

ASPECTOS DE LA INVESTIGACIÓN ANALÍTICA SOBRE EL DETERIORO Y LOS CRITERIOS DE INTERVENCIÓN EN LOS VIDRIOS ROMANOS DE LA VILLA DE EL SAUCEDO (TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO)

Joaquín Barrio Martín

Dpto. Prehistoria y Arqueología. UAM. Madrid.

Resumen

La villa romana de El Saucedo ha proporcionado en excavación arqueológica un catálogo abundante de restos de vidrio correspondientes a dos etapas de su desarrollo (mitad del I y II d.C.- III y IV d.C.).

La disponibilidad de numerosos elementos y muestras hace posible realizar un buen trabajo de deterioro, los problemas de conservación y las intervenciones restauradoras sobre vidrios romanos. Aunque nuestro deseo ha sido centrarnos en la problemática concreta de los vidrios de El Saucedo, también hemos tenido que realizar un análisis de los planteamientos actuales sobre el tratamiento de este tipo de objetos.

Nuestra intervención va a pivotar sobre las dos premisas iniciales, integradas en un trabajo más amplio que desarrollamos sobre “conservación de vidrios romanos”, en el marco de la línea más actual de la denominada restauración científica:

- 1ª-Reconocimiento y diagnóstico eficaz de las condiciones de vulnerabilidad del vidrio romano (Vidrio romano = Vidrio alterado) con el uso de varias técnicas analíticas NDT.
- 2ª-Determinación de los criterios de actuación en vidrios antiguos.
- 3ª- Definición de procedimientos, técnicas y materiales adecuados.
- 4ª-Gestión de las variables de conservación y mantenimiento preventivo.

Planteamiento metodológico y desarrollo de la investigación.

Nuestra propuesta analítica ha tenido como objetivo preciso reconocer el deterioro así como su estado de conservación, causas y origen de esta problemática y definir una forma de intervención en este conjunto de vidrios, extrapolable a otros conjuntos parecidos. **Investigar para conservar**; esta es la prioridad de la conservación y restauración moderna, y no sólo la vertiente arqueométrica. Este aspecto se viene poniendo de relieve con énfasis por personas autoridades en materia de conservación, pues se percibe un deslizamiento serio hacia el objetivo exclusivamente arqueométrico fruto de la llegada al campo de la conservación/restauración del patrimonio de muchos científicos cuya formación este campo de la intervención en el Patrimonio Arqueológico resulta bien deficitaria.

El objetivo de la investigación analítica es reconocer los problemas sobre las propias muestras para después intervenir en los procesos de conservación con las técnicas más adecuadas. De todos modos, las estrategias de investigación del deterioro del vidrio antiguo pueden ser distintas, aún con el mismo objetivo final. En unos casos se parte de fragmentos originales y en otros de vidrios modelos preparados en Laboratorio según los patrones antiguos y sometidos a degradaciones simuladas (López/ Römich 2001). A nosotros nos parece mejor

trabajar con materia original, y por esta opción nos inclinamos, sabedores de la dificultad que entraña disponer de buenas muestras y cederlas para investigar.

En la Villa hemos contado suficientes muestras susceptibles de ser aprovechadas para analítica, algo que puede considerarse excepcional. No es fácil encontrar esta abundancia de vidrios de una cronología tan dilatada y con un espectro formal tan variado. No sólo piezas de la vajilla (cuencos, botellas, copas, vasos,...), sino también elementos de adorno (pulseras, colgantes,...), elementos para la decoración (vidrio decorativo, vidrio de ventana, teselas vítreas), restos de escorias (Aguado et al. 1999: 224-227). Por ello puede pensarse en la existencia en esta villa de una *officinae vitreorum*, que habrá de confirmarse obligatoriamente a partir de la investigación arqueométrica, como se ha hecho para el caso de Zaragoza (Ortiz 2001: 132-134).

