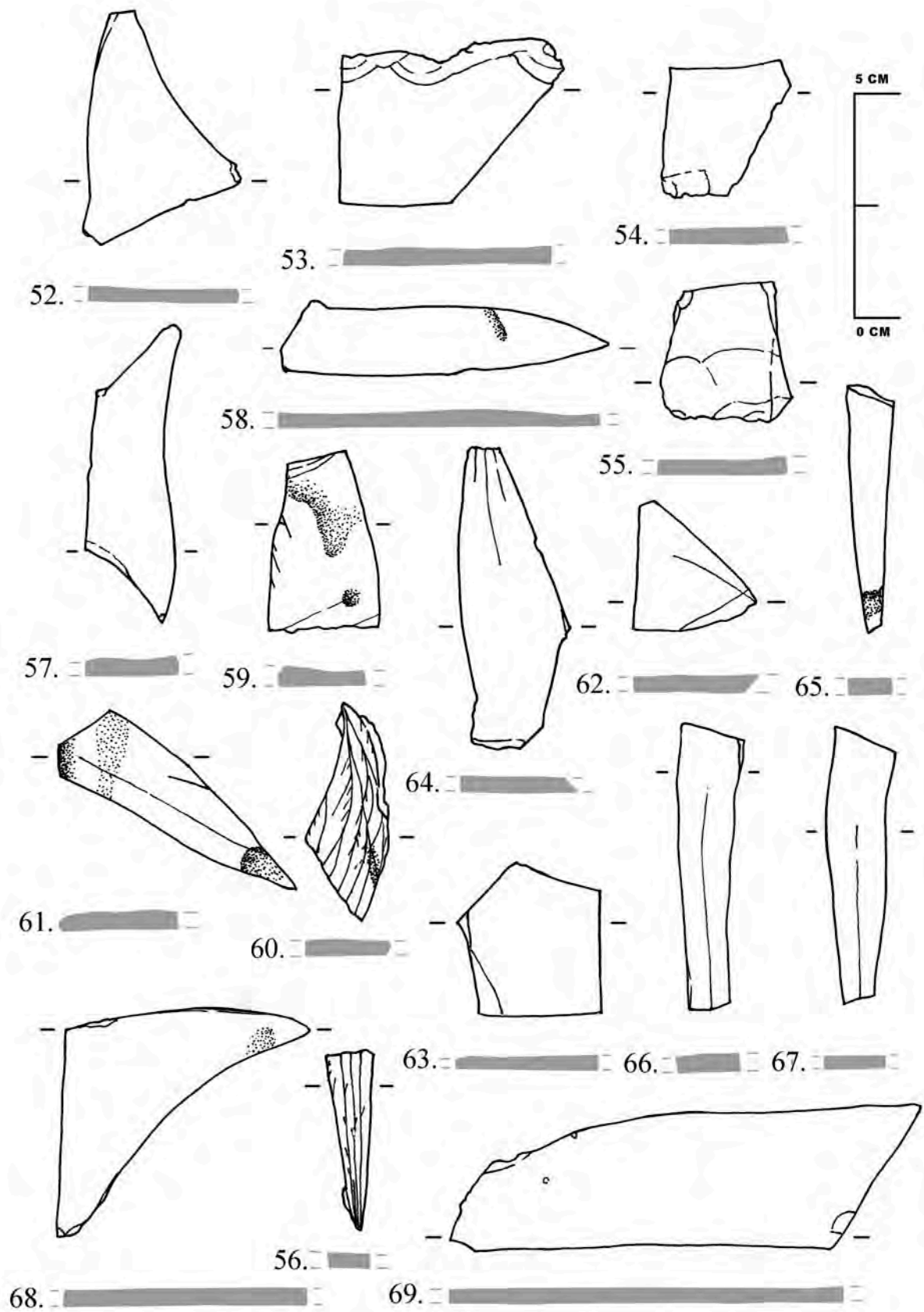
VILLA RONDA DEL MARRUBIAL (MA)

