

# Estudio de la cerámica bajomedieval en Vitoria, a través de la intervención practicada en la manzana II

(Study of late medieval pottery from Vitoria inner town)

Domínguez, Ainhoa  
Instituto Alavés de Arqueología  
San Antonio 41  
01005 Vitoria-Gasteiz

Zuluaga, María Cruz  
Ortega, Luis Ángel\*  
Univ. del País Vasco  
Dpto. Mineralogía y Petrología  
Apdo. 644, 48080 Bilbao  
\* e-mail: npporcul@lg.ehu.es

BIBLID [1137-4489 (2001), 11; 23-49]

---

*En el presente trabajo se presenta un estudio formal, petrográfico, mineralógico y geoquímico de algunas de las piezas cerámicas medievales encontradas en la excavación realizada en la parcela denominada Manzana II, sita en la ciudad de Vitoria. Se han estudiado tanto las cerámicas micáceas (de importación) procedentes de terrenos graníticos, como cerámicas locales donde se han diferenciado distintos tipos de pastas cerámicas y elaboraciones. Se ha constatado también que algunas de las diferencias en la mineralogía se debe a deficiencias en la cocción de la pasta, donde se mantiene una cocción mas reductora, y no llega a descarbonatarse toda la pasta, manteniendo un cordón gris.*

*Palabras Clave: Cerámica bajomedieval. Petrografía. Mineralogía. Difracción de rayos X. Análisis químico. Vitoria.*

*Gasteiz hiriko Manzana II deituriko partzelan aurkitu diren Erdi Aroko zeramika-pieza batzuen azterketa formal, petrografiko, mineralogiko eta geokimikoa aurkezten da lan honetan. Aztertu egin dira bai granito-lurretatik datozen eta mika osagai duten zeramikak (inportaziokoak), bai tokiko zeramikak, non hainbat zeramika-ore eta lantze mota bereizi diren. Halaber, egiaztatu ahal izan denez, mineralogía alorreko desberdintasunetarikoz batzuk orearen erretze hutsetatik dato, erreketaz ez osoa gertatu eta ore gutzia ez delako deskarbonatatzera iristen, eta ondorioz, lerro gris bat geratzen da.*

*Giltz-Hitzak: Beranduko Erdi Aroko zeramika. Petrografia. Mineralogia. X-izpien difrakzioa. Análisi kimikoa. Gasteiz.*

*On présente dans ce travail une étude formelle, pétrographique, minéralogique et géochimique de quelques-unes des pièces de céramiques médiévales trouvées dans l'excavation réalisée dans la parcelle appelée Manzana II, sise dans la ville de Vitoria. On a étudié aussi bien les céramiques micacées (d'importation) en provenance de terrains granitiques, que des céramiques locales où se sont différenciés divers types de pâtes céramiques et de fabrications. On a également constaté que quelques-unes des différences dans la minéralogie se doivent à des déficiences dans la cuisson de la pâte, où l'on maintient une cuisson plus réductrice, qui ne décarbonate pas toute la pâte, maintenant un cordon gris.*

*Mots Clés: Céramique du Bas Moyen-ge. Pétrographie. Minéralogie. Diffraction de rayons X. Analyse chimique. Vitoria.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo ofrecer un avance del estudio formal y arqueométrico que se está realizando sobre las cerámicas de época medieval (ss. XIII-XV) procedentes del casco urbano de Vitoria-Gasteiz (Álava). Para esta primera aproximación, se ha elegido una de las intervenciones practicadas en uno de los solares del casco histórico, denominado Manzana II. Esta parcela se localiza entre las calles Fray Zacarías Martínez y Santa María.

El presente trabajo tiene como objetivo ofrecer un avance del estudio formal y arqueométrico que estamos realizando sobre las cerámicas de época medieval (ss. XIII-XV) procedentes del casco urbano de Vitoria-Gasteiz (Álava). Para esta primera aproximación, hemos elegido una de las intervenciones practicadas en uno de los solares del casco histórico, denominado Manzana II. Esta parcela se localiza entre las calles Fray Zacarías Martínez y Santa María. Abarca una extensión de ? hectáreas y se encuentra situada a escasos metros del primer recinto amurallado de la ciudad que data del año 1181. En dicha fecha, Sancho VI de Navarra funda la villa de *Nova Victoria* (actual Vitoria-Gasteiz) sobre la aldea de Gasteiz.

En 1989 se practicó una intervención en el solar denominado Manzana II. En la actualidad la excavación se encuentra inédita; por el momento no realizaremos una exposición detallada de la misma y nos centraremos a explicar las unidades estratigráficas de las que hemos seleccionado el material cerámico.

## 2. RELACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y CRONOLOGÍA

A continuación realizaremos una breve explicación sobre las unidades estratigráficas estudiadas, así como de los problemas que presenta la datación de las mismas. Así pues, podemos diferenciar varias zonas de actuación. Una de ellas es la efectuada en el cuadro **2.000**. La muestra seleccionada (Man-1) se recogió en la capa superficial que se corresponde con un revuelto de época moderna y medieval. Bajo ella se identificó otra unidad (u.e 12.002) de tono amarillento, bastante compacto, con abundantes huesos, carbones y tejas. Esta unidad cubr'a dos cubetas (uu.ee 12.003 y 12.004) excavadas en la arcilla natural.

Entre el cuadro 12.000 y el 4.000 se abrió una zanja (cuadros 5.000 y 6.000) dirección E-W. El material estudiado (Man 4) se localiza en la unidad 6.001/6.002 fechables entre finales del siglo XIV y principios del siglos XV a tenor de una moneda de Alfonso XI y un plato de loza azul con el anagrama IHS.

Otra de las áreas es la formada por el cuadro **4.000** en él se registraron seis unidades diferentes. Así, bajo la capa de tierra superficial, aparecen

*bolsas de tierra de un tono diferente (4.002). A un metro de profundidad aparece, una tierra de tono grisáceo, con bolsas de cenizas y carbones y algunas bolsas de escoria de hierro (4.003). Esta capa cubre un silo (4.006) excavado en la roca natural que se encuentra relleno de escoria de hierro y cerámica (4.005). El problema de interpretación que presenta esta unidad es que el material cerámico de las diferentes unidades, según consta en la memoria, se unió por su homogeneidad, sin especificar que correspondencia había entre el material y las unidades. En consecuencia se efectuó una interpretación de las unidades estratigráficas a tenor de los materiales cerámicos que se recuperaron en ellas, en vez de realizarla a través de la ley de superposición (Harris 1991). Pese haber descrito las unidades, al haber unido el material cerámico, nos vemos obligados a fecharlo (Man 10, Man 8) de una manera general entre los siglos XIII-XV.*

Este mismo problema se plantea en el cuadro 2.000 (Man-7). Así, las unidades 2.002, 2.004, 2.006, 2.007 fueron también unidas, el material (Man-4, Man-9) podemos fecharlo entre los siglos XIII-XV. Junto a esta se localiza un conjunto de varias habitaciones. Una de ellas es la 1.000. Está formada por varios rellenos, entre ellos el 1.004 (Man-12) y el 1.010. (Man-13) Al lado se encuentra el sótano de una habitación (3.000), cuya esquina se superpone a la habitación 1.000. De aquí hemos seleccionado la Man-5 de la unidad 3.006 y la Man11 y Man-14 de la 3.010. El material estudiado de las diferentes habitaciones, lo fecharemos entre los siglos XIV y XV y en trabajos posteriores realizaremos una valoración mas detallada sobre la formación de los rellenos de ambas estructuras.

### **3. ESTUDIO ARQUEOLÓGICO**

El número de piezas analizado es de 14 de un total estimado en 5.000 fragmentos (formas reconocibles y fragmentos informes vidriados/sin vidriar). Aunque es un número reducido para un estudio definitivo desde el punto de vista arqueométrico y arqueológico. En cambio si es significativo para plantear la base de la sistematización de las producciones cerámicas de época bajomedieval procedentes del núcleo urbano de Vitoria-Gasteiz. Ya que, por el momento, solamente contábamos con el trabajo de (Llanos *et al*, 1971).

La tipología cerámica la hemos elaborado aunando dos criterios: el tipo de pasta y la forma. Así hemos identificado tres tipos de pasta, posteriormente hemos clasificado las piezas dentro de cada grupo a tenor de criterios morfológicos. En cada grupo se han identificado varias series formales, cada una de ellas está caracterizada por un conjunto de piezas que comparte un criterio morfológico. A su vez, cada serie puede o no poseer varios tipos. Las series y tipos que se presentan en la tabla 1 se ciñen al material que aquí estudiamos.

Tabla 1. Descripción de las piezas estudiadas.

