

Revista Arkeogazte Aldizkaria

Nº7, pp. 349-369, año 2017

Recepción: 01-VI-2017; Revisión: 09-X-2017; Aceptación: 02-XI-2017

ISSN: 2174-856X

III CONCURSO DE TRABAJOS FIN DE GRADO DE REVISTA ARKEOGAZTE ARKEOGAZTE ALDIZKARIKO GRADU AMAIERAKO LANEN III. LEHIAKETA

GANADOR / IRABAZLEA

CARACTERIZACIÓN ARQUEOMÉTRICA DE LA CERÁMICA COMÚN VIDRIADA MONOCROMA: EL CONVENTO DE LOS DOMINICOS DE CASTELLÓ D'EMPÚRIES (CATALUÑA)

*Ohiko Beirzatatutako zeramika kolorebakarraren karakterizazio arkeometrikoa:
domingotarren komentua Castelló d'Empúries-en (Katalunia)*

*Archaeometric characterization of the common monochrome glazed ceramics: the convent of
the Dominicans of Castelló d'Empúries (Catalonia)*

Júlia Coso Álvarez (*)

Resumen:

La excavación realizada en la única torre que se conserva de la estructura medieval de *Castelló d'Empúries* (Cataluña), proporcionó un gran número de cerámicas, entre las que se encuentran los materiales estudiados en el presente trabajo. En consecuencia, se pretenden exponer los resultados de la caracterización arqueométrica de un conjunto de seis individuos de cerámica vidriada monocroma (VM). Mediante la observación por lupa binocular, y diversas técnicas analíticas (MEB-EDX y DRX), se han determinado las características formales y composicionales de las cerámicas. Los resultados se han contemplado desde una vertiente social y económica, con el objetivo de extrapolar hipótesis sobre su producción, uso y función.

Palabras clave:

Cerámica vidriada monocroma, Arqueometría, MEB-EDX, DRX, Castelló d'Empúries, Convento de los dominicos, Cerámica poco calcárea.

* Graduada en Arqueología. Becaria de colaboración sección Historia Medieval, Paleografía y Diplomacia Universidad de Barcelona. Facultat de Geografia i Història. C/ Montalegre, 6. 08001. Barcelona. jcosoalv@gmail.com

Laburpena:

Castelló d'Empúrieseko (Katalunia) Erdi Aroko egituratik mantentzen den dorre bakarrean egin diren indusketek, zeramikazko kopuru handiak eskaintzen dituzte, besteak beste, lan honetan ikertutako materialak. Ondorioz, zeramikazko beira monokromatikoko (VM) sei indibiduen multzo baten karakterizazio arkeometrikoaren emaitzak aurkeztu nahi ditugu. Lupa binokularren behaketa bidez eta teknika analitiko anitzak erabiliz (MEB-EDX eta DRX), zeramikaren ezaugarri formal eta konposizioak zehaztu dira. Emaitzak alderdi sozioekonomiko batetik aztertu dira, ekoizpen, erabilerarekin eta funtzioari buruzko hipotesiak estrapolatzeko asmoz.

Hitz-gakoak:

Beiratzatutako zeramika kolorebakarra, Arkeometria, MEB-EDX, DRX, Castelló d'Empúries, Dominotarren komentua, Kare gutxiko zeramika.

Abstract:

The excavation, carried out in 1992, of the only tower of the wall that is conserved of the medieval structure of Castelló d'Empúries (Catalonia), provided a great quantity of ceramics, among which are the materials studied in the present work [1]. Thus, the results of the archaeometric characterization of a set of six individuals of monochrome glazed ceramic (MV) will be presented. The formal and compositional characteristics of the ceramics have been determined through binocular magnifying and various analytical techniques (SEM-EDX and XRD). The results have been contemplated from a social and economic aspect, allowing to extrapolate the production, uses and aims.

Keywords:

Monocrom glazed pottery, Archaeometry, SEM-EDX- XRD, Castelló d'Empúries, Convent of dominican, Low calcareous pottery.

1. Introducción, antecedentes de estudio y objetivos

En el presente artículo se muestran los resultados de un estudio de caracterización arqueométrica centrado en un conjunto de cerámicas vidriadas monocromas (VM) procedentes de la excavación arqueológica del Convento de *Sant Domènec de Castelló d'Empúries* (Cataluña) (PUIG y RIERA, 1994).

Los materiales analizados en este trabajo forman parte de un conjunto más amplio estudiado previamente por Frigola (2013). En dicho estudio se realizó una tipología formal de las piezas y una primera aproximación de análisis petrográfico, con el objetivo de identificar los diversos grupos de fábricas. Según esta observación, el grupo ce-

rámico presentaba una gran uniformidad, por lo que se planteó, como posible hipótesis, que se tratara de una misma producción local.

Recientemente, con la publicación de una monografía basada en la investigación documental y arqueológica del convento de los dominicos (PUIG *et al.*, 2016), se desarrolló un estudio de caracterización química y mineralógica del conjunto cerámico centrado en las cerámicas comunes vidriadas VM y las mayólicas. El análisis por fluorescencia de rayos X y difracción de rayos X, de estas cerámicas VM, permitió concluir que, posiblemente, se trataría de una sola producción: la mayoría de cerámicas mostraban suficientes similitudes composicionales como para creer que formarían parte de una misma Unidad de Refe-

rencia Composicional de Pastas¹, la URCP VM-CO. Aunque es evidente que existe una uniformidad general, tres individuos de este conjunto de cerámicas VM presentaban diferencias significativas respecto al contenido de calcio en la matriz cerámica, considerándolos como poco calcáreos en contraposición al resto. Su conclusión fue la siguiente: la diferencia entre los niveles de calcio no sería causada por una diversidad de centros productores, sino que la causa sería una falta de estandarización en la producción (BUXEDA y MADRID, 2016 En PUIG *et al.*, 2016).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, la motivación de este estudio ha respondido a la necesidad de profundizar en el análisis de las cerámicas VM de Castelló d'Empúries desde un punto de vista arqueométrico. Los objetivos propuestos se basan en, por un lado, determinar si a parte de la cantidad de calcio en la matriz habría más diferencia de composición en los individuos cerámicos. Estas diferencias permitirían reafirmar, o refutar, la hipótesis de que nos encontraríamos delante de un mismo centro productor. En consecuencia a las posibles divergencias se pretende distinguir que factores serían determinantes en estas diferencias composicionales, y por lo tanto, mediatizantes de las características físicas y técnicas de los individuos.

1 Una Unidad de Referencia Composicional de Pastas (URCP) es un grupo formado por una misma producción que se puede identificar, ya que tiene una señal química e isotópica característica. Reconocer una URCP no implica conocer necesariamente la proveniencia de las cerámicas, sino que tendríamos una presunción de que pertenecen a un mismo grupo. Es necesario localizar los talleres y analizar las cerámicas del contexto para poder determinar concordancias entre las cerámicas estudiadas y el centro de producción. Por otro lado, que una misma producción, desde el punto de vista composicional, sea igual no quiere decir que pertenezca a un mismo taller. Es posible que diferentes talleres usen las mismas materias primas, y que en consecuencia se produzcan cerámicas similares respecto a la composición química (BUXEDA y MADRID, 2016: 154, en PUIG *et al.*, 2016).

Por otro lado, también se quieren definir aquellas características técnicas relacionadas con el proceso productivo de las mismas cerámicas, para poder extrapolar conclusiones que nos hablen de aspectos sociales y económicos.

2. Contexto histórico y localización del edificio

Como ya se ha indicado en el apartado introductorio, las cerámicas estudiadas en este trabajo pertenecen a un conjunto de materiales arqueológicos recuperados gracias a las intervenciones realizadas en el Convento de Sant Domènec (Alt Empordà, Girona, Cataluña) (Fig. 1.) por el equipo de Puig y Riera entre los años 1992 y 1993 (PUIG y RIERA, 1994: 5).

Este conjunto arquitectónico se emplaza en la vertiente sur de la población de Castelló d'Empúries, concretamente en una zona elevada conocida como *Puig del Mercadal*. La construcción está compuesta por una iglesia de planta rectangular –orientada en sentido este oeste– y un claustro de planta trapezoidal con dependencias conventuales anexas (Fig. 2). (PUIG y RIERA, 1994: 5)

Aunque hoy en día el edificio tiene una función de carácter municipal, entre los siglos XVII y XIX fue la residencia de la orden de los dominicos. Las obras de este convento se iniciaron en el año 1698, sin embargo no se finalizaron hasta el siglo XVIII (FRIGOLA, 2013: 451).

Es importante destacar que la presencia de los dominicos en la villa viene de una época anterior, pues ya en el siglo XIV, concretamente en el 1317 se conoce que se establecieron en Castelló d'Empúries. Una lápida que se conserva actualmente en el ayuntamiento nos indica esta fecha como la de asentamiento de los monjes en la villa, seguramente en un edificio situado fuera de las murallas de Castelló (RIERA y PUIG, 1994: 379).

