

*Aplicación de la metodología arqueométrica al estudio  
de cerámicas. Teoría y desarrollo práctico:  
el caso de un grupo de cerámicas  
localizadas en Mérida*



**JOSÉ ANTONIO ESTÉVEZ MORALES**

---

– 1 –

**INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo consta de dos partes diferenciadas aunque íntimamente relacionadas de tal manera que, el segundo apartado no podría llevarse a cabo sin entender y asumir los postulados marcados en el primero de ellos. En éste se hace un recorrido por los principales conceptos y prin-

cipios teóricos que determinan la metodología arqueométrica extendidos al caso de Mérida, mientras que en el último de los capítulos se muestra la aplicación práctica a un grupo de cerámicas comunes romanas del período altoimperial localizadas en dicha ciudad.

---

– 2 –

**EL CONCEPTO DE ARQUEOMETRÍA**

El concepto de Arqueometría se define como la aplicación de una serie de técnicas provenientes de otras disciplinas científicas, fundamentalmente, de la Ciencia de Materiales y las Ciencias Naturales a la resolución de problemas arqueológicos, irresolubles desde la metodología tradicional empleada en Arqueología. La fundamentación de esta última se basa en la observación denominada macroscópica (empleo del ojo humano o de simples lentes de aumento) y en los conocimientos teóricos previos del investigador, por medio de los cuales se establecen clasificaciones y se extraen determinadas conclusiones. Éstas se tornan sin ninguna apoyatura demostrable en términos de establecer la proceden-

cia de objetos de cultura material, en determinadas cuestiones de índole tecnológica o en el ámbito de las cronologías (datación). En cambio, el procedimiento o metodología que caracteriza a la Arqueometría tiene que ver con la obtención de esta información de carácter indirecto, no visible, mediante técnicas de laboratorio que, aunque mejorables en el día a día de los trabajos arqueométricos, constituyen el único camino a seguir si se quiere conocer la naturaleza de distintas realidades arqueológicas.

El ámbito en el que se desarrolla el presente estudio es el de la caracterización de materiales arqueológicos, en este caso cerámicos, uno de los grandes campos de estudio arqueométricos junto a



los métodos geofísicos de prospección y la datación absoluta. Con respecto al que interesa aquí queda claro que la única vía posible para conocer la naturaleza de las cerámicas pasa por aplicar una metodología arqueométrica. Conviene aclarar a tal respecto que ésta es útil si se la considera un medio para obtener una serie de informaciones y no un fin en sí misma, por lo que no se trata de hacer análisis sin más y sí de reflexionar acerca de las mejores herramientas al alcance.

En cuanto a la realidad arqueométrica, en nuestro ámbito regional, la situación se define por una falta de tradición de este tipo de estudios, reflejado en la ausencia de talleres caracterizados física, química y mineralógicamente, así como en una escasa, anticuada y, en ocasiones, errónea relación de trabajos geológicos de campo<sup>1</sup>. Tras dejar atrás estas limitaciones aparece todo el entramado teórico básico que propone un estudio arqueométrico. Se trata tanto de conceptos, muchos de ellos íntimamente relacionados con la Arqueología, como de las técnicas más adecuadas para la resolución de los problemas planteados.

La primera cuestión a la hora de iniciar un estudio de estas características es contar con un esquema teórico previo sobre el que trabajar. Algunos autores hablan en concreto de “aproximación interactiva continuada de un modelo”, verdadera interacción de informaciones procedentes tanto de la arqueología, etnografía, geología, etc., como de las técnicas de laboratorio (Buxeda et alii., 1994: 46). En dicho esquema debemos tener muy claro cuales son los problemas arqueológicos que nos

llevan a aplicar una metodología arqueométrica.

En este estadio inicial tienen un papel importante las denominadas probabilidades a priori (Picon y le Miere, 1987: 883-901). Se trata de argumentaciones de naturaleza etnográfica, geológica, histórica, técnica etc. que muestran la probabilidad de que un grupo de cerámicas desconocidas tenga su origen en una determinada zona más que en otra (Picon, 1992: 19).

En el caso de *Augusta Emerita*, capital de la Lusitania, existen una serie de factores que permiten establecer unas probabilidades a priori, que parecen sustentar un posible origen local para la fabricación de cerámica. Entre aquéllas, deberíamos situar que la capitalidad de la provincia romana podría facilitar toda una sucesión de actividades artesanales<sup>2</sup>, de las cuales una de ellas sería la producción y abastecimiento cerámico. En determinados casos, es indudable que ciertas clases cerámicas tendrían más posibilidades de haber sido importadas que de haber tenido un origen local, sin que esto se entienda como un axioma apriorístico infalible<sup>3</sup>. Entre las clases más proclives a ser producidas localmente se hallarían las comunes. Estudios etnográficos, sobre sociedades de tipo no industrial, hablan de que la relación coste/beneficio se decanta a favor de una extracción de materias primas, para el cuerpo de la vasija, en un radio de escasos kilómetros<sup>4</sup>. Este dato muestra la elevada posibilidad para ese tipo de sociedades, pero hay que ser precavidos al equiparar totalmente dicha situación con la que se daría en *Augusta Emerita*, durante la segunda mitad del s. I d.C., ya que es, cuando menos, peligroso. La razón

1 Un ejemplo de esta aseveración se puede ver en la Hoja Villarreal-Badajoz del Mapa Geológico de España, escala 1:200.000, donde cada una de las compañías que han participado en su elaboración han utilizado un simbología distinta para lo que parecen las mismas formaciones geológicas.

2 Ejemplos de esta cuestión los tenemos en la existencia de talleres de escultura (Nogales Basarrate, 1992) o de lucernas (Rodríguez Martín, 1996).

3 En la mayoría de los trabajos publicados sobre cerámicas comunes, éstas son asociadas irrefutable y apriorísticamente a

un origen local. Ésta es una práctica enormemente general y peligrosa pues se ha demostrado falsa en varios casos (Cau, 1993; Olcese, 1991), por lo que creemos que hay que hablar en términos de mayor o menor probabilidad y no de una seguridad casi absoluta, en cuestiones de cerámicas comunes y procedencias.

4 Muy interesantes son las aportaciones a esta cuestión de algunos autores fundamentalmente anglosajones (Rye, 1981:12; Bishop et al., 1982:315-316; Arnold, 1985:32-60).

hay que buscarla en el desconocimiento que existe, en muchos casos, del proceso de producción cerámica desde época romana hasta la actualidad.

Aparte de esta razón de tipo histórico, para la zona de Mérida, habría que situar otras de carácter etnográfico. La existencia de una alfarería tradicional en dicha ciudad hasta nuestros días<sup>5</sup>, si bien, no alcanzó nunca la extensión e importancia de la que se concentró y se concentra, al sur, en el núcleo alfarero de Salvatierra de los Barros<sup>6</sup>, indicaría al menos la existencia de arcillas utilizables para la producción cerámica. En concreto, la localización de Mérida en plena cuenca del Guadiana, se caracteriza por una presencia muy destacada de materiales neógenos que consistirían en arcillas caolínico-ilíticas, con escaso contenido de carbonatos y elevado de óxidos de hierro. Esta es una de las razones, junto a una atmósfera de cocción oxidante, de la apariencia rojiza de las principales piezas de alfarería, tanto de este núcleo como de los restantes de la provincia.

En el esquema previo sobre las cerámicas objeto de estudio, los problemas arqueológicos planteados estaban relacionados con la tecnología empleada en la fabricación de las cerámicas (temperatura alcanzada, materia prima empleada, posible adición de desgrasantes etc.), así como con su posible lugar de procedencia. Siempre entendiendo que la información analítica debe complementarse con las propiedades o características morfológicas, funcionales, cronológicas, etc., para no convertir a la cerámica en una estadística más (Bishop et al., 1982: 280). Se

constituyeron a partir de aquí una serie de probabilidades a priori. La primera promovía la posibilidad de que a la hora de elaborar las piezas, los alfareros hubieran dado distintas características a la materia prima empleada, utilizando distintas pastas en función del útil a realizar. Alvarado y Molano (1994: 283-284) planteaban en su estudio de los materiales cerámicos aparecidos en el denominado vertedero de la calle Constantino<sup>7</sup>, entre los que había otras clases cerámicas aparte de las comunes, la existencia de al menos 8 tipos de pasta aunque se podían resumir en dos<sup>8</sup>. La existencia de estos diversos tipos de pasta podía deberse a estrategias de explotación de los recursos de uno o varios talleres, a cambios culturales en la elección de una manufactura cerámica u otra, o a variaciones composicionales en la pasta de las cerámicas, etc. Todos estos factores pueden influir, en mayor o menor medida, y dificultar la relación de similitud o de diferenciación, que se intenta establecer entre el taller y los productos que fabrica. Con respecto al segundo gran problema arqueológico planteado, como ya se ha discutido, el del origen de las materias primas, la hipótesis de partida era la de que se tenía ante sí un material cerámico de carácter local, procedente de un taller de la ciudad<sup>9</sup>. Para los investigadores que han estudiado el material (Alvarado y Molano, 1994), la argumentación venía dada por un conjunto de hechos que se daban en él. Así, el factor de que hubiera una homogeneidad cronológica, en torno a las segunda mitad del siglo I d.C., con otras zonas de la ciudad en las que se habían localizado

5 Ver Carretero et al., 1980.

6 Existe un trabajo publicado en el que se puede obtener una panorámica etnográfica de este centro de Salvatierra (Carretero et al., 1980).

7 En este posible vertedero aparecieron otras clases cerámicas, aparte de las comunes, entre las que se encuentran cerámicas de paredes finas, lucernas, terracotas y pesas de telar (Alvarado y Molano, 1994: 283; Rodríguez Martín, 1996).

8 Estos dos investigadores advierten que dichas reflexiones son fruto de una metodología en la que el ojo humano tiene el papel principal y que, de esta forma, no han caracterizado las pastas (Alvarado y Molano, 1994: 283).

9 A favor claramente de la teoría del taller local están tanto Alvarado y Molano, como Rodríguez Martín (Rodríguez Martín, 1996: 162). Este último ha estudiado las cerámicas de paredes finas, lucernas, sigillatas y terracotas aparecidas en el vertedero de la calle Constantino y expresa su opinión al respecto: "Con el hallazgo en este depósito de material de desecho, deformado, mal cocido, etc., se constata, por primera vez en la ciudad, la presencia de un taller dedicado a la fabricación de paredes finas, lucernas, terracotas y cerámicas comunes; pese a no contar aún con la estructura del horno, que a buen seguro, debe hallarse en sus inmediaciones".



áreas dedicadas a la producción cerámica, junto a la similitud de pastas en recipientes de distintas calidades y, sobre todo, los probables defectos de elaboración y cocción (grietas, superficies pegadas, deformaciones etc.)<sup>10</sup>. Pese a esta adscripción inicial a un taller de la ciudad de *Augusta Emerita*, hay que reconocer que los argumentos, aunque pueden llegar a ser importantes, no son concluyentes. El único razonamiento que tendría visos de verosimilitud, el de las piezas con defectos u otras aparecidas que se utilizaban para la producción cerámica (atifles), sería un criterio de validación<sup>11</sup> con un peso significativo si dichas muestras hubieran aparecido inequívocamente asociadas a un taller. Es decir, que el material en el proceso de excavación estuviera dentro de un horno o en sus proximidades<sup>12</sup>.

La primera consecuencia del razonamiento anterior es que la hipótesis original sobre la existencia de un taller local, en el que se hubiesen elaborado estas cerámicas, debía ponerse en tela de juicio y también se debía alterar el planteamiento inicial del trabajo. Así al principio se trabajaba en un contexto de zona de incertidumbre o espacio de no resolución (Picon, 1984b: 303-317; Picon y le Miere, 1987: 883-901), donde las características analíticas de las materias primas de un determinado espacio físico serían indiferenciables, en cualquiera de los puntos posibles de extracción que se contemplasen. La razón de esta situación habría que buscarla en un mismo origen y trayectoria geológica para toda la zona, por lo que la discriminación entre arcillas sería prácticamente imposible aunque se aumentasen el

número de técnica analíticas. De esta concepción del estudio se llega a otra determinada por una zona de conjunción (Picon, 1984b: 303-317; Picon y le Miere, 1987: 883-901).

La naturaleza de una zona de conjunción no tiene nada que ver con la que caracteriza a una zona de incertidumbre. El significado de aquélla se traduce en la presencia de al menos dos zonas de incertidumbre que pueden presentar tipos de arcillas semejantes. Incluso pudiendo no tener un origen geológico común pueden llegar a ser confundidas. Sin embargo, al contrario que ocurría con una zona de incertidumbre, en una zona de conjunción sí se pueden llegar a diferenciar dos tipos de arcillas provenientes cada una de alguna de las zonas de incertidumbre que la componen. La explicación está en aumentar el número de atributos o características para eliminar las semejanzas accidentales.