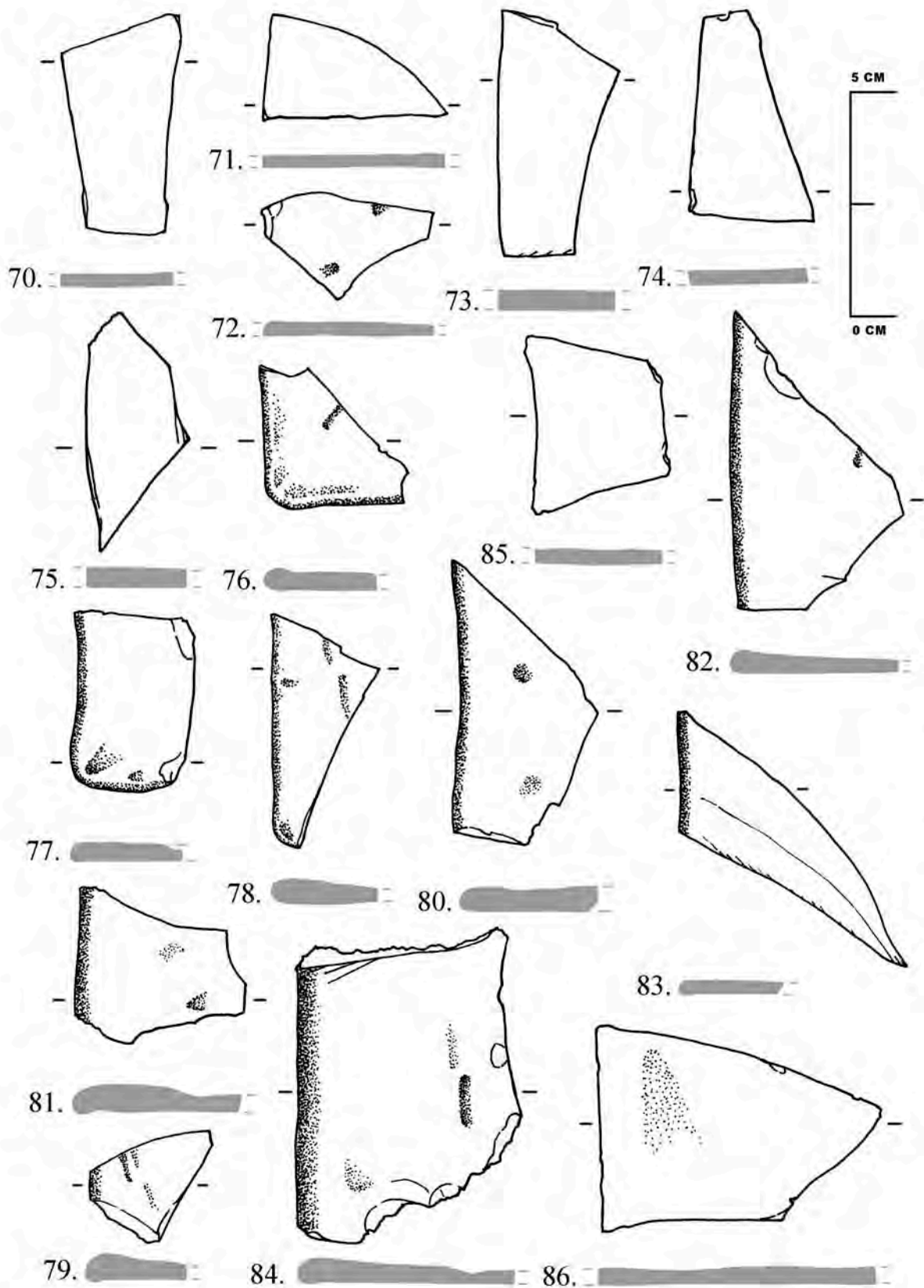


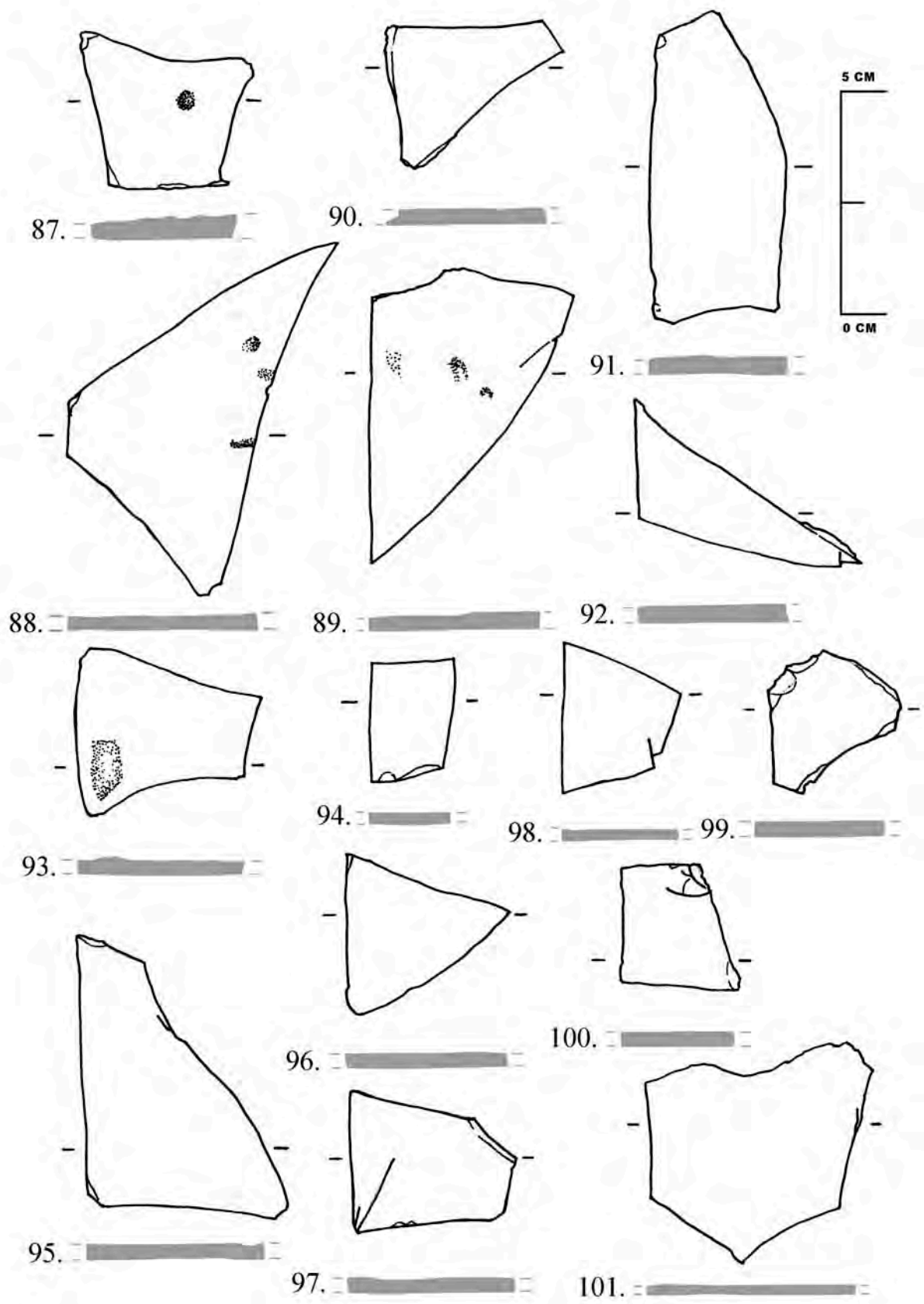