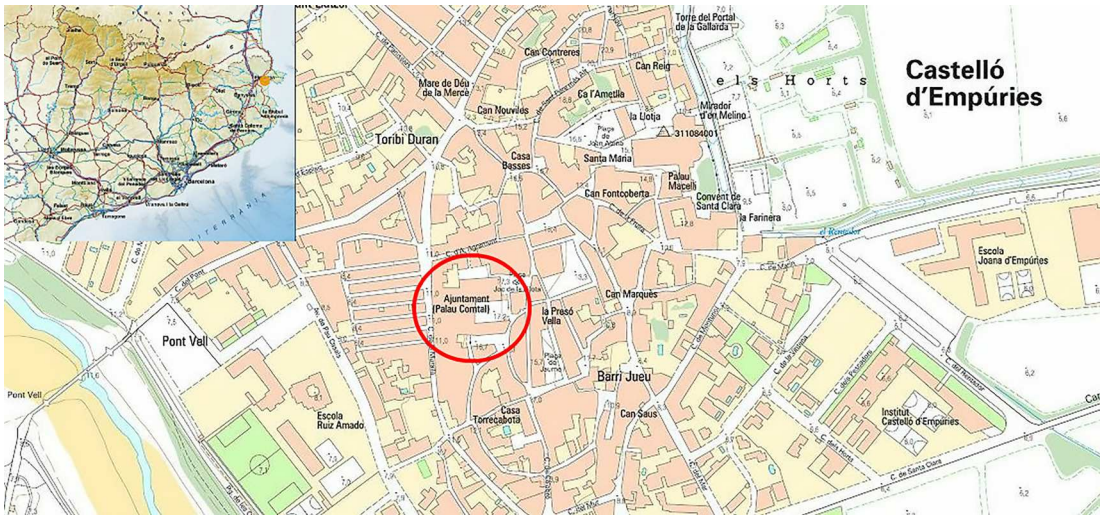


Figura 1. Mapa de la localización de Castelló d'Empúries (Cataluña). Fuente: Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). Escala: 1:5.000..

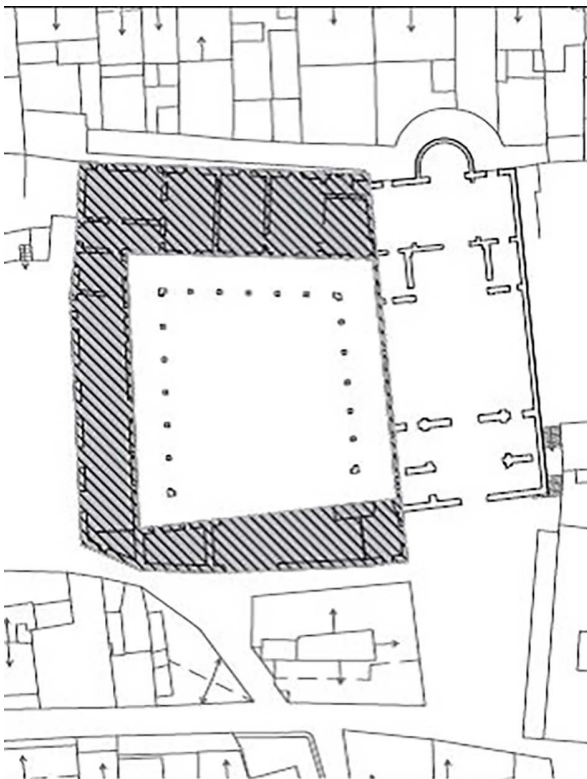


Figura 2. Planta del Convent de Sant Domènec. Fuente: PUIG et al., 2016.

Oficialmente conocido como el *Convent dels Dominics*, este edificio, es nombrado popular-

mente como el *Palau dels Comtes*. Los investigadores afirman que este sobrenombre responde al hecho que, durante el periodo que Enric II d'Aragó, conocido como *l'Infant Fortuna*, ostentó el título condal (1445-1522) hizo construir su residencia en el solar donde posteriormente se edificó el convento del que acabamos de hablar (RIERA y PUIG, 1994: 386-387).

Por otro lado, aunque profundizar en el estudio de las residencias condales en Castelló no es la prioridad de este trabajo, es importante hacer un apunte historiográfico con el objetivo de diferenciar esta construcción perpetrada por el conde Enric II –situada dentro de las murallas- de una cronológicamente anterior promovida por el conde Joan I d'Empúries (1364-1398) – en este caso instalada fuera de las murallas.

El edificio promovido por el conde Joan I, durante el corto mandato de Pere III d'Empúries (1401-1403), pasó a manos de los dominicos debido a una cláusula testamentaria. En esta ubicación fuera de las murallas, se localizó el convento durante casi doscientos años. A finales del s. XVII se trasladaron de nuevo, en esta segunda ocasión dentro de las murallas de la villa (PUIG y RIERA

1994: 14). La razón de esta necesidad de trasladarse una vez más, deriva de la destrucción de su convento a causa de los diversos conflictos bélicos que afectaron la zona de l'Empordà, principalmente la *Guerra dels Segadors* (ELLIOT, 1996).

Se ha creído oportuno realizar esta aclaración respecto las diferentes casas condales, porque, tal como se verá en el siguiente apartado, uno de los objetivos de la investigación arqueológica radica en la búsqueda de evidencias de la temprana construcción impulsada por el conde Joan I, y poder defender la hipótesis que se encontraría situada fuera de las murallas (PUIG y RIERA 1994:9).

3. Historiografía y objetivos de las intervenciones arqueológicas

Antes del 1992, momento en que se realizó la primera intervención arqueológica, el edificio no había sido objeto de ningún estudio arqueológico. Sólo se había realizado una pequeña recolección de artículos que trataban de forma superficial la historiografía del convento (PUIG y RIERA 1994: 18).

Las primeras intervenciones se realizaron entre el 1992-1993, con el objetivo de obtener información sobre el momento de fundación del convento, así como de la construcción de la iglesia del edificio que se fundamentaba en una torre de la muralla bajomedieval de la población. Con el estudio del ábside de la iglesia se pretendía encontrar la inutilización de la torre y por extensión el fin del funcionamiento defensivo de la muralla. Tal como se ha presentado en el apartado anterior, también se pretendía ver qué relación mantenía este convento con las residencias condales emporitanas y el convento inicial del año 1317 (PUIG y RIERA, 1994, 19-20).

La excavación arqueológica, centrada en el ábside de la iglesia, permitió demostrar la ausencia

de estructuras conventuales anteriores, hecho que reafirmó la hipótesis que defendía la ubicación del primer convento fuera de las murallas. Los investigadores se remiten a la teoría que, durante el momento de construcción de la primera edificación conventual (1317), las murallas ya estaban levantadas y en pleno uso, en consecuencia se impedía la ubicación de esta estructura en el área arqueológica (PUIG y RIERA, 1994:44).

Por otro lado, gracias a esta intervención se pudo estudiar la torre de forma muy completa: se trataba de una estructura semicircular insertada en el tramo oriental de la muralla bajomedieval. La construcción defensiva presentaba un aspecto robusto, con una altura conservada de cuatro metros y un diámetro interior de cinco metros (PUIG y RIERA, 1994: 43-46). Mediante los estudios realizados en el relleno de la torre, se pudo fechar el final de su vida útil a finales del siglo XV e inicios del siglo XVI (PUIG y RIERA, 1994: 19-20). Según los expertos, la razón de este desuso viene en gran parte mediatizado por la revolución poliorcética del siglo XVI, en la cual las defensas medievales dejan de ser efectivas y han de dejar paso a nuevos sistemas preparados para soportar los potentes impactos de la artillería moderna (PARKER 1943: 57).

Gracias a la memoria arqueológica (PUIG y RIERA, 1994), sabemos que la secuencia estratigráfica de dicha estructura está formada por 14 niveles que permiten contemplar la evolución cronológica de esta parte del edificio: desde las ocupaciones más actuales, pasando por la construcción y uso del ábside de la iglesia, hasta la amortización de la misma torre.

Las cerámicas analizadas en el actual trabajo proceden de los tres últimos niveles de amortización y relleno de la torre; en consecuencia, se fechan a finales del siglo XV e inicios del siglo XVI. Destacar que se trata de niveles perfectamente cerrados hasta el momento de la excavación, gracias a que estaban totalmente cubiertos por los

VAJILLA FINA	COMÚN OXIDADA	VIDRIADA COCINA	VIDRIADA MONOCROMA	OTROS	TOTAL FRAGMENTOS
766	2319	937	1847	338	6207
12,34%	37,36%	15,09%	29,75%	5,44%	100%

Tabla 1. Datos de todas las cerámicas encontradas, expresadas en número de fragmentos y porcentajes de fragmentos relativos (FRIGOLA, 2013: 452)..

niveles de fundamentación del ábside (PUIG y RIERA, 1994: 36).

4. Materiales y métodos

4.1. Muestras estudiadas

El conjunto cerámico, además de la cerámica VM estudiada en este trabajo, contenía diversas producciones de vajilla fina de importación, tanto de producción catalana como valenciana (PUIG y RIERA, 1994) (Tabla 1).

Destacar que la elección de un número limitado de muestras, teniendo en cuenta la magnitud del conjunto, responde a la necesidad de poner un límite real al trabajo. Es por eso que se han seleccionado aquellos individuos cerámicos representativos de las diferentes características determinadas por las investigaciones precedentes². En el caso de las cerámicas poco calcáreas, se ha escogido el individuo CDE059 para establecer qué diferencias tendría respecto al resto de cerámicas calcáreas.

Por otro lado, dentro del grupo de cerámicas calcáreas, para los análisis hechos con MEB-EDX de secciones pulidas, se han seleccionado los individuos CDE056, CDE058 y CDE059, representativos de cada grupo de temperaturas de cocción.

² La información referente a la composición calcárea/poco calcárea de las piezas, y la de su temperatura de cocción, se ha obtenido de los análisis realizados por DRX en el contexto de estudio de la monografía citada anteriormente (BUXEDA y MADRID, 2016: 137-167 En PUIG *et al.*, 2016).

Finalmente, se seleccionaron los individuos CDE059, CDE055, CDE063 y CDE058 para realizar análisis por microscopía electrónica de barrido (MEB-EDX) de fracturas frescas. Estos individuos son representativos de las tres temperaturas de cocción y de las características calcárea o poco calcárea.

El individuo CDE055, fue el seleccionado para realizar el experimento de recocción, ya que dentro de las cerámicas calcáreas es una de las muestras que presenta la temperatura de cocción más baja. Por consiguiente, se pudo recocer el fragmento a temperaturas más elevadas. Además, también se analizaron -mediante MEB y DRX- los tres fragmentos recocidos para ver cómo evolucionaba la matriz y el vidriado a las diversas temperaturas (Tabla 2).