Si hasta este punto se ha mostrado el entramado que envuelve un estudio de cerámicas y su relación con la parte más teórica de la arqueometría<sup>13</sup>, extremo que será retomado hacia el final del presente capítulo, es hora de explicitar ciertas nociones acerca de la relación entre cerámicas y técnicas analíticas, conexión que no sigue una línea unidireccional hasta tiempos recientes y que ha estado (en ciertos aspectos todavía sigue así) plagada de equívocos fruto del desconocimiento.

La aplicación de técnicas de caracterización de materiales a objetos arqueológicos no es un hecho reciente, aunque la impresión pueda ser esa. Es tan antiguo que se puede retrotraer la mirada al siglo

10 Estas y otras razones pueden ser contempladas en el trabajo de Alvarado y Molano (Alvarado y Molano, 1994: 283).

11 Se trata de argumentos no composicionales y de carácter cualitativo que ayudan a reseñar la semejanza de origen entre cerámicas cuya procedencia se conoce y otras que permanecen indeterminadas. En este sentido la presencia de piezas defectuosas, la forma, la decoración, el revestimiento, el color, el desgrasante, la elaboración, la difusión, la cronología, las fábricas, la localización de piezas que intervienen en la producción (p. ej. atifles), etc. son lo que en arqueometría se denominan criterios de validación (Picon y le Miere, 1987; Picon 1992:20).

12 A unos cien o doscientos metros del vertedero apareció una

estructura de horno (Alvarado y Molano, 1994: 282-283), pero creemos que este no es un dato con la suficiente fuerza para asociar el material cerámico a dicho taller. Aparte de por esa cierta distancia entre material y estructura, además hay que tener en cuenta que los alrededores de la fosa donde apareció aquél habían sido removidos por maquinarias y a juicio de Alvarado y Molano (Alvarado y Molano, 1994: 283), la topografía del lugar se había modificado.

13 Aquí la referencia exacta y concreta es a la parte de la Arqueometría que se encarga de la caracterización de materiales, por lo que se ha dejado a un lado los otros dos grandes campos de estudio: los métodos geofísicos de prospección y la datación absoluta.

XVII para ver los primeros ejemplos de esa conexión. No obstante, las caracterizaciones de cerámicas se pusieron en marcha un siglo después (Caylus, 1752). Aunque la mayoría de los trabajos publicados hasta pleno siglo XX son de índole tecnológica, no se debe dejar en el tintero algunos que se ocupaban de la determinación de origen. Es el caso de Richards (Richards, 1895), que plantea que un grupo de cerámicas atenienses por él estudiadas tienen unas diferencias tan mínimas entre sí que deben tener el mismo origen. Tiempo después va a aparecer un concepto clave en las determinaciones de origen, como es el Postulado de Procedencia<sup>14</sup> (Weigand et alii., 1977: 15-34). Ya en el presente siglo, especialmente en los últimos 20 años, se ha asistido a lo que algunos autores han llamado etapa de producción industrializada de resultados (Maggetti, 1990:65-88), especie de revolución industrial arqueométrica como consecuencia de factores tecnológicos: progresos informáticos, estadísticos y analíticos.

A grandes rasgos se puede establecer una división de la Arqueometría en dos escuelas o concepciones: una sería la que se ocuparía de cuestiones de tipo tecnológico y la otra tendría como objetivo la procedencia de los materiales. Esta diferente postura, reflejada en congresos y publicaciones, se ve ejemplificada en distintos autores, entre los que resaltarían Noll y Maniatis para la parte tecnológica, y a Bishop, Sayre etc. en cuanto al campo de las procedencias.

Como ha sido apuntado, la anterior diferenciación no es la única, ya que se pueden marcar diferencias relacionadas con la aplicación de técnicas de caracterización química, por una parte, o utilizar en cambio técnicas mineralógico-petrográficas. La justificación hay que buscarla en la formación académi-

ca y la experiencia de los distintos investigadores. Como representantes de la primera escuela, la química, tendríamos a investigadores de ambos lados del Atlántico, como Picon, en Europa, y Harbottle, Bishop etc. en Estados Unidos, mientras que de la segunda, la mineralógica, repartida también por ambos continentes, contaríamos con Shepard en los Estados Unidos y Maggetti en Europa. Incluso entre investigadores que obtienen resultados empleando la caracterización química se pueden seguir caminos distintos por medio de los elementos químicos que se deseen computar. De esta manera, se puede hablar de una escuela anglosajona, aunque no exclusivamente, con una tradición de trabajar los elementos químicos que se presentan a nivel de trazas. Es decir, en menor cantidad del 0.1% de la composición total y con el argumento de que el tipo y la cantidad de esos elementos químicos, son características únicas en arcillas o productos cerámicos y reflejarían perfectamente la litología original (Rice, 1987:390; Bishop et al., 1982: 294). La técnica empleada para la determinación y cuantificación de esos elementos trazas sería la Activación Neutrónica. Por contra, la escuela europea, aunque tampoco exclusivamente, se decantaría por la determinación elemental de mayoritarios, minoritarios y trazas. Los primeros se dan en más del 10% del total composicional, mientras que los segundos irían del 0.1% hasta el 10%. Las técnicas utilizadas mayoritariamente serían la Fluorescencia de Rayos X y la Espectroscopia de Absorción Atómica.

En España, las primeras aplicaciones arqueométricas se dan en los años 70 y fundamentalmente a partir de los años 80, si bien hoy en día, todavía siguen siendo demasiado escasos los ejemplos<sup>15</sup>, ocupando espacios mínimos y como anexos muchas

14 Dicho principio es una formulación en la que se promulga que dos cerámicas que hayan empleado arcillas con el mismo origen geológico, deben presentar diferencias menores entre sí que otras dos que no hayan sido fabricadas con la misma materia prima.

15 Proponemos la lectura del estudio de la situación en España realizado por García Heras y Olaetxea (García Heras et al., 1992).



veces de investigaciones tradicionales. Se les reserva de esta forma menor peso en el discurso expositivo e interpretativo con respecto a los estudios de tipo tradicional, basados en criterios de forma y decoración con fines cronotipológicos. Como en otros tantos aspectos de la ciencia la explicación a esta situación no puede ser ni sencilla ni simplista sino que enlazaría con diversas cuestiones:

1.-Si el nacimiento de la Arqueometría hay que buscarlo en la implicación de investigadores procedentes de otras disciplinas distintas a la Arqueología, en España no ha ocurrido lo mismo. A lo que hay que unir, el poco interés y evidente respeto de la mayoría de los arqueólogos por aplicar correctamente las técnicas analíticas que puedan resolver los problemas arqueológicos planteados.

2.-La escasez de equipos interdisciplinares bien planificados y que interactúen continuamente, o bien, de arqueólogos que se formen en estas disciplinas.

3.-Los escasos y mal utilizados recursos materiales y humanos destinados a la investigación en España.

4.-La dificultad de acceso a las técnicas y el coste elevado en ocasiones también son obstáculos para el desarrollo de la arqueometría.

5.-La desilusión que produce en algunos arqueólogos la no resolución de algunos de los problemas planteados por medio de la arqueometría, ya sea por un mal planteamiento del estudio, ya sea porque la resolución del método no dé para más. Incluso, la Arqueometría va a mostrar toda una problemática con la que no se había contado a priori, aparte de la propia arqueológica.

6.-La llegada de teorías arqueométricas a España se suele producir un tiempo después de su desarrollo en el lugar o lugares de origen. A la falta de crítica exhaustiva de esos trabajos se une el come-

ter errores que ya no se producen en el lugar de origen.

Un planteamiento o modelo teórico correcto debe tener en cuenta, aparte de todo el entramado teórico hasta ahora expuesto, una línea evolutiva de reflexiones que acerquen las técnicas caracterizadas a la realidad de las cerámicas que en cada momento se estudien<sup>16</sup>. Básicamente la filosofía del trabajo es la de confiar en un método en el que continuamente se "interroga" al entramado analítico para ver las posibilidades de extraer información y las dificultades que nos podemos encontrar. Las cuestiones a tener en cuenta serían:

1.-¿Qué parte de la muestra se va a analizar?

2.-¿Es una técnica destructiva o no destructiva?

3.-¿Cuál debe ser la cantidad de muestra a emplear?

4.-¿Cómo se va a preparar la muestra y qué instrumento es necesario?

5.-¿Son útiles los instrumentos que tenemos para la naturaleza de la muestra?

6.-¿Cuál es el coste de los análisis? ¿Qué tiempo conllevan los análisis?

7.-¿Cuál es la sensibilidad del equipo? ¿Con qué elementos vamos a trabajar?

8.-¿Cuál es la exactitud del equipo y qué tipo de estándares de calibración se utilizan?

9.-¿Cuáles son las limitaciones de la técnica en todos los aspectos?

10.-¿Qué tipo de transformaciones estadísticas habrá que realizar para trabajar la gran cantidad de datos generados?

11.-¿Qué cuidados debe tener el arqueólogo al recuperar y estudiar el material?

Se comprenderá y es lógico suponer además que cada una de estas precisiones deben ser el fruto del diálogo y la colaboración entre el analista y el arqueólogo o del arqueómetro<sup>17</sup> y el analista. Los



16 Se pueden seguir estas y otras reflexiones en Rice (Rice, 1987: 373-374).

17 El apelativo arqueómetro se enmarca dentro del campo de la

arqueometría del que apenas ha salido y designa al investigador que se vale de técnicas analíticas para su aplicación a la arqueología.

recelos mutuos que se plantean en no pocas ocasiones no conducen más que a deficientes planteamientos e irresoluciones de los problemas planteados, ya que la cuestión no es hacer análisis laboratoriales de materiales cerámicos solamente, sino conjugar los aspectos arqueológicos que subyacen con las posibilidades analíticas que se nos ofrecen y de aquí extraer inferencias acerca de la sociedad de una determinada etapa histórica, fin último que sería la aspiración más deseable fruto de toda una serie de pasos y esfuerzos.

La caracterización de materiales cerámicos debe tener muy presente la idea de que lo que aparece ante cada investigador es un material natural alterado por el hombre, por tanto, que puede presentar realidades diferentes a las esperadas según las leyes de la geología. En palabras de Maggetti (Maggetti, 1981: 121-122) la cerámica cuando llega al analista es el resultado final de un largo proceso que abarca cinco estadios: extracción de la materia prima, manufactura (modelado y cocción...), uso y fractura, enterramiento y, por último, análisis. Todas estas fases dejan su huella en la cerámica y poco a poco hay que ir desvelándolas. Como esto no puede hacerse con una sola técnica es necesaria la complementariedad de análisis químicos y mineralógicos. La intencionalidad es un mejor conocimiento de los factores comprendidos en la historia del útil, clave para determinaciones de origen, tecnología empleada, funcionalidad, cronología y condiciones de enterramiento (Maggetti, 1981: 122).

En la segunda parte de este trabajo se han descrito las condiciones laborales concretas de las técnicas empleadas para la caracterización de las cerámicas, por lo que ahora se discutirán cuestiones más generales referentes a dichos análisis.

Una de las principales consideraciones es la obligación de reflejar los objetivos del trabajo en términos químicos y mineralógicos de forma que puedan ser entendidos a partir de la presencia/ausencia de constituyentes, de temperaturas equivalentes de

cocción (Roberts, 1963) y de la adición o decantación de las materias primas.

La finalidad de una caracterización mineralógico-petrográfica es la del reconocimiento de los constituyentes minerales, tanto cualitativa como cuantitativamente. A partir de esas características hay que establecer asociaciones y definir fábricas mineralógicas, entendiendo por éstas la distribución, frecuencia, forma, tamaño y composición de los componentes de una cerámica (Whitbread, 1989). La aproximación petrográfica se constituye así en un valioso medio de identificación de zonas de extracción de materias primas, a partir de las inclusiones presentes en la pasta.

Entre los inconvenientes que presenta esta caracterización, se cuenta el carácter cualitativo de la información suministrada, a la que difícilmente se le pueden aplicar métodos estadísticos y, por ende, la mayor dificultad de cara a la confección de grupos cerámicos semejantes. Asimismo, la petrografía es poco útil en cerámicas consideradas finas (cuidadas) ya que la ausencia de inclusiones va a impedir el conocimiento de las características geológicas.