Muestra	Grupo/ Tipo	Unidades Estratigráficas	Cocción	Modelado	Descripción.
MAN-1.	A.1.1	12.001	Reductora	Torneta.	Recipiente de base plana ( 70 ) y paredes verticales. Presenta el inicio de un asa. No se documenta el borde. H: 5
MAN-2.	A.2.2.a.	1.004.	Reductora	Torneta.	Una cazuela de borde redondeado y exvasado hacia el exterior ( 230); El cuerpo posee paredes rectas. La base no se conserva. H: 80.
MAN-3.	A.2.2.b.	1.004.	Reductora.	Torneta.	Esta cazuela a diferencia de la anterior posee un borde y una arista más redondeada. Borde ( 160). Base plana ( 10). H: 59.
MAN-4.	A.2.1a.	6.001/6.002.	Reductora.	Torneta.	Una cazuela de borde redondeado y exvasado hacia el exterior ( 230); El cuerpo posee unas paredes rectas y la base no se conserva. Altura documentada 80mm.
MAN-5.	A.2.1.b.	3.006.	Reductora.	Torneta.	El tipo anterior se manifiesta en una forma más pequeña. Boca ( 127). La base ( 102) y la H: 53.
MAN-6.	B.2.1.a.	8.004.	Oxidante.	Torneta.	Una olla de labio redondo ( 80) en el borde se observa el arranque de un asa, el cuello es recto. El cuerpo tiene una tendencia ovoidea y en la parte superior se localiza unas líneas incisas.
MAN-7.	B.22	2.000.	Oxidante.	Torneta.	Tinaja de borde moldurado ( 123)
MAN-8.	B.5.1.a.	4.001/4.003/ 4.004	Oxidante	Torneta.	Olla de borde exvasado hacia el exterior, labio triangular ( 148). El cuello es recto y el cuerpo globular. En la parte superior de la pieza se coloca un asa. No se conserva la base.
MAN-9.	C.2.1.	2.002/2.004/2 .006/2.007.	Oxidante	Torno.	Una olla de borde triangular cuya arista exterior se encuentra engrosada hacia el interior ( 180). En el borde se observa una ligera inflexión de la colocación de un asa.
MAN-10.	B.4.7	4.001/4.003/ 4.004	Oxidante	Torneta.	Olla de borde exvasado, labio triangular ( 128), cuyas aristas están redondeadas; Cuello recto sin decoración. El cuerpo posee una tendencia globular. En el exterior no huellas de fuego y en su interior se conservan restos de su uso.
MAN-11.	B.6.5.a.	3.010.	Oxidante	Torneta.	Una olla de borde exvasado y labio triangular ( 110), el cuello es recto y está decorado con líneas incisas. El cuerpo parece desarrollar una tendencia ovoidea.
MAN-12.	B.7.1.a.	1.004.	Oxidante	Torneta.	Una olla de borde triangular ( 115), el cuello es recto y está decorado con líneas incisas. El cuerpo es globular y en su parte superior se localizan dos asas. Las huellas de fuego se localizan en el borde y en la panza.
MAN-13.	B.6.5.b	3.010.	Oxidante	Torneta.	La forma pequeña del tipo B.6.5. aquí podemos documentar un cuerpo ovoide. Borde ( 84). La base es plana ( 94). H: 135.
MAN-14.	C.1.1	3.010.	Oxidante	Torno.	Una olla de borde triangular ( 130), cuello recto y el cuerpo tendencia ovoidea.
MAN-15	B	4.001/4.003/ 4.004	Oxidante	Torneta	Pieza fracturada en su parte superior conserva el arranque de un asa. Base plana ( 126) paredes rectas.
MAN -16	B	4.001/4.003/ 4.004	Oxidante	Torneta	Fragmento de fondo de base plana ( 111).
MAN-17	B.3.1	4.001/4.003/ 4.004	Oxidante	Torneta	Olla de borde exvasado hacia el exterior con una incisión, ( 90). Cuerpo con una tendencia ovoide.
MAN-18	B.5.1a	4.001/4.003/ 4.004	Oxidante	Torneta	Olla de labio triangular ( 152). Cuello recto. En la parte superior se conserva la huella de un asa. Espesor 60mm.
MAN-19	B.1.1	4.001/4.003/ 4.004	Oxidante	Torneta	
MAN-20	B.4	4.001/4.003/ 4.004	Oxidante	Torneta	
MAN-21	B.6.1	4.001/4.003/ 4.004	Oxidante	Torneta	
MAN-22	B.6.5b	4.001/4.003/ 4.004	Oxidante	Torneta	Olla de labio exvasado hacia el exterior ( 90). El cuello presenta decoración incisa. El cuerpo tendencia ovoide. Espesor 50 mm.
MAN-27	C	3.010	Oxidante	Torno	Base de fondo plana. ( 90). Espesor 5 mm.
MAN-29	B.6.2	3.010	Oxidante	Torneta	Olla de borde triangular cuya arista está redondeada. El cuello presenta decoración incisa. El cuerpo tendencia ovoide ( 160).
MAN-30	B	3.010	Oxidante	Torno	Base de fondo plana ( 100).
MAN-31	B	3.010	Oxidante	Torneta	Base de fondo plana ( 105)
MAN-32	B.29	3.010	Oxidante	Torneta	Forma abierta. Labio engrosado hacia el interior ( aprox.54).
MAN-33	B.19	3.010	Oxidante	Torneta	
MAN-34	B.29	3.010	Oxidante	Torneta	Forma abierta. El cuerpo presenta un engrosamiento hacia el interior y un rehundimiento en el exterior. En el borde y en el cuerpo se conservan las huellas de un asa.
MAN-35	B.18	3.010	Oxidante	Torneta	Jarrita de labio exvasado hacia el exterior ( aprox.75). Cuello recto con decoración incisa. El cuerpo es globular.
MAN-36	B.29	3.010	Oxidante	Torneta	Forma abierta. Labio engrosado hacia el interior. Paredes rectas. El interior está engobado de rojo. ( 500).
MAN-43	C	4.001/4.003/ 4.004	Oxidante	Torno	Fragmento de borde. Labio exvasado hacia el interior. Cuello viselado ( 148).
MAN-44	C	4.001/4.003/ 4.004	Oxidante	Torno	Fondo de base plana ( 93). En la parte superior decoración incisa.No se conoce forma.

\*Las medidas de las piezas están expresadas en mm.

\*\*H: Altura.

### 3.1. Algunas consideraciones sobre el material cerámico

En este primer avance nos hemos centrado en esbozar algunas de las series identificadas en la Manzana II, centrándonos especialmente en aquellas englobadas dentro de la terminología de olla/orza (grupo B y C), las cazuelas del grupo A y una tinaja. A parte de el material estudiado en esta excavación también se han documentado otras formas como tapaderas, alcancías, candiles, tajadores, jarras y formas abiertas de tipología diversa.

El análisis de la tipología de las piezas nos ha permitido observar que algunos tipos cerámicos, como por ejemplo el B.6.5, el A.2.1, A.2.2. (también en las series A.5, A.7, aquí no analizadas) y las jarras de borde moldurado (Domínguez; Saenz de Urturi e.p) parecen sufrir una estandarización formal que se materializa en los diferentes tamaños que adopta una forma. Este fenómeno se ha detectado también en otros puntos de la península, por ejemplo en algunos modelos de olla en Cabrera d'Anoia (Padilla; Vilá 1997) y en jarras de origen mudéjar (Gutierrez *et al* 1995). Por el momento no disponemos de datos suficientes para poder dar una explicación coherente a este fenómeno, no obstante si podemos apuntar algunas consideraciones. Así pues, no parece suceder en todas las series cerámicas, entre otras la A.19; afecta tanto a las ollas como a las jarras. En el caso de las jarras la estandarización se manifiesta en tres tamaños que en principio no parece alterar la funcionalidad primaria de las piezas. En cambio, los tamaños en los que se sucede un tipo de olla son dos. Ahora bien, en este caso si se produjera un cambio en la funcionalidad primaria de las piezas, solamente lo podríamos detectar a través de una caracterización geoquímica. Igualmente podemos dar una interpretación de tipo social al fenómeno y ser fruto de una profesionalización del oficio de alfarero, por lo que la sucesión de diversos tamaños de un mismo tipo puede ser debido a un intento de simplificación formal.

Así pues llegados a este punto resulta ineludible abordar la funcionalidad de los tipos cerámicos identificados. A tenor de la morfología y del carácter granítico de las pastas resulta previsible que los recipientes asociados al grupo A esten destinados a preparar alimentos en el fuego. En cambio, las series englobadas en los grupos B y C, a excepción de la S.18 están caracterizadas por un grupo de piezas que en la bibliografía tradicional se vienen denominando ollas/orzas. En principio las diferencias morfológicas que observamos de visu, no son suficientes para poder determinar su funcionalidad primaria. Ya que hemos de tener presente que estas piezas tienen dos usos muy diferentes: unas están destinadas para su uso al fuego y otras para guardar, conservar o almacenar productos. Pese a las limitaciones de interpretación que ofrece la morfología, es indispensable contar con un estudio sistemático de las producciones cerámicas, que nos permita conjetarlo con la caracterización geoquímica.

Otro indicador de la funcionalidad es una valoración de los restos que contuvo, así en el tipo B.4.7 se conservan restos de harina adheridos a las paredes internas de la pieza. Este mismo fenómeno se sucede en una

pieza del tipo 5 pero no, en la que aquí hemos analizado. En consecuencia a través del contexto arqueológico podemos determinar uno de los usos de la pieza, pero sin un estudio geoquímico de las piezas no podemos determinar la funcionalidad primaria. Igualmente es interesante, observar la distribución de las huellas de fuego en el exterior de las piezas. No obstante deberemos tener presente que esta línea se encuentra limitada por dos factores, uno de ellos es el contexto arqueológicos (nivel de incendio, desechos de un alfar, p.e), por otra parte, en ocasiones no se poseen las piezas completas, sino fragmentos pequeños, o lo que es más habitual, un gran número de bordes, asas y fondos disociados entre sí. Pese a las dificultades que ofrecen las piezas a la hora de analizar la distribución de los flameados de las llamas, hemos constatado que las bases no poseen huellas de fuego y que estas se concentran en los bordes y en las panzas, concretamente en los tipos 6.5; 6.5.1; 7.1. Estas observaciones se corresponden con las que hicimos cuando analizamos el material cerámico localizado en las cuevas (Domínguez e.p), esta circunstancia podía deberse a que las piezas no se colocan directamente sobre el fuego. Esta teoría vendría avalada por el hecho de que las bases estudiadas son planas y en consecuencia no son resistentes a un choque mecánico. En definitiva, a través de una observación directa de las piezas no podemos precisar la funcionalidad de las piezas.

Por último, la procedencia de las piezas cerámicas no podemos estudiarla a través de criterios formales, sino de un análisis de la pasta cerámica. En consecuencia, los tipos identificados dentro del grupo C no los podemos considerar locales, ya que se tratan de producciones graníticas. La incompatibilidad de estas arcillas con la geología de Álava y zonas limítrofes nos obligan a considerarlas foráneas. Situando su origen en algún punto de la meseta norte. Este tipo de producciones se localizan en niveles bajomedievales o de época moderna, por el momento no podemos documentar si se suceden en períodos anteriores al siglo XIII. No se circunscriben únicamente al mundo urbano, sino que su consumo también se sucede en el mundo rural, como por ejemplo la pieza de Santa Eufemia fechada entre los siglos XIII y XIV (Saenz de Urturi 1989). Si bien, la morfología es diferente a las piezas que nosotros hemos identificado en la Manzana II, la ausencia de un estudio arqueométrico de las mismas nos impide comparar ambos tipos de pasta.

Después de estas consideraciones formales realizaremos el estudio tecnológico de las cerámicas. La superficie de las piezas oscila entre tonos marrones, rojos y blancos fruto de una cocción en atmósfera oxidante, a excepción de los recipientes asociados al grupo A que han sido cocidos en un ambiente reductor. Las piezas asociadas al grupo B se han modelado a torneta, a través del encintamiento de tiras arcilla, siendo posible apreciar la integración de las mismas en el interior de la pieza. En cambio, su cara externa se ha cubierto con una fina capa de arcilla que posteriormente se ha afinado y en otros casos bruñido; este tipo de acabados afecta solamente al cuerpo de la vasija, ya que no se aplica en las asas y en los bordes. La finalidad de esta capa de arcilla que se aplica en la superficie es la

de ocultar la unión de las tiras, dando a su vez una mayor consistencia a la pieza. Los recipientes del grupo A también se han modelado a torneta, siendo apreciable el ensamblaje del cuerpo con la base, así como líneas helicoidales en su interior. En cambio, las formas asociadas al grupo C se han realizado a torno.