4.2. Técnicas y rutinas analíticas

Para la realización del estudio, se han muestreado los 6 individuos de cerámica VM ya citados anteriormente. Estas muestras se han sometido a diversos niveles de análisis: lupa binocular, microscopía electrónica de barrido (MEB-EDX) y difracción de rayos X (DRX). Además, se ha realizado un experimento de recocción sobre un individuo determinado.

En primer lugar, se ha realizado una aproximación a nivel macroscópico, mediante una lupa binocular, con el objetivo de describir el fragmento de forma general y determinar aquellos elementos susceptibles de ser analizados a un nivel más profundo. El modelo de lupa utilizado

NÚM. INVENTARIO	UE	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE ANÁLISIS	IMAGEN
CDE 059	39	Base de cerámica vidriada monocroma. 900-950Cº - Poco Calcárea.	- Lupa binocular. - MER- EDX sección pulida. - MER- EDX fractura fresca.	
CDE 055	38	Base de cerámica vidriada monocroma. 850-900 Cº - Calcárea.	- Lupa binocular. - MER- EDX fractura fresca. - DRX.	
CDE 056	38	Base de cerámica vidriada monocroma. 850-900 Cº - Calcárea.	- Lupa binocular. - MER- EDX sección pulida.	
CDE 057	38	Base de cerámica vidriada monocroma. 950-1000 Cº - Calcárea.	- Lupa binocular.	
CDE 063	40	Base de cerámica vidriada monocroma. 950-1000 Cº - Calcárea.	- Lupa binocular. - MER- EDX fractura fresca.	
CDE 058	38	Fragmento informe de cerámica vidriada monocroma. >1000 Cº - Calcárea.	- Lupa binocular. - MER- EDX sección pulida. - MER- EDX fractura fresca.	

Tabla 2. Datos de las cerámicas estudiadas procedentes del Convent dels Dominics, a Castelló d'Empúries.

es *Olympus SZ* con oculares de 10X aumentos. Así mismo se ha utilizado una cámara fotográfica *Olympus DP25* -controlada con el software *Cell'A d'Olympus*- que ha hecho posible registrar imágenes de los materiales.

Seguidamente, se han seleccionado 5 individuos para su estudio mediante microscopia electrónica de barrido (MEB). Los análisis se han realizado mediante un microscopio *JEOL-JMM-6510*

escanning electron microscopi, equipado con un sistema cualitativo de microanálisis por dispersión de energías de rayos X (EDX) modelo *INCA analyzer v.4.11*. Los individuos analizados mediante MEB-EDX han sido estudiados a partir de dos protocolos de muestreo distintos. Primeramente, por el método de las secciones pulidas con el fin de hacer inferencias respecto los aspectos del vidriado. En este caso, se han obtenido secciones transversales de los individuos que permiten estudiar

el vidriado en relación a la matriz cerámica. Las piezas obtenidas de este proceso fueron inmersas en un molde con resina sintética. Posteriormente fueron pulidas las superficies hasta obtener una superficie completamente lisa apta para su estudio con MEB. Finalmente, estas fueron adheridas a un portamuestras con silicona recubierta con plata coloidal con el objetivo de hacerlas buenas conductoras con una capa de carbón en una atmósfera al vacío. En segundo método ha sido el de la fractura fresca, con la intención de estudiar la matriz cerámica en profundidad. Previamente se han desprendido las capas superficiales con el objetivo que los procesos postdeposicionales no interfieran en el análisis. Seguidamente, se ha procedido a obtener fragmentos de los individuos y se han adherido a un portamuestras con silicona, siguiendo el mismo procedimiento que en el caso anterior.

Por otro lado, se ha realizado un experimento de recocción a fin de ver hasta qué punto el aspecto general del individuo y sus características compositivas se determinarían por la temperatura de cocción, o bien, por otros factores como las características de fabricación. Con la ayuda de un horno de inducción eléctrica (Carbolite- CWF- 1200)

se ha recocido la muestra CDE055, fragmentada de forma previa en tres partes. Seguidamente se ha programado una cocción a 950°C, 1000°C y 1050 °C, respectivamente para cada uno de los tres fragmentos, subiendo la temperatura a 1.7 °C min⁻¹, con mantenimiento de la temperatura máxima durante 1h. y enfriamiento natural.

Finalmente, la última técnica ha sido la difracción de rayos X (DRX), usando el polvo de los especímenes previamente preparados, con el objetivo de estudiar la composición mineralógica de los individuos. Esta medida se ha efectuado mediante un difractómetro de geometría Bragg-Brentano PANalytical X'Pert PRO MPD Alpha-1, con una longitud de onda $K\alpha Cu: \lambda=1.5406\text{\AA}$. Este análisis da como resultado un espectro mineralógico que permite la identificación de los minerales gracias a la comparación con el banco de datos del *International Centre for Diffraction Data- Joint Committee of Powder Diffraction Standards. 2006 (ICDD-JCPDS)*.

PLATS

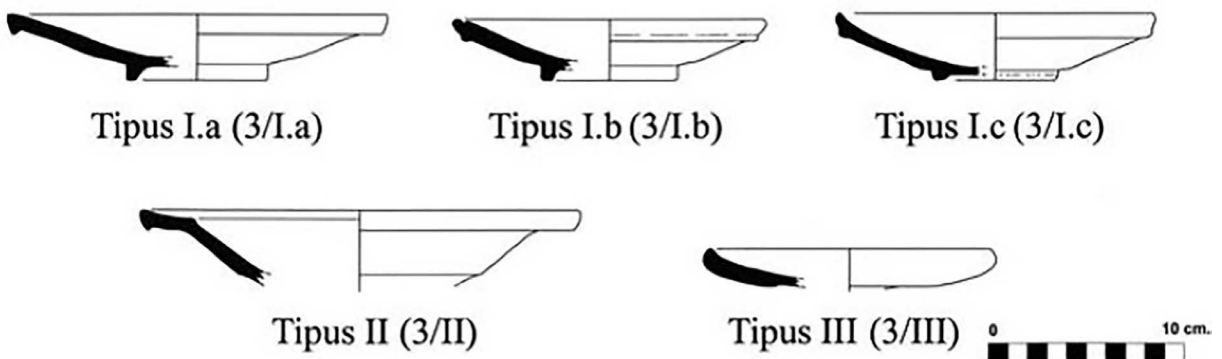


Figura 3. Tipología de las cerámicas estudiadas: platos. Fuente: FRIGOLA, 2013: 474, lám. 1.

5. Resultados y discusión

La identificación tipológica de los fragmentos estudiados ha sido posible gracias a las descripciones morfológicas hechas por Frigola en su estudio (FRIGOLA, 2013). Los individuos CDE059, CDE055, CDE057, CDE063 y CDE058 corresponderían a la tipología de plato, ya que, como se indica en la descripción, solo tienen vidriada la parte interior, con coloraciones que oscilarían entre el verde y el amarillo. Cabe añadir que también corresponden con la descripción de paredes rectilíneas, con pie anular y fondo con **tendencia plana** (FRIGOLA, 2013: 458-459). Por otro lado, el fragmento CDE056 se ha podido asimilar con la tipología de tarro, que según la descripción de Frigola se trataría de un recipiente cilíndrico, con paredes rectilíneas, y vidriado por la parte exterior e interior (FRIGOLA, 2013: 465) (Fig. 3 y Fig. 4).

A propósito de las características relacionadas con el aspecto general de los individuos, se puede decir que muestran un grosor medio en sección entre 0,5 y 1 cm. El color de las matrices es predominantemente de coloración oxidada, oscilando entre las gamas de rojos, naranjas y ocres; aunque en determinados puntos se puede combinar con colores grises (Fig. 4). Así mismo, el vidriado tiene un color verde que oscila entre el verde oscuro y el amarillo-marrón (Fig. 5 y Fig. 6).

De forma generalizada las inclusiones son de medidas muy pequeñas, pequeñas y medianas, siempre dentro de la misma gama de colores:

POTS

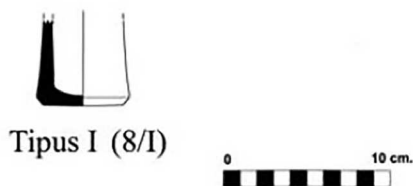


Figura 4. Tipología de las cerámicas estudiadas: tarro. Fuente: FRIGOLA, 2013: 474, lám. 2.

blanco, gris, marrón y rojo. De forma sistemática se identifican algunas inclusiones de medidas medianas o grandes de color blanco y aspecto redondeado. Este tipo de inclusión, recurrente en todos los individuos, se ha identificado como calcita (Fig. 7). Otro tipo de inclusión que también aparece repetidamente, son las de morfología cristalina, ya sean pequeñas o medianas, en este caso identificadas como cristales de cuarzo.

Respecto a la primera muestra analizada, CDE059, se trataría de una pieza cocida a baja-media temperatura (900-950 C°), de naturaleza poca calcárea (BUXEDA Y MADRID, 2016: 152, EN PUIG ET AL., 2016). Sin embargo, el estudio realizado sobre la fractura fresca del fragmento mediante MEB, muestra una microestructura relativamente densa y sólida con un aspecto vítreo. Por ende, se puede considerar que la microestructura se encontraría en un estado de sinterización³ bastante avanzado. Este hecho que conduce a pensar que nos encontraríamos en un rango de cocción un poco más elevado que el establecido en un primer momento por los análisis de DRX. Además, se debe tener en cuenta que se trata de una cerámica identificada como poco calcárea, por lo que su microestructura tiene un desarrollo durante la cocción diferente a la de las cerámicas calcáreas. Las diferencias más importantes en el proceso de sinterización entre arcillas calcáreas y poco calcáreas tienen que ver con la textura de la microestructura, y con la tendencia de las partículas a alinearse en una dirección (JONES, 1896: 756).