La caracterización química se orienta a la identificación y cuantificación de los distintos elementos químicos presentes en la pasta cerámica. Cuando se determina la composición de una cerámica aparecen una serie de elementos, determinados fundamentalmente en forma o no de óxidos, pero que no ofrecen información acerca de a partir de qué mineral se encuentran presentes. Es la caracterización mineralógico-petrográfica la que puede aportar dicha información, de ahí la necesidad de una complementariedad.

A la hora de la determinación composicional de un grupo de cerámicas y su adscripción a una particular zona o región de materias primas, cada investigación se enfrenta a tres peligros principales: la variabilidad natural de las arcillas, las alteraciones humanas (adiciones y decantaciones) y las alteraciones producidas durante el uso de la pieza o su



enterramiento (lixiviaciones, intercambios de cationes etc.). Pese a ello, se debe llegar a la definición del denominado Grupo de Referencia o Referencia localizada (Picon, 1973; Picon et al., 1987: 16-17), o lo que es lo mismo, a la identificación del patrón composicional: grupo de cerámicas o de arcillas con el mismo origen. Se debe traducir en fábricas identificadas, pastas a partir de las cuales se obtienen dichas fábricas y área de origen de la materia prima.

En el caso práctico que nos ocupa, al no estar trabajando sobre un taller, y por ello no cumplirse la premisa de conocer el origen de las cerámicas o arcillas, la agrupación de cerámicas será la denominada Unidad de Referencia Composicional de Pasta (Buxeda et al., 1994:) que no implica una zona de procedencia. Se puede salir de esta situación siempre que tras los resultados obtenidos por el proceso interactivo o modelo empleado se asocien patrones entre una Unidad de Referencia Composicional de Pasta y un Grupo de Referencia.

Hasta ahora todos los aspectos que se han venido considerando son cruciales para la buena marcha de un estudio arqueométrico y en esta línea no hay que dejar de lado el de la elección de las muestras a trabajar (muestreo) y el tratamiento de los datos obtenidos tras la caracterización química. Se ha de decidir las muestras<sup>18-19</sup> que deben participar como sujetos en el proceso interactivo o modelo teórico-práctico, así como darle la respuesta adecuada a la ingente cantidad de datos provenientes de una caracterización química.

Es en este estado de la investigación donde hay que hacer intervenir las aplicaciones estadísticas. Así, el conocimiento exacto de los fines u objetivos que se persiguen con ella es de importancia capital para su éxito. Es necesario, pues, definir exacta y correctamente, evitando toda clase de ambigüeda-

des, los aspectos fundamentales y los accesorios de la población estadística. Para lo cual se ha de partir con las ideas muy claras y definir qué se entiende por población y cuáles son sus elementos integrantes, así como los caracteres que van a someterse a estudio.

Un muestreo bien realizado debe prevenir tanto los errores muestrales como los sesgos (G. Barbancho, 1982: 396). Los primeros son los que se derivan de la aspiración, difícilmente conseguible, de conocer en profundidad y de forma exacta, las características de la población a muestrear. Los segundos son errores específicos de las muestras debidos a su falta de representatividad y a los llamados errores de observación: cálculos equivocados, mala definición de los elementos y sus características etc. Si con los errores muestrales siempre hay que contar, en cambio los sesgos son eliminables. Lo único que hay que conseguir es representatividad de la muestra, por ejemplo introduciendo el azar a través de un muestreo aleatorio simple (sin reposición). De esta manera todas las muestras posibles tienen la misma probabilidad de ser utilizadas para el estudio.

En el trabajo que nos ocupa la población serían todos los individuos que tuvieran unas características de identificación idénticas. Esta premisa resulta difícil de aplicar en un conjunto cerámico formado por una clase cerámica, la de las comunes romanas, que no presenta unas características particulares y homogéneas sino que se define por ser distinta a otras clases cerámicas mejor reconocidas o definidas (sigillatas, paredes finas, ánforas etc.). En virtud de este problema de indefinición sería imprescindible marcar unas características comunes a todas ellas y diferenciar unas de otras. Puesto que ¿hasta qué punto tendrán una naturaleza compartida una cerá-

18 Hay que consignar que la denominación de nuestras piezas será la suma de la sigla arqueométrica que es siempre la letra M (de Mérida) más un número de orden, seguido de la numeración de Alvarado y Molano. Así, la primera pieza sería M1 (sigla arqueométrica)-45 (numeración de Alvarado y Molano).

19 La forma de proceder sería, por ejemplo, la de reunir toda la población a muestrear en un recipiente y extraer aleatoriamente el número de individuos que creamos procedente para que la muestra sea representativa.

mica con una funcionalidad relacionada con el fuego, por ejemplo una cazuela, y otra que forme parte de una vajilla de mesa, como puede ser el caso de un vaso con decoración a ruedecilla? La respuesta a este dilema no es fácil ni concluyente por lo que para evitar la complejidad de un trabajo en el que se den estas dos realidades u otras, hay que aislar esas realidades, estudiarlas aparte y, posteriormente, comparar los resultados.

Esta última particularidad no ha podido ser atendida en el estudio de las cerámicas comunes que en la segunda parte de este trabajo se presenta. El material cerámico fue seleccionado previamente por los investigadores que lo estudiaron desde el punto de vista tradicional (Alvarado y Molano, 1994: 283), por lo que ya no se disponía de toda la población sobre la que poder muestrear. Así que a partir de la selección<sup>20</sup> del material realizada por estos investigadores, se seleccionaron las muestras con las que se creía poder resolver los problemas arqueológicos planteados, tanto los tecnológicos como los de procedencia. Los resultados obtenidos tras el estudio tienen su valor lógicamente, pero no serán estadísticamente significativos, es decir, no se debe dar el paso de extender al conjunto de la población y de modo general las conclusiones particulares obtenidas. Incluso no se debería hablar de población, en sentido estricto, sino de una descripción de una parte de la población a analizar.

El conjunto de partida por tal limitación y desconocimiento comprendía tipos cerámicos diferenciados, desde cerámicas que irían al fuego (cazuelas, platos de borde bífido, ollas etc.), otras de mesa (jarras, vasos decorados a ruedecilla), hasta piezas

de almacenaje (barreños) u otras que tendrían una funcionalidad relacionada con trabajos artesanales (fusayolas, atifles). Bien es verdad que tras la observación macroscópica con lupa binocular, donde se describieron los 127 individuos que componían la selección inicial y después de estudiar los resultados obtenidos de la clasificación mediante un método matemático<sup>21</sup>, se empezó a trabajar arqueométricamente con un conjunto algo menos heterogéneo que el de partida.

Con respecto al tratamiento estadístico de los datos, hay que destacar la enorme utilidad de la aplicación de las técnicas estadísticas a las ciencias históricas y a la arqueometría en particular. Su influencia se observa en la capacidad de esas técnicas estadísticas, como herramientas descriptivas para resumir amplios conjuntos de datos medidos y con parámetros fácilmente comprensibles. A todo ello hay que unir la posibilidad de extraer conclusiones gráficas respecto a las propiedades de una población, teniendo como base dicho muestreo.

La caracterización química, con su carácter cuantitativo, ofrece grandes facilidades para aplicaciones estadísticas. En cambio, la caracterización mineralógica-petrográfica necesita de esfuerzos añadidos para convertir su naturaleza cualitativa en cuantitativa<sup>22</sup>. Es la gran cantidad de datos generada en el análisis químico, la que hace imprescindible la utilización de tratamientos estadísticos univariantes, bivariantes o multivariantes, para enfrentarse a tal volumen de información. En este sentido, se han utilizado principalmente métodos multivariantes como consecuencia de hacer determinaciones de más de una docena de elementos químicos, entre

20 La selección es un concepto que no tiene nada que ver con el de muestreo. En la inmensa mayoría de los trabajos arqueológicos tradicionales y en demasiados de los arqueométricos, se sigue empleando la selección que no es ni más ni menos que la elección intencional de un número de individuos a partir de una serie de características externas o de criterios. Como no sabemos muchas veces si esos criterios son los adecuados y encima seleccionamos individuos a partir de ellos, estamos introduciendo errores sistemáticos difícilmente cuantificables y formando grupos. Está claro que la población

sobre la que muestrear debe ser consensuada y los elementos que la componen han de estar bien definidos, pero a partir de ese marco digamos general deben tomarse unos individuos u otros en función del azar (muestreo).

21 Modelo que explicaremos en este mismo capítulo, cuando hablemos de las técnicas estadísticas.

22 Nos estamos refiriendo a experiencias de contaje de puntos, cuantificaciones de tamaño de granos, relación granos/matriz, etc.



mayoritarios, minoritarios y trazas. En opinión de algunos autores (Bishop y Neff, 1989: 59), la finalidad de un método de análisis multivariante es explorar la información, generar y testar hipótesis y reducir la información. Por medio de este proceso se desvelará la estructura subyacente a los datos, a modo de presencia diferencial de los puntos de información en el espacio n-dimensional definido por las concentraciones elementales. Ahora bien, estas técnicas matemáticas de reconocimiento de patrones pueden imponer una determinada estructura al conjunto de la información, lo que supone un peligro evidente que hay que discernir con un especialista.

En este estudio se ha aplicado la técnica del análisis de agrupamiento utilizando las distancias euclídeas<sup>23</sup> al cuadrado media y empleando el algoritmo aglomerativo del centroide<sup>24</sup>. Se trata, en resumen, de un método de representación bidimensional y que, por tanto, reduce la cualidad multivariante de la matriz, hecho que puede producir considerables distorsiones<sup>25</sup>. A pesar de estos inconvenientes, con este método es factible observar la tendencia de agrupamiento del conjunto de la información. Es decir, es un método de clasificación en el sentido de que a partir de él, se pueden constituir diversas clases o conjuntos cerámicos. La filosofía subyacente al método es la de considerar a cada cerámica como una composición con unos valores determinados en cada elemento químico, a partir de lo cual se irán comparando dichos elementos indivi-

dualmente con los presentes en otro individuo cerámico. Para ello se toman las cerámicas de dos en dos hasta que se comparan todas y cada unas de las muestras del conjunto en cuestión. Al final aparecerán en el dendrograma o diagrama arborescente<sup>26</sup> una serie de pequeños grupos, formados por muestras que serán más similares a otras del mismo grupo, que a las restantes de otros grupos del dendrograma. Estos grupos que se han formado se confrontarán a los datos arqueológicos, cronológicos, tipológicos, estilísticos, con la finalidad de verificar, completar o rectificar las clasificaciones fundamentadas en datos arqueológicos (Picon, 1984a: 380).

Una última precisión es la de que los datos químicos deben ser normalizados y estandarizados, a pesar de que esta operación plantea ciertos problemas que hay que conocer previamente<sup>27</sup>, para no trabajar con los datos brutos que falsearían en cierta manera los resultados obtenidos. La normalización se ha practicado para repartir entre todos los elementos determinados el valor de lo no determinado. Con la estandarización lo que se consigue es equiparar el peso de cada uno de los elementos químicos, ya que si no se hiciese los elementos con más presencia, como el SiO<sub>2</sub> (muy presentes en la naturaleza), reducirían la contribución de otros elementos, como el Rb (con una presencia mucho más reducida). Para ello, cada elemento individual será considerado en relación a la media de ese elemento para todo el conjunto y según la desviación estándar<sup>28</sup>.

23 La distancia euclidiana es tal que su cuadrado sea igual a la suma de los cuadrados de las diferencias de concentración de cada uno de los constituyentes.

24 Este algoritmo se ha empleado para los resultados químicos obtenidos por fluorescencia, mientras que para los resultados de la observación con lupa binocular hemos utilizado el UPGMA, siendo ambas maneras diferentes de utilizar la distancia euclídea entre individuos.

25 Nos estamos refiriendo por ejemplo a que las uniones, más cercanas a la base, de piezas cerámicas próximas, pueden quedar bien representadas, algo que no ocurre entre las que se unen a mayor distancia.

26 Cada cerámica será representada mediante un trazo vertical a la base del diagrama. Cuando dos de estos trazos verticales se unan por medio de un trazo horizontal o puente, esto marca una semejanza entre las composiciones de las dos cerámicas correspondientes. Las semejanzas que existan entre dos o más cerámicas serán más fuertes cuando el trazo horizontal que sirve de unión para ellas, permanezca a menor altura por encima de la base del dendrograma.

27 Para la normalización: problemas de alteraciones y contaminaciones y su influencia en la composición, así como asunciones sobre temperaturas de cocción.