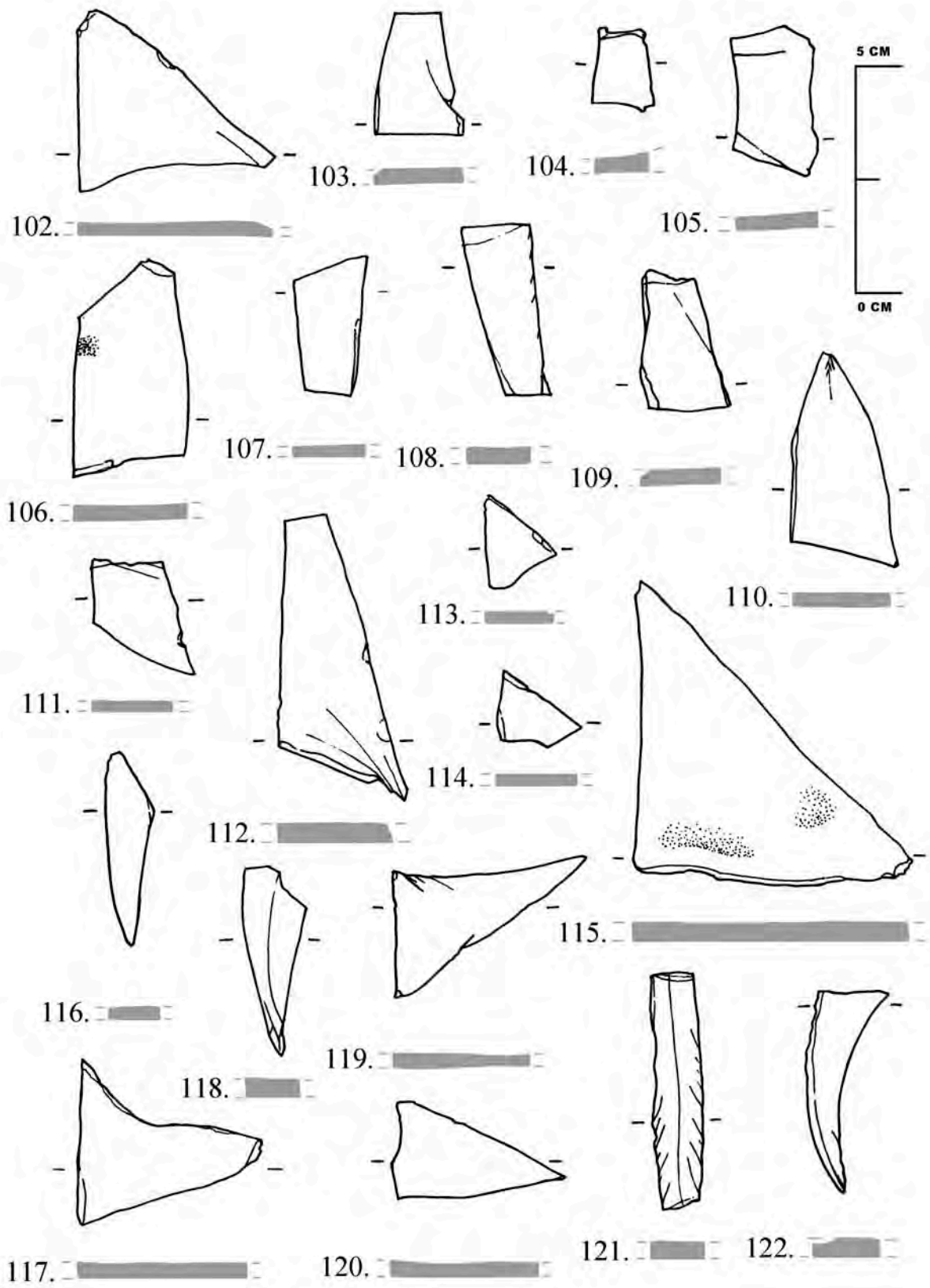


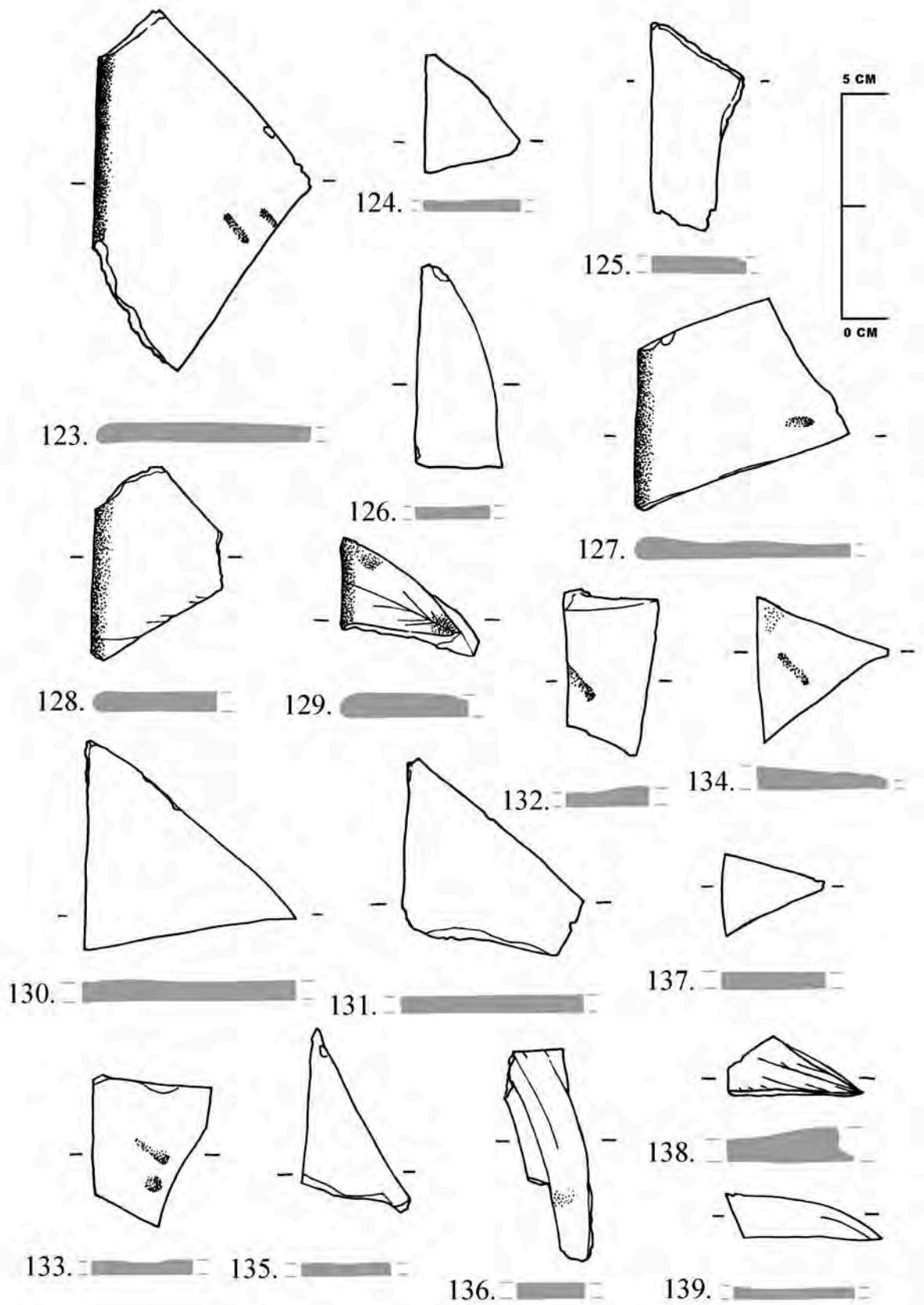


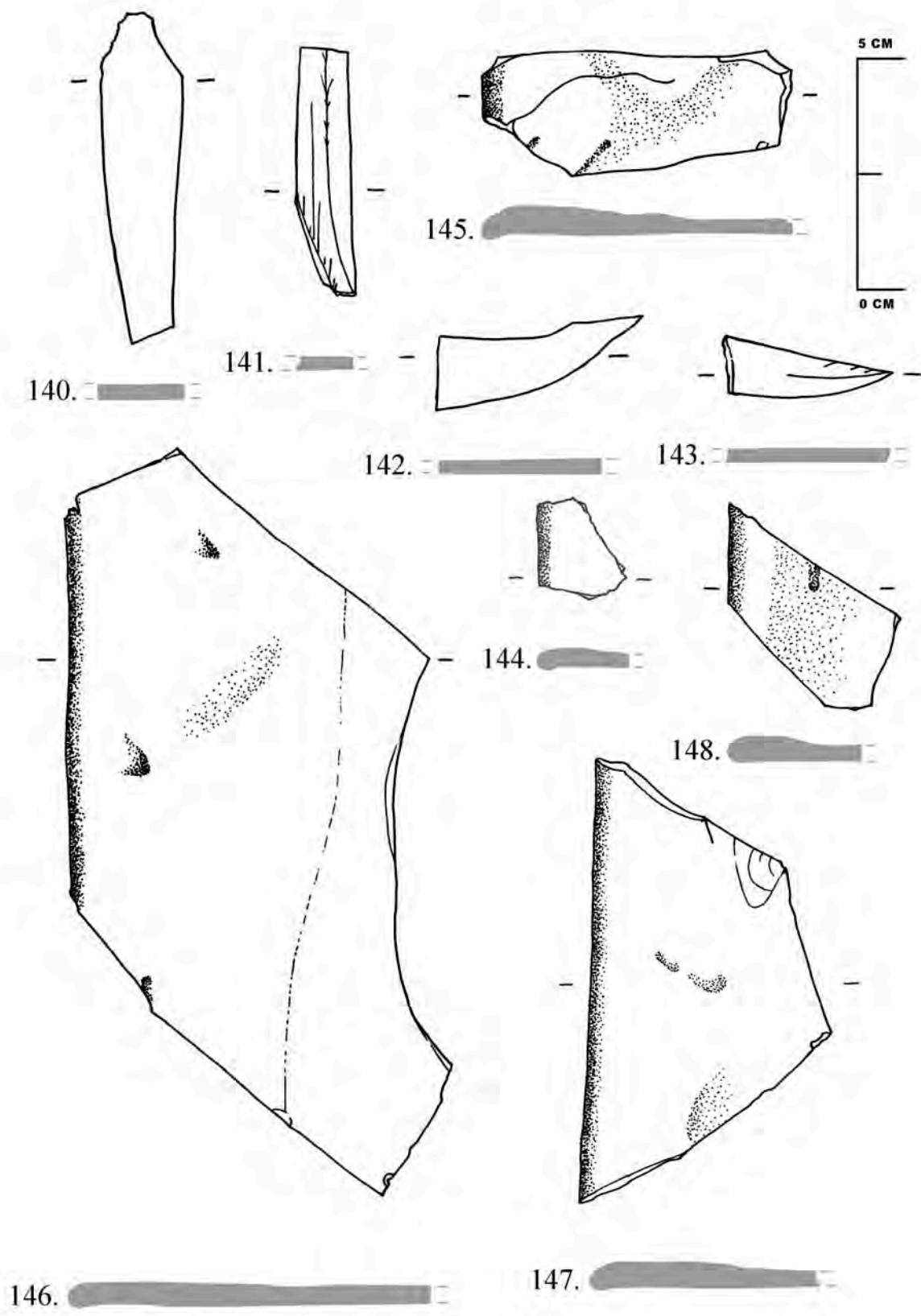