Por otro lado, a partir de la asociación de fases cristalinas establecidas, se ha podido identificar que

3 El proceso de sinterización se produce antes que la matriz cerámica llegue a la fase líquida, momento en que algunos componentes de la matriz empiezan a fundirse a causa de las elevadas temperaturas. Este estado conduce a que, ciertas partículas y porosidades de la matriz reduzcan su medida y adopten formas más redondeadas. Además, la matriz se vuelve más compacta y sufre una contracción importante (RICE, 1987: 93).

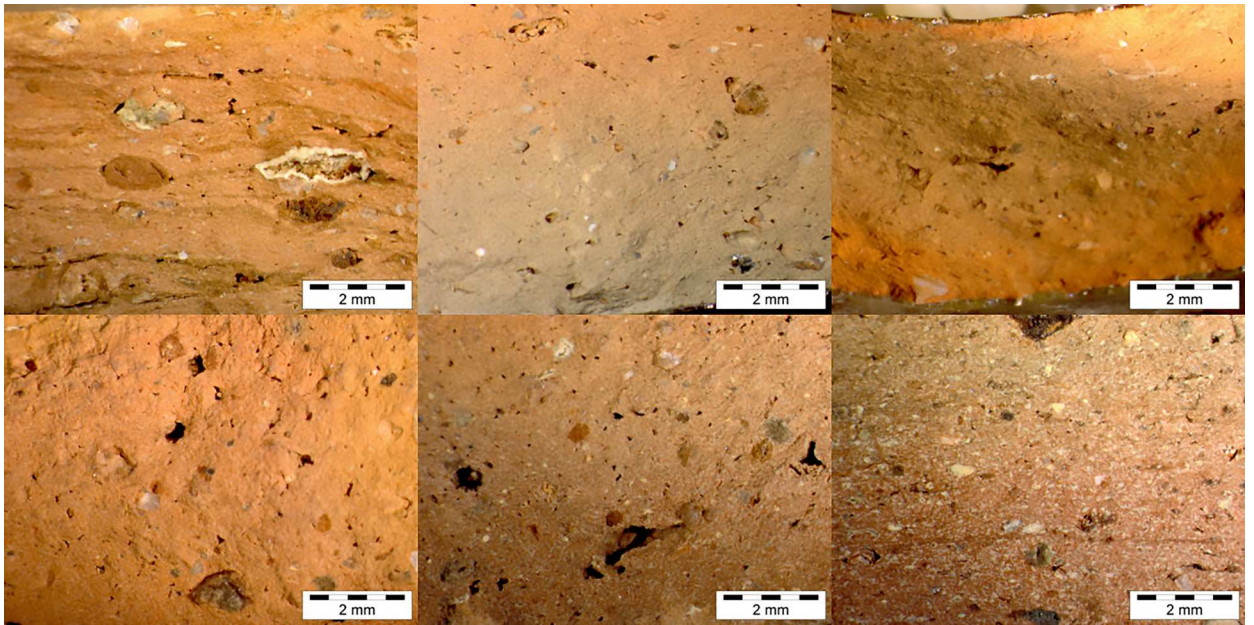


Figura 5. Matrices de las cerámicas estudiadas, de izquierda a derecha: CDE 059, CDE 055, CDE 056, CDE 057, CDE 063, CDE 058. Imágenes realizadas con lupa binocular a 10x aumentos.

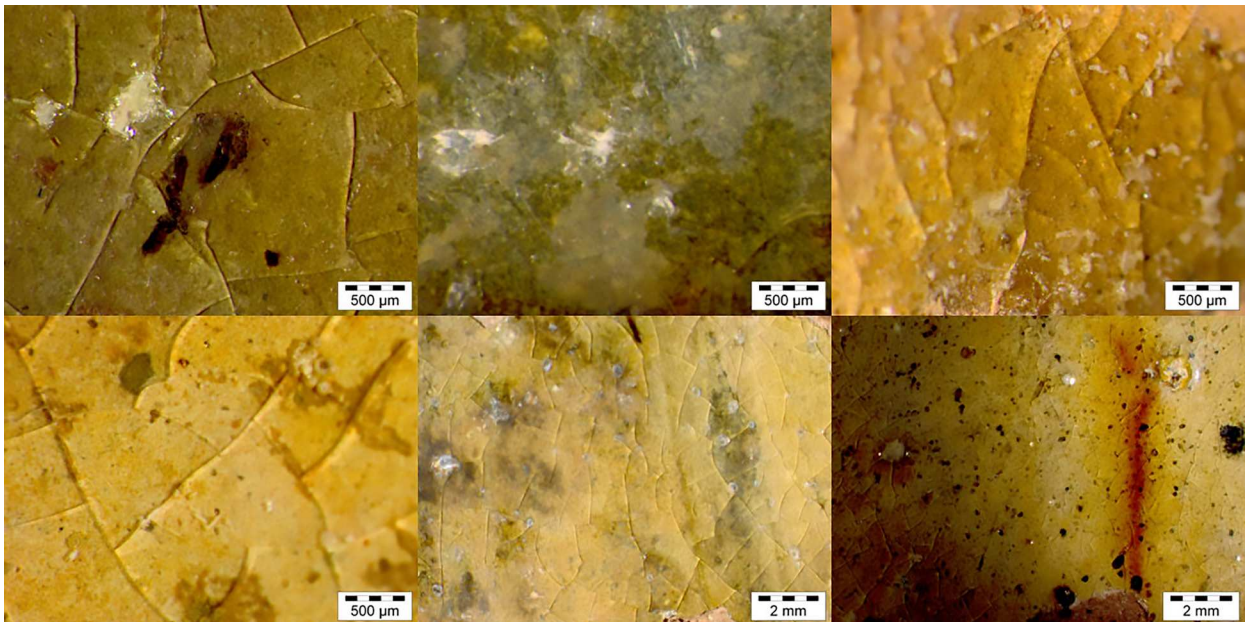


Figura 6. Superficie del vidriado de las cerámicas estudiadas, de izquierda a derecha: CDE 059, CDE 055, CDE 056, CDE 057, CDE 063, CDE 058. Imágenes realizadas con lupa binocular a 10x y 30 x aumentos respectivamente.

pertenece al grupo de referencia VM-CO, ya que presenta muchas similitudes composicionales con esta URCP. Sin embargo, esta cerámica presenta ciertas divergencias, ya que es la única identificada

como poco calcárea. Según los investigadores, esta diferencia no es bastante significativa como para considerar que se trataría de otra URCP (BUXEDA y MADRID, 2016: 156, En PUIG *et al.*, 2016).

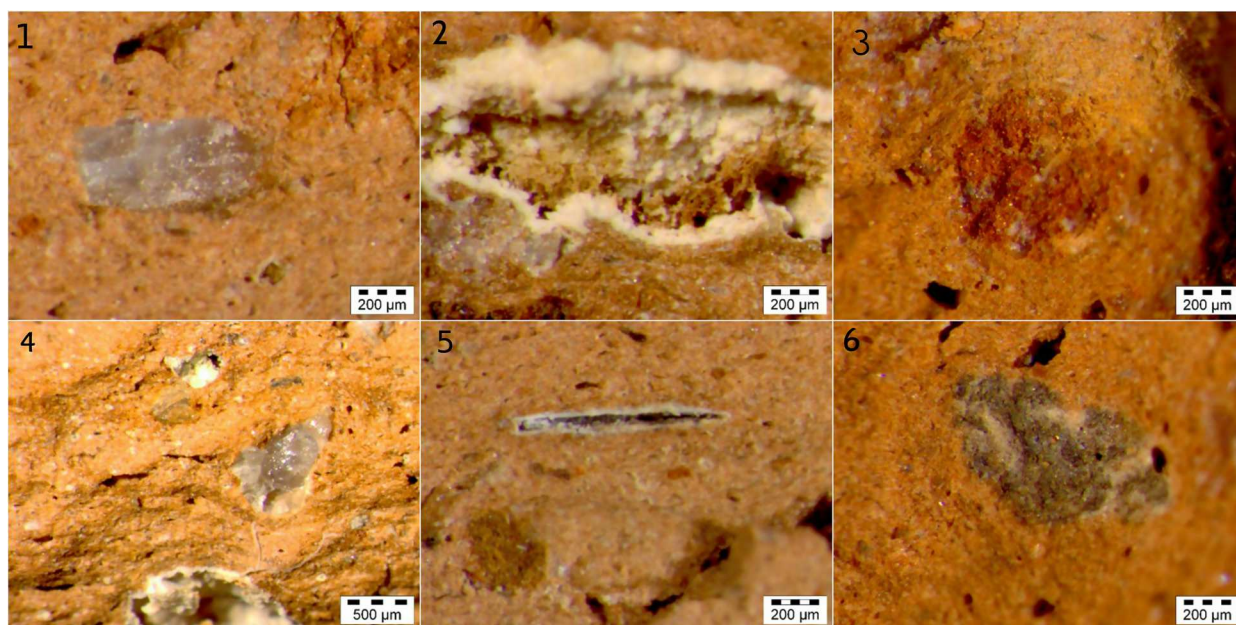


Figura 7. Imagen de las inclusiones y poros de las matrices cerámicas. 1 i 4 posiblemente inclusiones de cuarzo; 2 i 3 inclusiones de calcita. Imagen realizada con lupa binocular a 30x.

