

Análisis arqueométrico de la cerámica dorada andalusí de la Alcazaba de Onda (Castellón)

JUDIT MOLERA MARIMON, MANUEL PÉREZ ASENSIO, TRINITAT PRADELL CARA,
GLÒRIA MOLINA GIRALT Y VICENT ESTALL POLES.

Resumen: En el presente artículo se exponen los resultados del análisis de las pastas y los vidriados de 21 fragmentos cerámicos representativos de un conjunto hallado en las excavaciones de la Alcazaba de Onda y que puede ser fechado a grandes rasgos entre finales del s. XI y la primera mitad del XII. Hemos atendido fundamentalmente a la loza dorada y a las cerámicas con cubierta blanca. El objetivo principal es determinar si se trata de una o de varias producciones. Para ello se ha analizado la composición y textura de la pasta, así como la microestructura y composición del vidriado mediante microscopio electrónica de barrido (SEM). También se han comparado con cerámicas que suponemos producciones locales, tales como cerámicas comunes del mismo contexto arqueológico y fragmentos hallados en el yacimiento arqueológico califal Mas de Pere, donde se hallaron hornos para la fabricación de cerámica. También hemos cotejado con arcillas del cercano yacimiento del Sitjar. Los resultados muestran que hay distintas producciones de loza dorada, tanto por composición de las pastas como por la del vidriado. Además, la composición de las cerámicas blancas es muy parecida a las arcillas locales de Onda, con lo cual no se puede descartar que se tratase de una producción local.

Palabras clave: cerámica dorada, Onda, siglos XI-XII, arqueometría, análisis de pastas, vidriados, SEM

Abstract: *In the present article there are exposed the results of the analysis of the bodies and the glazes of 21 ceramic representative fragments of a set found in the excavations of the Alcazaba of Onda and that can be dated in outline between ends the XIth and the first half of the XIIth century. We have attended fundamentally to the lustre pottery and to the ceramics with white cover. The principal aim is to determine if it is a question of one or of several productions. For it there has been analyzed the composition and texture of the body, as well as the microstructure and composition of the glaze by means of microscope electronics of sweep (SEM). Also there have been compared with ceramics that we suppose local, such productions as common ceramics of the same archaeological context and fragments found in the califal archaeological site Mas de Pere, where kilns were situated for the manufacture of ceramics. Also we have arranged with clays of the nearby deposit of the Sitjar. The results show that there are different productions of lustre ceramics, both for composition of the*

bodies and for the glaze. In addition, the composition of the white ceramics is very similar to the local clays of Onda, with which it is not possible to reject that it was a question of a local production.

Key words: lustre ceramics, Onda, XI-XIIIth century, archaeometry, bodies ceramics analyses, glazes, SEM

Résumé: Dans l'article présent s'exposent les résultats de l'analyse des pâtes et les glaçure de 21 fragments céramiques représentatifs de l'ensemble trouvé dans les excavations de la Alcazaba d'Onda et qui peut être daté à de grands traits entre des fins du XIe et la première moitié du XIIe siècle. Nous avons fondamentalement fait attention à la faïence dorée et aux céramiques avec une couverture blanche. L'objectif principal est de déterminer s'il s'agit de l'une ou de quelques productions. Pour cela on a analysé la composition et la texture de la pâte, ainsi que la microstructure et la composition du glaçure au moyen d'un microscope une électronique de balayage (SEM). On ont aussi comparé aux céramiques que nous supposons des productions locales, telles que des céramiques communes du même contexte archéologique et de fragments trouvés dans le gisement archéologique califal Mas de Pere, où des fours se sont trouvés pour la fabrication de céramique. Nous avons aussi confronté avec argiles du gisement proche du Sitjar. Les résultats montrent qu'il y a des productions distinctes de faïence dorée, tant par composition des pâtes comme par celle-là du glaçure. De plus, la composition des céramiques blanches est très pareille aux argiles locales d'Onda, avec lequel on ne peut pas écarter qu'il s'agissait d'une production locale.

Mots-clés: faïence dorée, Onda, XIe-XIIe siècle, archéométrie, analyse des pâtes, glaçures, SEM

Introducción

Onda se emplaza en la cuenca del río Mijares (Castellón), en la zona intermedia entre la montaña interior (Sierra de Espadán) y la llanura costera de la Plana. De la planicie, formada por un pie de monte cuaternario, sobresalen diversos montículos triásicos, en uno de los cuales se destaca el Castillo (a 284 msnm). El montículo del Castillo de Onda, con aproximadamente 25.000 m², dada su inmejorable situación estratégica entre la llanura litoral y la serranía montañosa, ha sido, desde la prehistoria hasta nuestros días, un lugar de asentamiento humano y sitio de control sobre la zona circundante y por ende de las comunicaciones.

Aunque las fuentes escritas, tanto árabes como cristianas, son más bien parcas, las investigaciones arqueológicas de los últimos años nos están ofreciendo pruebas evidentes de que Onda fue una importante ciudad musulmana del Sarq al-Andalus. Los hallazgos, relativamente abundantes desde antiguo, se han visto acrecentados durante los últimos años. Baste recordar el yacimiento califal de Mas de Pere, con hornos de fabricación de cerámica común, o las yeserías tardoalmohades de la casa de Onda. A estos casos tenemos que añadir el descubrimiento reciente de tres casas con patios de andenes en la propia madina. Pero sobretodo hay que destacar que las investigaciones arqueológicas practicadas en la Alcazaba de Onda nos han deparado el descubrimiento de un complejo palatino islámico datado en el siglo XI), asentado sobre un edificio estatal previo que apenas empezamos a conocer.

La loza dorada objeto de este estudio fue recuperada de unos rellenos practicados en el lugar donde estuvo una puerta monumental sobre la muralla anterior a la construcción del palacio, quizás perteneciente a la primera fase. Aunque dividido en varios estratos y con un carácter fragmentario, es un conjunto homogéneo en cuanto a las formas y en cronología. Lo fechamos entre la segunda mitad del siglo XI y la primera del XII. La loza dorada supone el 12% de la cerámica vidriada del conjunto, con motivos epigráficos, vegetales y zoomorfos relacionados con piezas tradicionalmente atribuidas a los fatimíes de Egipto, aunque los hallazgos de los últimos años apuntan a una o varias producciones peninsulares de loza dorada temprana. Junto a ella hay una mayoría de cerámicas con cubierta blanca estannífera. El estudio arqueológico del conjunto ha sido realizado por Pérez Asensio y Estall i Poles².

En el presente artículo se presentan los resultados del análisis de las pastas y de los vidriados de 21 muestras (Fig. 1) representativas del conjunto hallado en las excavaciones de la Alcazaba de Onda.

Objetivos

El objetivo principal de este estudio es caracterizar arqueométricamente el conjunto de loza dorada y cerámicas con cubierta blanca encontradas en la excavación arqueológica de un vertedero de la Alcazaba de Onda, para compro-



Fig.1. Fotografías de los fragmentos cerámicos analizados en el presente trabajo.

bar si corresponde a una única producción o distintas producciones. También se pretende llegar a conocer si las piezas con cubierta blanca, sin rastro de decoración dorada, tienen composición similar a la loza dorada. Para ello se ha analizado mediante microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (SEM) la composición y textura de la pasta, así como la microestructura y composición del vidriado, de un conjunto de 21 fragmentos representativos de los distintos tipos. Además se han analizado cerámicas que suponemos producciones locales para ver si hay similitudes en la composición de las pastas, comunes del mismo contexto, así como del cercano yacimiento califal del Mas de Pere³. Con el mismo fin hemos comparado con los análisis existentes de arcillas del yacimiento local del Sitjar, utilizadas actualmente para la fabricación de loza y azulejos. Finalmente, compararemos los resultados obtenidos para la loza dorada con datos sobre la producción fatimí.

Método

De la selección del conjunto de cerámica hallado en las excavaciones de la Alcazaba de Onda, más aquella del Mas de Pere, se han muestreado 21 fragmentos (Fig. 1).

De la Alcazaba de Onda, las muestras fueron de tres tipos:

- Representación, según el análisis arqueológico, de los distintos tipos de loza dorada y con cubierta blanca sin rastro de decoración de la loza dorada. Estas muestras aparecen denominadas con la unidad estratigráfica más un número de inventario, por ejemplo 1211-1.
- Se seleccionaron algunos fragmentos de ataífores con vidriados de plomo, denominados igual que las muestras anteriores.
- Las cerámicas sin tratamiento vítreo del mismo contexto, tratándose de jarras, se denominan con la unidad estratigráfica más una letra, por ejemplo: 1222-A

Del Mas de Pere, yacimiento califal cercano a Onda con hornos de producción alfarera³, se recuperaron en prospección varios fragmentos de cerámica

común⁴. Se ha analizado una muestra correspondiente a un asa de jarra con la denominación TI.

Finalmente hemos atendido a los análisis existentes de arcillas terciarias del Sitjar, a 5 km del castillo de Onda⁵.

De cada fragmento cerámico se serró un trozo de menos de 1 cm de longitud para obtener una preparación pulida del corte transversal de la pieza. Los fragmentos serrados se embutieron en resina epoxy y se pulieron con abrasivos de pasta de diamante hasta 1 micra. Con estas preparaciones se realizó el estudio de las pastas mediante una lupa binocular y con un microscopio óptico de luz reflejada (MO). Además, con la observación de las muestras al microscopio petrográfico, se hizo un primer estudio de las características microestructurales de los vidriados.