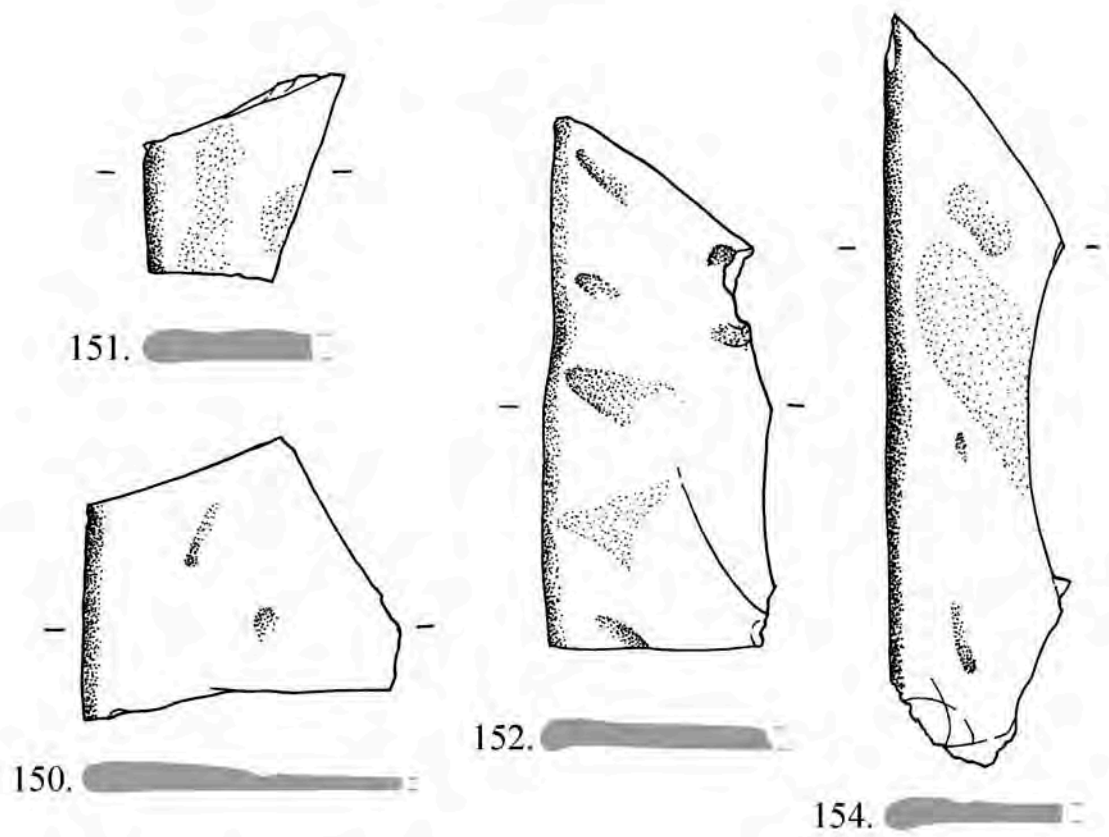
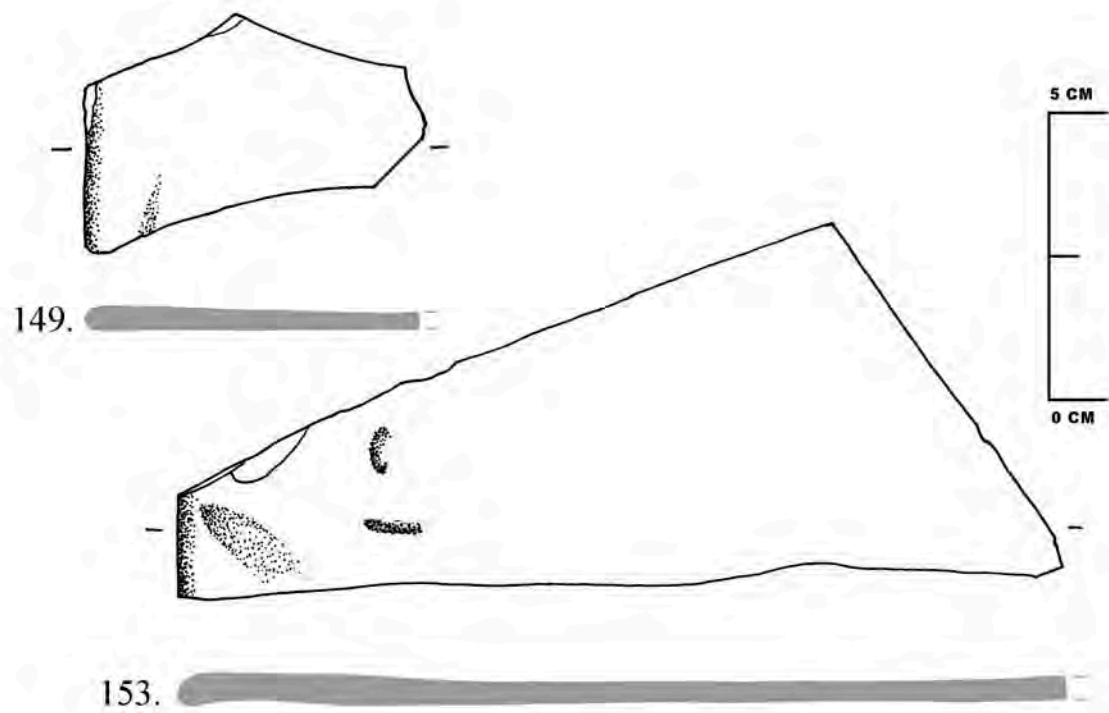