## **4. ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO**

### **4.1. Métodos analíticos**

El análisis petrográfico ha consistido en el estudio al microscopio de 34 láminas delgadas correspondiente a cada una de las piezas estudiadas. En algunos casos se han realizado dos láminas delgadas para el estudio de la pieza. El estudio petrográfico, mineralógico y textural se ha realizado utilizando un microscopio "LEITZ WETZLAR standard WL" y un "OLIMPUS BH-2" equipado este último con equipo microfotográfico "OLIMPUS C-35AD-4

Para el estudio de la mineralogía por difracción de rayos x se ha utilizado un difractómetro Phillips PW1710 equipado con anticátodo de Cu, goniómetro vertical, rejilla automática, monocromador de grafito, unidad de control automatizada e intercambiador de muestras. La radiación x utilizada ha sido Cu ka para todos los casos, las condiciones instrumentales corresponden a un voltaje de 40 kV y una intensidad de corriente de 20 mA. La región explorada 5-70° en 2 $\theta$  para las preparaciones sobre muestra total y 2-50° en 2 $\theta$  para la fracción menor de 2  $\mu$ m.

La preparación de las muestras previa a su estudio por difracción de rayos x ha consistido en una molienda hasta un tamaño de grano inferior a 0.053 mm, utilizando para ello un mortero de ágata tipo PULVERISETTE de Fritsch, con una duración de molienda aproximada de 1 hora, posteriormente homogeneizado en un molino de bolas. Para el estudio de la fracción menor de 2 mm, la obtención de esta fracción fina se ha realizado por centrifugación, basándonos en la ley de Stokes. Para llevar a cabo esta operación de emplea una centrífuga Kubota KS8000, siendo el tiempo de centrifugación de 100 s. a 1000 r.p.m., para una profundidad de extracción de 4 cm. La suspensión obtenida, que contienen la fracción <2 mm, se concentran por centrifugación para poder preparar 2 agregados orientados por cada muestra, los cuales se dejarán secar a temperatura ambiente.

Las determinaciones en la muestra total se ha hecho mediante el método de polvo desorientado con la finalidad de evitar orientaciones preferentes de minerales laminares a fin de que no exista sobrevaloración alguna en los análisis semicuantitativo de abundancia de minerales.

Los difractogramas has sido utilizados para la identificación de los minerales presentes en la muestra, y para la estimación semicuantitativa de los mismos. El cálculo semicuantitativo se ha realizado midiendo las áreas de ciertas reflexiones características para cada uno de los minerales presen-

tes, corrigiéndolas mediante la aplicación de un factor o *poder reflectante* (Schultz, 1964). El error estimado es inferior al 10%. No obstante, se debe tener en cuenta que las estimación semicuantitativa dan los mejores resultados cuando se comparan muestras de composición similar estudiadas bajo la misma rutina. La identificación de los minerales de la arcilla se resolvió de acuerdo con los criterios de Srodon (1984) y Moore y Reynolds (1997). Los resultados del análisis mineralógico semicuantitativo se encuentran en las tablas 2 y 3.

Los análisis químicos han sido realizados en el departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad del País Vasco mediante ICP-AES. Los detalles analíticos se pueden encontrar en Ortega y Menéndez (1997). Los errores analíticos estimados son inferiores al 1% para los elementos mayoritarios, e inferiores al 5% para los elementos traza y las tierras raras. Los resultados de los análisis se encuentran la tabla 5.

## 4.2. Petrografía

Las cerámicas del grupo A presentan tamaño de grano grueso (hasta tamaño de grano de 1 mm) y gran cantidad de mica moscovita (hasta 15 % en estimación visual). Están compuestas principalmente por cuarzo y plagioclasa y en menor medida feldespato potásico (microclina) generalmente muy alterado (Fig. 1a, b). Las cerámicas del grupo B presentan como minerales reconocibles al microscopio cuarzo (plagioclasa y feldespato potásico ocasionales) de tamaño de grano muy fino (menor de 0.1 mm) en porcentajes próximos al 20 %. (Fig. 3e, f). Dentro de este grupo existen diferencias petrográficas menores, donde muestras con cordón gris central, ricas en materia orgánica y presentan carbonatos reconocibles (p.e. las muestras Man-11 y Man-13). La naturaleza y la talla de los desgrasantes naturales son muy similares en todas las muestras estudiadas. El grupo C presenta tamaño de grano grueso (hasta 1 mm). Los minerales presentes son cuarzo (mono y poliminerálico) feldespato potásico y plagioclasa, en una matriz muy fina. (Fig. 2c, d)

## 4.3. Análisis mineralógico por difracción de rayos X

En la muestra total las cerámicas están constituidas fundamentalmente por cuarzo (Qtz) y micas (Fill) y en menores proporciones feldespatos: feldespato potásico (Kfs) y plagioclasa, (Pl), y carbonatos: calcita (Ca) y dolomita (Dol), y óxidos de hierro como hematites y goethita (Tabla 2). Debemos destacar las enormes diferencias encontradas entre las estimaciones visuales al microscopio y las determinaciones de abundancia mediante la difracción de rayos x. Estas diferencias son debidas, como se comentará mas abajo, al hecho de que la matriz queda vitrificada y por tanto no cuantificable mediante al difracción de los rayos x. Por tanto las determinaciones de abundancia mediante al difracción de los rayos x nos dará información de la naturaleza y proporciones de los desgrasantes naturales.

Figura 1. Cazuelas del Grupo A (izquierda) y Diversos objetos del grupo C (Derecha).

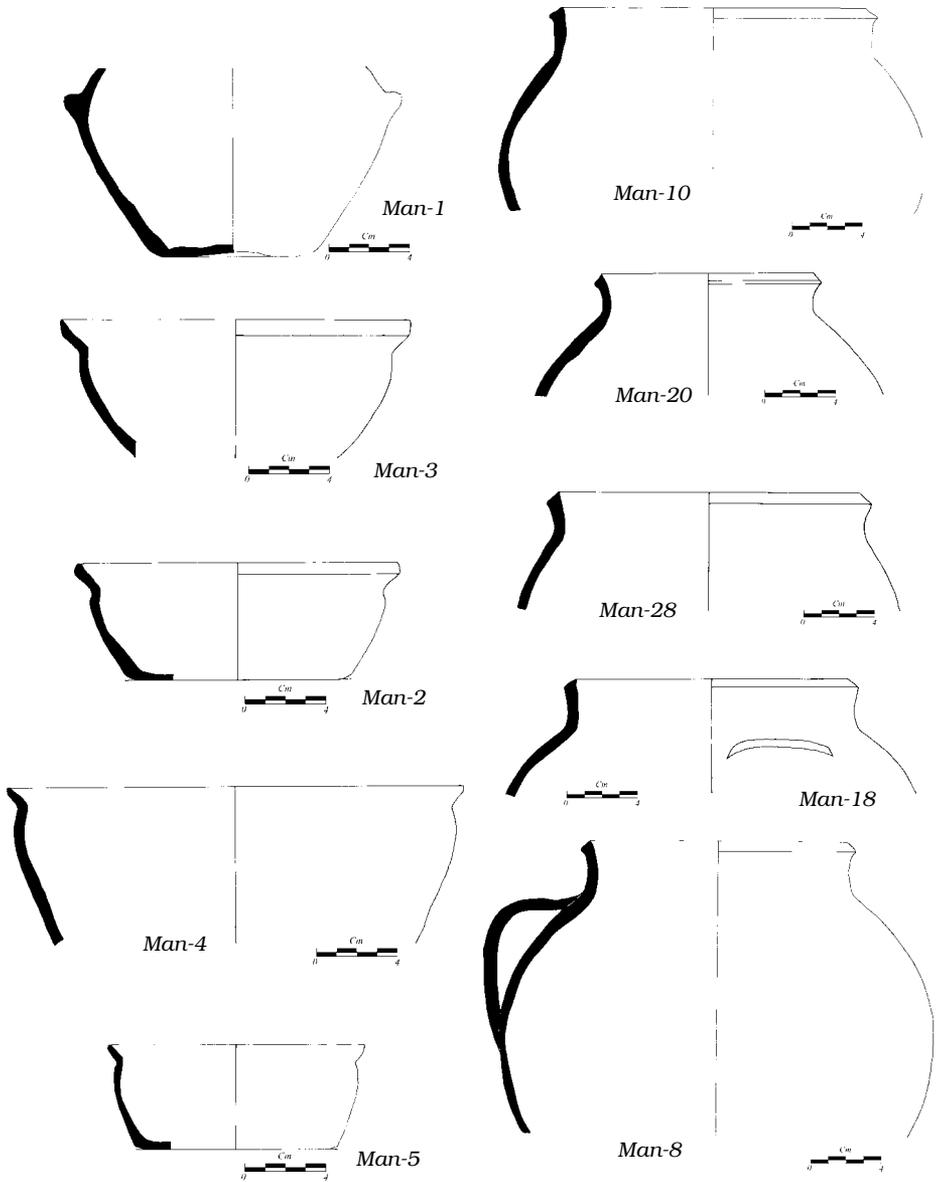


Figura 2. Ollas del grupo B (izquierda) y del grupo C (Derecha).