28 Esta es la más o menos grande dispersión de los porcentajes de un constituyente alrededor de su valor medio.

### APLICACIÓN DE LA ARQUEOMETRÍA A UN GRUPO DE CERÁMICAS COMUNES PROCEDENTES DE MÉRIDA

Fruto de un trabajo presentado como Tesis de Licenciatura, bajo la dirección de D. Enrique Cerrillo Martín de Cáceres y Dña. María Jesús Liso Rubio, hemos trabajado por primera vez, desde la Universidad de Extremadura, en el campo de la Arqueometría en general y en el de la caracterización de materiales cerámicos en particular. Concretamente, nuestra elección se centró en un grupo de cerámicas comunes romanas altoimperiales de un vertedero de la ciudad de Mérida (Alvarado y Molano, 1994). Nuestro interés en trabajar con cerámicas comunes venía dado por ser la clase cerámica con más lagunas informativas. Nos resultaba bastante contradictorio que, a pesar de su abundancia en la mayoría de los hogares de la época, no hubieran sido objeto de una mayor atención por los investigadores. Buscar una razón para esta "marginación" no es fácil, aunque sí podemos apuntar que, su aspecto más o menos basto, el apriorismo cerámica común-cerámica local, la poca probabilidad de haber sido comercializada, fruto del anterior apriorismo, junto al interés por otras producciones más escasas, de aspecto más cuidado y a las que se le presupone más capacidad comercial (caso de sigillata, paredes finas o ánforas), han influido enormemente en la situación en la que nos encontramos.

La elección de un material de época romana era una consecuencia de nuestra impresión de que la información que tendríamos de partida sería bastante positiva. Fundamentalmente centrada en un cierto conocimiento de las estructuras de producción, de las vías de comunicación, de los núcleos de población y de las tipologías cerámicas.

El denominado Vertedero de la calle Constantino de Mérida (Alvarado y Molano, 1994) se localizó

durante unas intervenciones arqueológicas del año 1990 en una zona al sureste de Mérida (figura 1), en la que además aparecieron toda una serie de estructuras, posiblemente productivas, tanto al interior como al exterior de la muralla fundacional, proporcionando al barrio un claro carácter artesanal. A ello hay que unir, en 1992, la aparición de la planta de un posible horno y parte de otra estructura de igual función.

En cuanto al material extraído del vertedero (colmatado por la deposición de escombros, mezclados con carbones, estucos y arenas) estaba compuesto por cerámicas comunes, paredes finas, lucernas, algunas sigillatas gálicas e hispánicas, atifles, terracotas y pesas de telar. La propuesta cronológica se realizó a partir de las formas aparecidas de cerámicas de paredes finas, con toda la tipología promovida por Mayet como originarias de Mérida, y las lucernas, especialmente los tipos Dressel 11B, Dressel 12 y Dressel 13, como ejemplificadoras de su adscripción temporal en torno a las segunda mitad del siglo I d.C.

En cuanto a la selección efectuada (lámina 1 - figuras 2 a 5), para su caracterización arqueométrica, entre las cerámicas comunes del período altoimperial romano se tuvo la oportunidad de trabajar con ejemplares de varios grupos tipológicos: barreños, cazuelas, jarras de boca ancha, jarras de cuello cilíndrico, jarras de boca trilobulada, ollas, tapaderas, morteros, platos de borde sencillo, platos de borde bífido, cuencos semiesféricos, grandes jarras, vasos negros con decoración a ruedecilla, jarras colador, pebeteros y piezas relacionadas con la producción cerámica (atifle). En concreto el listado de individuos cerámicos estudiados atendiendo a su forma es el siguiente<sup>29</sup>:

29 Como se verá en algunos individuos no ha sido posible determinar su forma exacta según la propuesta tipológica de Alvarado y Molano (Alvarado y Molano 1994) por no aparecer en

ella. Otros presentan tales semejanzas formales que pueden llegar a confundirse, como cuencos y algunos platos de borde sencillo, así como entre algunas formas de cazuelas y otras de ollas.





**FIGURA 1**  
Plano de la Ciudad de Mérida: localización del vertedero (1) y el horno cercano (2)

M1-45	barreño	M30-244	Plato de borde sencillo
M2-62	Cazuela	M31-246	Plato de borde bifido
M3-67	¿Cuenco?	M32-247	Plato de borde bifido
M4-82	Tapadera	M33-248	Colador
M5-107	Jarra	M34-251	Vaso decorado a ruedecilla
M6-117	Plato de borde bifido	M35-254	Cazuela
M7-123	Plato de borde sencillo	M36-255	Cazuela
M8-131	Plato de borde bifido	M37-257	Plato de borde sencillo
M9-136	Plato de borde sencillo	M38-258	Plato de borde sencillo
M10-137	Plato de borde bifido	M39-259	Olla
M11-142	Cazuela	M40-260	Plato de borde bifido
M12-144	Cuenco	M41-261	¿Cazuela?
M13-148	Barreño	M42-263	Cazuela
M14-151	Plato de borde bifido	M43-264	¿cazuela?
M15-157	Vaso con decoración a ruedecilla	M44-267	Plato de borde bifido
M16-168	Forma indeterminada	M45-268	Plato de borde bifido
M17-171	Cazuela	M46-275	Cazuela
M18-172	Pebetero	M47-283	¿Olla?
M19-173	Cuenco	M48-321	¿Cazuela?
M20-197	Vaso decorado a ruedecilla	M49-322	¿Jarra?
M21-215	Cazuela	M50-324	Jarra de boca trilobulada
M22-217	Olla	M51-325	Atifle
M23-218	Cazuela	M52-344	Olla
M24-222	Vaso decorado a ruedecilla	M53-381	Tapadera
M25-226	Cazuela	M54-390	Cazuela
M26-235	Jarra de boca trilobulada	M55-405	¿Cazuela?
M27-239a	Barreño	M56-239b	Olla
M29-241	Cazuela	M57-240b	Cazuela
M28-240a	Olla		

### 3a. Materiales y Métodos

Tras la elección de 127 piezas procedimos a estudiar sus características macroscópicas a partir de la observación con lupa binocular Olympus Szh, equipada con un objetivo de 1X y otro de 2X, además de un zoom continuado de 0.75X a 6.4X, siendo las observaciones estandarizadas a 10X, 30X y 50X. La iluminación también fue estandarizada con una fuente de luz fría Olympus Europe Highlight 3000 con intensidad High y brillo 3. Como resultado de este

proceso nos decantamos por reducir el número de muestras y trabajar con los 57 individuos cerámicos que mostraban más afinidad macroscópica.

Estas muestras que fueron desprovistas de la capa superficial, con un torno de dentista, para eliminar las posibles contaminaciones para, posteriormente, triturarlas y homogeneizarlas en un molino de bolas (modelo Spex Mixer 8000) equipado con una celda de carburo de tungsteno. El polvo cerámico resultante fue utilizado para la determinación de la composición química por FRX (Whiston, 1987), midiendo las intensidades de fluorescencia con un espectrofotómetro Phillips PW 2400, controlado por ordenador y empleando como fuente de excitación el tubo con ánodo de Rh. La cuantificación de los elementos se realiza mediante una recta de calibración confeccionada con 62 patrones geológicos internacionales en perla. Los elementos determinados pueden ser observados en la tabla 1, aunque algunos de ellos fueron desechados por problemas de errores aleatorios imposibles de detectar y otros por cuestiones de contaminaciones, por lo que al final el estudio y la discusión teórica se han llevado a cabo sobre Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub>, Ba, Rb, Zr y Sr, además de la pérdida al fuego (LOI).

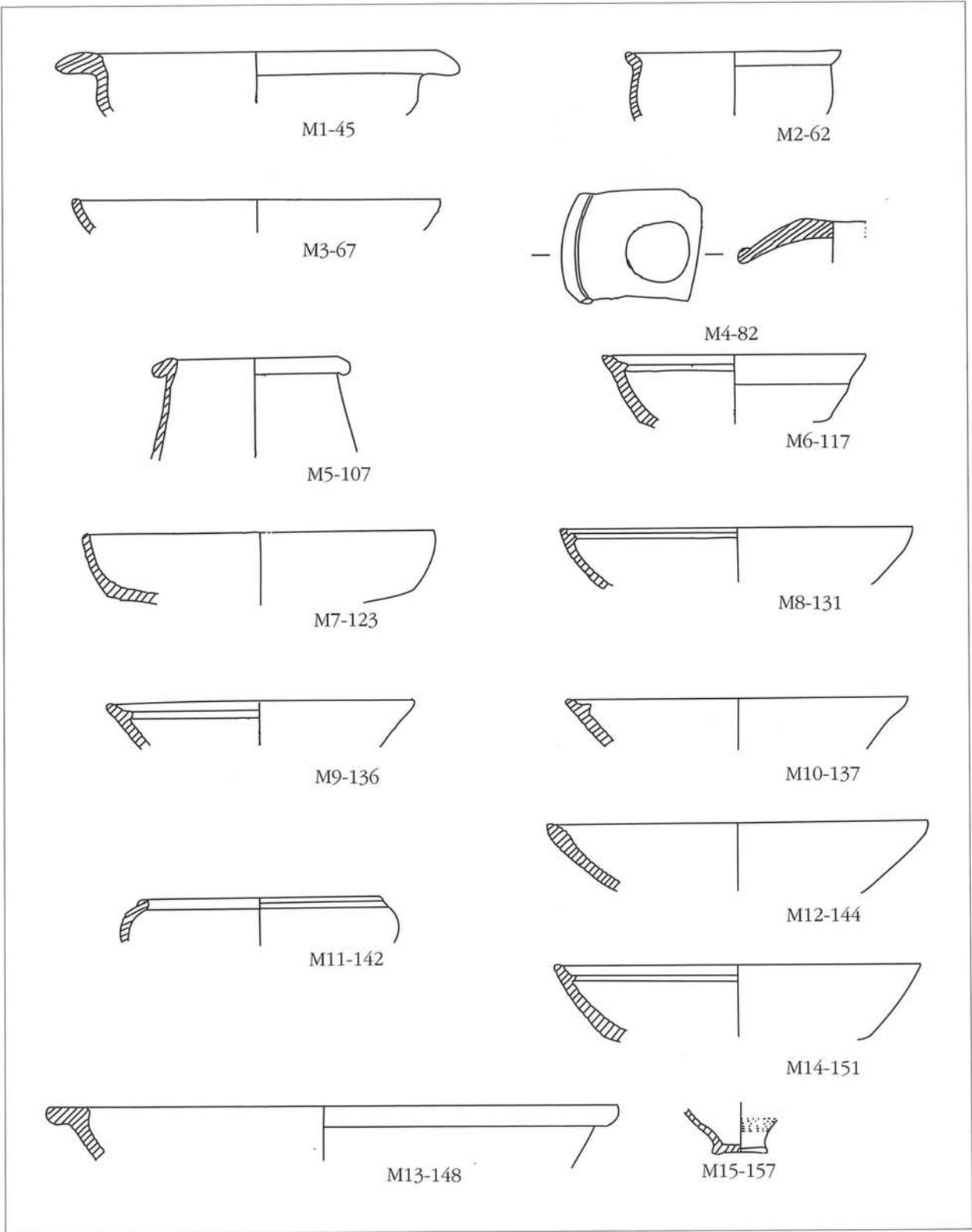
La composición mineralógica de los 57 individuos cerámicos fue determinada por DRX (Cullity, 1977; Dent Glasser, 1977; Whiston, 1987), utilizando un difractómetro para muestras en polvo Siemens D-500. El polvo cerámico fue mecánicamente compactado hasta encontrarse en un tamaño de grano idóneo. Se ha trabajado con la radiación Ka del Cu (longitud de onda=1.5406Å), con un monocromador de grafito y una potencia de trabajo de 1.2 kW (40kV, 30 mA), midiendo a 1°2θ/min (tamaño de paso=0.05°2θ y tiempo de 3 s) de 4 a 70°2θ. Las determinaciones se hicieron a partir del compendio de programas DIFFRAC/AT, que incluye el banco de datos del Joint Comitee of Powder Diffraction Standards (JCPDS).