Las muestras se observaron mediante un microscopio electrónico de barrido, SEM (*Scanning Electron Microscope*), modelo Zeiss DSM-960A de los Serveis Tècnics de Recerca de la UdG, equipado con un detector de rayos X dispersado EDS (*Energy-Dispersive X-Ray Spectroscopy*) para realizar los análisis. Se analizó la pasta a 50X, que corresponde a un cuadrado de 450 micras de lado, bastante representativo de la composición de una pasta fina, teniendo en cuenta que las piezas tienen un grosor de pared entre 500-1000 micras. Se han analizado de 1 a 3 zonas por muestra. Las desviaciones estándar entre los diversos puntos de un fragmento están por debajo del 0.15 en todos los elementos excepto para el CaO y el SiO₂ que pueden tener valores entre 0.15 y 2. En el caso de los vidriados, los análisis siempre se hicieron cubriendo el área más grande posible. Las condiciones de trabajo fueron 20 KeV y un haz de 1,5 nA.

Los datos de la composición química de las pastas se analizaron mediante un tratamiento estadístico multivariante usando el programa SPSS 18.0, tomando como variables los siguientes elementos mayoritarios K₂O, CaO, MgO, Al₂O₃, SiO₂, Fe₂O₃, TiO₂ y PbO.

Resultados

El estudio arqueológico de la cerámica dorada y con cubierta blanca de la Alcazaba de Onda² realizó una clasificación en varios grupos atendiendo a sus características formales, decorativas y la apariencia macroscópica de pastas y barnices. De esta manera se había hipotetizado que al menos había dos grupos de loza dorada y varios de cubierta blanca. En este último caso, para este trabajo, seleccionamos muestras de sólo un gran grupo de cubiertas blancas, aunque dividido en varios subgrupos.

Al primer grupo de loza dorada correspondían una serie de ataifores dorados de perfil sinuoso, que compartían similares características decorativas, básicamente una decoración tripartita en bandas con un friso epigráfico cerca del borde (I211-1 y I018-7). El grupo aparecía además sustentado por unos barni-

ces y unas pastas aparentemente similares, rasgos que llevaron a incluir en él un atafior blanco sin restos de dorado (I224-6) y otro con dorado aunque con tonalidad distinta y perfil carenado (I018-3).

El segundo grupo no compartía una sola tipología y los restos de decoración son demasiado exiguos para relacionarlos, pero fue distinguido por la tonalidad de dorado y características de barniz y pasta; se asociaron un atafior dorado (I018-10) y varias formas cerradas igualmente doradas (I018-44).

La cerámica con cubierta blanca es la más representada entre la cerámica vidriada del vertedero de Onda (55%), y es susceptible de dividirse en varios grupos según criterios arqueológicos. La mayoría de piezas finalmente fueron agrupadas en un solo tipo con dos variantes: de la primera de ellas se han analizado 5 fragmentos (I217-6, I018-42, I018-17, I211-6, I214-11), incluyendo otro fragmento que aunque vidriado en verde compartía otros rasgos de este grupo (I224-7); de la segunda se analizó un fragmento (I023-2).

Finalmente se analizó otro fragmento de una pieza que no encaja en este grupo ni en ningún otro, aunque comparte rasgos con el segundo de loza dorada (I214-19).

ANÁLISIS DE LAS PASTAS CERÁMICAS

El análisis químico de las pastas del conjunto de loza dorada y cerámica blanca indica que se trata de pastas calcáreas (>20% de CaO), mientras que la cerámica con barniz de plomo tiene contenidos del 11% de CaO (ver Figura 2A y Tabla I). La cerámica común hallada en las excavaciones de Onda y la cerámica del Mas de Pere tienen contenidos en CaO muy variables entre 11-25% en CaO.

En la Figura 2A se muestra la correlación bivalente del contenido en SiO₂ y CaO de las pastas cerámicas. En esta figura todas las muestras con esmalte estannífero están dentro de la elipse azul, excepto la muestra I217-6, que aunque tiene contenidos en CaO similares al resto de muestras de loza blanca o dorada, es más rica en SiO₂. Tampoco se encuentra dentro de la elipse azul, la cerámica con barniz de plomo (I217-10) tal y como se ha comentado anteriormente. La muestra I217-6 vuelve a presentar una composición distinta al resto de loza estannífera, según el diagrama bivalente K₂O versus Na₂O+CaO de la Figura 2B. Esta muestra, aunque por tipología se encuadraba en el grupo más numeroso de cerámicas blancas, tiene la particularidad de presentar una decoración incisa que no presenta ninguna otra pieza.

Referencia	Decoración	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	FeO	PbO
I211-1	dorada	0,43	3,91	16,70	48,55	3,80	20,47	0,89	4,39	1,06
I018-7	dorada	0,60	3,93	16,77	46,88	3,35	21,75	0,70	4,35	1,67
I214-19	blanca	0,40	2,78	14,78	49,21	3,22	23,09	0,62	4,70	1,11
I018-42	blanca	0,64	3,20	15,19	46,79	3,47	23,36	0,50	5,16	1,25
I018-3	dorada	0,91	3,95	15,47	42,34	0,52	28,38	0,48	4,35	3,25
I224-6	blanca (¿do- rado?)	0,82	2,91	15,20	40,79	0,79	31,13	0,61	4,58	3,16
I018-10	dorada (blanco azulado)	2,06	4,36	16,90	43,44	0,90	24,96	0,61	4,23	1,97
I018-44	dorada (blanco azulado)	1,44	3,78	16,33	45,27	0,77	25,39	0,59	4,25	1,78
I217-6	blanca incisa	0,96	3,04	13,15	52,76	2,24	21,09	0,56	4,40	1,54
I224-7	verde	1,30	2,81	13,61	46,21	1,84	27,53	0,46	3,99	1,64
I211-6	blanca	0,96	2,82	13,83	47,45	2,11	27,16	0,56	3,98	1,13
I018-17	blanca (azu- lada)	1,71	2,62	14,66	46,81	1,11	25,46	0,57	4,69	2,45
I214-11	blanca	1,38	2,56	14,69	44,14	1,20	25,99	0,47	4,77	4,50
I212-3	común vi- driada verde y negra	0,85	2,58	13,48	43,16	1,89	30,46	0,57	4,47	1,84
I023-2	blanca	0,79	3,79	13,62	47,11	2,40	25,40	0,59	4,50	1,80
I222-5	común vidriada	1,51	1,36	20,89	42,64	1,53	24,18	0,92	5,36	1,38
I217-10	común vidriada	0,30	2,30	21,41	50,80	5,14	11,26	0,97	6,75	1,08
TI	Mas de Pere	0,44	2,49	25,02	47,57	4,61	11,10	0,79	7,96	n.d
I222-C	común	0,32	3,98	22,37	46,57	5,57	11,07	0,88	9,32	n.d
I224-B	común	0,47	4,06	21,22	41,99	4,42	19,78	0,62	7,36	n.d
I222-A	común	0,28	3,07	20,01	38,70	4,06	25,95	0,55	7,40	n.d
MO1*	arcilla del Sitjar (5)	0,67	0,88	8,57	48,97	2,23	30,22	0,59	3,55	n.d

Tabla I. Composición química de las pastas cerámicas determinadas por SEM-EDS sobre la sección pulida de las muestras.

El tratamiento estadístico multivariante de los datos de la composición química de las pastas permite poner en evidencia las semejanzas y diferencias composicionales entre las muestras. El dendograma de la Fig. 3 se ha realizado con el conjunto completo de análisis de las pastas cerámicas, para poder comprobar la precisión de los análisis. Como se puede observar, la precisión es correcta puesto que los diferentes análisis de cada muestra aparecen juntos. Además, esto nos permite ver que los grupos (I a IV) tienen una alta fiabilidad puesto

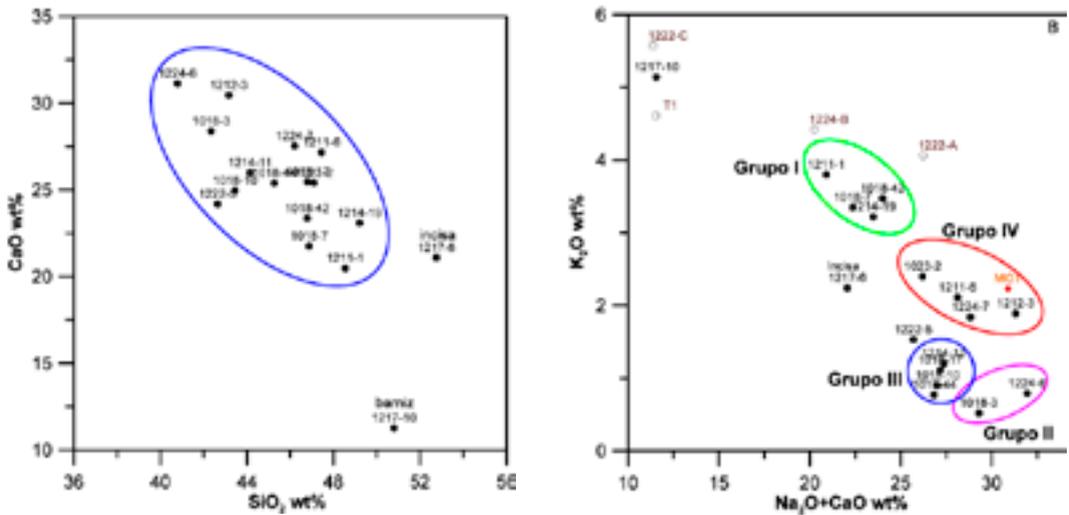


Fig. 2. A) Correlación bivariante SiO_2 -CaO de las pastas de las cerámicas de Onda que refleja la composición calcárea de las arcillas empleadas para elaborar la loza con cubierta estannífera. B) Correlación bivariante K_2O versus $\text{Na}_2\text{O}+\text{CaO}$ que permite ver las diferencias composicionales entre las muestras. Se han marcado en elipses de colores los 4 grupos de loza estannífera definidos por tratamiento estadístico multivariante.