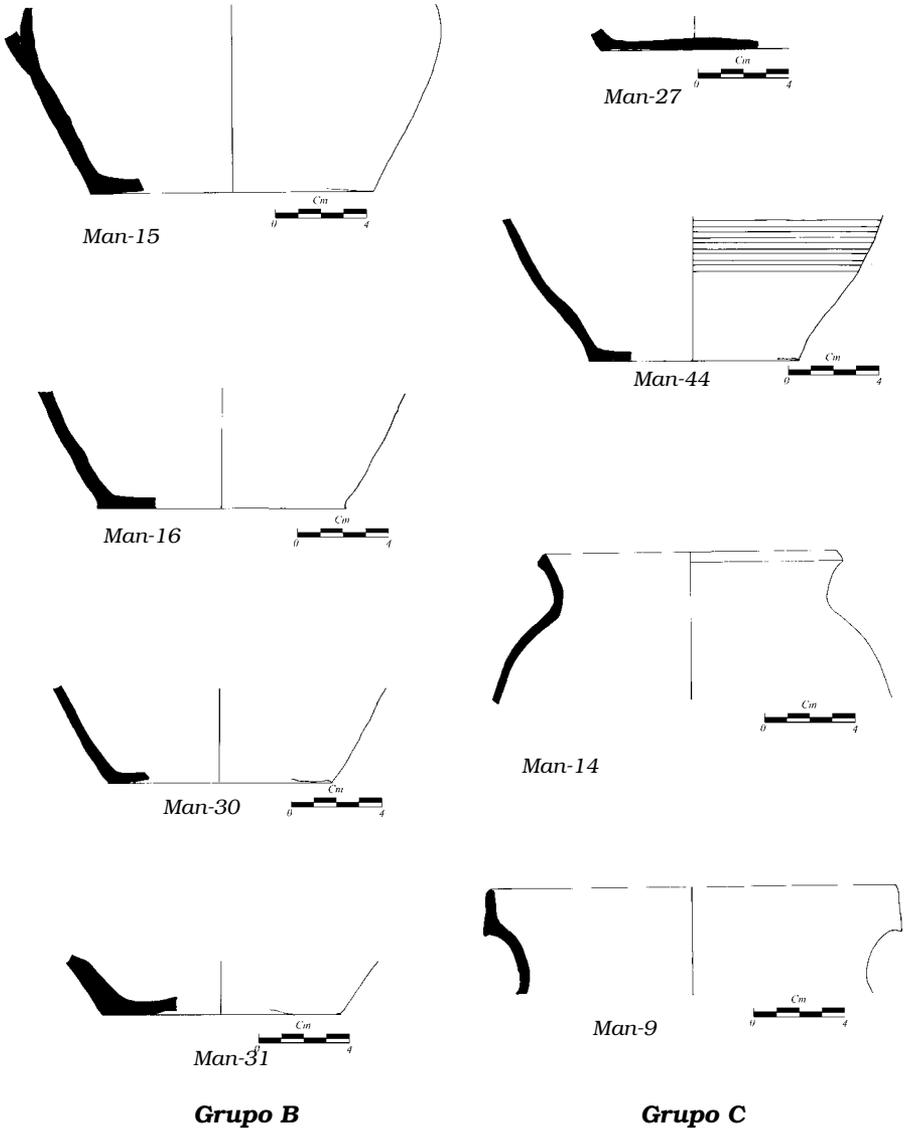
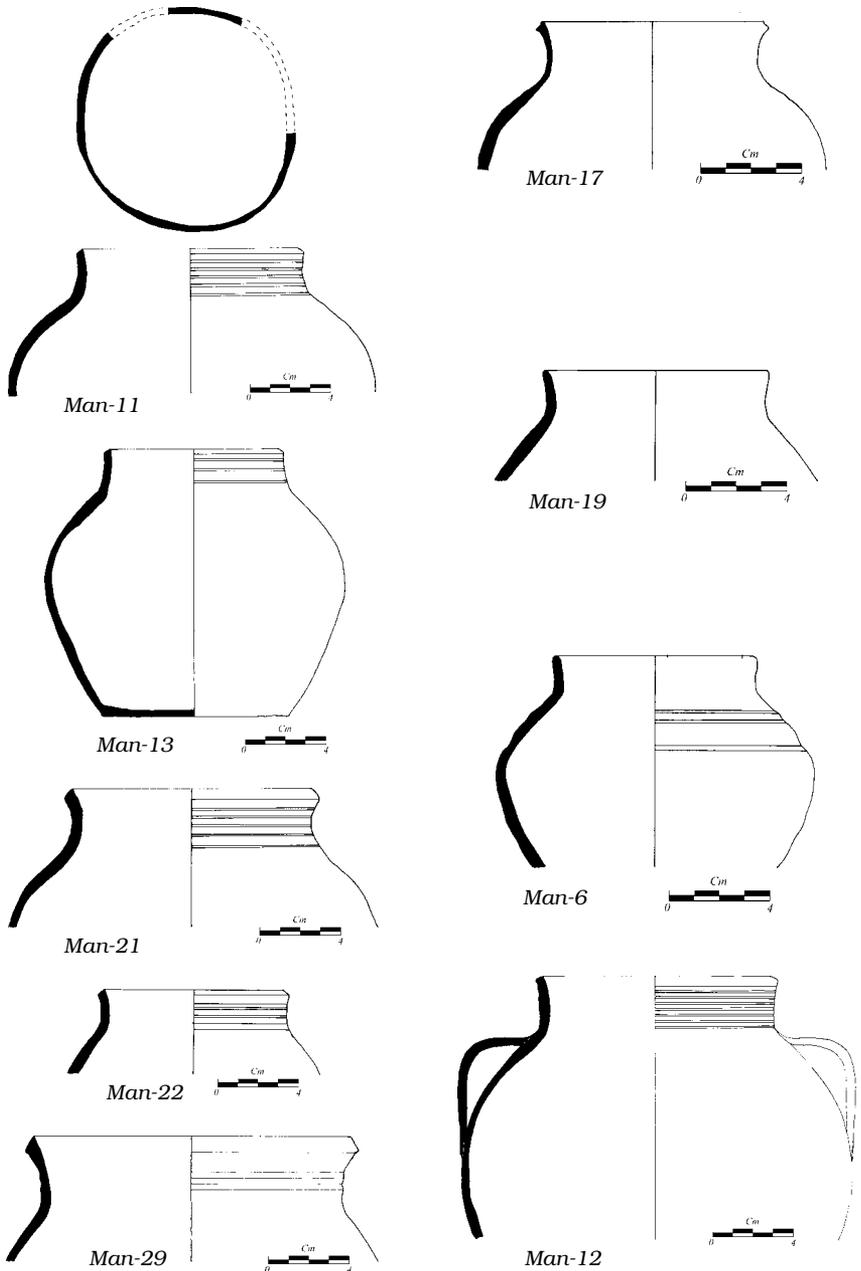


Figura 3. Ollas del grupo B (izquierda) y del grupo C (Derecha).



El cuarzo y los filosilicatos están presentes en la mayoría de las muestras a excepción de siete de ellas en las que no se ha detectado filosilicato alguno. La coexistencia de los feldespatos (feldespato potásico y plagioclasa) es común en las muestras estudiadas, si bien en un número importante de ellas solamente se ha encontrado uno de los dos tipos, siendo el caso más frecuente la presencia de feldespato potásico en ausencia de plagioclasa. Además, en la mayoría de los casos estudiados, el tipo de feldespato potásico detectado corresponde a la sanidina, la fase de alta temperatura de este mineral. También es reseñable la elevada proporción de plagioclasa presente en algunas de las muestras estudiadas (hasta contenidos de 15% en la muestra Man-7). La presencia de carbonatos, al igual que los feldespatos, no es sistemática. Mientras que en un tercio de las muestras no se ha detectado ningún tipo de carbonatos, otras muestras contienen tanto calcita como dolomita o solamente una de estas dos fases minerales. Por último, el óxido de hierro detectado en su mayoría ha sido identificado como hematites y sólo se ha podido cuantificar de manera fiable en diez muestras y siempre con valores relativos inferiores al 1 %.

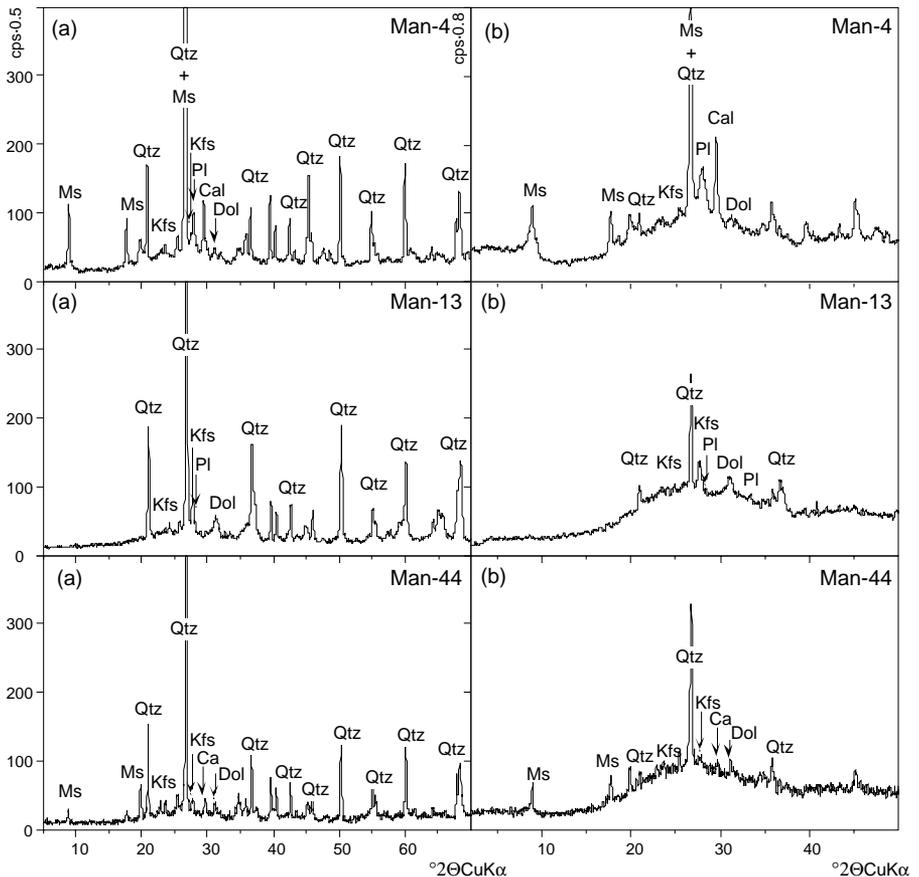
Tabla 2: Mineralogía de muestra total en porcentajes de las cerámicas estudiadas calculada mediante difracción de rayos X.

	<b>Fill</b>	<b>Qtz</b>	<b>Pl</b>	<b>Kfs</b>	<b>Ca</b>	<b>Dol</b>	<b>Otras fases no cuantificables</b>	
Man-1	52.6	39.7	4.5			3.2		
Man-2	38.4	50.1	1.3	3.9	3.7	2.7		microclina/ortoclasa
Man-3	52.9	39.1	2.3		3.3	2.4		
Man-4	50.1	34.1	5.3	1.5	7.1	2		microclina/ortoclasa
Man-5	47.7	37.5		8.1	3.1	3.6		microclina
Man-6	39.2	53.4	1	4.6		1.8	hematites	microclina
Man-7	36.2	40.1	15.4	6.5		1.9		sanidina
Man-8		93.1	4.1	2.9				microclina/ortoclasa
Man-9	44	50.3		1.7	1.3	2.7		microclina/ortoclasa
Man-10	49.6	40	1.7	3.9	2.5	1.5	hematites	sanidina
Man-11		79.3	3.1	6.5		11.1	hematites	microclina/ortoclasa
Man-12	33.4	55.3		9		2.3	hematites	microclina/ortoclasa
Man-13		75.3	2.9	14.8		6.9	hematites	sanidina
Man-14	51.1	44.7		2.9		1.3	hematites	microclina/ortoclasa
Man-15	17.9	75	2.3	4.9			hematites	sanidina
Man-16		94.6		5.4			hematites	sanidina
Man-17	24.2	60.9		11.7	1.1	2.1	hematites	sanidina
Man-18	22.8	70.2	4.5		1.6	1		
Man-19	51	44.8	1.2	3			hematites	microclina/ortoclasa
Man-20	20.3	77.4		2.3			hematites	sanidina
Man-21	47.1	45.8	3.6	1.9		1.6	goethita	sanidina
Man-22	33	62	1.7	3.3				sanidina
Man-27		94.7		2.6	2.7			sanidina
Man-29		86.7	1.8	6.9		4.6	hematites	sanidina
Man-30	24.4	69	1.9	3	1.8		hematites	sanidina
Man-31	48.6	40.3	4.1	3.4	1.5	2.1		sanidina
Man-32	49.3	43.2	4.1	3.4			hematites	sanidina
Man-33		88.7	2	9.3				microclina/ortoclasa
Man-34	21.5	76.2		2.2			hematites	sanidina
Man-35	35.2	58.7	3.8	2.3			goethita	sanidina
Man-36	44.2	47.7	1.8	4.6	1.7		hematites	sanidina
Man-43	15.9	76.6		2.7	3.1	1.7	hematites	sanidina
Man-44	53.9	39.7		1.4	2.8	2.1	goethita	sanidina

La mineralogía determinada ha permitido diferenciar dos grupos de cerámicas unas más ricas en moscovita que corresponden a las cerámicas del grupo A (Man-1 a Man-5) y otras ricas en cuarzo. Estas muestras ricas en micas corresponden a las muestras que presentan una cantidad importante de mica heredada de origen detrítico (no illita diagenética), es decir corresponde a los minerales que constituyen los desgrasantes de las cerámicas y nunca a los que pudieran constituir la matriz.