Las muestras creemos que son representativas de todo el conjunto, aunque sin duda deberemos ampliar el lote cuando observemos elementos formales u de otro tipo, diferenciables de los ahora seleccionados. Así mismo, recoger algunas muestras de escorias cuyo análisis nos dará una pista más acertada sobre las materias primas originarias y detalles valiosos del proceso tecnológico seguido en este taller de vidrio de la Meseta.

Descripción y selección de las muestras. Se han obtenido de la campaña de 2001 nueve muestras (S-Saucedo-1 a S9). La mayoría son fragmentos que no tienen ninguna significación para determinar caracteres tipológicos o muy valiosos para definiciones arqueológicas, a tenor de las opiniones proporcionadas por los arqueólogos. En el caso de ser fragmentos minúsculos de una pieza conocida su ubicación en posición original es imposible y por tanto se podía obtener una muestra perdida sin afectar a la integridad de la colección.

En cuanto a su recuperación durante la excavación, en estos vidrios no se ha aplicado ninguna técnica específica de extracción, ni consolidantes preventivos. Tampoco se ha llevado a cabo un control temohigrométrico de secado ni un mantenimiento en ambiente con desecativos graduales. Aunque no había pasado demasiado tiempo desde la excavación, apenas seis meses hasta su entrada en el laboratorio, muchos de los fragmentos mostraban una capa de corrosión externa con falta de adherencia a la estructura, llegando a su desprendimiento en ciertos puntos de la superficie (Fig. 1). Lo mismo podría decirse de las superficies con irisaciones. En cambio cuando se detectaban áreas con masas de carbonatos (cuenco S2), la lámina estaba mejor fijada (Fig. 2).

La preparación de cada una de las muestras ha sido compleja, dada la vulnerabilidad de estos vidrios soplados. En todos los fragmentos se han tomado tres muestras minúsculas (SEM, PIXE y TXRF). Para Fluorescencia se han recogido por separado la estructura intacta y la capa de corrosión, sin que fuese posible aislar las distintas capas de la costra. En cambio para SEM se ha tomado la muestra al completo –vidrio y capas de alteración interna y externa- y hemos optado por embutir en resina la micromuestra obteniendo por leve pulido una sección con el objetivo de no perder por disolución aquellos compuestos más solubles. Para PIXE las muestras han sido completas en fragmentos de mayor tamaño.

El desarrollo metodológico de la investigación en los vidrios romanos de El Saucedo ha previsto aplicar sobre cada una de las 9 muestras estas técnicas:

-Microscopio Estereoscópico Binocular. Observación visual con detalle del estado de conservación de cada muestra. El rastreo se puede hacer sólo en superficie con la opción de obtener microfotografías (Lab. de Arqueología UAM).

-SEM con EDS. Microscopía y analítica de láminas de desvitrificación, vidrio, y sección embutidas con análisis íntegro (SIDI. UAM).

-TXRF. Analítica compositiva por separado de la estructura y de la capa de corrosión (SIDI. UAM).

-PIXE-PIGE. Análisis de las superficies y del vidrio intacto (CMAM. Parque Científico. UAM).

La combinación de algunas de estas técnicas no es una primicia (López 1999: 77-100; Kuisma-Kursula 1999; López/ Römich 2001; Weber et al 2002) pero sí algo novedoso en España en un estudio enfocado hacia la conservación de los vidrios romanos. No obstante queremos destacar las buenas perspectivas que surgen con algunas técnicas más restringidas, a la hora de reconocer los problemas de deterioro y el estado de conservación de los vidrios romanos. Es el caso de la -mCT (Tomografía microcomputerizada de Rayos-X); una técnica que ofrece alternativas por su carácter no destructivo (López et al 2001) y unos resultados muy positivos para poder comparar con otras técnicas complementarias (SEM/EDX). Rastrea con detalle la superficie y documenta sus fenómenos de deterioro, p. e. las picaduras producto de la desvitrificación y de pérdida de materia física.