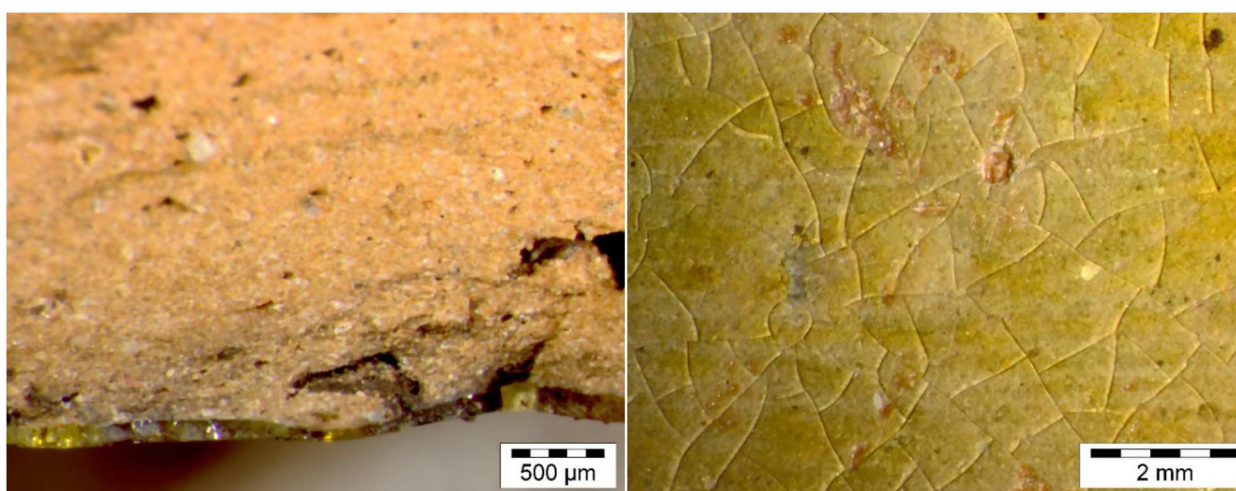


Figura 8. A la izquierda, vidriado en sección del individuo CDE059. A la derecha, vidriado en superficie del mismo individuo, donde se puede observar el craquelado. Imágenes realizadas con lupa binocular a 6,3x y 30x aumentos respectivamente.

El aspecto general de la matriz es estratificado, con líneas horizontales que podrían demostrar un mal pastado de la cerámica antes de la cocción. Asimismo, el elevado número de poros detectados también podría ser otra evidencia de un pastado de baja calidad, ya que provocaría

que el aire quedara atrapado y posteriormente – durante la cocción- crearían burbujas.

Por consiguiente a esta observación, se puede considerar que la cerámica no presentaría una técnica demasiado elevada. Además, también se ha podido detectar, gracias a la lupa binocular,

que el grosor de la pieza es bastante irregular, presentando un craquelado en toda la superficie vítrea (Fig. 8). El vidriado en superficie se rompería a causa de que su coeficiente de dilatación sería menor al coeficiente de la pasta arcillosa, en consecuencia, al cocer la cerámica se produciría un exceso de presión que conduciría a su fragmentación (FANTUZZI, 2010: 38). Al margen de la fragmentación del vidriado durante el proceso de cocción, parece que partes del vidriado se han desprendido. Es importante recordar que este individuo correspondería con la tipología de plato (FRIGOLA, 2013: 458), por lo que su función sería meramente práctica y no decorativa. Interpretamos pues que el vidriado interior serviría para impermeabilizar la pieza, si este se desprende, queda inutilizada su función principal, por lo que podríamos decir que no dispone de una buena técnica.

El análisis elemental realizado con EDX permite ver que se trata de un vidriado bastante plomado (58,52%) con presencia de algunas alteraciones (Tabla 3). Respecto al origen de la coloración verde del vidriado se ha descartado el cobre como el causante, puesto que no se ha detectado en ninguno de los análisis. Por lo que se refiere a la presencia de hierro, aunque esta es escasa, lleva a interpretar que este sería el agente causante de dicha coloración. El óxido de hierro (FeO), en ambientes reductores obtendrá electrones y hará adquirir una tonalidad verde oscuro a los vidriados con presencia de óxido ferroso (SMEDLEY *et al.*, 1998: 156; MOLERA *et al.*, 1997; GARCIA y BUXEDA, 2007: 174).

La presencia de potasio, en un primer momento, nos podría hacer pensar que actuaría como elemento fundente para bajar la temperatura de cocción (SAIOWITZ, 1996), considerando que el silicio y el plomo son elementos que necesitan altas temperaturas para fundirse. Sin embargo, la poca cantidad de potasio detectado (0,30%) nos lleva a cuestionar esta hipótesis (Tabla 3).

La falta de óxido de estaño, usado tradicionalmente para hacer opacos los vidriados (BUXEDA *et al.*, 2011: 160), juntamente con la carencia de elementos decorativos, nos evidencia una vez más que el vidriado es puramente funcional.

Respecto a la técnica de aplicación del vidriado se podría adherir cuando la cerámica está aún cruda, o bien una vez ya está cocida, lo que se conocería como cerámica de doble cocción (BUXEDA *et al.*, 2011: 158). En este caso se cree que el vidriado se aplicaría con la cerámica aún cruda, pues, gracias a la observación por MEB, se ha detectado que entre la matriz y el vidriado se han producido múltiples cristalizaciones durante el proceso de cocción (Figura 9). Si la cerámica hubiera sido cocida en un primer momento, y después se hubiera aplicado el vidriado, esta zona de interacción no existiría. Se podrían plantear las cerámicas de *obra de Manises*, como ejemplo de caso opuesto, ya que implicaría una doble cocción y, en consecuencia, una mayor calidad al conllevar un proceso técnico más complejo (MOLERA *et al.*, 1997).

El análisis de aquellos elementos que parecen encontrarse en la superficie de vidriado –con contenido de fósforo y sodio detectados gracias

MICRO ANÁLISIS	AL ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	FeO	PbO	Na ₂ O	MgO	Ti
CDE059	2,91%	35,17%	0,47%	1,07%	1,65%	58,52%	0%	0%	0%
CDE056	6,29%	33,08%	1,46%	17,45%	3,49%	35,70%	0,40%	0,83%	0,12%
CDE058	4,18%	32,46%	0,94%	2,69%	1,55%	58,19%	0%	0%	0%

Tabla 3. Composición media de los vidriados cerámicos extraída mediante MEB-EDX.

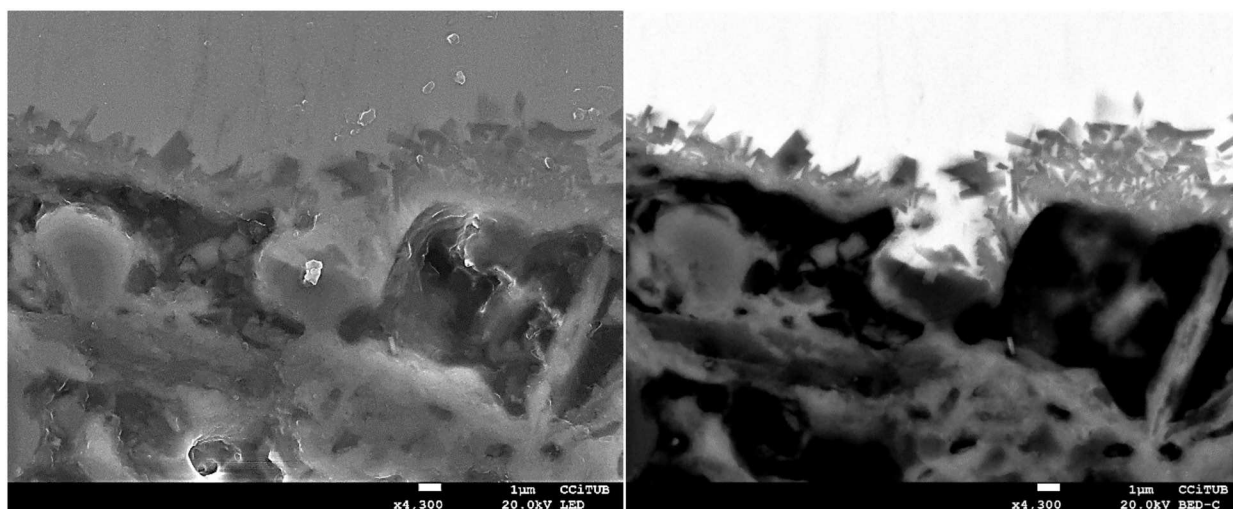


Figura 9. CDE059. Podemos observar la sección del vidriado con la zona de interacción repleta de cristales. Imagen de electrones secundarios a la izquierda y retrodispersados a la derecha a 4.300x aumentos, realizados mediante MEB.

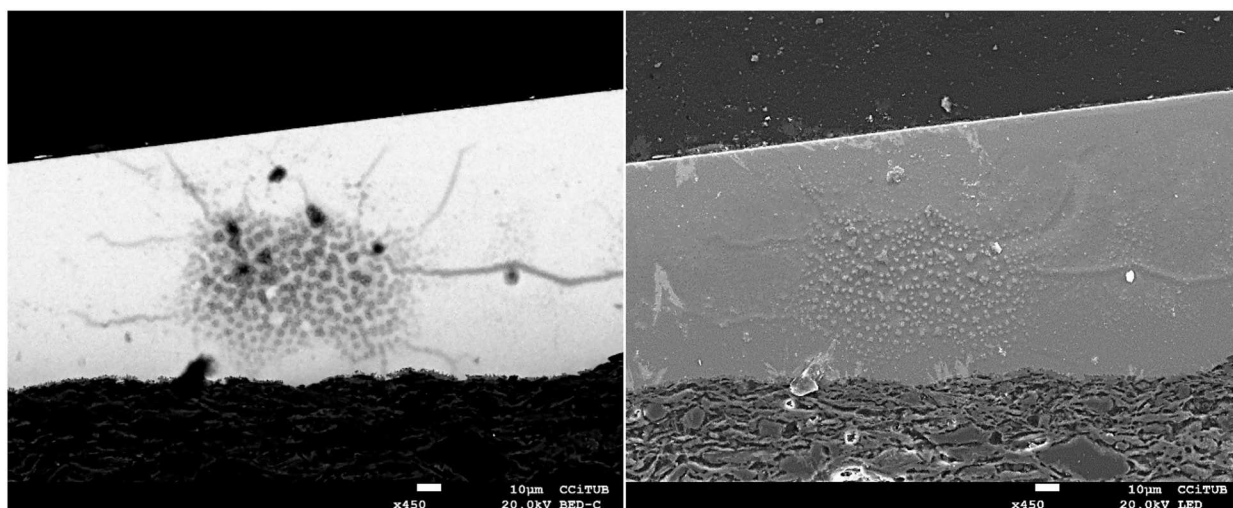


Figura 10. CDE059. Podemos observar manchas en la superficie del vidriado identificadas como fósforo. Imagen de electrones secundarios a la izquierda y retrodispersados a la derecha a 450x aumentos, realizada mediante MEB.

a los análisis por EDX- se podrían relacionar con los procesos postdeposicionales que ha sufrido la cerámica durante su enterramiento (Fig. 10). Estos cambios postdeposicionales son unos factores interesantes de estudiar, ya que pueden modificar las propiedades físicas y composicionales de los materiales, dificultando su interpretación funcional, el estudio de procedencia, el estudio de la tecnología y hasta su datación (FREESTONE, 2001; FANTUZZI, 2010: 28).