La fracción arcilla (< 2 mm) ha sido analizada con objeto de obtener alguna información sobre la mineralogía original de las cerámicas. Sin embargo, se ha podido constatar que dicha mineralogía ha sido destruida durante la cocción (Tabla 3). La fracción fina ha permitido detectar la presencia sistemática de una sustancia amorfa en todas las cerámicas (fig. 4) que

Figura 4. Difractogramas de algunas muestras seleccionadas. A la izquierda difractogramas de muestra total, a la derecha correspondientes a la muestra <2µm.



bien podría corresponder a vidrio de composición silícea, aluminosa y de óxido de hierro que se produce con residuo de desintegración de los minerales de la arcilla (Kirsch, 1968).

En un estudio comparativo entre las dos fracciones analizadas no se ha podido observar ninguna diferencia significativa a excepción de las propias debidas a tamaño de la fracción. Así, se aprecia mayor proporción de filosilicatos en la fracción más fina y más cuarzo en la fracción más gruesa. En general hay más cantidad de feldespatos en la fracción fina y se debe al efecto de molienda que al ser minerales más fáciles de romper se concentran en dicha fracción. Respecto a los carbonatos no se observa una tendencia clara, mientras que la calcita parece estar en general más concentrada en la fracción fina, debido al efecto de molienda, la dolomita tiene una distribución desigual.

Tabla 3: Mineralogía en porcentajes de la fracción < 2mm de las cerámicas calculada mediante la difracción de rayos X.

	Fill	Qtz	Pl	Kfs	Ca	Dol
Man-1	68	19.8	7.6			4.5
Man-3	61.2	22	4.5	4.5	4.5	3.2
Man-4	59.1	18.5	5.9	3.6	12	0.9
Man-5	58.9	27.6		8.5	2.5	2.5
Man-8		74.2	11.8	14		
Man-9	58.8	21.9		6.6	5.3	7.4
Man-12	66.7	27.2		6.1		
Man-13		59.2	7.3	28.8		4.6
Man-15	69.9	22.9	2.8	4.4		
Man-16		50	17	33.1		
Man-17	60.1	33		7		
Man-18	61.2	32.1		4.9		1.8
Man-19	60.8	32.6	1.7	4.8		
Man-20	62	33.5		4.5		
Man-21	69.6	24.7	0.3	4.5		0.9
Man-22	52.1	38.1	2.7	7		
Man-27		85.6		7.2	7.2	
Man-28	71.9	23.6		4.1	0.4	
Man-29		77.2		22.8		
Man-30	59.9	34.2	1.4	4.5		
Man-31	69.3	25.2	3.1	2.3		
Man-40		81.3		10.8		7.8
Man-43		66.7	2.2	2.1	28.9	
Man-44	70.4	26		2.6	1.1	

#### 4.4. Aparición de fases minerales y temperaturas de cocción

Aunque la mineralogía encontrada no es indicativa de condiciones de cocción específica respecto a la temperatura alcanzada, la presencia o ausencia de algunas fases minerales nos permite aproximar algunos límites sobre la posible temperatura de cocción de las diferentes cerámicas. A este respecto, los carbonatos constituyen unas fases minerales muy interesantes. En general, y en condiciones oxidantes, estos minerales se desestabilizan a temperaturas superiores a los 750°-900° C (West, 1999). La ausencia de estos minerales, en cualquier caso no se debe interpretar forzosamente como la superación de este umbral de la temperatura durante la cocción, ya que debemos tener la seguridad de su presencia en el material original, o de su formación en estados incipientes de la cocción. Esta segunda hipótesis no nos parece despreciable si tenemos en cuenta los factores que enunciaremos a continuación:

- \* Considerando los posibles ambientes geológicos de formación de dolomita, sabemos que ésta queda fuertemente restringida a ambientes salobres y climas cálidos. Este mineral rara vez se ha encontrado en materiales sedimentarios ricos en arcillas sin compactar, por tanto parece razonable que su presencia sea debido al proceso de cocción de la pasta arcillosa.
- \* La dolomita es un mineral que exige un fuerte ordenamiento cristalino (de ahí su escasez en la naturaleza) formando, por tanto, siempre minerales bien cristalizado, es decir con buen desarrollo de formas externas o caras cristalinas. El hecho de que en las láminas delgadas de las cerámicas con carbonatos no se observen cristales bien formados de estos minerales, sino que su presencia se intuya en base al aspecto sucio de la matriz y por la aglomeración de gránulos mal desarrollados indicando un rápido crecimiento nos lleva a pensar que los carbonatos (especialmente la dolomita) se ha formado durante el proceso de cocción.
- \* Datos experimentales indican que la dolomita se forma a temperaturas superiores a los 120° C, hasta temperaturas de 500° C siempre que la disponibilidad de cationes sea la adecuada (relación Mg/Ca 1/1) (Scoffin, 1987; Morse y Mackenzie, 1990). Este hecho limita la presencia de dolomita a las cerámicas que presenten la composición química adecuada, permitiendo al mismo tiempo explicar la ausencia de correlación de cerámicas con nervio gris y ausencia de carbonatos.

Por otro lado, en condiciones oxidantes se sabe que la que la dolomita se transforma en calcita a temperaturas próximas a 800° C (Deer *et al.*, 1992) por ello podemos apuntar que las cerámicas ricas en dolomita no ha superado dicha temperatura. Sin embargo la presencia de calcita no implica necesariamente temperaturas de cocción superiores a 900° C ya que este mineral puede formar parte de la arcilla originaria. En el caso de la coexistencia de ambos carbonatos se podrían aventurar temperaturas de cocción entre 800° y 900° C.

Otra aproximación a la temperatura de cocción de las cerámicas la determina la desaparición de los filosilicatos. Mirti (1998) encuentra como la illita se descompone a temperaturas superiores de 900° C. Estos resultados están en contradicción con los datos Kirsch (1968), que indica la desaparición de la illita a partir de los 500° C. Nosotros pensamos que Mirti (1998) se refiere a la moscovita detrítica (generalmente de tamaño sub-milimétrico) que aparece como desgrasante natural en la mayoría de las arcillas. Por tanto, estos resultados se deben tomar con gran cautela, ya que la desaparición de la moscovita durante la cocción será dependiente del tamaño de grano. Esto es especialmente importante cuando estemos considerado cerámicas similares a las del grupo A, muy ricas en moscovita y de tamaño de grano superior a 1 cm. De hecho, la presencia de mica en estas cerámicas no debe implicar forzosamente temperaturas de cocción inferiores sino que arcillas originales son de naturaleza diferente.

Por otro lado, algunas cerámicas correspondientes al grupo B (ollas y fondos) no contienen micas y además los carbonatos están controlados por la calcita lo que nos lleva a pensar en temperaturas de cocción ligeramente superiores a 900° C (Mirti.1998). No obstante dicha temperatura pudiera estar modificada por el uso. En contraposición tenemos otras piezas que presenta filosilicatos y en las que carbonato dominante es la dolomita indicando, temperaturas inferiores, entre 500 y 800° C.

#### **4.5. Caracterización química**

Las cerámicas del Grupo A (Man-1 a Man-5) se caracterizan por presentar elevados contenidos en volátiles (pérdida al fuego), y elevados contenidos de alúmina y potasa y menor cantidad en sílice. Todo ello reflejo del elevado contenido en moscovita. Así mismo, estas muestras presentan menores contenido en  $TiO_2$  y en FeO, consecuencia del mayor contenido en minerales cuarzo-feldespáticos, procedentes del desmantelamiento de un edificio granítico. (Tabla 4). Respecto a los elementos traza, estas muestras son pobres en Ba, presentando contenidos similares al resto de las cerámicas estudiadas en el resto de los elementos. Las concentraciones en tierras raras son notablemente menores para estas muestras, debido a la elevada proporción que presenta de cuarzo como desgrasante natural.

Las cerámicas de los grupos B y C presentan composición química similares entre sí (Tabla 4), con menores contenidos en volátiles (<2.5% PF.), siendo más ricas en ferromagnesianos y titanio que las cazuelas graníticas. A pesar de las similitudes entre estos dos tipos de cerámicas se pueden apreciar algunas diferencias entre ellos. Así, las cerámicas del grupo C presentan mayores contenidos en alúmina y potasa y volátiles y menores contenidos en hierro. Este hecho parece significativo de mayores proporciones en minerales de la arcilla tipo caolinita y/o illita en materiales arcillosos de los que procedan. Respecto a los elementos traza, apenas existen diferencias significativas entre los dos grupos (Tabla 4).

Tabla 4: Intervalos de composición, media y desviación estándar de las cerámicas estudiadas.