Resultados analíticos y procesos de deterioro de los vidrios de El Saucedo.

Los estudios compositivos y tecnológicos sobre vidrios romanos son numerosos a nivel internacional, aunque en menor medida en nuestro país (Rincón/ Romero 2000: 49-64). No sucede así con el análisis concreto de los procesos de deterioro de vidrios romanos de extracción arqueológica si lo comparamos con los abundantes trabajos publicados sobre la corrosión de vidrieras medievales, unos resultados que a veces se quieren extrapolar a los vidrios romanos y que a nuestro entender ofrecen problemas y causas bien distintos. De todos modos, en obras generales se han definido con claridad la problemática de deterioro de los vidrios históricos y arqueológicos (Fernández Navarro 1991, Newton/ Davis 1989, Tennent 1999, ..).

Dada la brevedad lógica exigida a nuestra intervención sólo vamos a poner de relieve alguno de los resultados de SEM con EDS, que nos parecen ser relevantes en un trabajo de conservación de Patrimonio, apuntando especialmente las ventajas de esta técnicas para el cometido que pretendemos. La experiencia de otros trabajos anteriores contrastando diversas técnicas, especialmente de Microscopía SEM y de Fluorescencia (Adams et al 1997,) para reconocer no sólo el patrón vidrio sino los elementos de este deterioro, nos hace pensar que la metodología elegida puede ser eficaz. Esta asequible solución analítica (SEM con EDS) es la que mejor permite un conocimiento detallado del comportamiento del vidrio en el medio

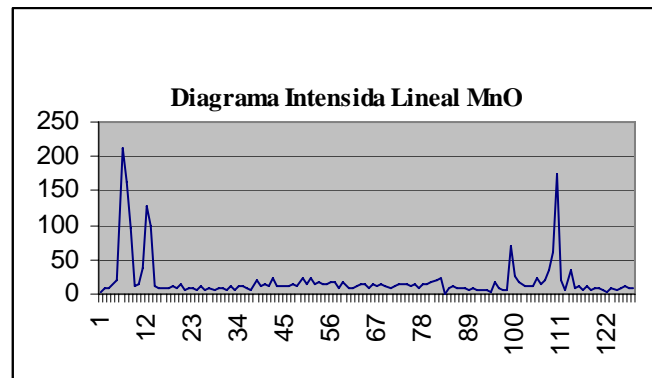
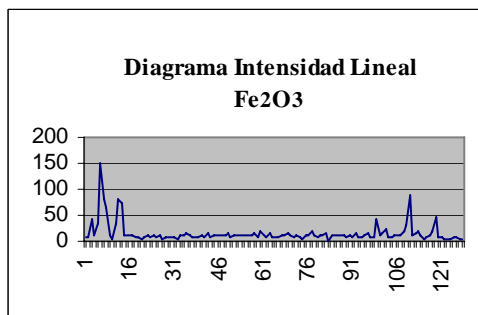
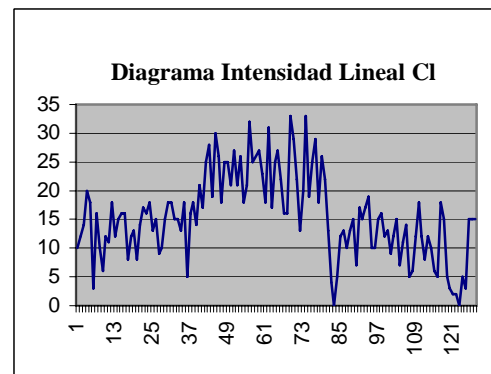
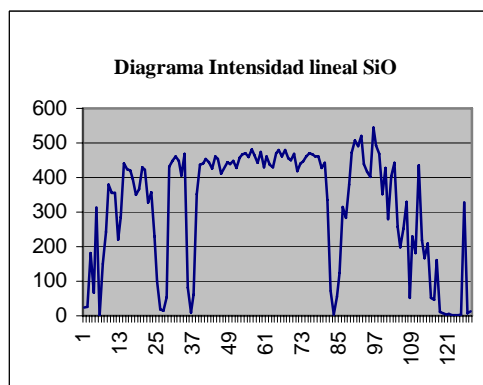
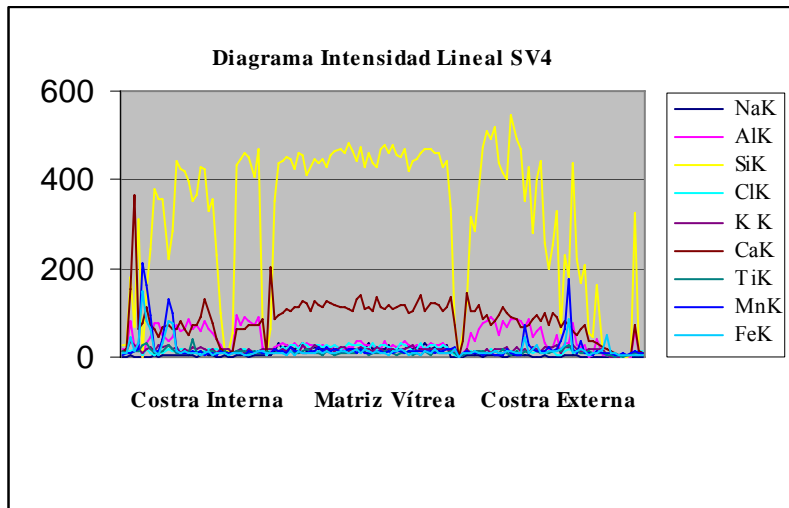
“tierra” que se manifiesta en una problemática de alteración tan singular (Ciliberto/Spoto 2000). Con esta técnica no destructiva se rastrea en profundidad la superficie del vidrio y se puede apreciar en ella cualquier problema significativo para su conservación futura (microfisuras, laminaciones, cráteres, poros, craquelado, superficies de fractura,...) (Fig.3). Sólo así se puede pensar en una intervención con garantías.