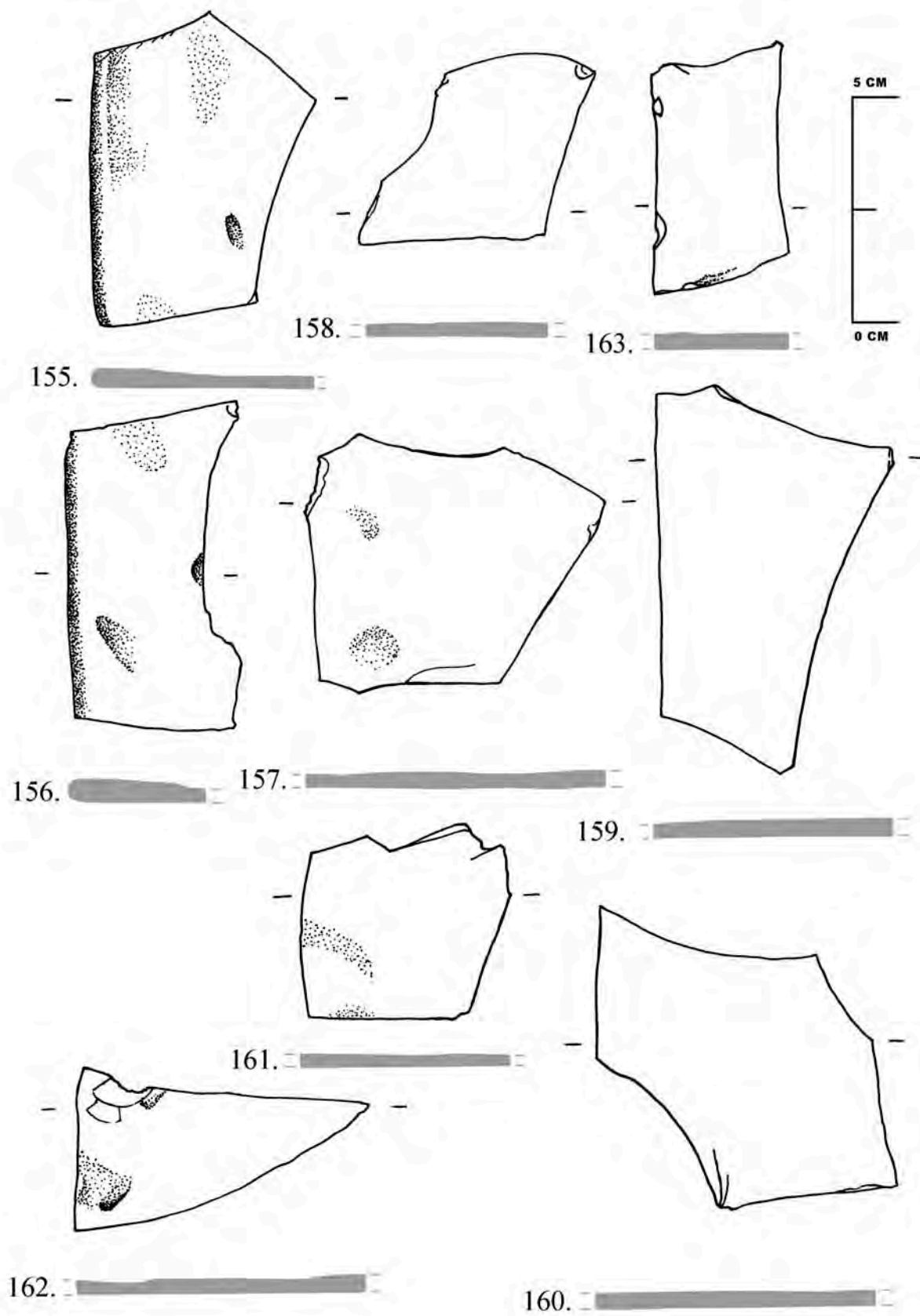


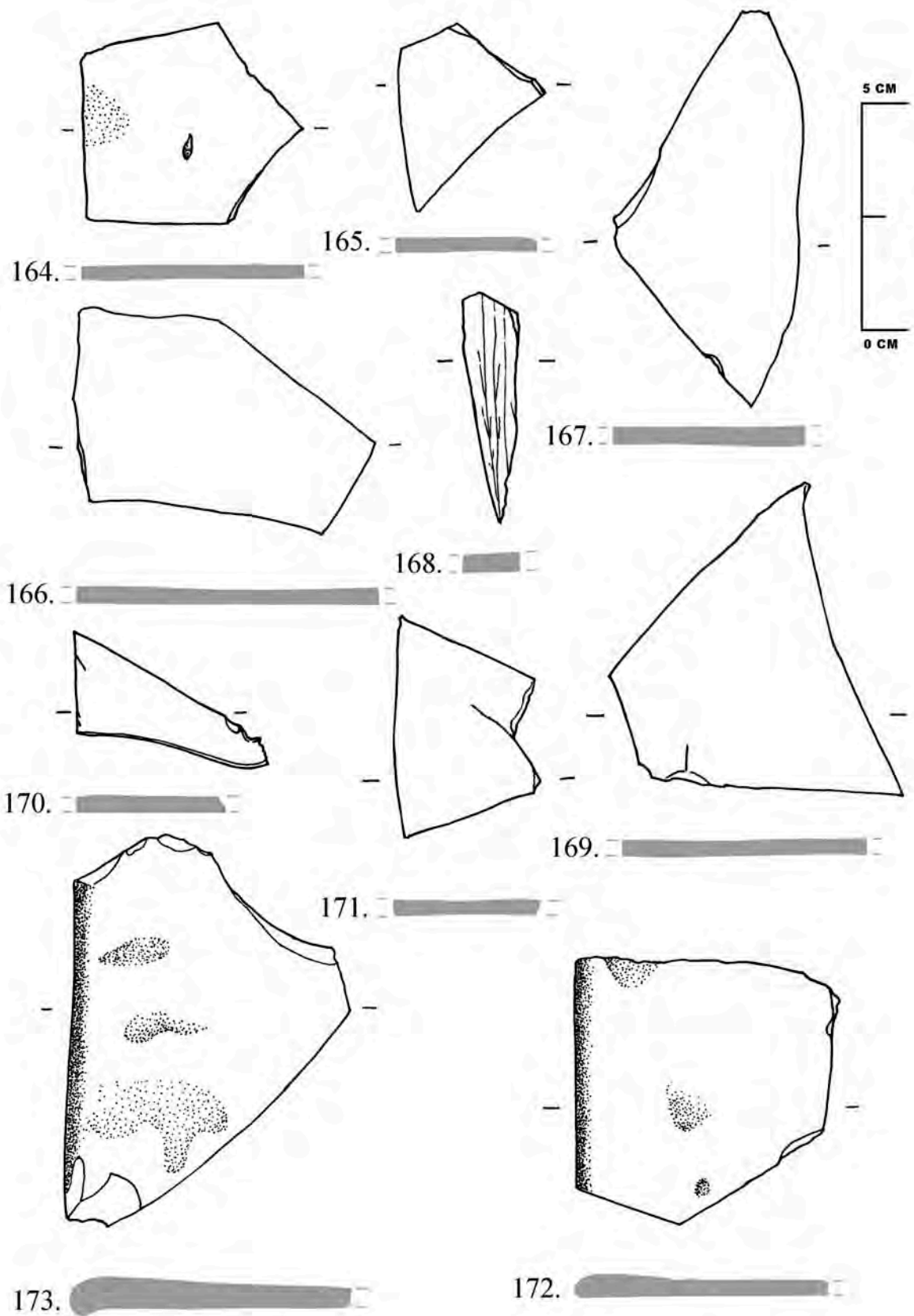


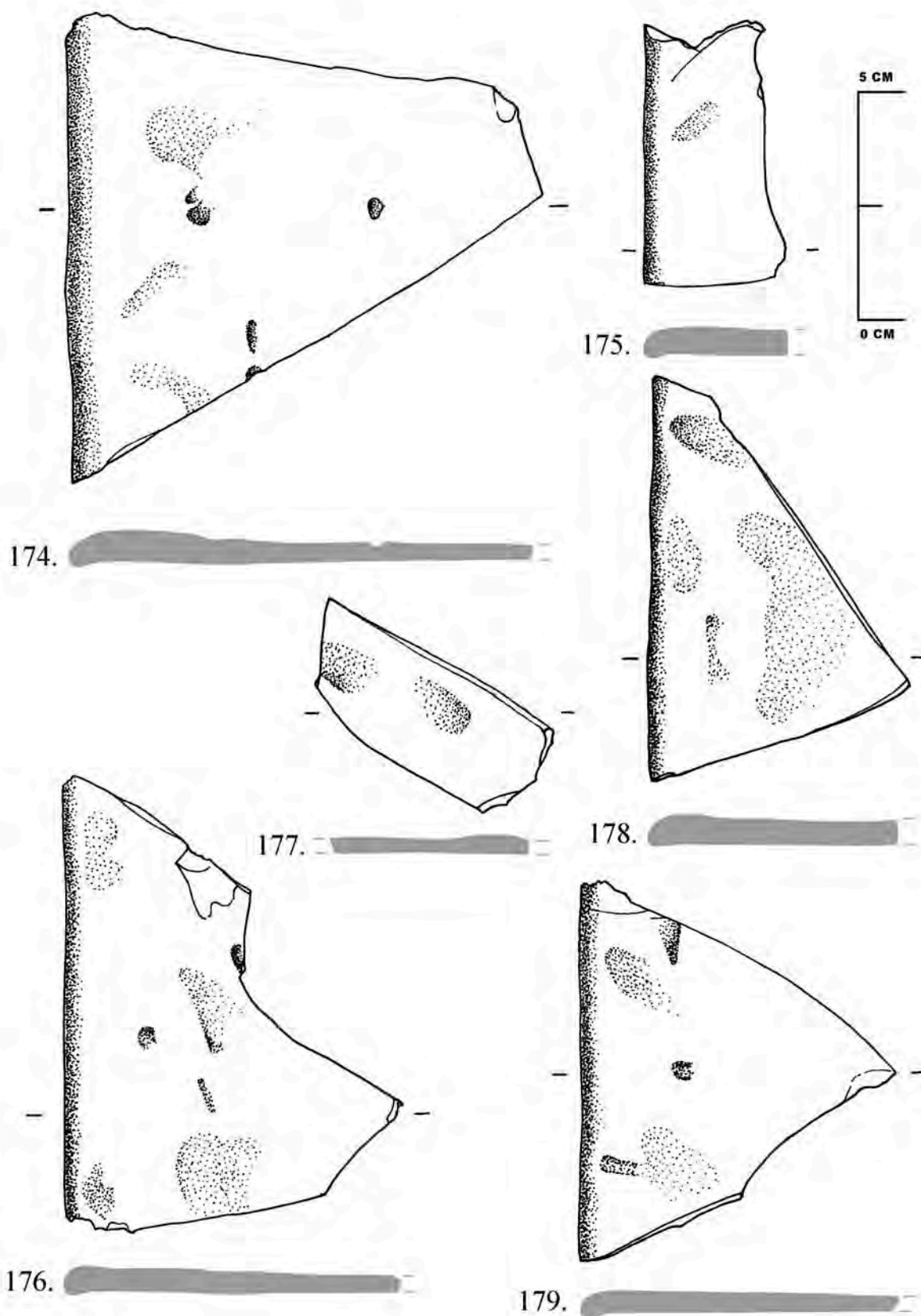