	GRUPO A				GRUPO B				GRUPO C			
	Máximo	Mínimo	Media	1s	Máximo	Mínimo	Media	1s	Máximo	Mínimo	Media	1s
SiO <sub>2</sub>	65.20	58.75	61.50	2.77	72.34	64.47	67.23	1.76	70.62	64.36	66.89	2.63
TiO <sub>2</sub>	0.20	0.01	0.15	0.08	0.94	0.68	0.80	0.07	0.92	0.64	0.77	0.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.59	20.13	22.91	1.73	21.26	14.98	18.86	1.34	24.82	19.51	21.34	2.16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.25	1.96	2.16	0.12	7.16	4.84	6.17	0.64	4.14	2.70	3.43	0.58
MgO	1.18	0.93	1.02	0.11	1.29	0.75	1.01	0.13	1.41	0.60	0.88	0.31
MnO	0.04	0.03	0.03	0.00	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00
CaO	5.18	1.41	2.63	1.50	1.39	0.39	0.75	0.28	1.61	0.25	0.77	0.53
Na <sub>2</sub> O	0.54	0.31	0.43	0.11	0.83	0.29	0.57	0.13	0.28	0.12	0.22	0.07
K <sub>2</sub> O	4.57	1.63	2.94	1.14	3.25	1.37	2.38	0.49	6.00	1.24	4.02	1.88
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.74	0.16	0.39	0.22	1.15	0.08	0.22	0.21	0.42	0.18	0.28	0.10
LOI	7.39	3.54	6.28	1.58	3.03	0.68	1.73	0.62	2.99	1.79	2.33	0.49
Total	101.72	98.90	100.43	1.04	101.50	98.52	99.74	0.83	101.98	99.89	100.93	0.85
Ba	279	157	206.4	52.3	530	393	471.8	35.6	477	316	411.8	75.4
Cr	67	24	36.6	17.3	167	88	106.6	19.7	131	97	110.8	13.2
Co	5	4	4.4	0.5	24	8	15.6	4.5	22	7	12.4	6.8
Cu	43	7	23.6	17.3	45	4	23.2	12.4	46	4	30.2	17.7
Ni	15	3	7.4	4.5	66	3	44.4	13.9	49	5	29.4	18.0
Sr	155	66	128.4	36.1	191	96	119.4	18.6	164	117	135.4	21.5
V	16	14	15.4	0.9	125	101	113.7	6.7	128	91	106.0	14.5
Zn	90	50	66.4	14.8	152	70	101.6	17.2	93	34	52.8	23.5
Zr	163	121	144.0	17.7	460	102	242.7	68.3	307	175	229.8	48.1
La	13.10	11.81	12.46	0.91	45.47	32.68	37.87	3.92	43.03	40.34	41.43	1.04
Ce	27.72	24.18	25.95	2.50	105.48	25.92	74.09	16.37	88.72	75.64	80.24	5.52
Pr	2.56	2.10	2.33	0.32	9.65	5.55	7.17	1.06	8.03	6.93	7.54	0.54
Nd	13.62	11.71	12.66	1.35	42.01	27.32	33.50	4.22	37.70	30.34	34.69	3.25
Sm	2.85	2.41	2.63	0.31	8.25	5.02	6.35	0.94	7.02	5.08	6.35	0.80
Eu	0.42	0.42	0.42	0.00	1.56	0.93	1.20	0.19	1.37	0.97	1.18	0.15
Gd	3.93	3.32	3.62	0.43	6.92	3.93	5.25	0.85	5.91	4.28	4.99	0.63
Dy	4.82	4.25	4.53	0.40	6.38	3.96	5.02	0.71	5.28	4.36	4.69	0.35
Er	2.87	2.67	2.77	0.14	3.55	2.17	2.71	0.39	2.91	2.29	2.47	0.25
Yb	2.48	2.47	2.48	0.00	3.24	2.23	2.68	0.31	2.83	2.41	2.57	0.17
Lu	0.35	0.30	0.33	0.03	0.49	0.34	0.40	0.05	0.43	0.35	0.38	0.03
Y	29.86	25.17	27.52	3.32	31.56	20.29	25.00	3.41	27.15	20.09	23.07	2.91
ΣREE	74.51	65.84	70.18	6.13	231.60	128.35	176.23	25.74	200.20	175.53	186.53	10.38
La <sub>n</sub> /Lu <sub>n</sub>	4.10	3.90	4.00	0.14	10.60	9.30	9.84	0.39	12.30	10.10	11.32	0.89
Eu/Eu	0.45	0.38	0.42	0.05	0.66	0.62	0.63	0.01	0.66	0.62	0.64	0.02

Respecto a las concentraciones en tierras raras podemos observar como las muestras estudiadas presentan modelos normalizados diferentes para el grupo A frente a los grupos B y C (Fig. 5). Las cerámicas del grupo A son pobres en tierras raras, con  $\Sigma\text{REE} < 75$  ppm, presentan modelos normalizados a condrito muy planos, con relaciones  $\text{La}_n/\text{Lu}_n \approx 4$  e importantes anomalías negativas en Eu. Estos modelos de tierras raras son muy similares a los que algunos granitos de dos micas y granitos moscovíticos en diferentes áreas geográficas peninsulares (Bea *et al.*, 1987; Ortega y Gil Ibarguchi, 1990). Los diagramas de tierras raras normalizados para los grupos B y C son muy similares entre sí, y muy similares a los que presentan la media de los materiales pelíticos (arcillosos) de la mayor parte del mundo (Haskin *et al.*, 1966; Taylor y McLennan, 1985), dibujando diagramas normalizados con menores anomalías en Eu y mayor fraccionación de tierras raras (cf. Tabla 4).

Figura 5. Diagramas de tierras raras normalizados a condrito (Evensen et al., 1978).

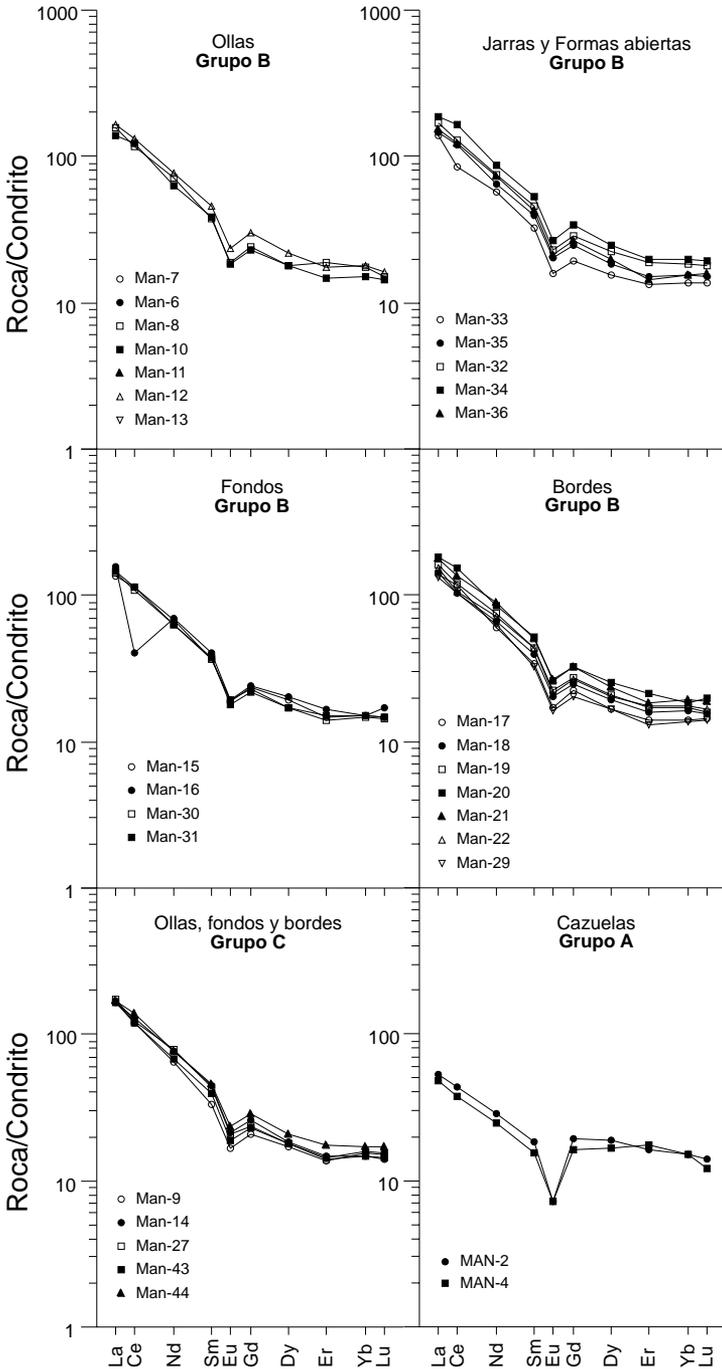
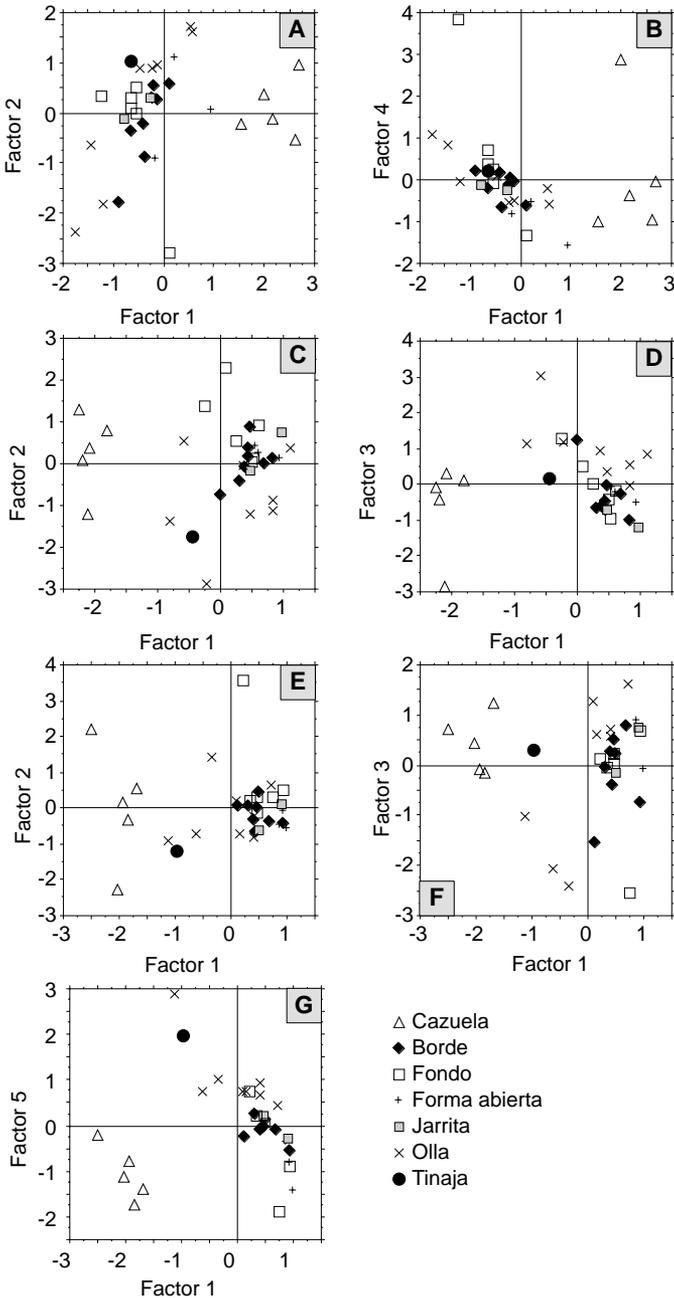


Figura 6. Diagrama multielemental de contenidos normalizados frente a la media de la corteza continental superior (Taylor y McLennan, 1985). Las líneas en gris claro corresponde a la composición de las pizarras post- paleozoicas australianas (Taylor y McLennan, 1985) y las líneas en gris oscuro corresponde a las grauwacas de margen pasivo (Floyd et al., 1991).



Una manera sencilla de visualizar las variaciones químicas de las muestras es mediante el empleo de diagramas multielementales normalizados. Para ellos se han representado la composición de las cerámicas frente a la composición media de la corteza superior terrestre (Figura 6). La geometría de las curvas que presentan, así como la presencia de picos o valles en la misma será indicativa de diferentes procesos formativos de los materiales (Wilson, 1989; Floyd y Leveridge, 1987; Floyd et al., 1991).