que se agrupan en el mismo nivel que los datos de una misma muestra. Si realizamos en dendograma a partir de la media de cada muestra el resultado es el mismo que el que se presenta en la fig. 3. Se evidencia que existen seis tipos principales de pastas, cuatro de ellas relativas a las cerámicas doradas y blancas recuperadas de las excavaciones de la alcazaba y dos grupos de cerámica común con una dispersión mucho mayor:

- Hay un primer tipo, referenciado como Grupo I, que integra dos muestras de loza dorada (1211-1, 1018-7). Ambos fragmentos se corresponden con el primer grupo de loza dorada del estudio arqueológico. Además se asocian, a un segundo nivel, dos piezas con cubierta blanca (1214-19 y 1018-42).
- Un segundo tipo, referenciado como Grupo II, está compuesto de dos piezas (1018-3 y 1224-6) que según el estudio arqueológico también se integraban en el primer tipo, aunque con diferencias. Además se asocia una pieza viadrada en verde al interior y negro al exterior (1212-3).
- Un tercer tipo, referenciado como Grupo III, incluye un ataífor dorado (1018-10) y un fragmento de forma cerrada (1018-44), que según el estudio arqueológico se integraban en un segundo tipo distinguido por la tonalidad de dorado y características de barniz y pasta. También forma parte de este grupo un fragmento de cerámica blanca (1214-11).
- Un cuarto grupo, referenciado como Grupo IV, integra el resto de muestras de cerámicas blancas (1018-17, 1023-2, 1211-6, 1214-11), además de la pieza

- con cubierta verde pero asociada al grupo de cubiertas blancas (I224-7).
- Además, el resto de cerámicas comunes y vidriadas de plomo, así como la muestra del del Mas de Pere, se distribuyen entre otros dos tipos de pastas, Grupos A y B.

Finalmente, decir que la muestra de loza blanca con decoración incisa (I217-6) no se agrupa con ninguna otra muestra en el dendrograma de la Fig. 3, lo que refuerza que se trata de una cerámica con composición distinta al resto de fragmentos analizados.

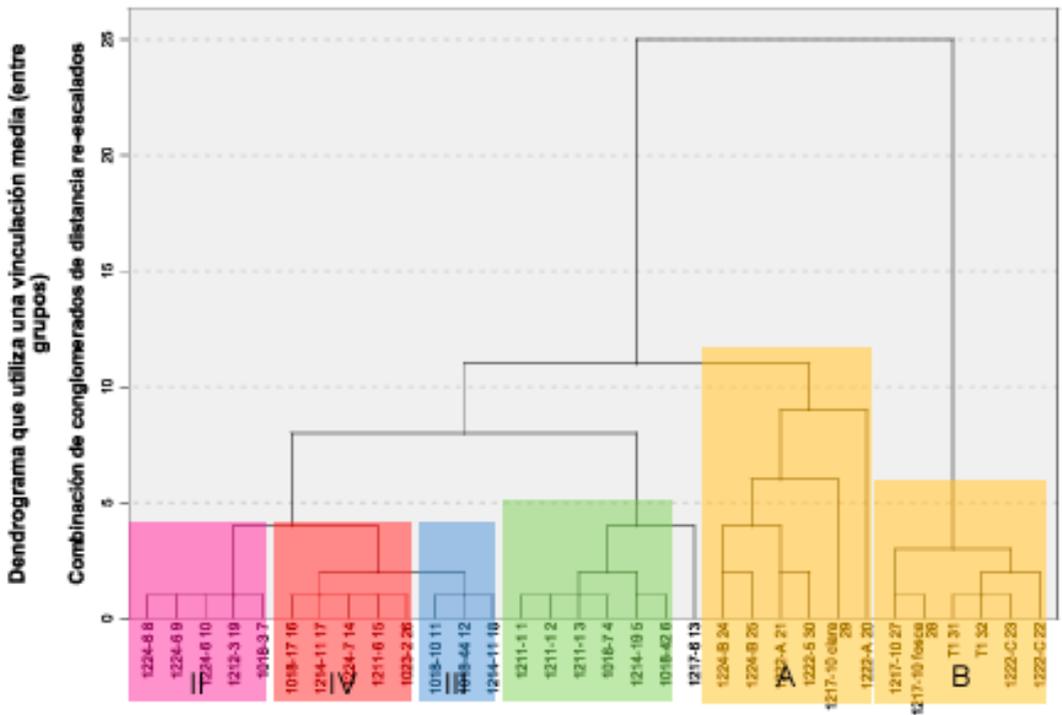


Fig. 3. Dendrograma que agrupa las cerámicas en función de la composición química de las pastas.

Las principales diferencias entre estos grupos se deben al contenido en K_2O , Na_2O y CaO como puede observarse en la Tabla I. La correlación bivalente de la Fig. 2B, permite ver que la loza dorada del Grupo I es más rica en K_2O (3,5% de K_2O) y tiene menos CaO (alrededor del 21% de CaO) que el resto. El Grupo II tiene el contenido más bajo en potasio (0,7% de K_2O) y mayor contenido en calcio (29,7% de CaO). El Grupo III es parecido en composición al Grupo II (0,8% de K_2O y 25% de CaO) pero tiene mayor contenido en

MgO (4% de MgO frente a 3,4% de MgO del Grupo II) y contenidos en Al_2O_3 del 16,6%. Finalmente el Grupo IV se caracteriza por un contenido intermedio en K_2O (1,7% de K_2O) y el contenido más bajo en Al_2O_3 (13% frente cerca del 16% del resto de loza estannífera). Lo que resulta claro, es que el Grupo I es claramente distinto de los grupos II, III y IV que tienen composiciones muy similares entre ellos, con las ligeras diferencias descritas arriba.

La cerámica con barniz de plomo (I217-10), un fragmento de cerámica común (I222-C) hallado en las excavaciones de Onda y el fragmento del Mas de Pere (TI), tienen una composición similar entre ellas: un 5% de K_2O , 11% de CaO , más del 20% de Al_2O_3 y 48% de SiO_2 . Este conjunto de fragmentos se ha denominado Grupo B en el dendograma de la figura 3. El Grupo A lo forman dos fragmentos de cerámica común (I222-A y I224-B) hallados en excavaciones de la alcazaba que tienen altos contenidos en calcio (23% de CaO). Cabe de decir, que aunque tengan un contenido en CaO parecido a la loza estannífera, se trata de pastas más ricas en Al_2O_3 y en K_2O (20% y 4%, respectivamente) y por lo tanto se trata de una producción distinta de las anteriores.

En la Fig. 2b se ha representado la cerámica común hallada en excavaciones de Onda y la muestra del Mas de Pere mediante círculos negros. En ningún caso la composición de la cerámica común sin cubierta vítrea es parecida a la composición de las lozas doradas, cerámicas blancas y con cubierta vítrea, aunque dos muestras tienen una composición próxima al Grupo I. También se ha representado la composición de una arcilla del yacimiento del Sitjar analizada por Sanfeliu *et al.*⁵. Estos autores analizaron distintas arcillas del Sitjar y concretamente la muestra MOI de su trabajo (símbolo rojo en la Fig. 2b) tiene una composición parecida a las lozas del Grupo IV.

En cuanto al estudio preliminar de la textura de las pastas, se observa que dos de las muestras (I211-1 y I018-7) tienen inclusiones de color naranja muy características (Fig.4a y b), siendo granos subredondeados de una arenisca silíceas de grano fino que tienen la siguiente composición: 8,34% MgO, 24,12% Al_2O_3 , 52,62% SiO_2 , 6,55% K_2O , 5,85% de Fe_2O_3 y 0,94% de CaO . Ambas muestras también coincidían en la composición química de las pastas, y habían sido incluidas en el primer grupo de loza dorada del estudio arqueológico, siendo posible incluso que formen parte de una misma pieza. Sin embargo, el otro fragmento de loza dorada (I018-3) y la pieza de loza blanca asociada a este grupo arqueológico (I224-6), no tienen estas inclusiones. Este dato se relaciona también con la composición química de las pastas, que ya había determinado estas piezas como un grupo aparte.