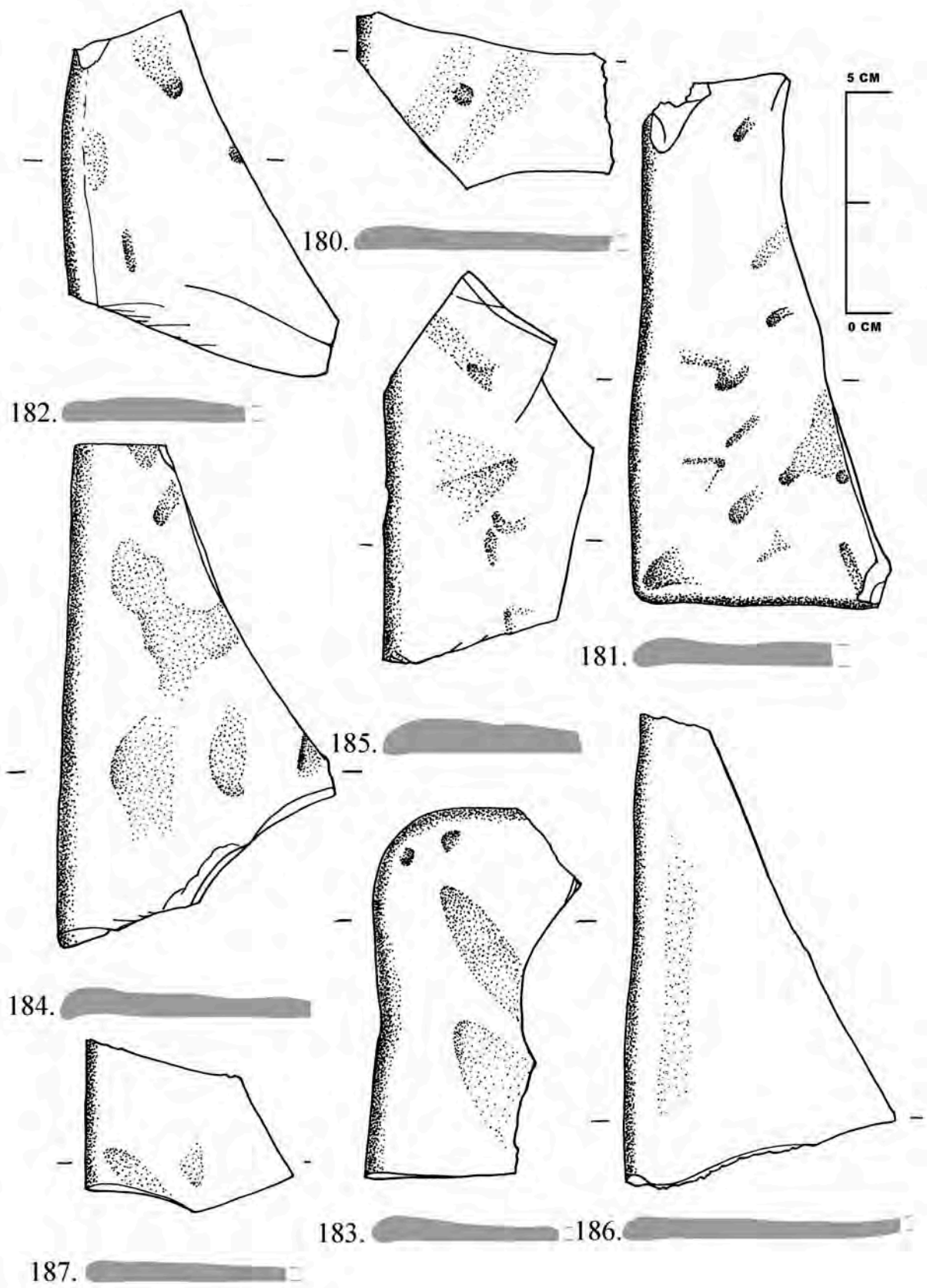


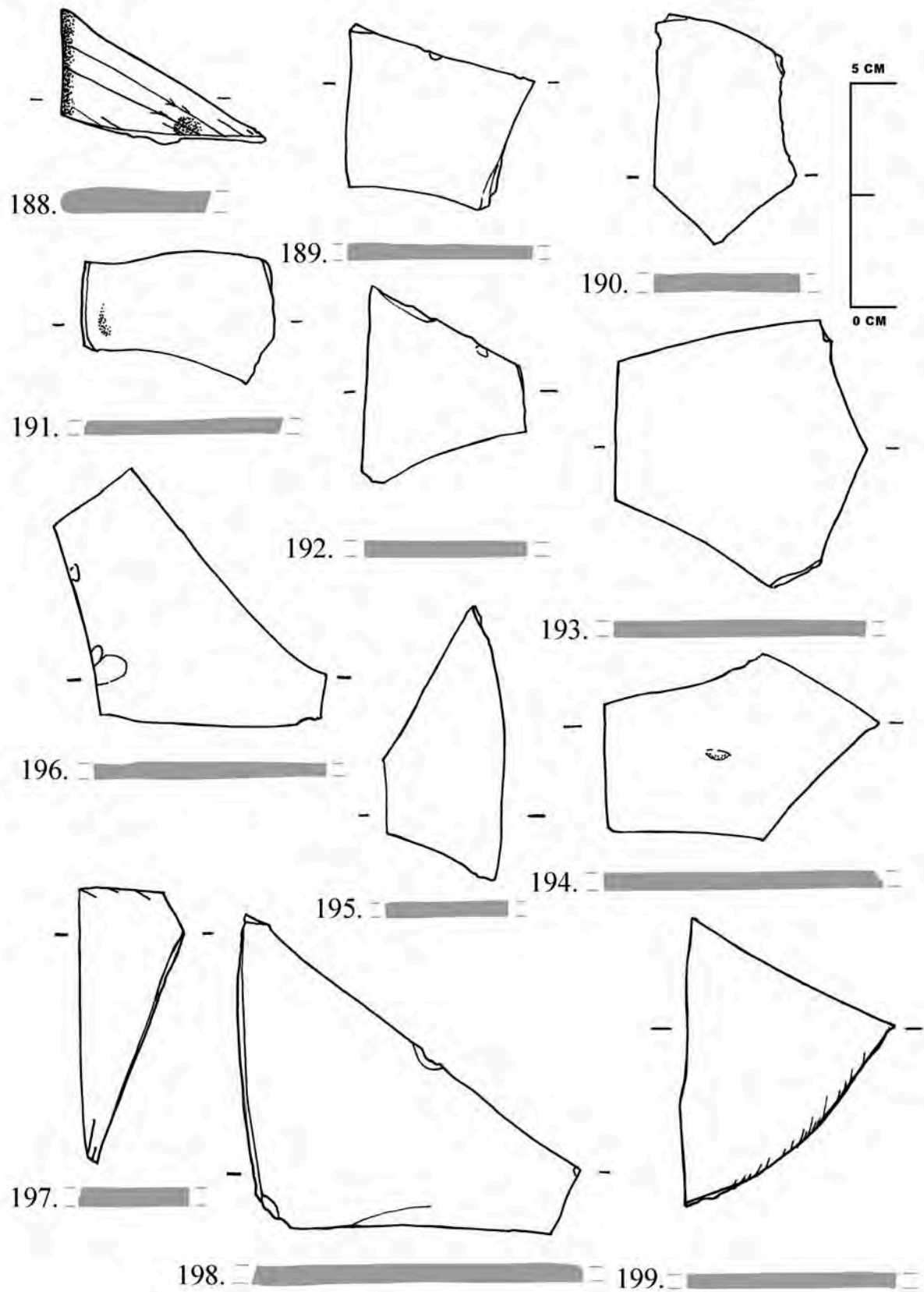


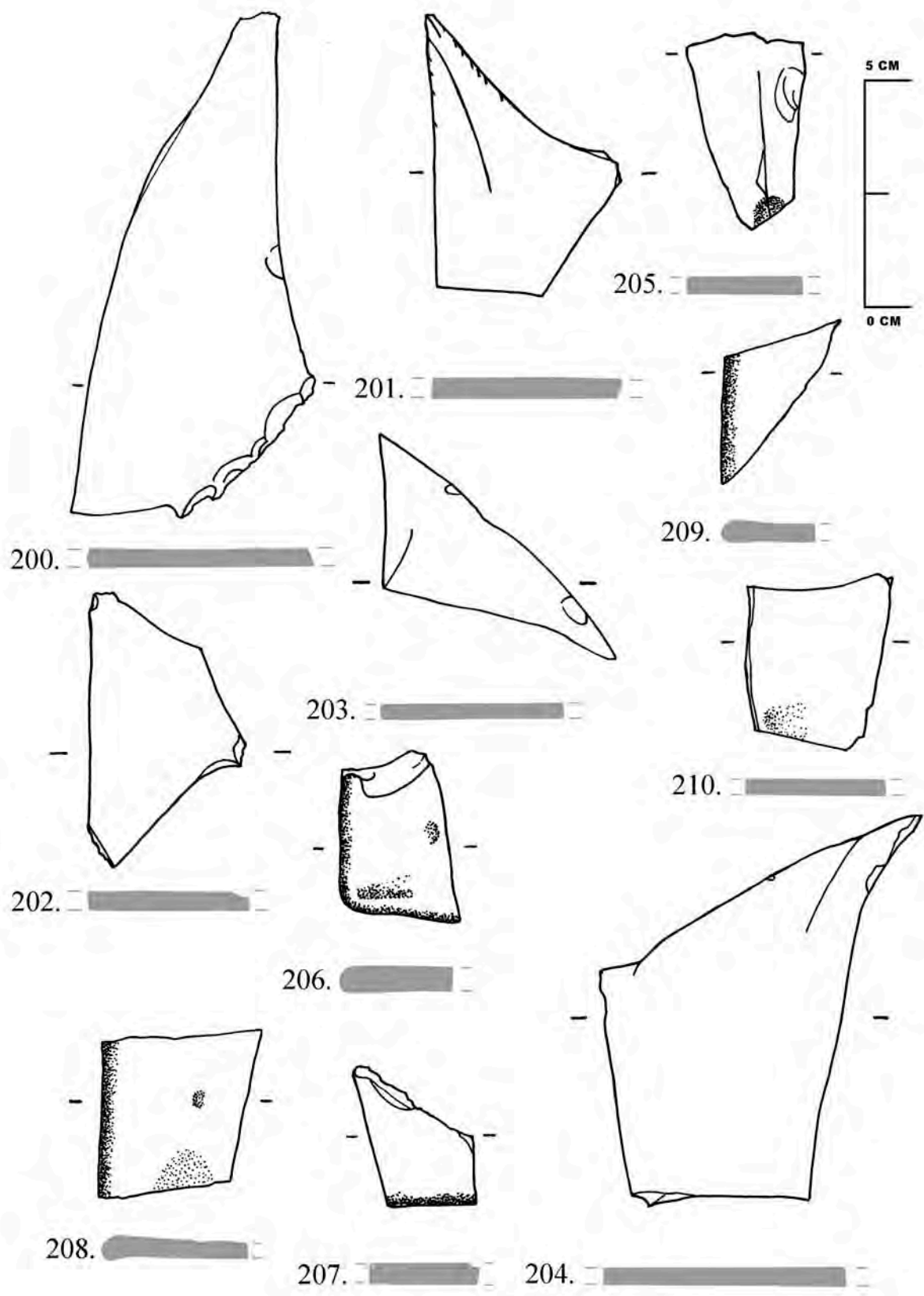