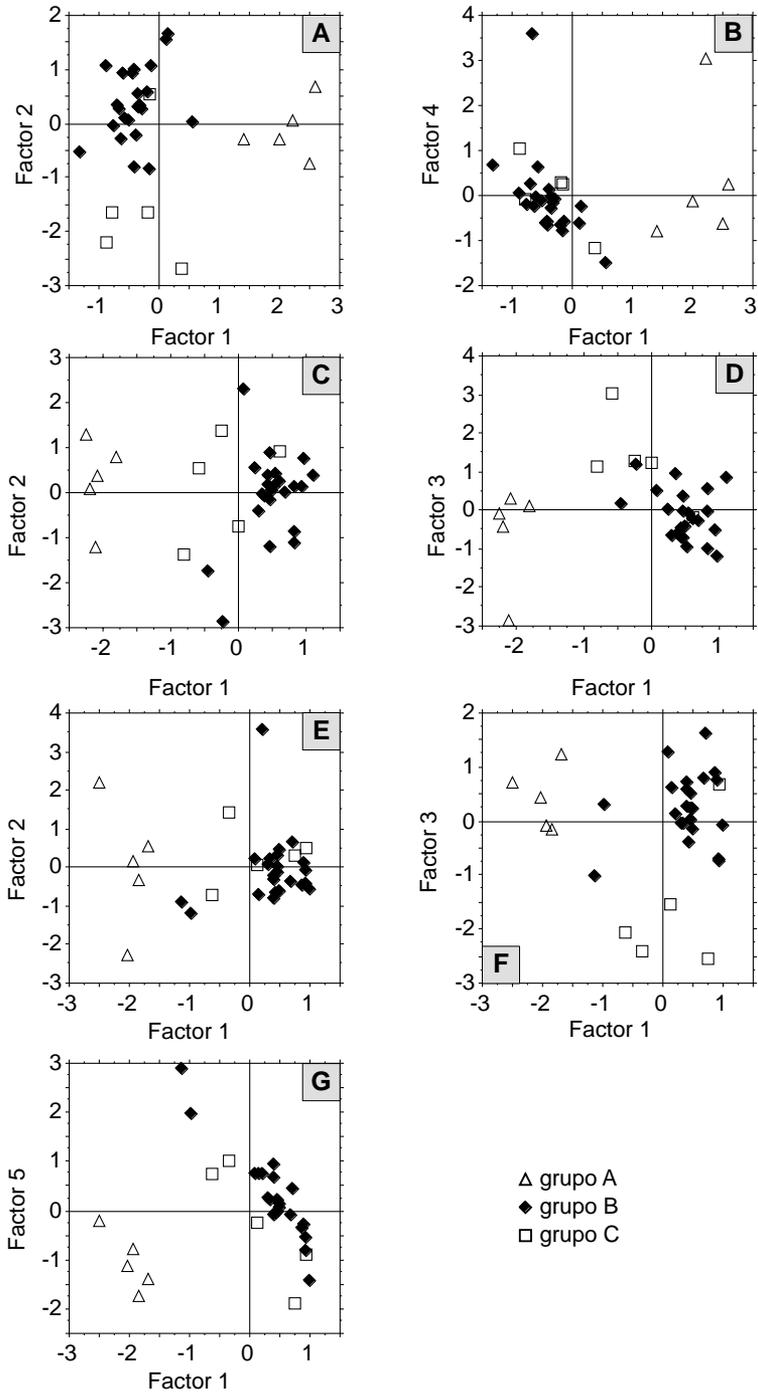
En la figura 6 se puede observar como las cerámicas del grupo A, presentan menores contenidos en la mayoría de los elementos que la media de las arcillas terrestres. Este hecho se debe sin duda a la gran cantidad de cuarzo que presentan estas muestras. Únicamente presentan contenidos superiores a la media cortical para Ba (debido a la gran cantidad de mica presente en las cerámicas) y fósforo.

El resto de las muestras, tanto del grupo B como del grupo C son muy similares respecto a su composición, no presentando diferencias significativas ni entre los dos grupos ni en cuanto al uso de los materiales. Estas piezas presentan contenidos similares a la media de la corteza para la mayoría de los elementos, siendo destacable el empobrecimiento en Mg y Sr, así como en Ca. El empobrecimiento en estos elementos es típico de sedimentos muy maduros, como se puede deducir de la figura ya que los sedimentos de margen pasivo están empobrecidos en los mismos.

Se ha realizado un análisis de los componentes principales (ACP) con la finalidad de poner de manifiesto cuales son las agrupaciones químicas de las muestras estudiadas. Se han considerado tres situaciones estadísticas diferentes, en función del número de elementos químicos incluidos. En el primer caso se han considerado exclusivamente los elementos mayoritarios, en el segundo caso se han considerado únicamente los elementos traza, y en el tercer caso los elementos mayores y traza.

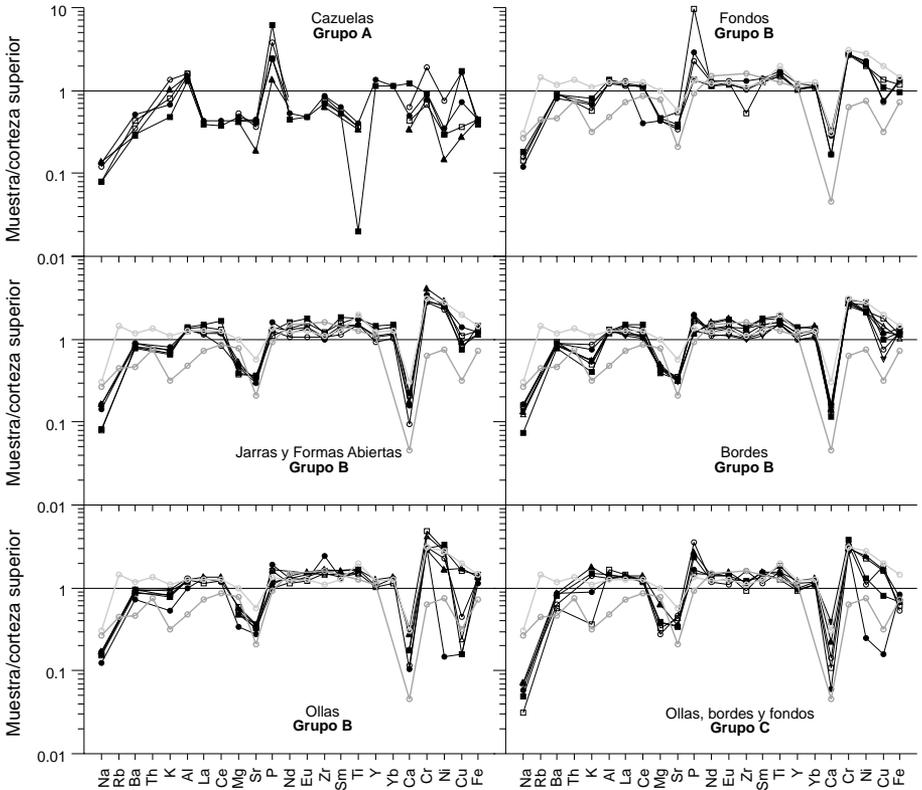
Para los elementos mayoritarios, que deben ser reflejo de la composición química de los materiales fuente (arcilla y desgrasantes) se han encontrado cuatro *eigenvalores* (valores principales) que explican el 83.2 % de la varianza. Según Le Maitre (1986) la presencia de tres *eigenvalores* importantes frente al resto indica la presencia de tres procesos principales provocan la variación química de las muestras estudiadas. El primer factor explica el 44.9 % de la varianza y relaciona la sílice, el titanio y el hierro de forma negativa frente a la pérdida al fuego, la cal y la alúmina. Al segundo factor, que explica el 18.2 % de la varianza, contribuyen fundamentalmente el magnesio, el manganeso y el sodio, mientras que el tercer factor está controlado por el potasio, y explica el 11.3 % de la varianza. Por último, el cuarto factor explica el 8.8 % de la varianza que está asociada fundamentalmente al fósforo y en menor medida al calcio. La representación de las muestras en el espacio factor 1 frente al factor 2 (Figuras 7A y 8A) separa claramente las muestras de los tres grupos reconocidos previamente. Representándose las cazuelas del grupo A en los valores positivos del primer factor, siendo reflejo de la notable cantidad de mica moscovita que presentan estas muestras. Los grupos B y C también se discriminan

Figura 7. Representación de las muestras analizadas en los planos de máxima varianza.



fácilmente siendo las muestras del grupo C las más pobres en  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$  y  $\text{MnO}$ . Por otro lado se puede observar como el factor 4 varía linealmente con el factor 1 en las muestras del grupo B y C (figuras 7B y 8B). Considerando el tipo de pieza estudiada podemos ver como las ollas son las muestras que mayor dispersión presentan (figura 8A). Por el contrario, los fondos presentan un fuerte agrupamiento.

Figura 8. Representación de las muestras analizadas en los planos de máxima varianza.



La presencia de los tres primeros factores se pueden explicar por la procedencia de los materiales fuente de áreas diferentes, mientras que el cuarto factor parece ser reflejo de una variación natural de fósforo en las muestras, reflejando probablemente el contenido en apatito en las muestras.

Cuando se considera únicamente los elementos traza aparecen nuevamente tres factores que explican el 80.5 % de la varianza. El primer factor explica el 48.8 % de la misma y agrupa la mayoría de los elementos traza: Ba, Cr, Co, Ni y V. El segundo factor explica el 19.2 % de la varianza estando

asociado al Cu, Sr y Zr, mientras que el tercer factor se relacionaría con el Sr, Zn y en menor medida con el Zr. Al representar las muestras en los espacios de máxima varianza se separan claramente las cerámicas del grupo A del resto, no mostrándose diferencias netas entre los otros dos grupos. La variación asociada al primer factor parece estar controlada por la dilución por cuarzo de los contenidos en elementos traza. Esto es especialmente importante en las cerámicas del grupo A que son las más ricas en cuarzo y con menor proporción de matriz arcillosa. Aunque las muestras del grupo B y C no presentan contenidos en elementos traza notablemente diferentes, en los espacios de máxima varianza se puede apreciar diferencias en la agrupación por tipos funcionales (figura 8 C y D).

El tercer caso se ha considerado los elementos mayores y traza conjuntamente. En este caso se han obtenido 5 factores principales o *eigenvalores* que explican el 82.1 % de la varianza. El primer factor explica el 43.2 % de la misma mientras que el resto de los factores explican proporciones siempre inferiores al 15%. En la representación de las muestras en los espacios de máxima varianza vemos como en el espacio que considera el primer factor frente al segundo factor las muestras de los grupos B y C no se discriminan claramente (figuras 7E y 8E), mientras que cuando se consideran los factores primero y tercero estos grupos quedan mejor individualizados (figura 7F y 8F). Por último, podemos observar en las figuras 7G y 8G como las muestras presentan una correlación entre el primer factor y el quinto de forma individualizada, por un lado para la piezas del grupo A y por otro para las muestras de los grupos B y C.