Otras inclusiones frecuentes en las pastas son restos de vidrio o de fritas. De hecho el contenido de plomo en las pastas con cubierta vítrea es superior al 1% y en el Grupo II supera el 3% de PbO , mientras que en las cerámicas comunes no se detecta plomo en las pastas. En la Fig. 4c y d se muestran imágenes de

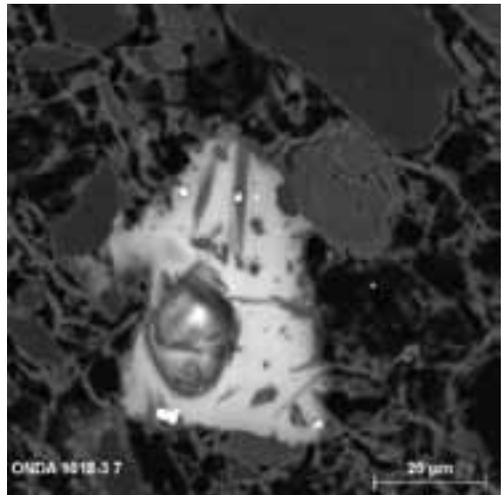
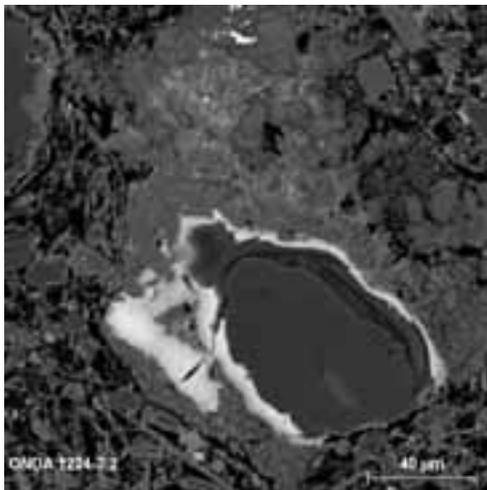
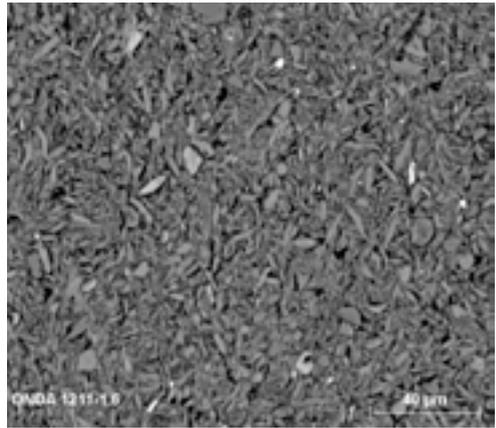
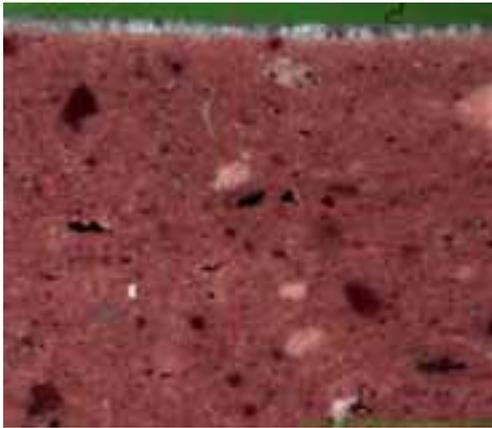


Fig.4. A) Imagen a lupa binocular de la pasta de la muestra 1211-1 en la que se aprecian las inclusiones naranjas. B) Imagen al SEM de una inclusión naranja de la muestra 1211-1 con la típica microestructura de una arenisca de grano fino. C) Imagen al SEM con electrones retrodispersados de un grano de cuarzo con aureola blanca muy rica en plomo que se encuentra en medio de la pasta de la muestra 1224-7. D) Imagen al SEM con electrones retrodispersados de una partícula de vidrio de plomo con burbuja y cristales en el interior que se encuentra en medio de la pasta de la muestra 1018-3.

SEM de inclusiones ricas en plomo. En estas imágenes se aprecia que se trata de fragmentos de vidrio o vidriado con cristales de SnO_2 en el interior. En la Imagen 4c se muestra una partícula de cuarzo rodeada de vidrio de plomo, que podría tratarse de un residuo del proceso de fritado del vidriado estannífero.

Resultados de los vidriados

En la tabla 2 se muestra la composición de los vidriados analizados en el SEM-EDS. Se ha analizado el vidriado interior o principal de los ataifores y el vidriado exterior que suele ser más delgado. Los análisis de los vidriados se presentan ordenados por los grupos definidos en función de la composición química de las pastas. La primera evidencia es que todas las cubiertas analizadas son vidriados ricos en plomo con contenidos entre 40 y 60% de PbO y entre 28-40% de SiO₂ (ver fig. 5a). Los contenidos en Na₂O son bajos y están entre 0,05 y 2,4%, por lo tanto son vidriados plúmbicos no mixtos, lo que significa que el fundente del vidriado es el plomo principalmente. En esta figura se observa que el barniz de plomo de la muestra 1217-10 tiene el contenido en plomo más alto (61% de PbO) y el menor contenido en SiO₂ (25% de SiO₂). Las lozas doradas del Grupo I, definido por el análisis de las pastas, (muestras 1211-1 y 1018-17) también tienen contenidos altos en PbO (entre 55 y 60% de PbO) pero contenidos en SiO₂ alrededor del 29%. El resto de loza con cubierta estannífera tienen contenidos de PbO inferiores al 55% y concretamente las muestras del Grupo IV son las que tienen menor contenido en PbO (alrededor del 45% de PbO) y el mayor contenido en SiO₂ (36%) y un 5% en K₂O.

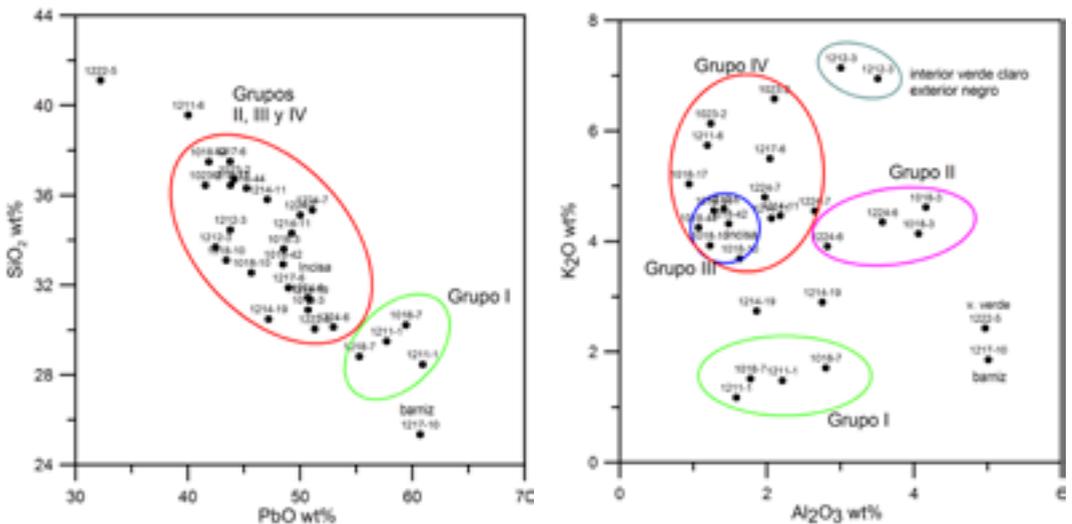


Fig.5. A. Correlación bivariante PbO versus SiO₂ de la composición química de los vidriados B. Correlación bivariante Al₂O₃ versus K₂O de la composición química de los vidriados. En círculos de colores se han englobado las muestras de cada uno de los grupos definidos a partir de la composición de las pastas. Como puede observarse en la Figura B, los grupos definidos a partir de diferencias en las pastas también se definen como producciones distintas por la composición de los vidriados.

Tabla 2. Composición química de los vidriados determinados mediante SEM-EDS sobre la sección pulida de las muestras.

Grupos	Ref.	Cubierta analizada	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	FeO	SnO ₂	PbO	MnO	Cu	espesor del vidriado
Grupo I	1211-1	interior	1,30	0,22	1,58	28,47	1,17	0,70	0,09	5,55	60,91	-	-	159
	1211-1	exterior	0,81	0,43	2,21	29,50	1,48	2,46	0,44	4,97	57,70	-	-	40
	1018-7	interior	0,97	0,58	2,80	28,82	1,71	2,09	0,49	7,25	55,28	-	-	153
	1018-7	exterior	1,35	0,32	1,78	30,24	1,52	1,05	0,24	4,26	59,43	-	-	n.d
Grupo II	1214-19	interior	2,18	0,60	1,86	30,49	2,74	2,92	0,26	11,76	47,19	-	-	126
	1214-19	exterior	2,41	0,88	2,75	31,35	2,90	3,82	0,58	4,50	50,81	-	-	123
	1018-42	interior	0,99	0,50	1,48	32,93	4,32	2,08	0,07	9,16	48,49	-	-	n.d
	1018-3	interior	1,16	0,54	4,06	30,90	4,14	3,35	0,26	4,89	50,70	-	-	277
Grupo III	1018-3	exterior	1,34	0,39	4,16	33,61	4,62	3,19	0,23	3,93	48,54	-	-	135
	1224-6	interior	1,28	0,16	2,82	30,13	3,91	1,05	0,05	7,65	52,95	-	-	261
	1224-6	exterior	0,73	0,24	3,57	31,44	4,35	0,89	0,03	8,08	50,67	-	-	149
	1018-10	interior	1,05	0,65	1,23	33,11	3,93	4,06	0,32	12,27	43,41	-	-	n.d
Grupo IV	1018-10	exterior	1,15	1,55	1,63	32,55	3,69	5,40	0,44	7,94	45,64	-	-	n.d
	1018-44	interior	1,52	0,23	1,07	36,31	4,25	2,52	0,13	8,77	45,20	-	-	269
	1018-44	exterior	1,59	0,55	1,28	37,49	4,56	3,15	0,33	9,17	41,87	-	-	173
	1211-6	interior	1,10	0,50	1,19	39,57	5,74	2,41	0,02	9,44	40,02	-	-	185
Grupo IV	1018-17	interior	1,30	0,41	0,94	36,45	5,04	1,68	0,07	10,32	43,79	-	-	267
	1214-11	interior	1,18	0,35	2,06	34,31	4,42	4,06	0,57	3,79	49,24	-	-	149
	1214-11	exterior	1,25	0,41	2,18	35,81	4,47	5,40	0,49	2,92	47,07	-	-	n.d
	1023-2	interior	0,80	1,06	1,24	36,45	6,14	4,54	0,42	7,82	41,56	-	-	n.d
	1023-2	exterior	1,00	0,98	2,10	36,71	6,58	4,38	-	4,13	44,13	-	-	98
	1224-7	interior	1,12	0,61	2,65	35,35	4,55	3,51	1,07	1,39	51,07	n.d	0,59	261
	1224-7	exterior	1,18	0,56	1,97	35,12	4,80	3,22	1,23	1,44	50,02	n.d	0,45	149

Tabla 2. (Cont.). Composición química de los vidriados determinados mediante SEM-EDS sobre la sección pulida de las muestras.