Si conocemos los factores que alteran los materiales, y de qué forma los alteran, podremos discernir entre aquellas propiedades y composiciones genuinas de las cerámicas, de aquellos elementos surgidos durante los procesos postdeposicionales. Así pues, se han detectado elevados niveles de fósforo típicos de los contextos de enterramiento con presencia de materia orgánica, ya que se originaría a partir de la degradación de materiales como huesos o fertilizantes agrícolas

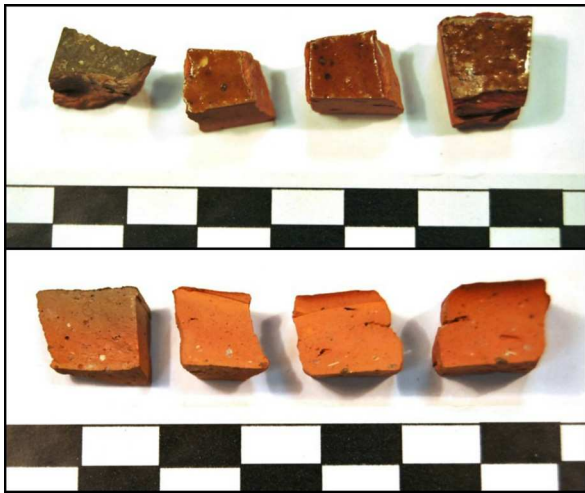


Figura. 11. Fragmentos del individuo CDE055 usados en el experimento de recocción. A la izquierda de todo el fragmento original CDE055ARS, y a continuación los fragmentos recocidos: CDE055950 Cº, CDE0551000Cº y DE0551050Cº.

(FANTUZZI, 2010: 23). Por otro lado, la presencia de sodio y magnesio es típica de suelos alcalinos (FANTUZZI, 2010:6). Sería necesario una muestra proveniente de las tierras de las unidades estratigráficas correspondientes a las cerámicas para acabar de corroborar estas hipótesis.

Respecto la muestra CDE055 corresponde al grupo de cerámicas calcáreas, en concreto a las de baja temperatura (850-950 °C), según los análisis precedentes hechos con DRX (BUXEDA y MADRID, 2016: 137-167, En PUIG *et al.*, 2016).

La técnica del pastado parece relativamente de mejor calidad que en el caso anterior, ya que se ve una matriz más compacta y homogénea. Los poros también aparecerían en menor cantidad, demostrando que –posiblemente- se habrían creado menos burbujas durante el pastado. Estas características denotarían un proceso productivo más especializado. Si se presta atención al experimento de recocción realizado sobre este individuo, podemos establecer unas diferencias claras –a simple vista- entre los diversos fragmentos (Fig. 11).

El fragmento CDE055 ARS, respecto a la observación por lupa binocular, tiene una matriz anaranjada, con un tono más grisáceo en la parte cercana al vidriado. Tomando en consideración estas características se puede interpretar que se ha realizado una cocción reductora con un enfriamiento oxidante controlado. Nos referimos al enfriamiento oxidante controlado, ya que solo tiene coloración rojiza en la parte externa de la pieza. Si no se hiciera de forma controlada, toda la pieza adquiriría esta tonalidad.

El vidriado es mayoritariamente verde, con un aspecto poco homogéneo, con determinadas más claras. El estudio con la MER de la fractura fresca ha corroborado esta heterogeneidad del vidriado, con un plomo mal mezclado, seguramente a causa de la baja temperatura de cocción. Respecto a la temperatura de cocción, aunque a partir de la DRX se determinó que estaría en el rango de cocción 850-950 °C, la matriz arcillosa muestra una estructura que está en proceso de sinterización. Según el grado de sinterización de la matriz cerámica podemos establecer los siguientes rangos de vitrificación con la consecuente temperatura de cocción: NV (no vitrification, 750 °C), IV (initial vitrification 750-800 °C), VC- (initial extensive vitrification 800-850 °C), VC (extensive vitrification 850-1050 °C), VC+ (advanced extensive vitrification 1050-1080 °C) y TV (total vitrification, 1080 °C) (BUXEDA *et al.*, 2003: 277).

En este caso, las láminas de arcilla se ven poco compactas y fusionadas, posiblemente por culpa de una baja temperatura de cocción. Podríamos decir que nos encontramos ante una vitrificación continuada inicial (VC-) que correspondería al rango de cocción 800-850 °C. Vemos como esta baja temperatura de cocción concuerda con el hecho de tener un vidriado bastante heterogéneo.

El fragmento CDE055 950 °C, corresponde al primer fragmento recocado. Tiene un aspecto anaranjado, con el vidriado amarillo-verde. Esta homogeneidad y coloración que ha adquirido la

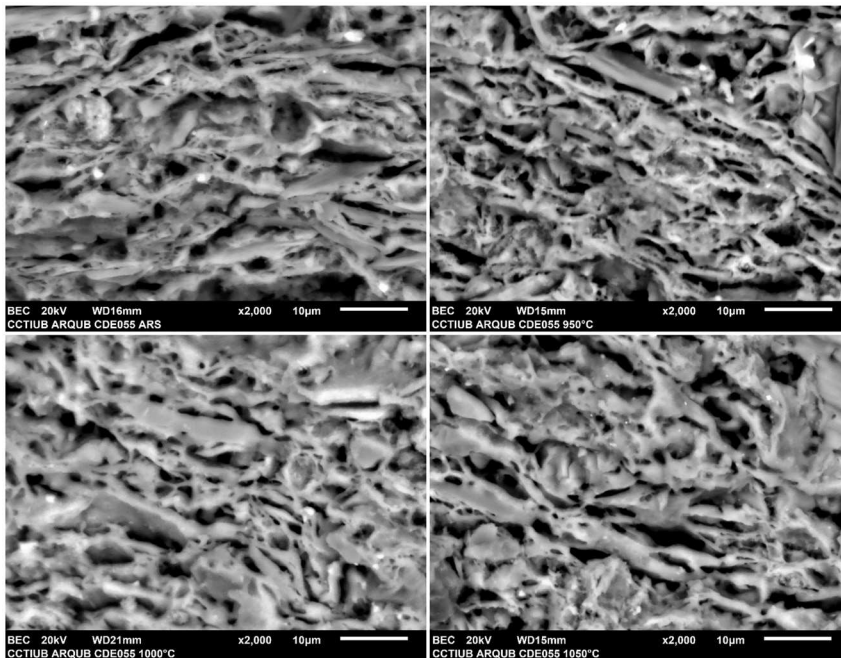


Figura. 13. De izquierda a derecha, podemos observar la microestructura de las matrices cerámicas y la consiguiente vitrificación a medida que evoluciona la temperatura de cocción del individuo CDE055. Imágenes de electrones secundarios a 2.000x aumentos, realizada mediante MEB.

lante del estadio de vitrificación VC+, que corresponde al rango de cocción 1050-1080 °C. Cuando se alcanzan temperaturas superiores a 1050°C, la vitrificación es total y extensiva a toda la matriz (TITE, 1991: 116). Los resultados por DRX de este fragmento (Fig. 12), muestran la ausencia del pico de illita-moscovita, permitiendo establecer una TCE superior a los 950-1000 °C. Por otro lado, podemos observar como el feldespato alcalino y la plagioclasas presentan unos picos mucho más acentuados que en los casos anteriores, relacionados con el aumento de esta TCE. Finalmente, la ausencia de gelinita, permite estimar una TCE incluso superior a los 1050 °C, ya en un rango cercano a la sobre cocción (MAGGETTI, 1981). Una vez más, la TCE extraída del difractograma corresponde con la temperatura de recocción realizada, en este caso a 1050 °C.

Por otro lado, un ámbito al cual se tiene que prestar especial atención es la zona de interac-

ción entre la matriz cerámica y el vidriado. Las observaciones realizadas mediante la MER han permitido observar que el fragmento CDE055 ARS no presenta cristales, como por ejemplo sí que pasaba con el individuo anterior CDE059. En este caso, no se ha interpretado como una doble cocción, ya que el resto de cerámicas muestran una clara zona de interacción. La hipótesis más plausible, es que, a causa de las bajas temperaturas de cocción, esta zona de interacción no ha llegado a la temperatura suficiente para desarrollar cristales. Podríamos decir que, como sucede con el individuo CDE050, nos encontramos delante de una monococción.

El aspecto poco denso y lleno de vacíos de la matriz cerámica del fragmento CDE055 ARS, es debido a la composición calcárea que reacciona a 700-800/850 °C. Esta descomposición favorece, por un lado, la cristalización de calco-silicatos y calco-aluminio-silicatos. Por otro lado, la presencia de Co₂ provoca una microestructura que dota la matriz de un aspecto “esponjado” (TITE *et al.*, 1998; GARCIA y BUXEDA, 2007: 171). Esto explicaría el aspecto tan diferente que tiene respecto la muestra anterior, CDE059. Pese a que las temperaturas son relativamente similares, presenta una microestructura diferente. Lo que realmente es necesario de remarcar al respecto de este individuo recocido, es la evolución que sufre la microestructura de la matriz. A medida que aumenta la temperatura la matriz cerámica adquiere un aspecto más vítreo y fusionado (Fig. 13). Evolucionaría de una vitrificación continuada inicial a una vitrificación avanzada, casi sobre cocida.