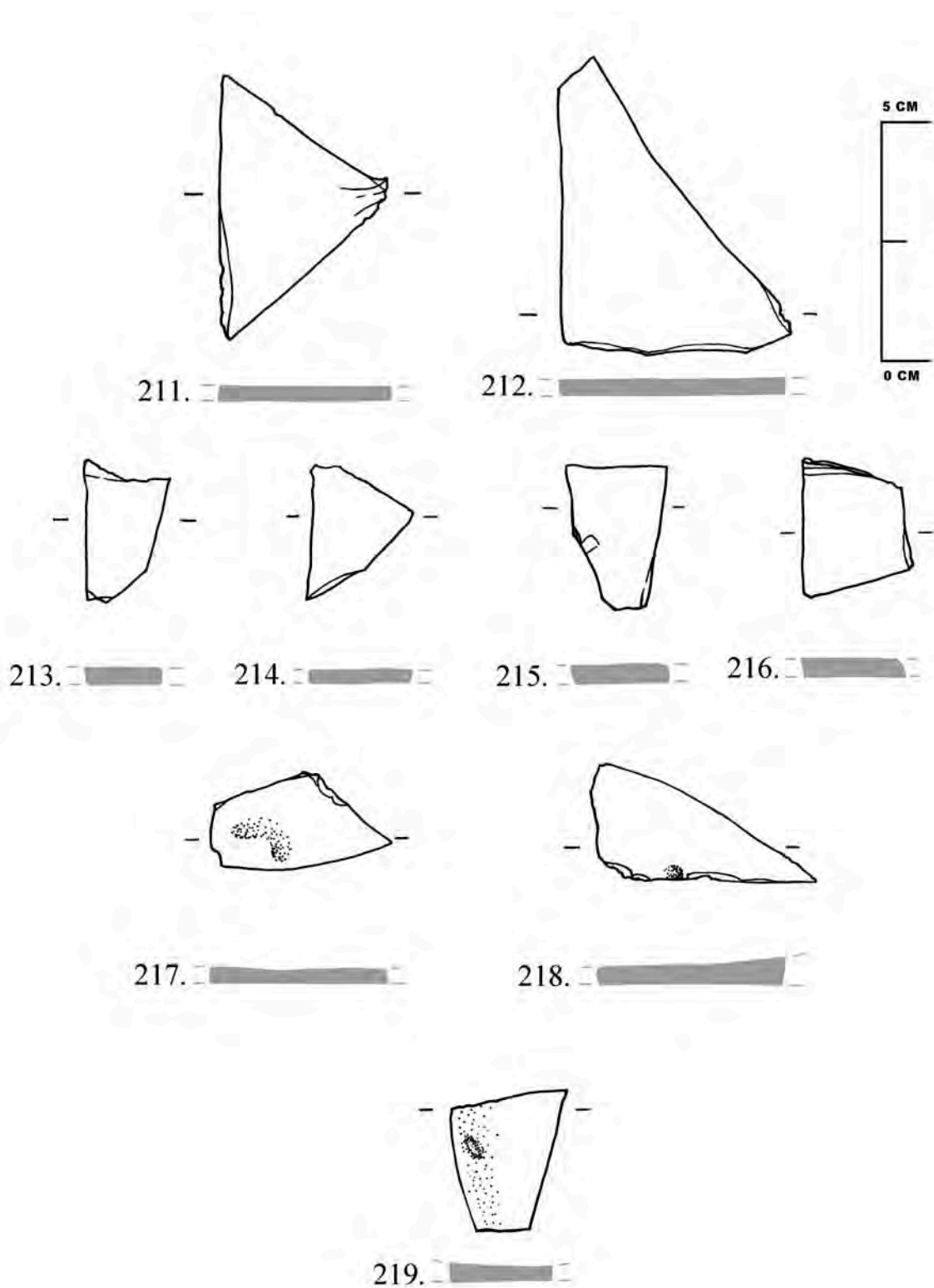




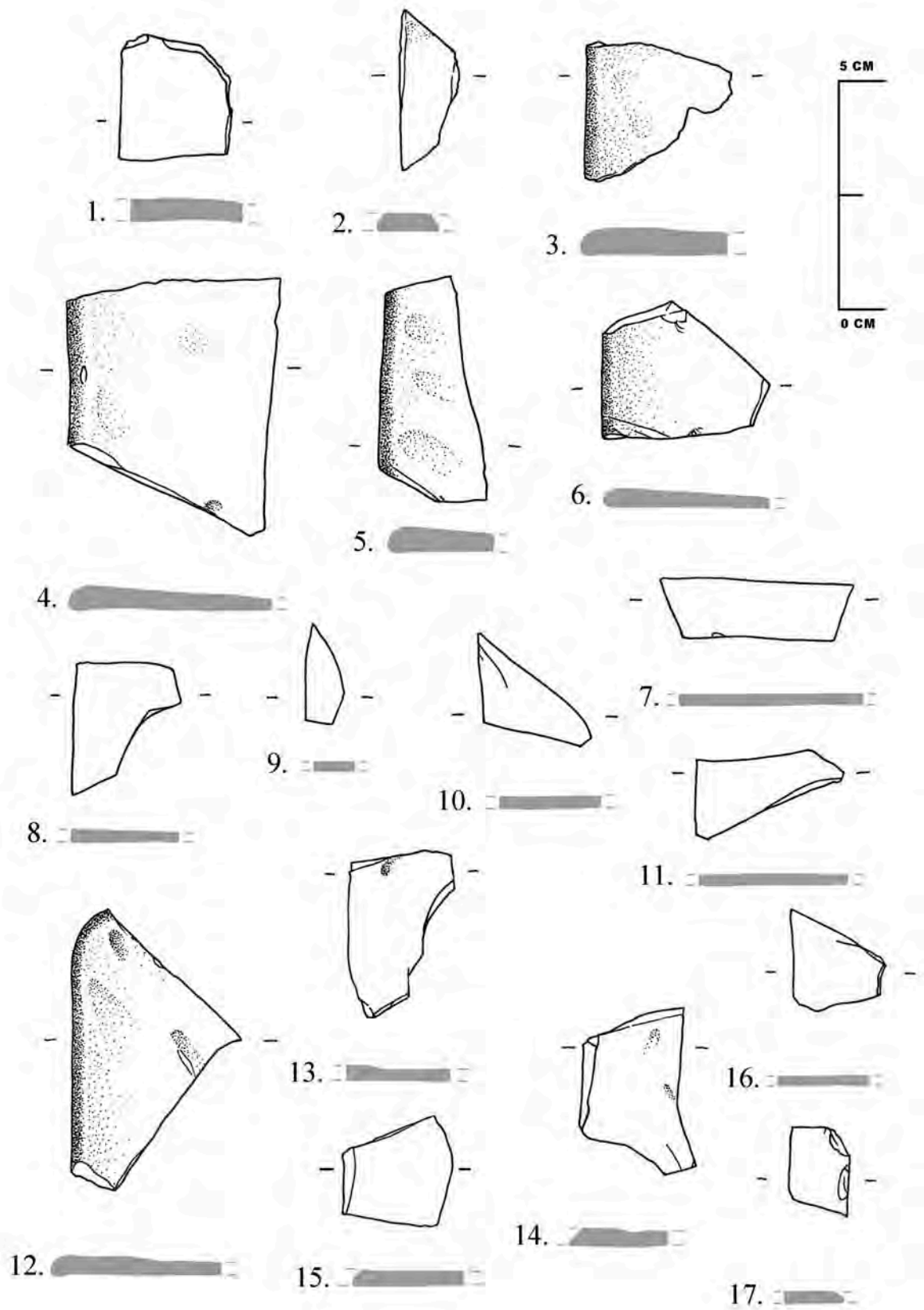


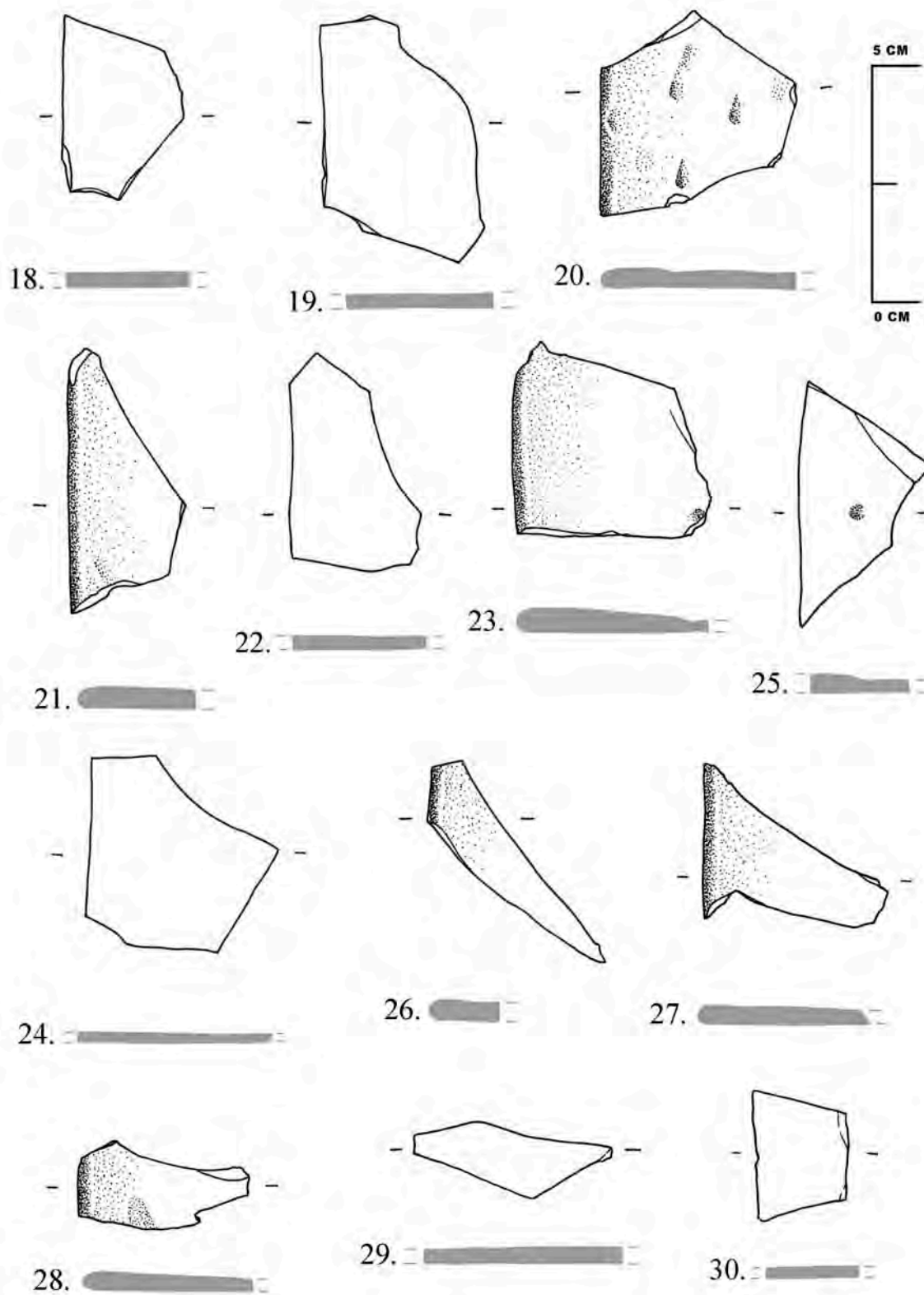