Grupos	Ref.	Cubierta analizada	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	FeO	SnO ₂	PbO	MnO	Cu	espesor del vidriado
	1217-6	interior	1,00	0,44	1,42	31,88	4,59	1,89	-	10,05	48,97	-	-	n.d
Incisa	1217-6	exterior	0,90	0,59	2,04	37,51	5,50	3,72	0,65	5,32	43,76	-	-	164
Barniz	1217-10	interior	0,05	0,58	5,01	25,35	1,86	3,64	2,24		60,69	0,58	n.d	60
Int. Verde oscuro	1222-5	interior	0,18	0,27	4,97	30,05	2,43	6,82	1,38	2,13	51,30	n.d	1,56	120
	1222-5	exterior	0,78	0,65	7,12	41,11	7,13	6,87	2,31	1,47	32,23	-	-	n.d
Int. verde Ext. negro	1212-3	interior	1,20	1,24	3,51	34,47	6,95	5,48	1,74	1,24	43,78	n.d	0,43	124
	1212-3	exterior	0,76	1,14	3,01	33,70	7,14	4,16	3,02	2,20	42,46	2,42	n.d	71

El diagrama bivalente K_2O versus Al_2O_3 de la fig. 5b refleja las diferencias de composición entre los distintos grupos definidos por la composición de las pastas.

Curiosamente, la loza dorada del Grupo I tiene contenidos muy bajos de K_2O y Al_2O_3 (valores inferiores al 2% en ambos casos), siendo como es la pasta con mayor contenido en potasio. Esto parece indicar que el vidriado se realizaba a doble cochura puesto que en ninguna de las muestras aparece una interfase típica de monococción⁶, ni difusión relevante de los elementos de la pasta hacia el vidriado. En este caso ello indicaría que el vidriado se hizo con materias primas bastante puras, o sea que seguramente empleaban arena de cuarzo y galena. En las otras producciones donde hay un mayor contenido en aluminio y potasio se podría pensar que empleaban un poco de la misma arcilla de la pasta para fabricar el vidriado.

Todas las cubiertas blancas, con o sin decoración dorada, están opacificadas por la presencia de cristalitas de SnO_2 inferiores a 1 micra. Los contenidos en estaño son variables entre un 4 y el 13% de SnO_2 y por lo general la cubierta interior tiene un contenido superior en estaño que la inferior. De todos modos, es muy difícil cuantificar correctamente el estaño por SEM-EDS, ya que normalmente se encuentra distribuido heterogéneamente. La distribución de los cristalitas de estaño está directamente relacionada con el proceso de fabricación del vidriado⁷. Con el proceso previo de tostar galena y casiterita, o con el proceso de fritado en el horno se consigue una distribución más homogénea de la casiterita. En casi todas las muestras el estaño se presenta recristalizado en grumos que debían ser los granos originales de frita o casiterita. Estos grumos tienen dimensiones entre 20 y 40 micras hasta 70 micras. Comparando el porcentaje en estaño entre los distintos grupos, vemos que el Grupo I tiene contenidos del 4-7% de SnO_2 , el Grupo II entre 4-8% de SnO_2 , el Grupo III tiene significativamente mayor contenido en estaño, entre 8-12% de SnO_2 y finalmente, el Grupo IV tiene contenidos en estaño que están entre 3-10% de SnO_2 .

En cuanto al espesor del vidriado (ver tabla 2), también se observan algunas diferencias. Las cerámicas del Grupo I tienen un vidriado interior mucho más grueso que el vidriado exterior (150 micras grosores inferiores respecto a 100 micras en el exterior). En los Grupos II y III, el vidriado principal supera las 250 micras, y el vidriado exterior está cerca de 150 micras. Finalmente, el Grupo IV no presenta unos vidriados tan gruesos como los del II y III.

Por lo que respecta al color de las cubiertas verdes, se observa que la muestra de color verde manzana que pertenece al grupo IV (1224-7), tiene un contenido en cobre alrededor del 0,5% y un contenido en SnO_2 bastante bajo, alrededor del 1,4%. La muestra con vidriado verde oscuro tiene un contenido en cobre de 1,56% y un 2% de SnO_2 . El vidriado verde interior de la muestra 1212-3 tiene un contenido en cobre de 0,43% y un 1,2% de estaño. Finalmente, el vidriado negro exterior de la muestra 1212-3 tiene un 2,42 % de MnO , responsable del color negro del vidriado.

Discusión

En vistas a los grupos definidos por la composición química de los vidriados, teniendo en cuenta la textura y la composición química de las pastas y la composición y microestructura de los vidriados, se ha determinado que existen cuatro grupos distintos de loza estannífera.

El **Grupo I** está formado por dos fragmentos de lozas (I211-1 y I018-7) que conservan decoración dorada. No se han considerado de este grupo la muestra I018-42, ni la I214-19, ya que aunque tengan pastas de composiciones químicas similares a las del grupo I, las características texturales son distintas. Los dos fragmentos de loza blanca no tienen inclusiones de arenisca, mientras que los dos fragmentos de loza dorada si tienen dichas inclusiones. Además los vidriados de las dos lozas doradas del grupo I tienen una composición similar, rica en PbO, espesores del vidriado similares y con una distribución bastante homogénea de los cristales de casiterita (fig. 5). I211-1 es el ejemplar mejor conservado de un grupo de ataifores de unos 23 cm de diámetro, con perfil sinuoso y borde exvasado, que ostentan una decoración dorada tripartita organizada en círculos concéntricos, donde destaca la existencia de un ancho friso epigráfico en escritura de tipo cúfico florido ubicado cerca del borde, además de una banda menor intermedia y un fondo ocupado por epigrafía o motivo simbólico.

El **Grupo II** está formado por dos fragmentos, uno de loza dorada (I018-3) y otro de loza blanca (I224-6). Se diferencia de los otros grupos por el bajo contenido en K_2O y el alto contenido en CaO de las pastas. Los vidriados tienen espesores de más de 250 micras, con contenidos en SnO_2 entre 4-8%; también tienen burbujas e inclusiones de cuarzo en el interior (fig. 7). I018-3 presenta en dorado un friso epigráfico con similitudes a los del Grupo I, sin embargo presenta como variante tipológica un perfil con carena baja. I224-6, comparte el mismo perfil sinuoso que las lozas doradas del Grupo I, además de otros rasgos que nos llevaron preliminarmente a asociarlo con ellas, a pesar de no tener o conservar decoración ninguna². I212-3, por el contrario, aunque a nivel de la composición química de la pasta se parecía al grupo II, no guarda relación con este grupo en cuanto tipología ni a la composición del vidriado.

El **Grupo III** está formado por un ataifor (I018-10) y un fragmento de forma cerrada (I018-44), ambos con dorado. Químicamente la muestra I214-11 también se agrupaba en este grupo, pero a nivel de textura de pastas y composición del vidriado, se puede ver que se trata de una cerámica como las del grupo IV. Por lo que respecta al vidriado, las cubiertas de las muestras I018-10 y I018-44 se distinguen ópticamente de las de otros grupos porque tienen un color ligeramente azulado. Como se puede observar en la Fig. 8, estas muestras tienen unos vidriados muy gruesos, con espesores superiores a 250 micras y además con contenidos en estaño también muy altos (8-12%). El color azulado se debe justamente a este alto contenido en estaño del vidriado ayudado