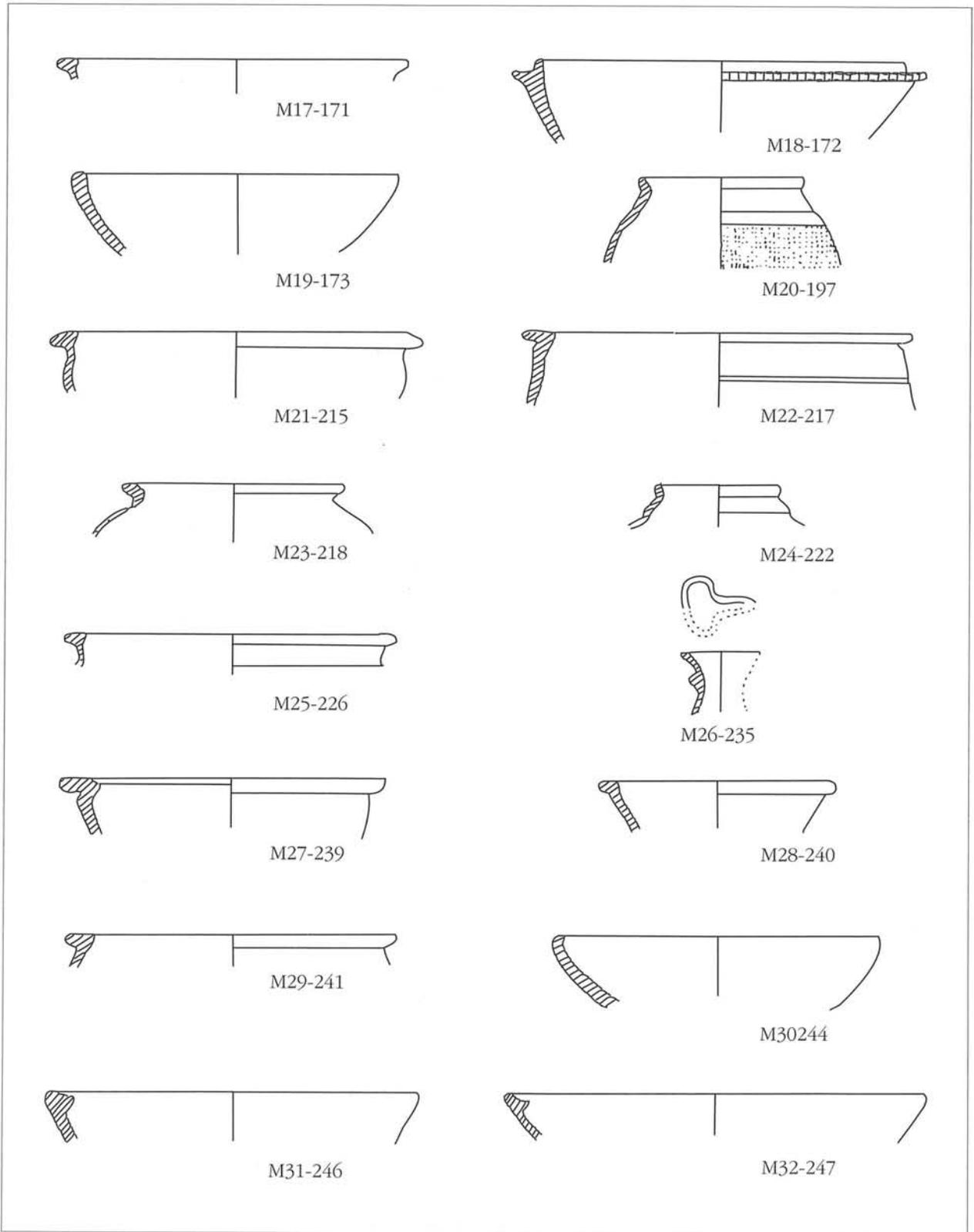


**LÁMINA 1**

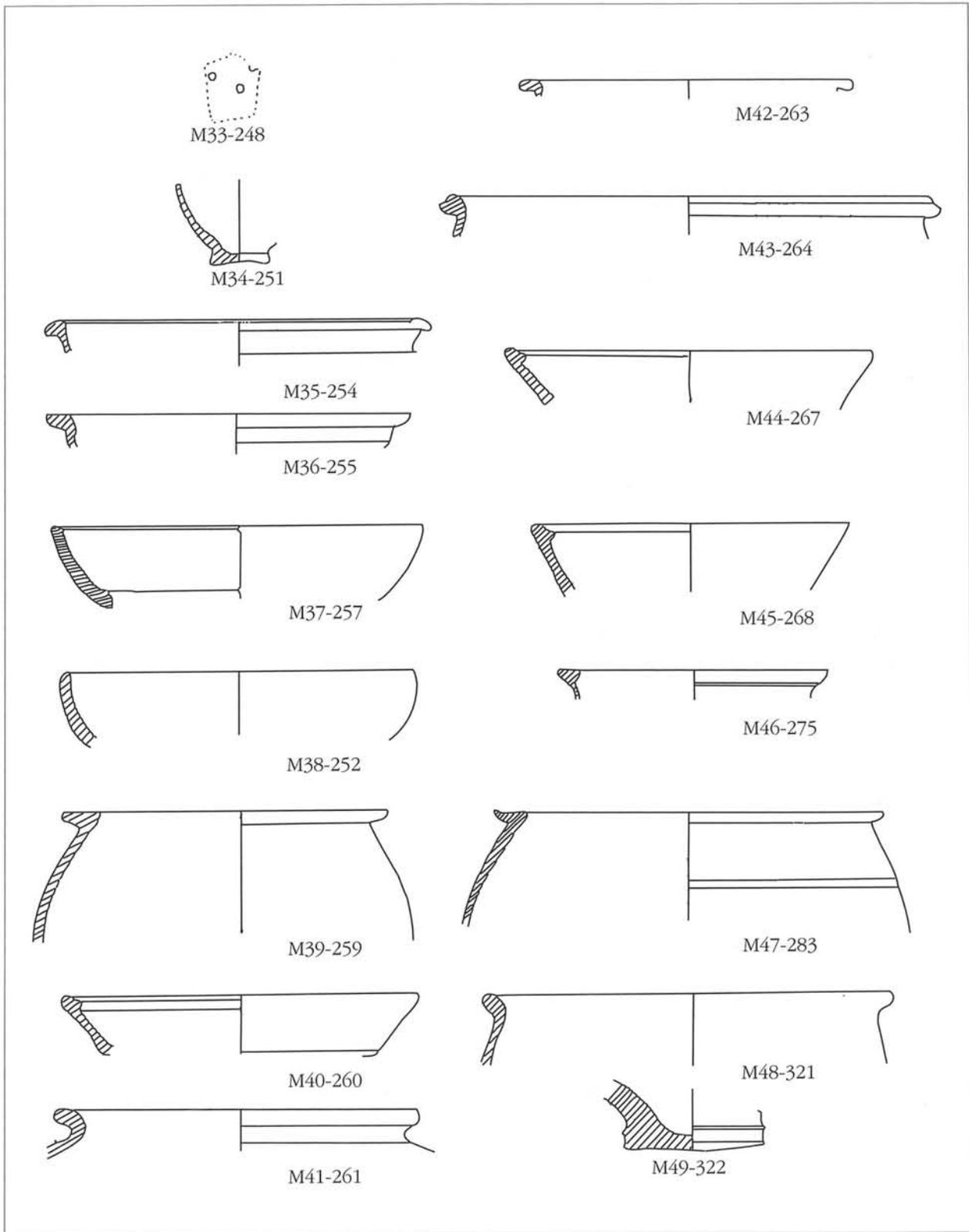
Tratamiento informático gráfico de los dibujos de cerámicas