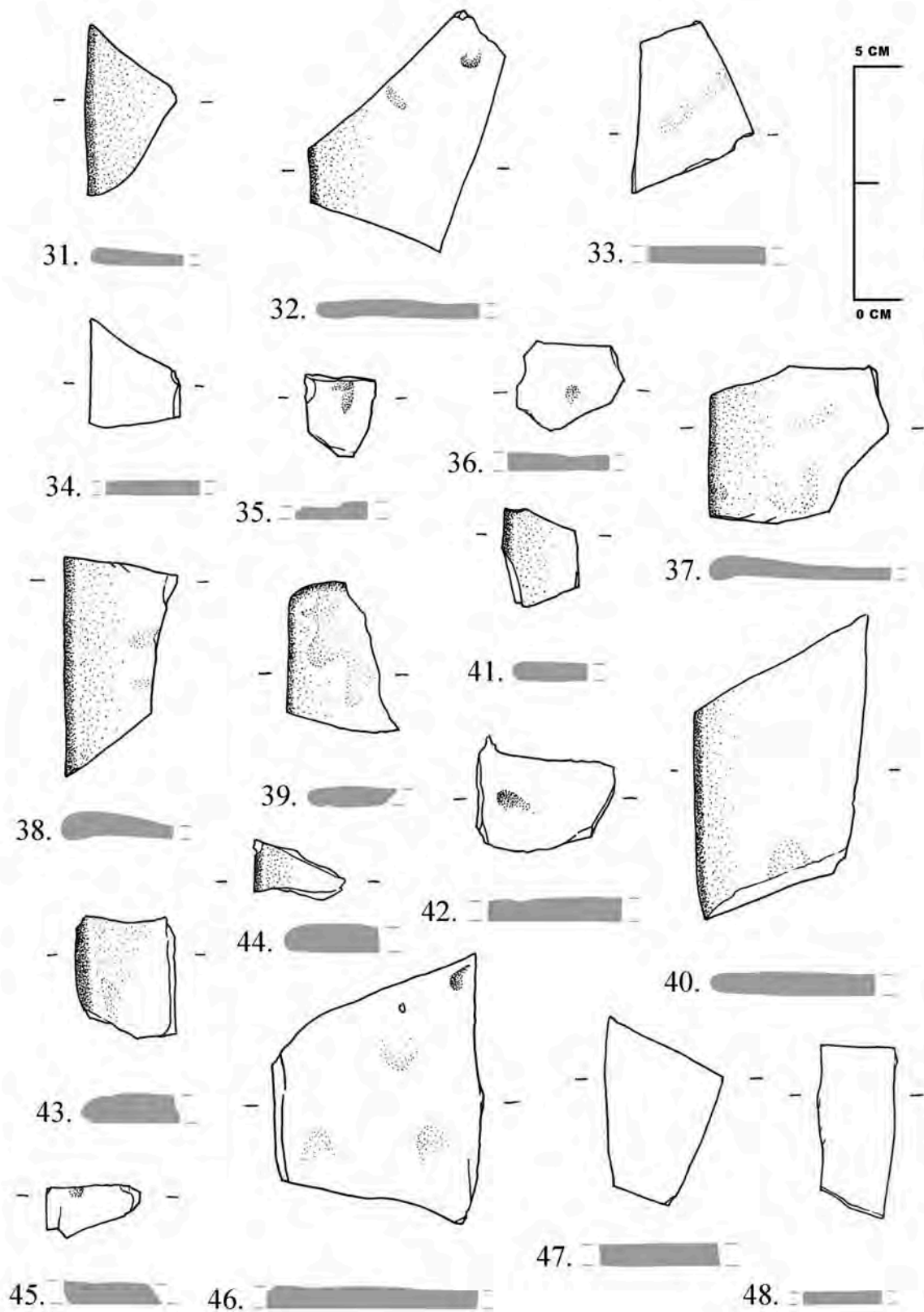




CERCADILLA (CER)







CALLE POETA MIGUEL HERNÁNDEZ NÚM. 13 (MH)