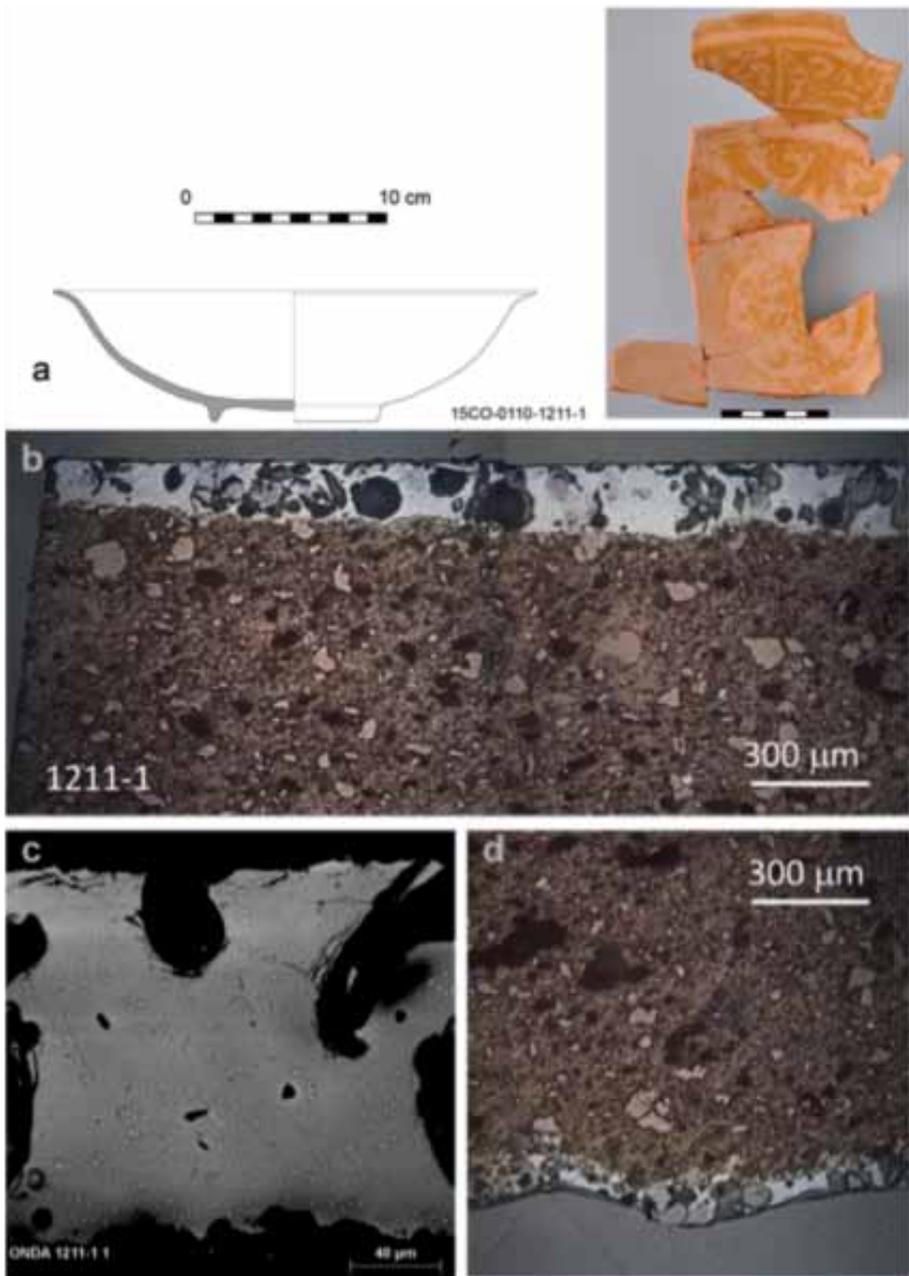


Fig. 6. a) Perfil e imagen de una pieza representativa del Grupo I (muestra 1211-1). b) imagen de MO de una sección pulida de la misma muestra en la que se aprecia el grosor y la microestructura del vidriado interior del atafior. d) imagen de MO del vidriado exterior de la muestra 1211-1. c) imagen de SEM con electrones retrodispersados del vidriado interior la muestra 1211-1 en la que se aprecia los cristales de casiterita (color claro), las manchas negras grandes que se ven dentro del vidriado son zonas de alteración alrededor de burbujas o grietas. Los granos negros son inclusiones de cuarzo dentro del vidriado.

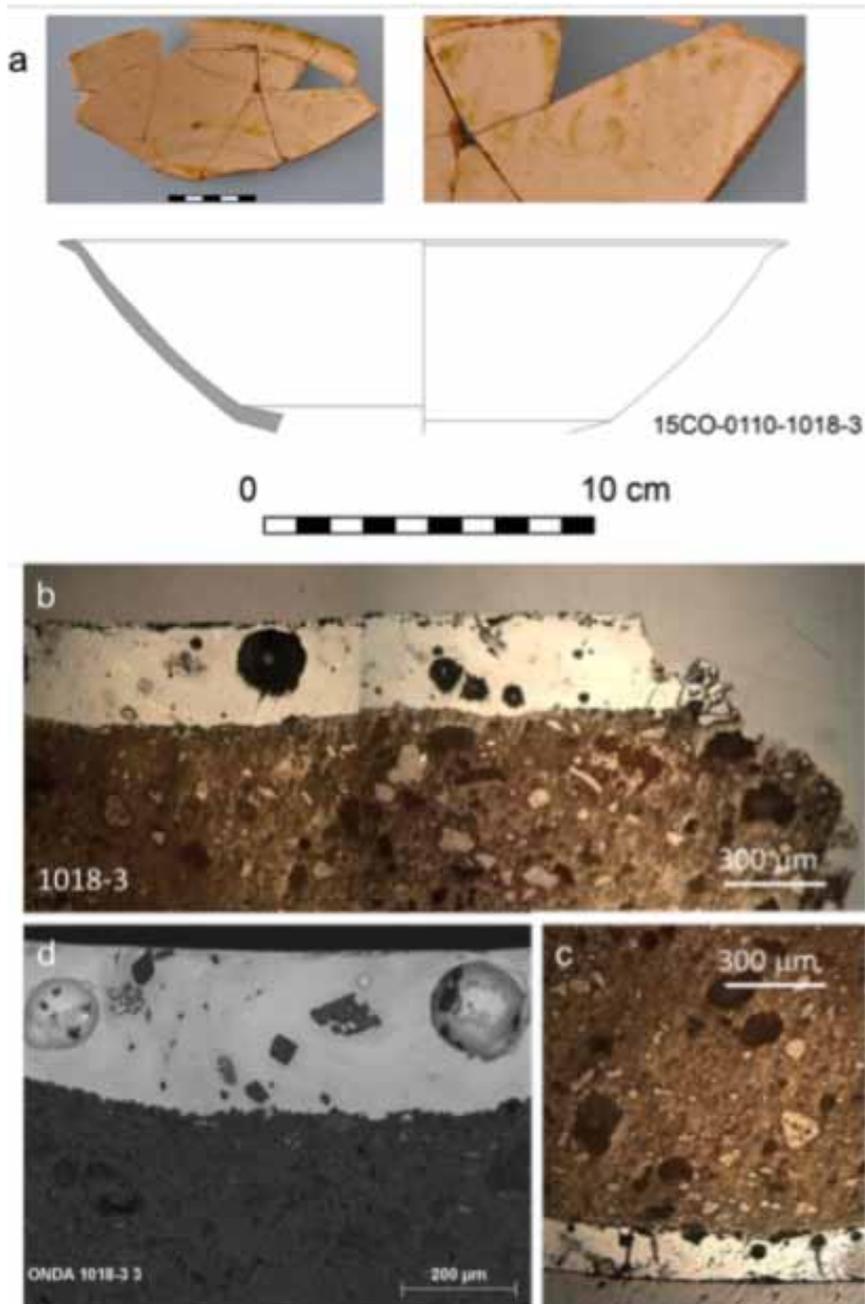


Fig. 7. A) Perfil e imagen de una pieza representativa del Grupo II (muestra 1018-3). B) Imagen de MO de una sección pulida de la misma muestra en la que se aprecia el grosor y la microestructura del vidriado interior del atafior. C) Imagen de MO del vidriado exterior de la muestra 1018-3. D) Imagen de SEM con electrones retrodispersados del vidriado interior de la muestra 1018-3 en la que se aprecian burbujas, inclusiones de cuarzo y los cristales de casiterita.