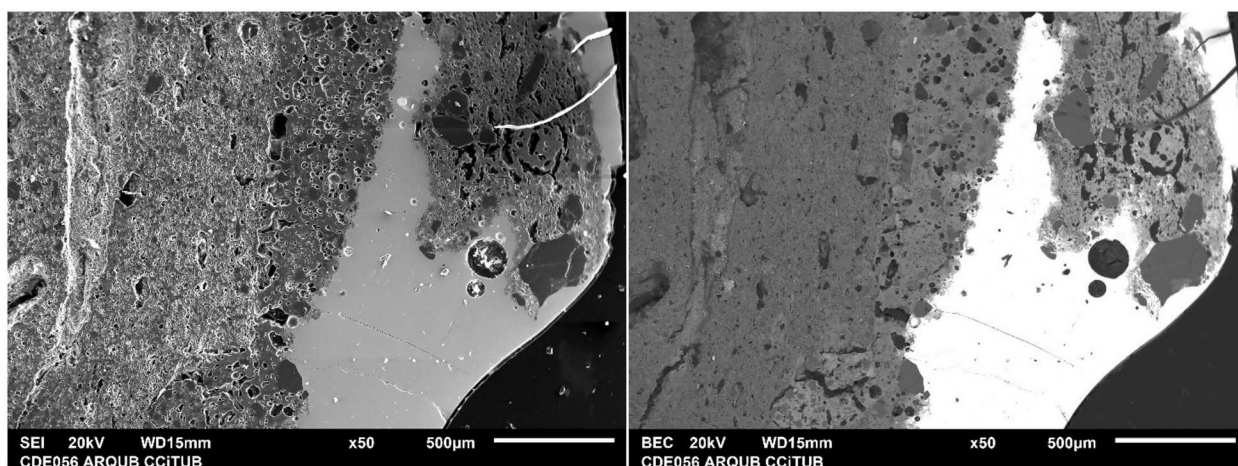


Figura. 14. CDE056. Se observa como el vidriado ha penetrado en la matriz cerámica. Imagen de electrones secundarios a la izquierda y retrodispersados a la derecha a 500x aumentos realizada mediante MEB.

Dentro del grupo de cerámicas cocidas a baja temperatura continuaremos con la muestra CDE056. La matriz tiene una doble coloración, igual que el fragmento CDE055 ARS. En este caso, el interior es gris y en la parte cercana al vidriado exterior adquiere un tono anaranjado. De nuevo, podemos pensar que nos encontraríamos delante de una cocción reductora, la cual ha sufrido un enfriamiento oxidante controlado, donde el trióxido de hierro entraría en acción. Este óxido férrico, formado mayoritariamente por hematites, ha hecho que el vidriado exterior adquiera una tonalidad amarilla. La causa de que el vidriado amarillo sea suave y no melado o marrón es debido a la baja temperatura, ya que tal como hemos visto en el experimento -y también como veremos posteriormente- los tonos más intensos y oscuros se dan en las temperaturas más elevadas.

Respecto a la composición del vidriado, sabemos que es relativamente menos plomado (37,70%) (Tabla 3) si se compra con los individuos anteriores. Sin embargo, tampoco presenta unos porcentajes lo suficientemente bajos para diferenciar y asegurar que nos encontraríamos delante de dos producciones distintas

Referente a los análisis específicos hechos con MEB en la sección pulida del vidriado, podemos decir que es un vidriado bastante heterogéneo y hasta mezclado con la matriz (Fig. 14). Esta característica podría ser causada por una aplicación del vidriado en crudo, hecho que concordaría con las imágenes de la MEB que nos muestran los múltiples cristales formados en la zona de interacción. De nuevo, encontramos otro individuo que, igual que los anteriores, podría haber sufrido una monococción.

Por otro lado, también mediante los análisis por MEB, se ha podido detectar una presunta capa diferenciada entre la matriz arcillosa y el vidriado exterior. En este caso no se ha establecido hipótesis alrededor de su funcionalidad o aplicación. Sin embargo, es interesante tener en cuenta la tipología del individuo: se trata de un tarro vidriado por dentro con el objetivo de impermeabilizarlo. Así pues, sería lógico que el vidriado externo tuviera una función decorativa, y se podría relacionar con esta capa intermedia fruto de algún proceso decorativo. Sería necesario desarrollar más estudios y análisis al respecto para poder establecer hipótesis sólidas.

A continuación seguiríamos con las cerámicas cocidas a media temperatura (950-1000 °C), como es el caso de los individuos CDE057 y CDE063. El primer fragmento tiene la matriz de color beige bastante más compacta y de aspecto vitrificado. El vidriado es amarillo, por lo que corresponde con una coloración de carácter oxidante. Tal como ya hemos expuesto, el trióxido de hierro es el causante de esta coloración, que en aumentar la temperatura a un rango de cocción medio hace que adquiriera esta tonalidad amarilla. El segundo fragmento tiene también una matriz similar. Del mismo modo, el aspecto es compacto y claramente vitrificado. Además, este individuo se ha podido observar por MEB sobre fractura fresca, por lo que nos ha permitido ver como la microestructura está claramente en el rango de vitrificación continuada, en un estadio de sinterización avanzado. Es importante decir que esta muestra tiene una microestructura con un aspecto parecido al fragmento CDE055 1000 °C, por lo que nos ayudaría a acotar más la temperatura de cocción.

El último individuo estudiado, CDE063, según los análisis por DRX (BUXEDA Y MADRID, 2016: 137-167 EN PUIG ET AL. 2016), es el de más alta temperatura (>1000 °C). El fragmento CDE058

tiene una matriz ocre en la parte exterior y rojiza en la interior. Una vez más tiene un aspecto vitrificado, ahora realmente acentuado por las pequeñas inclusiones que forman una especie de mosaico.

Gracias a las aproximaciones echas mediante la EDX de la sección pulida, se ha podido comprobar como la composición del vidriado no difiere de las anteriores, teniendo un porcentaje de plomo (58,19%) cuasi idéntico al del individuo CDE059 (Tabla 3). El análisis por MEB también nos ha permitido ver una zona de interacción repleta de cristales, que presenta una similitud enorme con el individuo CDE055 recocido a 1050 °C.

El estudio de la fractura fresca por MEB nos ha permitido ver que la microestructura de la matriz se encuentra en un estadio de sinterización bastante evolucionado, muy similar al del fragmento CDE055 1050 °C. Podríamos decir que hasta parece que tiene un aspecto fusionado, acercándose al rango de vitrificación sobre cocida (TV) más que no al de vitrificación continuada avanzada (VC+) (Fig. 15). Por lo tanto hablaríamos de una cocción superior a los 1050 °C.

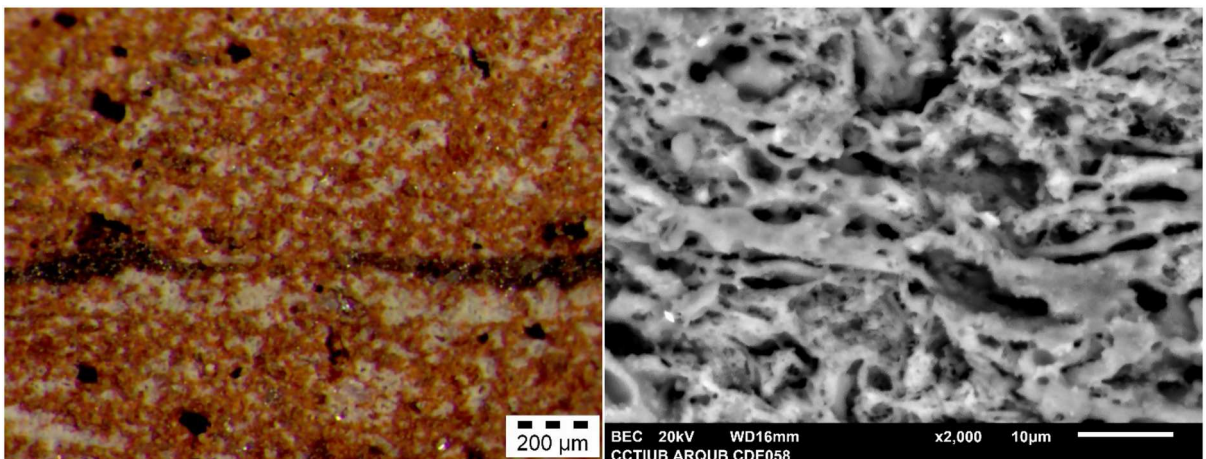


Figura. 15. CDE063. Se observa la microestructura de la matriz vitrificada, acercándose al rango de sobre cocción. A la izquierda imagen de la matriz cerámica realizada mediante lupa binocular a 30x aumentos. A la derecha, imagen de electrones secundarios a 2.000x aumentos realizada mediante MEB.

6. Conclusiones

Una vez realizado el estudio, podemos establecer que no hay unas diferencias extremadamente marcadas entre los diversos individuos, ya que, a escala macroscópica su aspecto es bastante similar. Sin embargo, es cierto que aquellas cerámicas cocidas a mayor temperatura tienen unas inclusiones más desarrolladas, y coloraciones más oscuras.

Estos aspectos formales, como se ha podido comprobar con el experimento de recocción, los asociaríamos con la elevada temperatura de cocción y no al proceso de modelado en sí. Se podría decir que este experimento nos sirve de base empírica para determinar que ciertos aspectos, apreciables a macro vista, así como algunas características composicionales concretas, vendrían determinados por las temperaturas de cocción.

Además, también podemos decir que nos ha servido para ver hasta qué punto el análisis por DRX determina de forma precisa la temperatura de cocción de las cerámicas. Es cierto que nos dan unas TCE bastante aproximadas, pero tal como se ha podido ver en el apartado anterior, son rangos bastante amplios. Si complementariamente a las DRX hacemos estudios de la microestructura de las cerámicas mediante la MEB, podremos delimitar mucho más la temperatura correcta. A la vez, esto nos permitirá hacer unas interpretaciones finales más fiables.