**FIGURA 2**  
Inventario gráfico de las piezas estudiadas

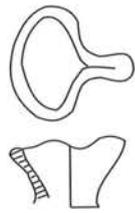


**FIGURA 3**  
 Inventario gráfico de las piezas estudiadas

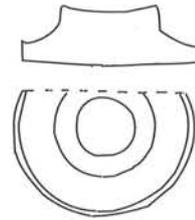


**FIGURA 4**  
Inventario gráfico de las piezas estudiadas





M50-324



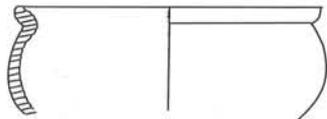
M51-325



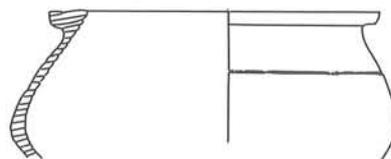
M52-344



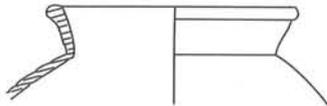
M53-381



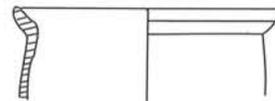
M54-390



M55-405



M56-239b

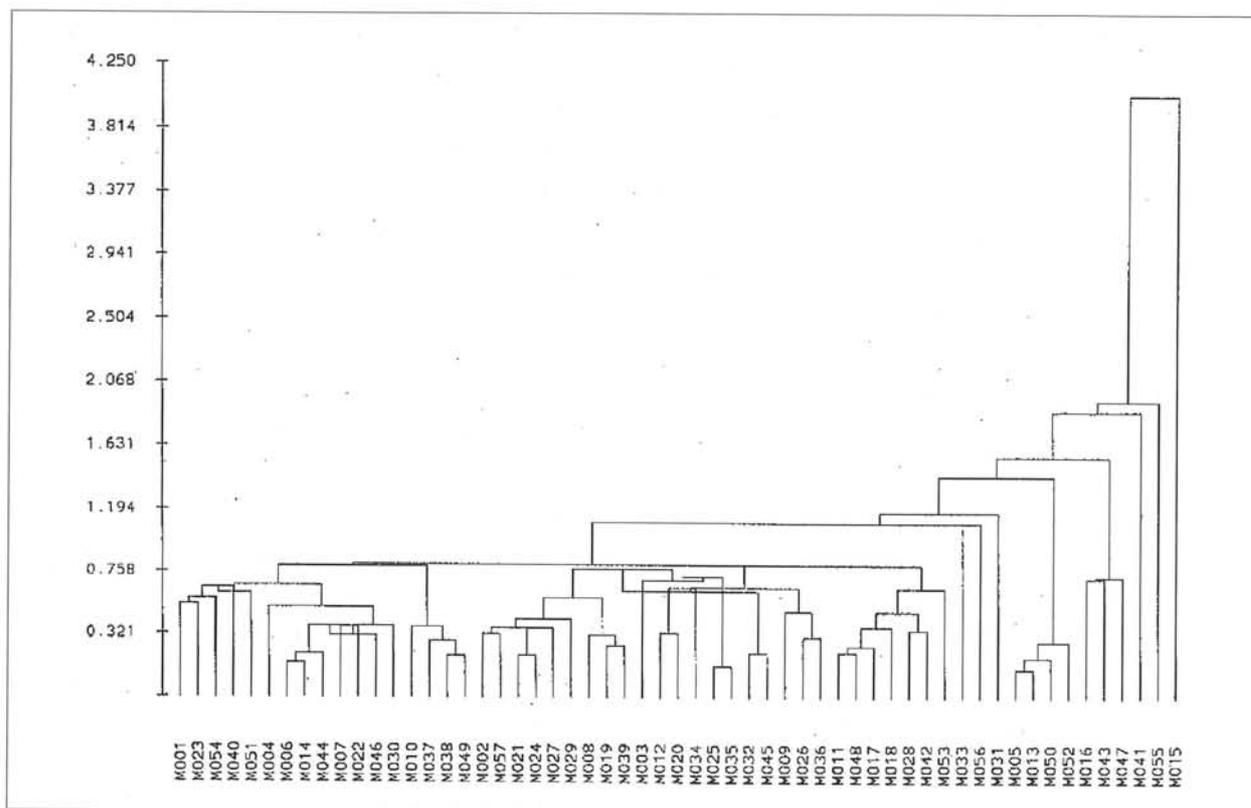


M57-240b



**FIGURA 5**  
Inventario gráfico de las piezas estudiadas

	Fe2O3	Al2O3	MnO	P2O5	TiO2	MgO	CeO	Na2O	K2O	SiO2	Ba	Rb	Mo	Th	Nb	Pb	Zr	Y	Sr	Sn	Ce	Co	Ga	V	Zn	W	Cu	Ni	PAF	
M001	8.9500	18.5000	0.0800	0.1900	0.9200	2.0300	2.2500	1.5100	1.6500	65.3900	0.4888	0.0682	-0.0001	0.0019	0.0012	0.0033	0.0200	0.0160	0.0023	0.0019	0.0151	0.0067	0.0178	0.0022	0.0028	0.5300				
M002	8.1400	17.7300	0.0700	0.4100	8.8000	1.9200	2.1400	1.7900	66.9700	0.0853	0.0050	-0.0001	0.0018	0.0013	0.0027	0.0200	0.0018	0.0211	0.0009	0.0061	0.0017	0.0018	0.0160	0.0068	0.0033	0.0022	0.0028	4.8600		
M003	7.0700	16.0700	0.0800	0.2100	8.0000	2.1800	2.0300	1.7200	1.5100	70.0400	0.0684	0.0051	-0.0001	0.0022	0.0012	0.0039	0.0200	0.0017	0.0042	0.0035	0.0022	0.0017	0.0142	0.0078	0.0065	0.0031	0.0038	5.7000		
M004	8.5100	16.3900	0.0900	0.2600	1.8300	2.1500	1.4300	1.8000	67.9200	0.0384	0.0041	-0.0001	0.0017	0.0015	0.0023	0.0285	0.0029	0.0025	0.0020	0.0030	0.0025	0.0020	0.0148	0.0065	0.0273	0.0028	0.0033	0.0600		
M005	8.3500	18.4400	0.0800	0.3000	1.8700	1.9800	3.6500	1.0100	1.7100	64.6400	0.0520	0.0050	-0.0001	0.0018	0.0013	0.0040	0.0285	0.0021	0.0156	0.0002	0.0067	0.0018	0.0200	0.0138	0.0069	0.0273	0.0028	0.0033	4.3000	
M006	9.2200	16.6200	0.0900	0.2500	0.9300	1.9400	1.7700	2.2500	1.8600	67.3100	0.0401	0.0021	-0.0001	0.0020	0.0014	0.0023	0.0247	0.0036	0.0115	0.0005	0.0027	0.0022	0.0148	0.0065	0.0108	0.0032	0.0045	1.0700		
M007	10.0000	17.6800	0.0900	0.1600	0.9800	1.8800	1.9300	1.3100	1.7000	68.1000	0.0382	0.0072	0.0000	0.0020	0.0014	0.0023	0.0247	0.0036	0.0115	0.0005	0.0027	0.0022	0.0148	0.0065	0.0108	0.0032	0.0045	1.0700		
M008	9.7700	15.9000	0.0800	0.4200	0.9500	1.8000	2.5300	1.1300	1.6300	65.6700	0.0530	0.0048	-0.0001	0.0016	0.0012	0.0025	0.0184	0.0022	0.0233	0.0034	0.0063	0.0018	0.0177	0.0060	0.0032	0.0020	0.0026	4.3700		
M009	8.1700	15.9800	0.0800	0.3000	0.9200	1.9700	1.9000	1.1800	1.8400	68.1400	0.0432	0.0084	0.0000	0.0021	0.0013	0.0028	0.0233	0.0023	0.0023	0.0044	0.0048	0.0021	0.0018	0.0125	0.0064	0.0044	0.0020	0.0026	4.2700	
M010	10.0600	18.5200	0.0800	0.1200	0.8500	1.7400	1.9500	1.5400	1.8600	68.0600	0.0318	0.0084	0.0000	0.0016	0.0011	0.0025	0.0233	0.0023	0.0023	0.0044	0.0048	0.0021	0.0018	0.0125	0.0064	0.0044	0.0020	0.0026	4.2700	
M011	7.1300	16.0400	0.0800	0.1800	0.8000	1.6500	1.9500	1.3300	1.9500	70.4900	0.0522	0.0068	-0.0001	0.0016	0.0012	0.0048	0.0237	0.0194	0.0042	0.0007	0.0042	0.0027	0.0016	0.0125	0.0068	0.0101	0.0015	0.0041	3.1700	
M012	6.9400	15.9500	0.0800	0.2800	0.9000	1.8500	2.9600	1.1300	1.9100	66.2400	0.0319	0.0082	-0.0001	0.0018	0.0013	0.0037	0.0194	0.0042	0.0007	0.0042	0.0027	0.0016	0.0125	0.0068	0.0101	0.0015	0.0041	3.1700		
M013	8.5000	18.7800	0.0900	0.3000	0.8800	2.0200	3.7000	1.0000	1.8000	63.9600	0.0444	0.0062	-0.0001	0.0021	0.0013	0.0047	0.0291	0.0021	0.0147	0.0007	0.0042	0.0027	0.0016	0.0125	0.0068	0.0101	0.0015	0.0041	3.1700	
M014	9.1800	16.8800	0.0900	0.2300	0.9000	1.9600	1.8400	1.3700	1.8500	67.4700	0.0340	0.0073	-0.0001	0.0019	0.0013	0.0028	0.0234	0.0032	0.0035	0.0003	0.0050	0.0028	0.0021	0.0144	0.0064	0.0253	0.0020	0.0028	4.4700	
M015	9.7400	20.5700	0.0800	0.2300	0.8900	1.9100	2.0000	1.1100	1.8600	62.8500	0.0757	0.0000	0.0018	0.0014	0.0012	0.0038	0.0175	0.0118	0.0215	0.0034	0.0018	0.0170	0.0069	0.0018	0.0128	0.0018	0.0118	6.1900		
M016	9.8200	20.5700	0.0800	0.2300	0.8900	1.9100	2.0000	1.1100	1.8600	62.8500	0.0757	0.0000	0.0018	0.0014	0.0012	0.0038	0.0175	0.0118	0.0215	0.0034	0.0018	0.0170	0.0069	0.0018	0.0128	0.0018	0.0118	6.1900		
M017	7.1100	16.2500	0.0800	0.1100	0.8300	1.8800	1.4500	1.1800	1.9300	70.5700	0.0472	0.0071	-0.0001	0.0018	0.0013	0.0051	0.0238	0.0023	0.0132	0.0004	0.0053	0.0025	0.0020	0.0120	0.0091	0.0184	0.0017	0.0043	1.0600	
M018	6.9500	16.1900	0.0700	0.1300	0.7400	1.5900	1.4500	1.3700	2.0400	70.9400	0.0435	0.0072	-0.0002	0.0018	0.0012	0.0042	0.0238	0.0023	0.0124	0.0008	0.0068	0.0028	0.0018	0.0165	0.0078	0.0232	0.0016	0.0031	2.8600	
M019	8.6300	17.9800	0.0800	0.3300	0.9200	1.7000	2.3500	1.3000	1.8100	66.2100	0.0470	0.0054	-0.0001	0.0015	0.0012	0.0029	0.0192	0.0021	0.0224	0.0004	0.0067	0.0020	0.0018	0.0142	0.0062	0.0035	0.0018	0.0024	4.0600	
M020	7.0200	16.2200	0.0700	0.1900	0.7900	1.6600	2.1100	1.2000	1.8000	70.1400	0.0842	0.0000	0.0016	0.0012	0.0024	0.0209	0.0020	0.0143	-0.0001	0.0046	0.0019	0.0017	0.0137	0.0070	0.0088	0.0019	0.0036	4.1000		
M021	8.0500	18.1400	0.0800	0.1400	0.8700	1.8800	1.8600	1.2900	1.8400	67.3400	0.0588	0.0048	-0.0001	0.0023	0.0013	0.0043	0.0213	0.0022	0.0166	0.0009	0.0060	0.0021	0.0018	0.0146	0.0071	0.0033	0.0038	0.0044	4.8000	
M022	9.0400	17.5200	0.0800	0.1200	0.9000	1.7100	1.4900	1.3900	1.9300	67.6100	0.0337	0.0070	0.0000	0.0018	0.0012	0.0023	0.0263	0.0027	0.0082	-0.0004	0.0056	0.0026	0.0020	0.0158	0.0054	0.0157	0.0027	0.0029	4.5000	
M023	8.3100	18.6800	0.0900	0.1300	0.9000	2.0600	1.5100	1.4100	1.4500	68.8900	0.0445	0.0061	-0.0001	0.0020	0.0014	0.0049	0.0239	0.0027	0.0125	0.0000	0.0052	0.0021	0.0021	0.0163	0.0080	0.0042	1.1200			
M024	7.8900	17.4300	0.0800	0.2300	0.8800	1.8600	1.9200	1.2600	1.8400	68.2800	0.0681	0.0069	-0.0001	0.0020	0.0013	0.0044	0.0232	0.0023	0.0145	0.0004	0.0054	0.0019	0.0119	0.0158	0.0073	0.0029	0.0036	5.1900		
M025	6.9100	16.6500	0.0700	0.4200	0.7600	2.0900	1.4200	1.2000	1.9600	69.7100	0.0661	0.0057	-0.0002	0.0018	0.0012	0.0032	0.0185	0.0020	0.0137	0.0008	0.0021	0.0020	0.0017	0.0138	0.0072	0.0086	0.0074	0.0038	3.8100	
M026	8.6200	17.5900	0.0800	0.4200	0.8300	1.9500	1.9700	1.0900	1.9700	66.4600	0.0388	0.0060	-0.0001	0.0017	0.0011	0.0022	0.0202	0.0022	0.0117	0.0008	0.0041	0.0023	0.0019	0.0174	0.0063	0.0051	0.0031	0.0034	4.0500	
M027	8.2800	17.8200	0.0700	0.2100	0.8700	1.7500	1.9500	1.3500	1.9700	66.4200	0.0649	0.0057	0.0000	0.0019	0.0014	0.0031	0.0211	0.0019	0.0169	0.0011	0.0066	0.0020	0.0018	0.0140	0.0067	0.0034	0.0015	0.0034	3.2300	
M028	7.9500	17.5800	0.0700	0.2900	0.8800	1.6500	2.4300	1.1900	1.8800	67.3200	0.0570	0.0068	0.0000	0.0021	0.0014	0.0049	0.0237	0.0023	0.0168	0.0007	0.0044	0.0019	0.0128	0.0069	0.0057	0.0060	0.0034	5.0300		
M029	9.8400	18.4000	0.0900	0.2200	0.9300	1.9900	1.6000	1.1000	1.7800	65.1600	0.0375	0.0076	-0.0001	0.0022	0.0014	0.0031	0.0241	0.0033	0.0100	0.0008	0.0087	0.0024	0.0023	0.0166	0.0082	0.0157	0.0030	0.0044	4.7000	
M030	6.4200	16.0900	0.0700	0.2800	0.7900	1.7400	2.8100	1.1900	1.8500	71.0000	0.0418	0.0048	0.0000	0.0016	0.0010	0.0021	0.0201	0.0015	0.0142	0.0004	0.0056	0.0019	0.0124	0.0052	0.0039	0.0019	0.0021	5.1200		
M031	7.4600	16.7100	0.0800	0.3600	0.8900	1.8500	3.5600	1.1500	1.9200	67.0500	0.0583	0.0056	0.0000	0.0015	0.0012	0.0035	0.0234	0.0021	0.0185	0.0003	0.0043	0.0019	0.0130	0.0068	0.0034	0.0028	0.0029	5.2600		
M032	7.8100	17.8900	0.0700	0.2500	0.7900	1.6300	1.8600	1.7300	1.8900	68.0200	0.0575	0.0054	0.0000	0.0017	0.0013	0.0023	0.0189	0.0018	0.0176	0.0007	0.0057	0.0022	0.0017	0.0144	0.0060	0.0130	0.0021	0.0021	8.4000	
M033	7.8100	16.9500	0.0900	0.1800	0.7900	2.1800	2.2100	1.2000	1.9000	68.1000	0.0837	0.0059	-0.0001	0.0014	0.0012	0.0043	0.0209	0.0019	0.0163	0.0012	0.0055	0.0022	0.0017	0.0125	0.0068	0.0041	0.0024	0.0043	4.9400	
M034	6.8100	16.7500	0.0700	0.3500	0.7500	2.1400	1.4400	1.2700	1.8900	68.9200	0.0477	0.0058	-0.0002	0.0018	0.0012	0.0031	0.0188	0.0020	0.0132	0.0004	0.0038	0.0022	0.0016	0.0128	0.0070	0.0117	0.0042	0.0043	3.9000	
M035	8.3700	17.1600	0.1000	0.1800	0.8400	2.0400	1.6800	0.9300	2.0100	67.0700	0.0438	0.0058	-0.0001	0.0018	0.0011	0.0022	0.0220	0.0021	0.0100	0.0008	0.0054	0.0022	0.0017	0.0148	0.0061	0.0029	0.0038	0.0031	4.8900	
M036	8.2000	17.1000	0.1400	0.1400	0.7600	1.7500	1.0800	1.3500	1.4800	69.3300	0.0433	0.0058	0.0000	0.0014	0.0013	0.0032	0.0187	0.0025	0.0119	-0.0003	0.0066	0.0032	0.0020	0.0215	0.0076	0.0138	0.0075	0.0051	8.1000	
M037	8.1700	16.8400	0.1300	0.1300	0.7700	1.7500	1.4200	1.4600	1.9600	69.2400	0.0402	0.006																		



**FIGURA 6**  
Dendrograma sobre los resultados del análisis químico por FRX

El estudio mineralógico por microscopía óptica de polarización ha permitido contrastar los datos obtenidos. Las láminas delgadas de los individuos seleccionados (17 en total) fueron preparadas según el procedimiento ya recogido en algunos trabajos (Cau,1993;1994) y las observaciones fueron realizadas con un microscopio Olympus BH-2 equipado con objetivos de 4X, 10X, 20X y 40X, trabajándose entre 40 y 400 aumentos.