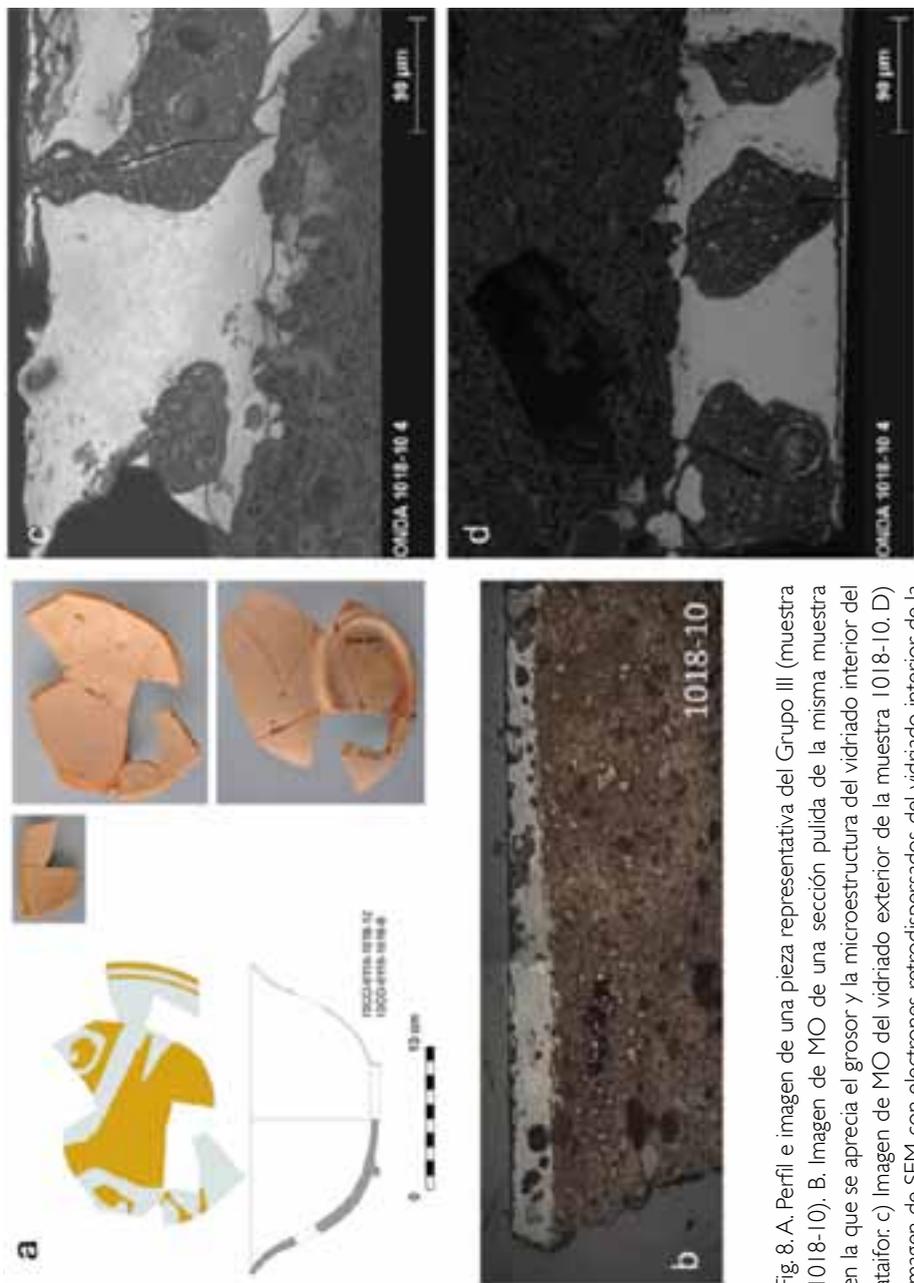


Fig. 8. A. Perfil e imagen de una pieza representativa del Grupo III (muestra 1018-10). B. Imagen de MO de una sección pulida de la misma muestra en la que se aprecia el grosor y la microestructura del vidrio interior del atafior. c) Imagen de MO del vidrio exterior de la muestra 1018-10. D) Imagen de SEM con electrones retrodispersados del vidrio interior de la muestra 1018-10 en la que se aprecian burbujas, inclusiones de cuarzo y los cristales de casiterita.

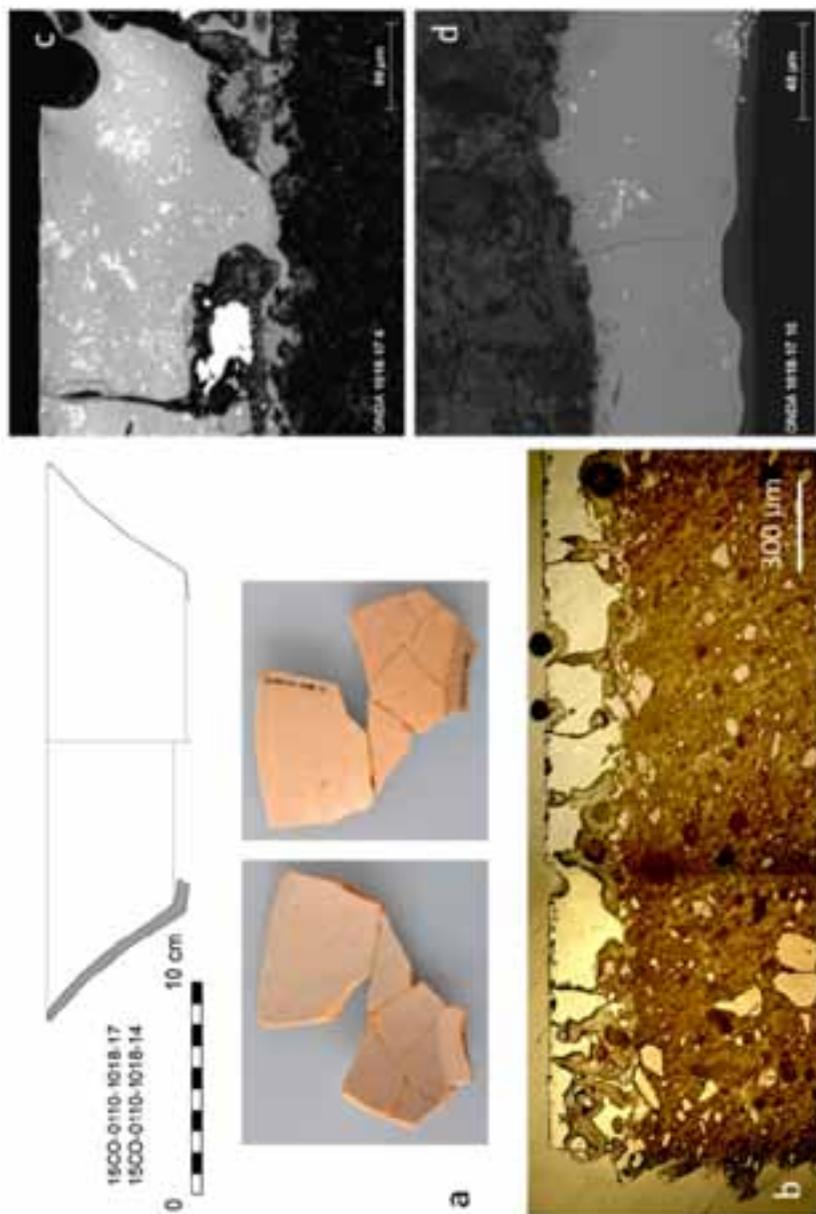


Fig. 9. A. Perfil e imagen de una pieza representativa del Grupo VI (muestra 1018-17). B. Imagen de MO de una sección pulida de la misma muestra en la que se aprecia el grosor y la microestructura del vidriado interior del atafor; C) Imagen de SEM del vidriado interior del atafor de la muestra 1018-17. D) Imagen de SEM con electrones retrodispersados del vidriado interior de la muestra 1018-10 en la que se aprecian burbujas, inclusiones de cuarzo y los cristales de casiterita.

por el grosor del esmalte, que provocan que haya una gran dispersión de la luz en la zona azul del espectro óptico. Estas lozas doradas ya habían sido asociadas por el estudio arqueológico dentro de un grupo, variable a nivel tipológico, pero con rasgos homogéneos como tonos del dorado, homogeneidad y color de los barnices, etc. Además de las muestras analizadas, se asocian otras piezas con decoración dorada².

El **Grupo IV** grupo integra la mayor parte de muestras de cerámicas blancas (1018-17, 1023-2, 1211-6, 1214-11), además de la pieza con cubierta verde color manzana (1224-7). Tienen contenidos en estaño que están entre 3-10% de SnO₂. Todos los fragmentos pertenecen a piezas que responden a características formales similares, ataifores con carenas bajas y cubiertas fundamentalmente blancas sin decoración dorada, que dividimos en dos variantes², aunque no se han analizado muestras suficientes para determinar si éstas responden a características arqueométricas distintas. En el estudio arqueológico también incluimos las piezas 1018-42 y 1217-6, sin embargo las analíticas aconsejan tratarlas de manera independiente.

Finalmente, tres piezas no ha sido posible agruparlas: 1018-42 y 1214-19 con vidriado blanco; 1217-6 además incisa bajo cubierta. Tanto 1018-42 como 1217-6 comparten una tipología similar, de ataifor carenado, muy bien representado en el Grupo IV. 1214-19 sin embargo es una pieza de perfil cónico de la que hay pocos ejemplares en el vertedero de Onda y aunque en el estudio arqueológico observamos algunos rasgos compartidos con uno de los tipos de loza dorada (Grupo III de este texto), no fue asociada a él.

Por lo que respecta a las muestras de cerámicas locales, se ha podido comprobar que hay dos grandes grupos de pastas con una heterogeneidad importante. También se ha visto que las arcillas del Sitjar tienen composiciones muy variadas y que una de ellas es similar a las cerámicas del Grupo IV. Esto podría indicar que se tratara de una producción local realizada con las excelentes arcillas de la zona.

En las pastas de la loza estannífera son frecuentes los restos de vidrio o de fritas, residuos que podrían ser mezclados con la arcilla voluntariamente para tener una pasta mejor sinterizada. Los restos de fritas y vidrio en pastas, también se encuentra en las producciones Fatimíes y es otro elemento que relaciona estas producciones con las Fatimíes aunque evidentemente al menos los vidriados tienen composiciones químicas totalmente diferentes (en particular son mucho más pobres en PbO 30-35% y mucho más ricos en Na₂O)⁸.

Tabla final de las medias y desviaciones estándares de los grupos definidos en función de la composición de las pastas y los vidriados.