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los tres grupos establecidos a partir de los aspectos de elaboración de la pasta (torno o torneta), tipo de cocción (oxidante o reductora), presencia de cordón central, y en general aspecto visual, son coherentes con las características petrográficas, mineralógicas y químicas que presentan los mismos.

El estudio petrográfico permite distinguir las características texturales de las piezas, así como identificar la naturaleza de los desgrasantes, y en casos favorables identificar posibles áreas fuente o tipo de materiales fuente. De modo que las piezas correspondientes al grupo A proceden de un área de alteración de rocas graníticas ricas en moscovita, dando sedimentos de baja madurez. Por el contrario los materiales fuente de los que proceden las cerámicas del grupo B corresponden a sedimentos muy maduros, donde los desgrasantes naturales son de tamaño muy pequeño y ricos en materia orgánica dispersa. Estas características sugieren que los sedimentos deben proceder de la cuenca de inundación de un río. Por último, las texturas que presentan las cerámicas del grupo C son propias de materiales arcillosos muy finos, pero la cantidad de cuarzos de tamaño grueso que contienen plantean algunas dudas en cuanto a la procedencia y elaboración de la masa cerámizable.

El estudio mineralógico de las cerámicas por difracción de rayos x podemos obtener datos de interés tanto (1) sobre la naturaleza de los desgrasantes, (2) de su proporción relativa, y (3) sobre las temperaturas alcanzadas durante el proceso de cocción

La naturaleza de los desgrasantes observada en difracción de rayos x es similar a la observada en el microscopio, si bien la cuantificación que se puede hacer es notablemente diferente, ya que al microscopio se puede estimar la cantidad de matriz arcillosa existente en la pasta, mientras que en difracción únicamente se puede cuantificar los desgrasantes ya que los minerales de la arcilla se han vitrificado durante el proceso de cocción.

La posibilidad de determinar la temperatura de cocción de las piezas es más problemático, ya que en los casos más favorables sólo podemos estimar las condiciones mínimas alcanzadas. La ausencia de minerales típicos de reacciones en estado sólido a altas temperaturas como son gehlenita o mullita dificulta el establecimiento de límites inferiores de temperatura. Sin embargo se han detectado fases minerales que se desestabilizan para formar otros a temperaturas específicas como es la dolomita, o bien se desintegran en sus componentes fundamentales como la calcita. En base a las reacciones que sufren estas fases se puede concluir que las cerámicas estudiadas no han superado en ningún caso los 900° C durante la cocción. No obstante, se aprecian divergencias en los valores de temperaturas calculadas en base a la mineralogía que pueden deberse a dos factores principalmente: al grosor de la pieza cerámica o a la carencia de un estricto control en la temperatura. En este sentido, el grosor de la pieza o de ciertas parte de ella impide que la temperatura se distribuya por igual a través de ella dando en estos casos un cordón central mas oscuro y retardando e incluso impidiendo los cambios de fases minerales antes mencionados. Por otro lado, es posible que dentro del horno la distribución de la temperatura no fuera homogénea, por lo que algunas piezas alcanzaran temperaturas de cocción ligeramente superiores a otras, incluso estas diferencias de temperatura podrían variar de una hornada a otra.

Por otro lado, la presencia de pequeñas diferencias en la proporción de desgrasantes naturales en las cerámicas del grupo B no deben interpretarse como significativas de áreas fuente diversas, sino mas bien como pequeñas heterogeneidades a escala local dentro de un mismo área de aprovisionamiento.

Las notables diferencias químicas que se observan en la tabla 4 se traducen para muchos de los elementos analizados como una distribución bimodal en contenidos (figura no mostrada). Estas diferencias son patentes incluso cuando no se consideran las cazuelas micaceas (grupo A), existiendo diferencias fundamentales entre los grupos B y C que indican áreas de aprovisionamiento para los materiales ceramicables diferentes. De hecho las composiciones químicas así como las características petrográficas sugieren una procedencia foránea para las piezas englobadas en el grupo C. El mayor enriquecimiento en  $K_2O$  y  $Al_2O_3$  que presentan las piezas del grupo C junto con

una matriz muy fina sugiere que los materiales fuente corresponden a arcillas ricas en illita o mas probablemente en caolinita. Esta procedencia debe estar relacionada con la alteración intensiva de materiales graníticos o de desmantelación de edificios graníticos. De forma especulativa, a partir del conocimiento del entorno geológico, podemos sugerir que la procedencia de los materiales fuente correspondan a las arcillas que aparecen a techo de la formación Utrillas. Estos materiales son muy plásticos, ricos en caolinita y su procedencia puede ser próxima a la localidad donde se han encontrado las piezas.

Respecto a la composición química, podemos establecer diferencias notables entre los tres grupos de cerámicas estudiados, por un lado el Grupo A y por otro los grupos B y C. En cualquier caso, dentro de las cerámicas de los grupos B y C se observan diferencias químicas, que en parte deben estar en las características primarias de la masa arcillosa utilizada para la elaboración de las cerámicas, donde las muestras Man-9 y Man-14 se diferencian claramente del resto y corresponden a cerámicas blancequinas (Fig. 4). Esta dualidad de pastas cerámicas también se observa microscópicamente en yacimientos arqueológicos coetáneos y geográficamente próximos: Urdiain (Barandiaran, 1973), Castro de La Lastra, (Sáez de Urturi, 1989) y en la villa de Bilbao (García, 1992). Estamos ante una dualidad que por el momento solamente se constata en el periodo bajomedieval.

## 6. AGRADECIMIENTOS

A M.<sup>a</sup> Luisa Palanques por la cesión del material estudiado y memoria de la excavación. Este trabajo ha sido subvencionada mediante dos ayudas a la investigación de Eusko Ikaskuntza/Sociedad de Estudios Vascos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- BARANDIARAN, I., 1973, *Materiales de Sarabe (Urdiaín)*. Estudio Arqueológico. Cuadernos de Etnología y Etnografía de Navarra. 5, 53-87.
- BEA, F.; SÁNCHEZ GONZÁLEZ, J.G.; SERRANO PINTO, M.; BARRERAO, J.L.; BELLIDO, F.; BRANDLE, J.L.; CORRETGÉ, L.G; SUÁREZ, O., 1987, *Una compilación geoquímica (elementos mayores) para los granitoides del Macizo Hespérico*. In Bea, F. et al., eds., *Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico*, Ed. Rueda, Madrid, p. 87-193.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J., 1992, *Rock forming minerals*, Logman Ed. Londres.
- DOMÍNGUEZ, A. (en prensa) *Contribución al estudio de la ocupación de las cuevas en Álava durante la época medieval. Y Simposium d' arqueología medieval*. Homenatge al Prof. Manuel Riu.
- DOMÍNGUEZ, A.; SAÉNZ DE URTURI, F., en prensa, *El poblado medieval de Legardagutxi (Lermanda, Álava). Aportación a su estudio. XXIV congreso nacional de arqueología*. Cartagena, 1997

- EVENSEN, M.M.; HAMILTON, P. J.; O'NIONS, R. K., 1976, *Rare-earth abundances in chondritic meteorites*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **42**, 1199-1212.
- FLOYD, PA.; LEVERIDGE, B.E., 1987, *Tectonic environment of Devonian Gramscatho basin, south Cornwall: framework mode and geochemical evidence from turbiditic sandstones*. *Journal of the Geological Society of London*, **144**, 531-542.
- FLOYD, PA.; SHAIL, R.; LEVERIDGE, B.E.; FRANKE, W., 1991, *Geochemistry and provenance of Rhenohercynian synorogenic sandstones: implications for tectonic environment discrimination*. In: *Developments in sedimentary provenance studies* (Morton, A.C., Tood, S.P y Haughton, P.D.W., eds) Geological Society. Special Publications **57**, 173-188.
- GARCÍA, I., 1992, *Urbanismo y cultura medieval en el Bilbao medieval. (Aportaciones desde la arqueología)*. *Kobie*, **20**, 265 pp.
- GUTIÉRREZ, J.A.; LARRÉN, H.; BENEÍTEZ, C.; TURINA, A., 1995, *Una producción mudéjar en Castilla y León: La jarrita carenada*. *Actes du Veque sur le Céramique Médiévale*. Rabat.
- HARRIS, E.C., 1991, *Principios de la estratigrafía arqueológica*. Ed. Crítica. Barcelona.
- HASKIN, L.A.; WILDEMAN, T.R.; FREY, F.A.; COLLINS, K.A.; KEEDY, C.R.; HASKIN, M.A., 1966, *Rare earths in sediments*. *Journal of Geophysical Research*, **71**, 6091-6105.
- KIRSCH, H., 1968, *Applied mineralogy for engineers, technologists and students*. Ed. Chapman and Hall, Londres. 233 p.
- LE MAITRE, R.W. (1982) *Numerical petrology*. Elsevier Sci. Pub. Amsterdam, 281 pp.
- MIRTI, P., 1998, *On the use of colour coordinates to evaluate firing temperatures of ancient pottery*. *Archaeometry*, **40**, 45-57
- MOORE, C.H.; REYNOLDS, R.C., 1997, *X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals*. Ed. Oxford University Press, Inc., New York. 378 p.
- MORSE, J.W.; MACKENZIE, V.R., 1990, *Geochemistry of sedimentary carbonates*, In: *Developments in sedimentology* **48**. Ed. Elsevier, 705 pp.
- ORTEGA, L.A.; GIL IBARGUCHI, J.I., 1990, *The genesis of the late hercynian granitoids from Galicia (Northwestern Spain): Inferences from REE studies*. *Journal of Geology* **98**, 189-211.
- ORTEGA, L.A.; MENÉNDEZ, M., 1998, *Desarrollo de un método para la determinación de elementos mayores, traza y tierras raras mediante ICP de emisión atómica*. *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*. **21A**, 168-169.
- PADILLA, J.I.; VILA, J.M., 1997, *El tester 374-B de Cabrera d'Anoia. Anàlisi d'una fase de la producció d'aquest centre artesanal. Taula Rodona de Ceràmica Medieval*. Barcelona.
- SAÉNZ DE URTURI, F., 1989 *La cerámica medieval no esmaltada en yacimientos alaveses. La cerámica medieval en el norte y noroeste de la península Ibérica*. Ed. Universidad de León, León.
- SCOFFIN, T.P., 1987, *An Introduction to carbonate sediments and rocks*, Ed. Blackie, Londres, 274 pp.
- SCHULTZ, L.G., 1964, *Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for Pierre Shale*. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper. 391-C.

- SRODON, J., 1984, *X-ray powder diffraction identification of illitic materials*. Clays and Clay Minerals **32**, 337-349.
- TAYLOR, S.R.; McLENNAN, S.M., 1985, *The continental crust: its composition and evolution. An examination of the geochemical record preserved in sedimentary rocks*. Backwell, Oxford. 312 p.
- WEST, A.R., 1999, *Basic solid state chemistry*. 2.<sup>a</sup> Ed. Willye & Son, Ltd, Chichester, 480 pp.
- WILSON, M., 1989, *Igneous petrogenesis*, Unwin Hyman, Londres, 466 pp.