### 3b. Resultados

#### 3b.1 Fluorescencia de Rayos X

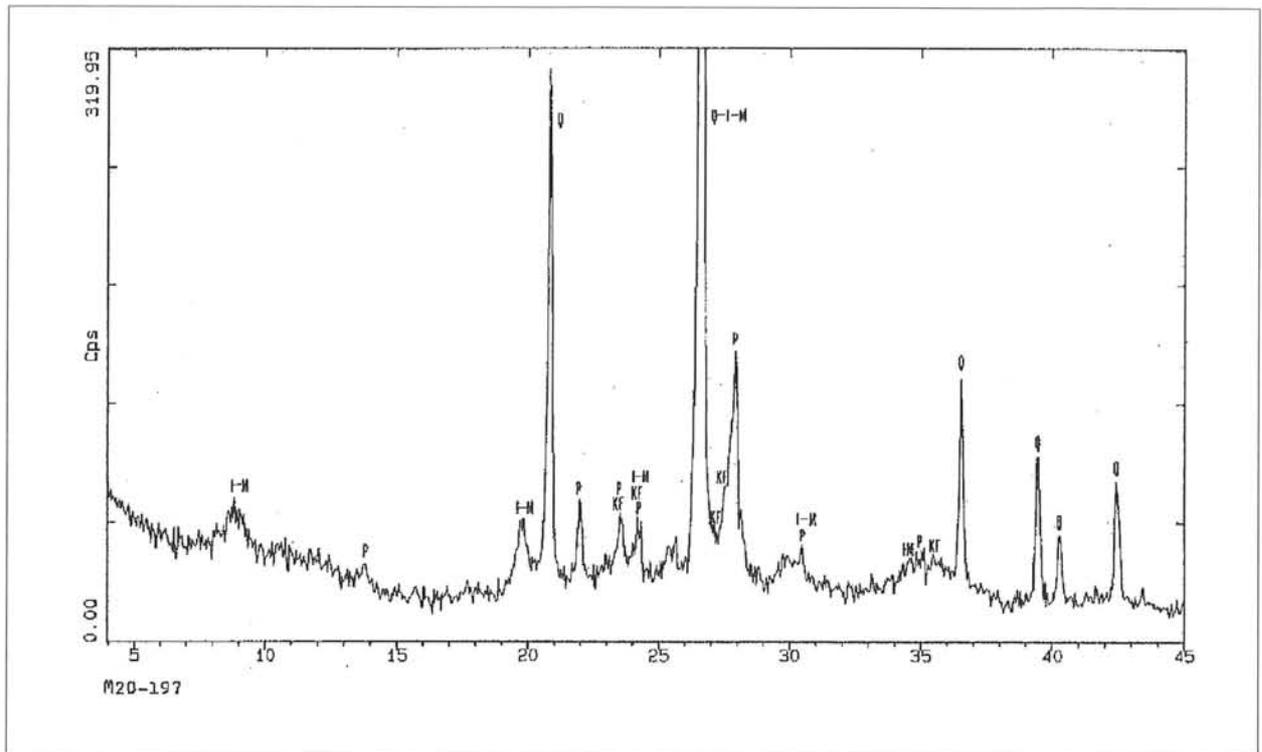
En primer lugar hay que reseñar que los resultados obtenidos fueron estandarizados y normalizados (Tab.1). Posteriormente, aplicamos una técnica de análisis de agrupamiento utilizando las distancias euclídeas al cuadrado media y empleando el algoritmo aglomerativo del centroide (Cuadras, 1989). El

dendrograma resultante (figura 6) muestra cuatro agrupaciones significativas denominadas A, B, C y D, además de una serie de individuos (outliers) que se unen individualmente o en pequeños grupos. Resalta a primera vista además que no existe ninguna agrupación a una distancia ultramétrica de 0, por lo que no existen dos cerámicas con una composición exactamente igual en el conjunto estudiado. El proceso aglomerativo es perfectamente explicable, como veremos a continuación, en función del comportamiento de los distintos elementos químicos en cada uno de los grupos, pero no interpretables dichas agrupaciones como consecuencia de una serie de factores entre los que se incluirían el contexto de conjunción en el que nos movemos y la ausencia de un muestreo estadístico. En una situación de centro receptor, como teóricamente podría ser nuestro caso al no haberse encontrado el mate-

rial inequívocamente asociado a un taller, podríamos estar ante agrupaciones que respondieran a distintas producciones. Asimismo podrían ser causas de heterogeneidades composicionales (Dufournier, 1976): las diferencias de composición de la materia prima arcillosa en una misma cantera, la tecnología de fabricación de la cerámica, la utilización de la cerámica, las contaminaciones deposicionales, errores analíticos y, por último, heterogeneidades de composición en el interior de una misma cerámica. Si nos centramos en los resultados obtenidos, un factor muy interesante es el que atañe al bajo contenido en Ca (menor del 6%) presente en todos los individuos cerámicos, lo que nos lleva a una naturaleza no calcárea del material. Este hecho tendrá unas implicaciones en el caso de nuestras cerámicas que serán comentadas a continuación. Antes, vamos a explicar en qué rasgos se sustentan las agrupaciones observables en el dendrograma y teniendo muy presente que su función va a ser la de desvelar la estructura de los datos. La primera agrupación (grupo A), la situada más a la izquierda en el dendrograma, abarca las muestras M1-45, M23-218, M54-390, M40-260, M51-325, M4-82, M6-117, M14-151, M44-267, M7-123, M22-217, M46-275, M30-244, M10-137, M37-257, M38-258 y M49-322, con una distancia ultramétrica de 0.8. Este grupo se define por unos valores máximos o muy altos de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ , Rb y Zr. En cambio, presenta valores mínimos en el conjunto en cuanto a  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , Ba y Sr. Por último, el promedio de la pérdida al fuego es el más bajo del conjunto, como consecuencia de la presencia en este grupo de diez individuos cocidos a alta temperatura, la inmensa mayoría de los presentes en el conjunto de cerámicas. La segunda agrupación observable (grupo B), hacia la derecha de la anterior en el dendrograma, está compuesta por los individuos M2-62, M57-240b, M21-215, M24-222, M27-239a, M29-241, M8-131, M19-173, M39-259, M3-67, M12-144, M20-197, M34-251, M25-226, M35-254, M32-247, M45-268, M9-136, M26-235 y M36-

255. La distancia ultramétrica de este grupo es de 0.75, por lo tanto inferior a la del grupo A. Sus características químicas son algo diferentes a la del anterior grupo, pero aunque no parecen importantes no sabemos hasta qué punto son significativas. Así, presenta un promedio de valores altos en MgO, Ba y Sr, mientras que entre los de promedio bajo estarían Rb y Zr. Una diferencia con respecto al grupo anterior es planteable en el caso de la pérdida al fuego de este grupo, la más alta del conjunto y donde no se observa ningún individuo cerámico de alta temperatura. La tercera agrupación (grupo C), situada hacia el final del dendrograma, está compuesta de los individuos M11-142, M48-321, M17-171, M18-172, M28-240a, M42-263 y M53-381, cuenta con una distancia ultramétrica cercana a 0.6 y, por tanto, la más baja hasta el momento. Esta agrupación es definible químicamente por un promedio alto en  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ , Zr, Ba y Rb, mientras que los elementos con una presencia más baja son  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , MgO y  $\text{CaO}$ . En cuanto a la pérdida al fuego podemos decir que es la segunda más alta del conjunto tras la presente en el grupo B, existiendo un individuo de alta temperatura. Por último, la cuarta agrupación (grupo D), a la derecha del grupo anterior en el dendrograma, comprende a los individuos M5-107, M13-148, M50-324 y M52-344, contando con una distancia ultramétrica inferior a 0.3, por lo que constituye el grupo con los individuos a una menor distancia entre sí. Definible químicamente por unos altos promedios en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , MgO y  $\text{CaO}$ , justo los que en la anterior agrupación se presentaban con valores bajos, mientras que ahora la presencia mínima se va a observar en  $\text{SiO}_2$  y  $\text{Na}_2\text{O}$ . Es, sin duda, esta agrupación la que muestra un comportamiento más particular y algo diferente a los otros tres grupos, ejemplificado en el mayor porcentaje de  $\text{CaO}$ , pero siempre teniendo en cuenta que en conjunto ninguna de las cuatro agrupaciones se muestra radicalmente distante. Por último, habría que comentar la presencia de una serie de outliers,





**FIGURA 7**  
Difractograma típico de los ejemplares del grupo B

M33-248, M56-239b, M31-246, M16-168, M43-264, M47-283, M41-261, M55-405 y M15-157, determinados por la existencia en ellos de elementos químicos con valores no muy normales, aunque presentan según los casos semejanzas con alguna de las cuatro agrupaciones reseñadas.

### 3b.2. Difracción de Rayos X

Tomando como base de partida las agrupaciones químicas observadas en el dendrograma, hemos analizado la naturaleza mineralógica de cada una de ellas. Los resultados van a mostrar un poco de lo que ya se apuntaba en el análisis químico, es decir, una serie de muestras que comparten algunos aspectos y que, aunque cuentan con ciertas particularidades diferenciadas, siguen inclinándonos a pensar en una comunidad de origen más o menos evidente. Queremos añadir asimismo que el análisis mineralógico nos ha servido para acercarnos a una

estimación general de las posibles temperaturas equivalentes de cocción, siempre con el debido cuidado. Así, debemos hablar de temperaturas de cocción más elevadas, como las presentes en una buena parte de los individuos de la agrupación A, frente a otras menos elevadas situadas en las agrupaciones B (figura 7), C y D. La naturaleza silicea (no calcárea) de las muestras se observa en la ausencia tanto de calcita como de silicatos cálcicos de alta temperatura y en el predominio de cuarzo. La hematites se localiza en mayor cantidad en el grupo A, decayendo en los otros tres grupos, mientras que la calcita tiene un protagonismo destacado en el grupo C, el que químicamente era algo más calcáreo. Destacable es asimismo la mayor presencia de plagioclasa en relación a los feldespatos potásicos, con unas implicaciones genéticas que comentaremos más tarde. Los filosilicatos suelen aparecer, en mayor o menor cantidad, en buena parte de los



difractogramas, con la excepción de ciertos individuos cerámicos del grupo A. En este grupo se localizan, como fases indicadoras de una mayor temperatura de cocción, tanto espinelas como una fase silicea de alta temperatura (cristobalita alta). Por último, un problema interesante lo marca la presencia de anfíbol en muestras cocidas a alta temperatura, debido muy posiblemente a un tamaño importante, mientras que en otras a menor temperatura no aparece. La explicación a este hecho podría estar tanto en un tamaño menor como en una cuestión relacionada con el muestreo, es decir, que no haya sido incluido en el polvo cerámico estudiado. Con respecto a los outliers, siguen la tónica de individuos presentes en los grupos B, C y D, salvo para el individuo M15-157 que es quizá el más "diferente" al resto desde todos los puntos de vista.

### 3b.3. Microscopía Óptica

De cada una de las agrupaciones químicas se seleccionó al menos un individuo para su estudio por lámina delgada. La primera de las cuestiones a destacar es la diferencia textural (en cuanto a la relación tamaño de inclusiones/porcentaje) entre unas muestras y otras, no existiendo una correlación entre tamaño y porcentaje de inclusiones, ni siquiera entre muestras tipológicamente iguales, situación que refuerza la imagen de que no existe un proceso de elaboración específicamente diseñado para cada una de las formas cerámicas estudiadas. La cierta "homogeneidad" de la que venimos hablando en los resultados químicos y mineralógicos aquí también se da, si bien un poco menos acusada ya que a grandes rasgos sí se da el caso de que las piezas que macroscópicamente aparecían como más cuidadas (por ejemplo vasos con decoración a ruedecilla y otras) efectivamente tienen un tamaño menor de inclusiones y un porcentaje inferior, frente a otras más bastas externamente (caso de barroños, coladores y algunos platos de borde sencillo). Una vez apuntada esta cuestión, proponemos la

existencia de cuatro grupos según su naturaleza petrográfica, siendo los tres primeros no muy diferentes entre ellos, mientras que el grupo D es algo diferente, con matices:

El grupo A está compuesto por los individuos M1-45, M3-67, M20-197, M27-239a, M33-248, M35-254, M38-258, M51-325, M53-381 y M55-405 y se caracterizaría por un predominio del cuarzo sobre plagioclasas y feldespatos potásicos, en segundo y tercer lugar, mientras que filosilicatos (moscovita), anfíbol y fragmentos de roca tendrían una menor presencia. La calcita aparece en un sólo individuo. El grupo B abarca a los individuos M17-171 y M13-148, siendo similar al grupo anterior salvo por la presencia ahora más abundante de anfíbol (hornblenda). El grupo C comprende a los individuos M19-173, M6-117 y M16-168, con trazas de metamorfismo más acusadas y anfíbol en buena cantidad. El grupo D cuenta con los individuos M15-157 y M21-215, éste dudoso, el cual parece proceder de una arcilla secundaria, más fina y con un porcentaje mayor de calcita.