En el vidrio de El Saucedo también se puede observar con SEM y analizar con EDS y con FTRX dos tipos de degradación (Corvaia et al. 1996: 824-825); una primera corrosión que se manifiesta en los cambios de los iones de calcio, sodio y potasio, así como en la hidratación de los iones de la estructura alcalina que lleva aparejada la disolución de parte del silicio, y una segunda degradación asociada al secado del vidrio después de su extracción patente en la delaminación de la costra y la consiguiente separación de la estructura de vidrio intacta (Fig.4).

Wt % Oxidos	Na2O	Al2O3	SiO2	Cl2O	K2O	CaO	MnO	Fe2O3	TiO2	Total
SV4(matriz)	3.90	3.08	72.09	1.39	0.94	15.21	2.14	1.24		100.0
SV4-C1	0.29	10.48	73.99	0.31	1	12.20	0.66	1.07		100.0
SV4-C2	4.01	2.96	71.84	1.37	1.10	15.17	2.16	1.38		100.0
SV4-C3	0.20	10.70	78.43	0.17	0.42	8.24	0.49	1.35		100.0
SV4-C4	0.24	10.67	73.10	0.17	1.05	11.88	1.27	1.62		100.0
SV4-C5	0.19	5.38	36.50	0.13	0.41	9.58	28.58	16.60	2.14	100.0

Tabla I. Composición química de la muestra S4, mediante EDS. Corrección de resultados por el método ZAF (C1-capla interna-, C2 aC4 capas externas).