Por otro lado, a nivel de fabricación de las cerámicas, podemos decir que la producción no está muy estandarizada, pues, aunque en un ámbito muy general no presentan unas grandes diferencias, cuando estudiamos la matriz y el vidriado con análisis más específicos podemos ver ciertas divergencias.

Aun así, este grupo cerámico presenta unos rangos de cocción muy amplios, donde podemos encontrar cerámicas cocidas a 850 °C y otras a

más de 1050 °C. La gran diferencia dentro de los rangos de cocción nos demuestra, de nuevo, una baja estandarización. En conclusión, podemos relacionar la hipótesis de poca estandarización productiva, con las teorías previas que proponen que aquellas composiciones poco calcáreas de determinados individuos –como en caso de la cerámica CDE059– serían debidas a una falta de estandarización y no a diferentes URCP (BUXEDA y MADRID, 2016: 155 En PUIG *et al.*, 2016).

A nivel funcional y contextual, hemos podido asociar los materiales cerámicos a vajilla común: platos y un tarro, de uso práctico y funcional. Podríamos deducir que esta producción buscaría unos productos funcionales y económicos para un uso diario, la conocida tipológicamente como cerámica común. Si tenemos en cuenta este punto, tiene bastante lógica que el vidriado sea meramente práctico, impermeabilizante, y no se busque una vertiente estética ni de gran calidad. La técnica de aplicación del vidriado sería en crudo, y se realizaría una monococción, una técnica simple y de bajo coste sin ningún tipo de elemento que haga adquirir opacidad al vidriado. Finalmente interpretaríamos que los iones de hierro, junto el color de la misma matriz y las condiciones de la cocción, serían los encargados de dotar de una coloración final.

El hecho de que las cerámicas estudiadas se hayan encontrado con un conjunto de vajilla de importación, que presenta unas características morfológicas y composicionales totalmente contrapuestas, nos llevaría a pensar que los individuos estudiados podrían pertenecer a un taller local. Así pues, tiene lógica que aquellas producciones de calidad y alto coste sean de importación, en tanto que aquellas más sencillas –donde también se busca que sean más económicas– sean de producción local.

Según los investigadores, la villa de Castelló podría haber tenido uno -o más- obradores de cerámica, ya que la documentación escrita nos

indica la existencia de un gremio de alfareros de época bajomedieval. Por otro lado, se documentó una tejería fechada en el 1288, y en el siglo XVIII se conoce que diversos olleros de Castelló se agruparon en el conocido como *clot dels ollers*, muy cerca de una zona de extracción de arcilla (FRIGOLA, 2013: 471).

Teniendo en cuenta estos datos documentales, si consideramos que las cerámicas forman parte de una misma URCP, con pequeñas diferencias que denotan una baja estandarización técnica, la hipótesis que las producciones cerámicas provendrían de un taller local o regional toma más solidez y sentido.

A nivel de conclusiones finales podríamos decir que nos encontraríamos, aparentemente, de late de una misma producción, que podríamos asimilar con la URCP-VMO, donde la producción cerámica, aunque muestra cierta uniformidad tecnológica, estaría aún en proceso de estandarización. Las características técnicas y composicionales vendrían determinadas por el hecho de ser unas cerámicas que la población de Castelló usaría diariamente, en consecuencia, una vajilla funcional, práctica y económica que se puede contraponer perfectamente a la vajilla de importación.

No obstante, sin un estudio arqueométrico de los centros productores cerámicos no podemos establecer hipótesis sólidas sobre la proveniencia de los materiales, así pues, solo podemos indicar unas primeras líneas interpretativas basándonos en la documentación y las características de fabricación. Para poder verificar –o descartar– las hipótesis formuladas cabría identificar los talleres e incluso analizar la arcilla de la zona de extracción documentada en el *clot del ollers*.

Es necesario remarcar que este estudio de caracterización arqueométrica se ha visto limitado por el reducido número de individuos estudiados. En un futuro sería necesario ampliar la muestra de individuos cerámicos para poder

obtener una información más completa y representativa.

Finalmente, destacar que- aunque existen múltiples trabajos que han investigado acerca de estas cerámicas vidriada monocroma (MOLERA *et al.*, 1997; GARCIA y BUXEDA 2007; MADRID *et al.*, 2015; entre otros)- todavía es un tipo de producción poco estudiado respecto a otras producciones de la época, tales como la vajilla verde o las pisas arcaicas. Como propuesta de investigación futura, será necesario desarrollar más estudios en la zona de Castelló d'Empúries, con el objetivo de poder caracterizar un número más elevado de individuos, e intentar detectar los posibles centros productores.

Agradecimientos

Este trabajo de fin de grado ha sido posible gracias a la indispensable ayuda de la unidad de investigación ARQUB (Cultura Material i Arqueometria UB), la cual ha proporcionado los materiales de estudio, herramientas, formación y tiempo necesario para la realización de dicho trabajo.

Bibliografía

- BUXEDA, J; MADRID, M. (2016): "Caracterització arqueomètrica de la ceràmica comuna vidriada i de la majòlica", En PUIG, A.M. (coord.): *La construcció del Palau del Comte Enric II a Castelló d'Empúries (Alt Empordà). Estudi documental i dels materials arqueològics*. Sèrie Monogràfica 26, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Girona.
- BUXEDA, J.; MADRID, M. y GURT, J.M. (2011): "Provença i tecnologia de les ceràmiques de Pisa i d'Obra de Manises de dipòsit de la Plaça Gran de Mataró. La ceràmica catalana del segle XVII trobada a la Plaça Gran (Mataró)". *Associació Catalana*

- na de Ceràmica Decorada i Terrissa: 155-170.
- BUXEDA, J.; JONES, R.E.; KILIKOGLU, V.; LEVI, S.T.; MANIATIS, Y.; MITCHELL, J.; VAGNETTI, L.; WARDLE, K.A. y ANDREOU, S. (2003): "Technology transfer at the periphery of the Mycenaean world: the cases of mycenaean pottery found in central macedonia (Greece) and the plain of sybaris (Italy)". *Archaeometry* 45,: 263-284.
- ELLIOT, J.H. (1966): *La revolta catalana 1598-1640: un estudi sobre la decadència catalana*. Barcelona.
- FANTUZZI, L. (2010): "La alteración posdeposicional de material cerámico. Agentes, procesos y consecuencias para su preservación e interpretación arqueológica". *Comechigonia Virtual*, Vol. IV nº 1: 27-59.
- FREESTONE, I.C. (2001): *Post depositional changes in archaeological ceramics and glass*. Handbook of Archaeological Sciences. John Wiley & sons, Chicester.
- FRIGOLA, J. (2013): "La ceràmica Vidriada Monocroma del convent dels dominics de Castelló d'Empúries". *Acta Historia et Archaeologica Medievalia*, 31: 447-476.
- GARCIA, J. y BUXEDA, J. (2007): "Pisa arcaica i ceràmica vidriada del segle XIII a Barcelona. Un estudi arqueomètric". *Quadern d'Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona (QUARHIS)*, 3: 160-179.
- JONES, R.E. (1986): *Greek and Cypriot Pottery: a review of scientific studies*. British School at Athens.
- MADRID, M.; BUXEDA, J.; IÑÁÑEZ, J.G.; FERRER, S.G. y BELTRÁN, J. (2015): "Arqueometria i arqueologia de les ceràmiques medievals i modernes de Barcelona: el projecte Tecnolonia". *Actes V CAMMC*, Barcelona, p. 253-270.
- MAGGETTI, M. (1981): "Composition of Roman pottery from Lowsana. Cientific studies in ancient ceràmics". Britain Museum occasional paper, 19: 33-49.
- MOLERA, J.; VENDRELL, S.; GARCIA, M y PRADELL, T. (1997): "Technology and color development of hispano-moresque lead-glazed pottery". *Archaeometry*, 39: 23-39.
- PARKER, G. (1943): *La Revolución militar: las innovaciones militares y el apogeo de Occidente, 1500-1800*. Barcelona.
- PUIG, A.M. (coord.) (2016): *La construcció del Palau del Comte Enric II a Castelló d'Empúries (Alt Empordà)*. Estudi documental i dels materials arqueològics. *Sèrie Monogràfica 26*, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Girona.
- PUIG, A.M. y RIERA A. (1994): *Convent de Sant Domènec (Castelló d'Empúries, Alt Empordà), memòria d'excavació*. Generalitat de Catalunya.
- RICE, P. M. (1987). *Pottery analysis: a source Book*. University of Chicago.
- RIERA, A y PUIG A.M. (1994): "Emplaçament de l'ordre dels dominics en l'ambient urbà baixmedieval de Castelló d'Empúries. El primer convent". *Annals de l'Institut d'Estudis Gironins*, Vol. 34.
- SAITOWITZ, S.J. (1996): *Glass Beads as Indicators of Contact and Trade in Southern Africa ca. AD 900 - AD 1250*. PhD thesis: University of Cape Town
- SMEDLEY, J.W.; JACKSON, C.M. y BOOTH, C.A. (1998): "Back to the Roots: The Raw Materials, Glass Recipes and Glassmaking Practices of Theophilus". In: McCray, P. (ed). *The Prehistory and History of Ancient Glassmaking*, p. 145-165.
- TITE, M.S., FREESTONE, L.; MASON, R.; MOLERA, J.; VENDRELL, M. y WAAS, N. (1998): "Lead Glazes in antiquity-Methods of production and reason for use". *Archaeometry* 40: 241-260.
- TITE, M.S. (1991): "The impact of Electron Microscopy on Ceramic Studies". *British Academy*, 77: 111-131.
- WITHNEY, D.L. y EVANS, B.W. (2010): "Abreviations for names of rock-forming minerals". *American Mineralogist*, 95: 185-187.