Como consecuencia de todo ello, proponemos una naturaleza granítica (posiblemente una granodiorita) fuertemente alterada, como se puede observar en feldespatos potásicos y plagioclasas para las fábricas apuntadas. Mantenemos la duda de esta adscripción con respecto al grupo D, aunque no podemos afirmar con rotundidad ni su pertenencia ni su alejamiento de dicha naturaleza. La importancia de ésta radica en el hecho de que casi las dos terceras partes de la Hoja de Mérida (Mapa Geológico Nacional) están formadas por estas rocas eruptivas granudas (figura 8). En cuanto a los aportes metamórficos observados en varias de las láminas delgadas, que pueden deberse perfectamente a varios períodos, sería factible que provinieran de algunas de las zonas situadas al sur-sureste de Mérida, con localización de pizarras, esquistos residuales o esquistos dioríticos, y hubieran sido arrastrados por el río Guadiana. Lógicamente, el nivel de con-

junción en el que nos hemos movido durante este trabajo nos obliga a ser extremadamente prudentes y hablar de hipotético origen local de la materia prima empleada, aunque en este caso tenga bastantes visos de verosimilitud.

### 3c. Conclusiones

A partir de un esquema teórico en el que han tenido cabida los problemas arqueológicos planteados, las posibilidades a priori, los criterios de validación arqueológicos y los criterios de evaluación, hemos obtenido unos resultados que permiten apostar por la hipótesis de un origen local para la materia prima empleada en la fabricación de estas cerámicas. Ha sido la caracterización petrográfica con su determinación de una naturaleza granítica en las fábricas observadas, además de ciertos aportes metamórficos, la que ha aportado más cimientos a esta teoría, aunque la ausencia de unas diferencias significativas en el apartado químico apoyan esta idea.

Este resultado es un primer paso para seguir trabajando en esta línea, teniendo en cuenta el contexto de conjunción y la ausencia de un muestreo de las piezas, que han marcado la realización de este estudio y que impiden generalizar las conclusiones al conjunto del vertedero.

Destacable es la cuestión de que las diferencias texturales, observadas macroscópicamente o mediante el microscopio petrográfico, no suponen en la práctica de los criterios de evaluación de laboratorio diferencias especialmente resaltables entre unas piezas y otras. Sí que queremos resaltar la aparición de una serie de muestras, encuadradas en la agrupación química B, con un acabado más cuidado que el resto, representado por, entre otros elementos, por un bruñido. Para conseguir los efectos metálicos deseados en dicho bruñido es imprescindible cocer en atmósfera reductora y a baja temperatura, situación que se ha dado en las piezas reseñadas, lo que implica un proceso tecnológico más cuidado que el indicado para otras piezas del conjunto. Esta intencionalidad llama poderosamente la atención, más si cabe, si tenemos en cuenta que algunas de esas piezas con bruñido, como es el caso de los vasos con decoración impresa a ruedecilla, formen parte de una vajilla fina de mesa y no tengan una naturaleza calcárea. Hipotéticamente se podría plantear que esta forma de elaboración sería enmarcable en tradiciones cerámicas anteriores en el tiempo en la zona en cuestión, habida cuenta de que la vajilla fina de mesa romana (sigillatas, paredes finas etc.) se está fabricando en prácticamente todo el Mediterráneo a partir de pastas calcáreas.

---

— 4 —

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación *Estudio arqueométrico de cerámicas romanas en Extremadura*, financiado por la Asamble de Extremadura.

Agradecemos asimismo a la Universitat de Barcelona y, especialmente, a los Serveis Científico-Tècnics las facilidades dadas para la realización de la

parte analítica del proyecto. Sin olvidar a la Junta de Extremadura, Dirección General de Enseñanzas Universitarias e Investigación, y Fondo Social Europeo por la concesión de una estancia para investigadores en la Universidad de Barcelona.

A los miembros del ERAUB (Equipo de Recerca Arqueometrica de la Universitat de Barcelona), con-



cretamente a mis queridos amigos y colegas Jaume Buxeda, Miguel Ángel Cau, Francesc Tuset y a su director Josep M<sup>a</sup> Gurt y Esparraguera por su inestimable labor en la planificación y desarrollo de buena parte de este trabajo.

A Manuel de Alvarado Gonzalo y Juana Molano Brías por habernos cedido tanto el material objeto

de estudio como su trabajo arqueológico sobre dicho material.

A Ramón Luengo Ruiz por la diligencia a la hora de editar en un primer momento el apartado gráfico de este trabajo.

A los directores de este trabajo D. Enrique Cerrillo Martín de Cáceres y Dña. María Jesús Liso Rubio.

- 5 -

## BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO, M., y MOLANO, J., 1994: "Aportaciones al conocimiento de las cerámicas comunes altoimperiales en *Augusta Emerita*: El vertedero de la calle Constantino", en Cerámica comuna romana d'època alto-imperial a la península ibèrica. Estat de la qüestió, *Monografies Emporitanes*, VIII pp. 281-285, Ampurias.
- ARNOLD, D. E., 1985: *Ceramic Theory and Cultural Process*, Cambridge, Cambridge University Press.
- BISHOP, R. L.; RANDS, R. L.; HOLLEY, G., 1982: "Ceramic Compositional Analysis in Archaeological Perspective", en M.B. Schiffer (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory*, vol. 5, pp. 275-330, Academic Press, New York.
- BISHOP, R. L., y NEFF, H., 1989: "Compositional Data Analysis in Archaeology", en 193<sup>rd</sup> Meeting at the American Chemical Society (Denver, Colorado, April 5-10, 1987), *Advances in Chemistry*, Series 220, American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 57-86
- BUXEDA, J.; CAU, M. A.; GURT, J. M., y TUSET, F., 1994: "Análisis tradicional y análisis arqueométrico en el estudio de las cerámicas comunes de época romana", en Cerámica comuna romana d'època alto-imperial a la Península ibèrica. Estat de la qüestió, *Monografies Emporitanes VIII*, pp. 39-60, Ampurias.
- CARRETERO, A.; FERNANDEZ MONTES, M., y ORTIZ GARCÍA, C., 1980: "Alfarería popular en Andalucía Occidental: sur de Badajoz y Huelva", en *Etnografía Española*, vol I., Ministerio de Cultura, Madrid.
- CAU, M. A., 1993: *Las cerámicas tardorromanas de cocina modeladas a torno o a torneta de Sa Mesquida, Santa Ponça (Calvià, Mallorca). Caracterización macroscópica, caracterización arqueométrica y estudio arqueológico. Una propuesta metodológica*, Tesis de Licenciatura inédita, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- CAYLUS, C. de, 1752: *Recueil d'Antiquités égyptiennes, étrusques, grecques et romaines*, 1752-67, I.
- CUADRAS, C. M., 1989: "Distance analysis in discrimination and classification using both continuous and categorical variables", en Y. Dodge (Ed.), *Statistical data analysis and inference*.
- CULLITY, B. D., 1977: *Elements of X-ray Diffraction*, Addison Wesley.
- DENT GLASSER, L. S., 1977: *Crystallography and its Applications*, Van Nostrand Reinhold.
- DUFOURNIER, D., 1976: "Recherches sur la signification e l'interpretation des resultats des analyses chimiques des poteries anciennes (Elements majeurs et mineurs)", Laboratoire de Chimie du Centre de recherches archéologiques médiévales (Caen).
- GARCÍA BARBANCHO, A., 1982: *Estadística elemental moderna*, Barcelona.
- GARCÍA HERAS, M., y OLAETXEA, C., 1992: "Métodos y análisis para la caracterización de cerámicas arqueológicas. Estado actual de la investigación en España", *Archivo Español de Arqueología*, 65, pp. 263-289.
- IGME, 1987: *Mapa Geológico de España*, 1:200.000, Hoja 58-59, Villarreal-Badajoz, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- MAGGETTI, M., 1981: "Composition of roman pottery from Lousonna (Switzerland)", Hughes, M.J (ed), *Scientific studies in ancient ceramics, B.A.R. occasional paper* 19, pp 33-49, London.
- (1990) "Il contributo delle analisi chimiche alla conoscenza delle ceramiche antiche", en Mannoni, T.- Molinari, A. (Eds.), *Science in Archeologia, Il ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in Archeologia*, pp. 65-88, Firenze.
- NOGALES BASARRATE, T., 1992: *Escultura romana emeritense. El retrato privado*.
- OLCESE, G., 1991: "Roman coarse ceramics from Albintimilium (Ventimiglia, Italy): an example of archaeometric and archaeological studies", en E. Pernicka, G.A. Wagner (Eds.), *Archaeometry'90, Proceedings of the 27 th Symposium on Archaeometry* (Heidelberg, 2-6 April 1990), Birkhäuser Verlag Basel, pp. 495-504.
- PICON, M., 1973: "Introduction a l'étude technique des céramiques sigillées de Lezoux", Centre de Recherches sur les Techniques Greco-romaines, n.º 2, Université Dijon.
- (1984a) "Le traitement des données d'analyse", en T. Hac-kens y M.Schvoerer (Ed.), *Datation-caracterisation des céramiques anciennes, Cours Intensif Européen* (Bordeaux-Talence, 1981), PACT 10, pp. 379-399, Paris.
- (1984b) "Recherches sur les compositions des sigillées hispaniques: Techniques de fabrication et groupes de production", Appendice II, en Mayet, F. : *Les céramiques sigillées hispaniques. Contribution à l'histoire économique de la Péninsule Iberique sous l'Empire Romain*, I, Publications du Centre Pierre Paris 12, Collections de la Maison des Pays Ibériques 21, pp. 303-317, Diffusion de Bocard, Paris.
- PICON, M., y LE MIERE, M., 1987: "Géochimie", Miskovsky, J.-C. (Ed.), "Géologie de la Préhistoire: Méthodes, techniques applications", pp. 883-901, A.E.E.G.P., Paris.
- PICON, M., 1992: "L'analyse chimique des céramiques: bilan et perspectives", en Francovich, R. (Ed.), *Archeometria della cera-*



mica. Problemi di Metodo, Atti 8.<sup>o</sup> SIMCER. Simposio Internazionale della Ceramica (Rimini, 10-12 Novembre 1992), Centro Ceramico Bologna, Istituto di Archeologia, Edit. Int. Centro Ceramico, Univ. di Bologna, pp. 3-26.

RICE, P. M., 1987: *Pottery Analysis. A Sourcebook*. The University of Chicago Press, Chicago.

RICHARDS, T.W., 1895: "The composition of Athenian pottery", *American Chemical Journal*, 17, pp. 152-154.

ROBERTS, J. P., 1963: "Determination of the firing temperature of ancient ceramics by measurement of thermal expansion", *Archaeometry*, 6, pp. 21-25, Oxford University, Oxford.

RODRÍGUEZ MARTÍN, F. G., 1996: *Materiales de un alfar emeritense: paredes finas, lucernas, sigillatas y terracotas*, en *Cuadernos Emeritenses* n.<sup>o</sup> 11, Museo Nacional de Arte Romano, Mérida.

RYE, S. O., 1981: *Pottery technology. Principles and reconstruction*, *Manuals on Archeology* 4., Washington, D.C.

WEIGAND, P. C.; HARBOTTLE, G., y SAYRE, E. V., 1977: "Turquoise sources and source analysis: Mesoamerica and the Southwestern U.S.A", Earle, T.K. - Ericson, E.V. (Eds.). *Exchange systems in prehistory. Studies in Archeology*, cap.2, págs. 15-34., Academic Press, New York and London.

WHITBREAD, I.K., 1989: "A proposal for the systematic description of thin sections towards the study of ancient technology", en Y. Maniatis (Ed.), *Archaeometry. Proceedings of the 25 th International Symposium* (held in Athens from 19 to 23 May 1986), Elsevier, Amsterdam, 1989, 127-138.

WISHTON, C., 1987: *X-Ray methods, Analytical chemistry by open learning*, John Wiley & Sons, London.





Se acabó  
de imprimir  
esta  
*MEMORIA*  
en los talleres  
de Indugrafic, S. L.,  
de Badajoz  
en el mes  
de mayo  
de 2000