En la imagen del SEM de la sección pulida puede verse con claridad las dos áreas diferenciadas de la corrosión interna y externa; la interna en que sólo hemos podido determinar una capa y la externa donde se han localizado hasta cuatro –las más oscuras y homogéneas son de la resina y no dan espectro de elementos- (Fig.5). La obtención de este resultado es muy novedoso pues pocas veces es posible aislar diversos estratos en las concreciones. Un hecho que se refleja en todas las muestras y común a todos los vidrios enterrados antiguos, fruto de diversas reacciones químicas con el agua y otros elementos del suelo, aunque no se haya confirmado con tanta claridad. La formación de este hojaldre sin duda parece tener relación con las condiciones ambientales cambiantes en el terreno donde está El Saucedo o a ciclos de mayor o menor hidratación del terreno; un proceso de tiempo muy largo, entre un milenio y medio y dos milenios, con una historia geológica no fácil de rastrear hoy. Como puede observarse, el espesor de las capas de alteración superan ya la de la matriz, aunque ésta se muestre todavía resistente, como efecto de su composición cálcico-sódica. Por tanto estos vidrios se pueden considerar muy alterados (Fig 6).



Es destacable la definición de una zona intermedia de desprendimiento por efecto del secado postexcavación, justo en el punto donde se forman las láminas de desvitrificación, lo que define a todas luces la región más vulnerable de estos vidrios. Estos desprendimientos pueden incluso llevar aparejado la pérdida de cavernas completas (área izda de la fig.5).

Si nos atenemos a la clasificación de Hench (1977), estos vidrios de El Saucedo cabría integrarlos en la *superficie de tipo V*, que muestra un estrato de laminación lenta pero continua, donde todos los elementos del vidrio están presentes en estas láminas, integrando algunos otros presentes en el terreno, como en nuestro caso el Mn, Fe y el Ti, este último solo

presente en la última capa, mientras hay una reducción muy elevada del Si. En el diagrama de intensidad lineal puede verse la variabilidad de estos compuestos.

La presencia de cloro y calcio, aunque muy residual en conjunto, tiene una importancia destacable en la alteración y para la conservación de estos vidrios, pues podemos estar ante la presencia de sales, siempre peligrosas en condiciones higrométricas favorables, pues el aumento de volumen de dichos compuestos genera presiones en vidrios que muestran microfisuras en la pasta y áreas propicias para el crecimiento de estas subflorescencias. Suelen mostrar un desarrollo cíclico y en su manifestación externa una gradación en los estados de deterioro. El resultado final es que estos vidrios tanto romanos como medievales evidencian una notable fragilidad motivada por estos procesos físico y químico (Brill et al 1961; Bailly 1990: 135-141).

Queremos traer como referencia un trabajo sobre vidrios romanos de Qumrân (4-48 AD). En él se pone manifiesto esta comparación y complementación de procedimientos técnicos que estamos manejando en nuestro trabajo; mediante Microscopía se determina la composición general del vidrio y mediante una técnica de Fluorescencia más específica μ -SRXRF. (Adms et al. 1997:260-261). Y mediante μ -PIXE se realizan unos mapas de una sección pulida para observar la concentración de componentes en un punto determinado. Se puede comprobar el estado intacto del núcleo del vidrio, la emigración a la superficie en forma de costra de Na, Ca, Al y K, los porcentajes similares de Si y el enriquecimiento gradual de Mg. La costra es especialmente rica en Ca, en forma de CaCO_3 o $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. En la formación de la costra intervienen tanto los componentes del propio vidrio original como los del suelo.

La precipitación de la sustancia negra es el Mn, en forma de MnO_2 . Se alternan bandas de enriquecimiento de distintos minerales. El surgimiento y el orden y el tamaño relativo de estas subcapas varía bastante de unas muestras a otras, al igual que hemos detectado en los vidrios de El Saucedo.

Conclusiones

A partir de estos datos de investigación arqueométrica, es posible extraer estas conclusiones de cara a la conservación de la colección de vidrios de El Saucedo:

A.-Medida profiláctica: promover mínimas intervenciones durante la excavación, y si es posible intentar promocionar la "no intervención" directa sobre los vidrios. Sólo tareas de prevención: tratamientos de preconsolidación y de unión de fragmentos inconexos, sencillos y eficaces que garanticen la seguridad físico-química del objeto.