GRUPOS	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	FeO	PbO
GRUPO I	0.52(0.12)	3.92(0.01)	16.74(0.05)	47.72(1.18)	3.58(0.32)	21.11(0.91)	0.80(0.13)	4.37(0.03)	1.37(0.43)
GRUPO II	0.87(0.06)	3.43(0.74)	15.34(0.19)	41.57(1.10)	0.66(0.19)	29.76(1.94)	0.55(0.09)	4.47(0.16)	3.21(0.06)
GRUPO III	1.75(0.44)	4.07(0.41)	16.62(0.40)	44.36(1.29)	0.84(0.09)	25.18(0.30)	0.60(0.01)	4.24(0.01)	1.88(0.13)
GRUPO IV	1.23(0.36)	2.92(0.50)	14.08(0.55)	46.34(1.31)	1.73(0.56)	26.31(0.98)	0.53(0.06)	4.39(0.38)	2.30(1.32)
GRUPO B	0.35(0.08)	2.92(0.92)	22.93(1.87)	48.31(2.21)	5.11(0.48)	11.14(0.10)	0.88(0.09)	8.01(1.29)	n.d
GRUPO A	0.38(0.13)	3.57(0.70)	20.62(0.86)	40.35(2.33)	4.24(0.25)	22.87(4.36)	0.59(0.05)	7.38(0.03)	n.d

Tabla 3. Composición media y desviación estándar de las pastas de los grupos definidos en este trabajo

GRUPOS	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	FeO	SnO ₂	PbO
GRUPO I	1.10(0.26)	0.39(0.15)	2.09(0.54)	29.26(0.78)	1.47(0.22)	1.58(0.83)	0.32(0.18)	5.51(1.28)	58.33(2.42)
GRUPO II	1.13(0.28)	0.33(0.17)	3.65(0.61)	31.52(1.49)	4.26(0.30)	2.12(1.33)	0.14(0.12)	6.14(2.04)	50.72(1.80)
GRUPO III	1.33(0.23)	0.75(0.49)	1.30(0.20)	34.87(2.09)	4.11(0.33)	3.78(1.08)	0.31(0.11)	9.54(1.64)	44.03(1.50)
GRUPO IV	1.12(0.16)	0.61(0.27)	1.79(0.59)	36.22(1.57)	5.22(0.83)	3.65(1.21)	0.55(0.46)	5.16(3.55)	45.86(4.09)

Tabla 4. Composición media y desviación estándar de los vidriados de los grupos definidos en este trabajo

Conclusiones

El análisis químico indica que tanto la loza dorada como las cerámicas con barniz blanco presentan pastas calcáreas (>20% de CaO), mientras que las cerámicas con barniz de plomo tienen contenidos menores (11% de CaO). El uso de arcillas calcáreas para las producciones de loza estannífera, es un recurso muy empleado desde época andalusí para obtener pastas de tonos claros que facilitan el tono blanco de la cubierta vítrea. Además las pastas calcáreas tienen un coeficiente de expansión que se adapta mejor a los vidriados de plomo estanníferos que las pastas rojizas no calcáreas⁶. Por el contrario, la cerámica común, tanto de las excavaciones de Onda como del Mas de Pere, tienen contenidos en CaO muy variables, entre 11-25% en CaO.

En las pastas son frecuentes los restos de vidrio o de fritas, residuos que podrían ser mezclados con la arcilla voluntariamente para tener una pasta mejor sinterizada. Aunque esto también se documenta en las producciones fatimíes, los vidriados son distintos, por lo que consideramos que se puede descartar este origen para la loza dorada de Onda.

Los vidriados son plúmbicos no mixtos, lo que significa que el fundente es principalmente el plomo. Al menos para la loza dorada del Grupo I el vidriado se hizo seguramente con cuarzo y galena, realizado a doble cochura. En las otras producciones, donde hay un mayor contenido en aluminio y potasio, se podría pensar que empleaban un poco de la misma arcilla de la pasta para fabricar el vidriado.

Todas las cubiertas blancas, con o sin decoración dorada, están opacificadas por la presencia estaño, por lo general con mayor contenido en el interior que en el exterior. Es además habitual que al interior el vidriado sea en torno al 50% más grueso que al exterior.

Existen tres tipos distintos de lozas doradas (Grupos I, II y III). Hay que señalar que el Grupo I de lozas doradas es claramente distinto al resto, mientras que el resto de grupos de loza dorada y cerámicas blancas son más similares entre ellos (Grupos II-IV). Los vidriados de los tres grupos de loza dorada también presentan diferencias entre ellos. El Grupo I tiene vidriados más ricos en plomo y pobres en potasio y aluminio, mientras que los vidriados de los Grupos III y IV son bastante parecidos, aunque el contenido en estaño del Grupo III es claramente superior al resto de las muestras. Aunque del Grupo I se han muestreado sólo 2 fragmentos, las similares características decorativas y tipológicas permiten afirmar que se trata de un grupo homogéneo y amplio, el mejor representado en el vertedero en cuanto a loza dorada (15 fragmentos de un mínimo de 10 piezas).

El Grupo II, con tan solo dos ejemplares muestreados y sin ser posible asociarle más por rasgos formales y decorativos, integra una pieza de loza dorada junto a otra blanca, de la que no podemos descartar haya perdido su decora-

ción. Del Grupo III hemos muestreado dos piezas. Las analíticas han confirmado que, a pesar de las diferencias tipológicas, eran correctas las similitudes visuales que nos llevaron a agruparlas en el estudio arqueológico. Por ello pensamos que otras dos piezas, también diferentes en cuanto a tipología pero con otros rasgos similares, completan este grupo de loza dorada. Todo ello indica que hay una producción que, a diferencia del grupo I, realiza loza dorada sobre distintos tipos de piezas, fundamentalmente cerradas.

El Grupo IV se distingue de los anteriores por no tener decoración dorada, siendo fundamentalmente cerámicas con cubierta blanca estannífera, junto al menos una pieza con barniz verde. Todas presentan una tipología similar, ataifores de perfil quebrado con una carena baja. Aunque en principio nos planteamos que algunas de estas piezas pudieran haber tenido decoración dorada, actualmente perdida, lo cierto es que su agrupación conjunta, sin ninguna pieza con claros reflejos metálicos, apunta más bien a que la cubierta blanca estannífera era su exclusivo tratamiento. Hemos de señalar que este grupo supone el 55% de la cerámica vidriada del vertedero de Onda. Es significativo que este grupo tenga una composición similar a la arcilla local del Sitjar.

La cerámica I217-6 no se parece a ninguna otra muestra del conjunto analizado. Aunque por tipología es exactamente igual a las del Grupo IV, su decoración incisa bajo cubierta blanca es única dentro de todo el vertedero.

Finalmente, el estudio comparativo de pastas de cerámica común de la misma época y de las arcillas del yacimiento del Sitjar, indican que el grupo IV podría tratarse de una producción local.

Bibliografía/Fuentes electrónicas

- eSTALL I POLES, V. «Excavaciones arqueológicas en el castell d'Onda. Informe previo de la campaña mayo-junio de 1.989», *Butlletí del Centre d'Estudis Municipal d'Onda*, n.º 2, (1989), págs. 105-189.
- MASON, R. B. *Sine like the sun. Lustre-painted and associated pottery from the medieval Middle East*. Royal Ontario Museum: Toronto, 2004.
- MONTMESSIN, Y. «Description analytique de la ceramique commune du testar de Onda-Mas de Pere (Castellón)», *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense*, n.º 7 (1980), págs. 243-288.
- MOLERA, J., PRADELL, T., SALVADÓ, N. & VENDRELL-SAZ, M. «Evidence of tin oxide recrystallization in opacified lead glazes», *Journal of the American Ceramic Society* 82, 10, (1999), págs. 2871-2875.
- NAVARRO PALAZÓN, J., ESTALL POLES, V. «La Alcazaba de Onda», *El Legado Andalusi*, n.º 44 (2010), págs. 76-83.
- SANFELIU, T., QUERALT, I., MARTÍNEZ, S. & DE LA FUENTE, C. «Mineralogía y ceramidad de las arcillas del yacimiento del Sitjar, Onda (Catsellón)». *Acta Geológica Hispánica*, 24, (1989), págs. 7-14.

TITE, M., FREESTONE, I., MASON, R., MOLERA, J., VENDRELL, M. & WOOD, N. «Lead glazes in antiquity: Methods of production and reasons for use», *Archaeometry* 40, [2] (1998), págs. 241-260.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido hecho en el marco de los Proyectos de Investigación del Plan Nacional de Investigación Científica, MAT2010-20129-C02-01 y HAR2008-01941 y por los proyectos financiados de la Generalitat de Catalunya 2009SGR01225 y 2009SGR01251. Agradecemos a Julio Navarro su interés en el conocimiento de la Alcazaba de Onda y en particular en el de la loza dorada, que supuso el inicio de la relación entre la investigación analítica y la arqueológica que se plasma en este estudio. También agradecemos a Jaume Coll y Claire Déléry sus acertados comentarios a nuestra ponencia expuesta en este congreso.

Notas

1. NAVARRO PALAZÓN, J., ESTALL POLES, V. «La Alcazaba de Onda», *El Legado Andaluz*, n.º 44 (2010), págs. 76-83.

2. En este mismo volumen: PÉREZ ASENSIO, M. ESTALL I POLES, V. «Primera aproximación a la cerámica dorada islámica hallada en la excavación arqueológica de la alcazaba de Onda».

3. MONTMESSIN, Y. «Description analytique de la ceramique commune du testar de Onda-Mas de Pere (Castellón)», *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonense*, n.º 7 (1980), págs. 243-288.

4. Prospección realizada por Vicent Estall i Poles y Manuel Pérez Asensio.

5. SANFELIU, T., QUERALT, I., MARTÍNEZ, S. & DE LA FUENTE, C. «Mineralogía y ceramici-

dad de las arcillas del yacimiento del Sitjar, Onda (Catsellón)». *Acta Geológica Hispánica*, 24, (1989), págs. 7-14.

6. TITE, M., FREESTONE, I., MASON, R., MOLERA, J., VENDRELL, M. & WOOD, N. «Lead glazes in antiquity: Methods of production and reasons for use», *Archaeometry* 40, [2] (1998), págs. 241-260.

7. MOLERA, J., PRADELL, T., SALVADÓ, N. & VENDRELL-SAZ, M. «Evidence of tin oxide recrystallization in opacified lead glazes», *Journal of the American Ceramic Society* 82, 10, (1999), págs. 2871-2875.

8. MASON, R. B. *Sine like the sun. Lustre-painted and associated pottery from the medieval Middle East*. Royal Ontario Museum: Toronto, 2004, Table 4.2.