B.- Adquisición de hábitos saludables de conservación preventiva, intervención y mantenimiento de los vidrios arqueológicos, en especial definiendo el problema de conservación más importante: eliminación de capas y fijación de elementos superficiales, en atención a criterios que a la situación original del vidrio, a conceptos estéticos –pátina-, de

legibilidad, conservacionistas. Se han manifestado siempre numerosas controversias que han dado lugar a propuestas diferenciadas a la hora de la intervención sobre los vidrios romanos de procedencia arqueológica.

Bibliografía

- Adams, F. et al. (1997) *Micro and Surface Analysis in Art and Archeology*, Journal of Analytical Atomic Spectrometry, March 1997, Vol. 12, (257-265).
- Aguado et al.(1999) *El yacimiento arqueológico de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo): Balance y perspectivas*, CuPAUAM, 25.2, 193-250.
- Bailly, M. (1990) *Le verre, en Berducou M.Cl. (ed.) La conservation en Archéologie*, Chap. IV, Ed. Masson , Paris, 120-162.
- Brill et al. (1961) *Scientific examination and consolidation of ancient glass*, Studies in Conservation, 6, 135-139.
- Ciliberto/ Spoto (2000) *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*. Chemical Analysis, Monographs, volume 155, Ed. Wiley-Interscience, New York.
- Corvaia et al. (1996) *Conservation of Glass Recoverd from Shipwerck Site*, 11 Triennial Meeting Edimburg, ICOM, 819-825.
- Fernández Navarro, J.M. (1991) *El Vidrio*, CSIC, Madrid
- Hench, L.L. (1977) *Physical chemistry of glass surfaces*, XI International Congress on Glass, Praga, Julio 1977, vol II, 342-369.
- Kiusma-Kursula, P. (1999) *PIXE and SEM Studies of Old Finnish and European Glass and European Oyster Ostrea Edulis*, University of Helsinki, Report series in Physics, HU-P-D80.
- López , E.(1999) *Estudio analítico y desarrollo de métodos de intervención conservativa de vidrio arqueológico (siglos XV-XVIII) de la Comunidad Valenciana*. Tesis Doctoral Inédita. Universidad Politécnica de Valencia, Facultad de Bellas Artes San Carlos, Dpto. de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.
- López/ Römich/ Cornelis/ Jacobs & Tennent (2001) *Special corrosion Phenomena on Glass objetc*s, en I International Conference on the History, Technology and Conservation of Glass and Vitreous Materials of the Hellenic World, Rhodes (Greece), 1-4 April 2001, e.p.
- López & Römich (2001) *Corrosion Phenomena of Archeological Glasses and their simulation in the Laboratory*, en Science and Technology for the safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin, July 2001, Universidad de Alcalá de Henares.CD.
- Newton & Davison (1989) *Conservation of Glass*, Butterworths, London.
- Ortiz Palomar, M^a E. (2001) *Vidrios procedentes de la provincia de Zaragoza: El Bajo Imperio Romano*. Catálogo: Fondos del Museo de Zaragoza. Institución Fernando el Católico (CSIC), Zaragoza.
- Rincón/ Romero (2000) *Microestructura y microanálisis de vidrios antiguos. Una visión de propias experiencias*, en Fernández/ Pastor (eds.), Jornadas Nacionales sobre Restauración y Conservación de Vidrios, Fundación Centro Nacional del Vidrio, La Granja de S. Ildefonso,49-64.
- Tennent, N.H. (1999) (ed) *The Conservation of Glass and Ceramics - Research, Practice and Training*, James & James Ltd, London.
- Weber et al. (2002) *Use of PIXE-PIGE under variable incident angle for ancient glass corrosion measurements*, NIM B 189, 350-357.