

Una estrategia de investigación para el estudio de las materias primas de la cerámica arqueológica tardía del valle de Choromoros (Tucumán)

Corbalán, Mariano¹; Ramona Ovejero de Indri² y Patricia Cuenya³

¹ Instituto Interdisciplinario de Estudios Andinos (INTERDEA). Fac. de Cs. Nat. e IML. (UNT). San Martín 1545. (4000) San Miguel de Tucumán. e-mail: mhcorbalan@gmail.com

² Cátedra de Mineralogía II. Fac. de Cs. Nat. e IML. (UNT). Miguel Lillo 205. (4000) San Miguel de Tucumán. e-mail: indri@arnet.com.ar

³ Cátedra de Pedología. Fac. de Cs. Nat. e IML. (UNT). Miguel Lillo 205. (4000) San Miguel de Tucumán. e-mail: cuenya@csnat.unt.edu.ar

► **Resumen** — En este trabajo se presentan los resultados de una estrategia de investigación aplicada a la caracterización petrográfica y mineralógica de cerámica arqueológica y la identificación de las probables materias primas empleadas en la manufactura de cerámica arqueológica. Para este estudio se realizaron una serie de análisis a materiales terrígenos recolectados en distintas localidades en el valle de Choromoros (Dpto. Trancas). El estudio de estos materiales permitió conocer las particularidades y variabilidad de algunos de los depósitos presentes en la región y posibilitó la construcción de un conjunto de referencia a partir del cual se realizaron comparaciones con la cerámica arqueológica recuperada en el sitio Mortero Hachado (Rearte Sur, Dpto. Trancas). Los resultados de estos análisis sugieren que las sociedades tardías explotaron materiales de la región para la manufactura cerámica.

Palabras clave: Técnicas analíticas, materias primas, alfarería arqueológica.

► **Abstract** — This paper presents the results of a research strategy used to identify the probable raw materials used in the manufacture of archaeological ceramics. For this study, a series of analysis to terrigenous materials collected at various locations in the valley of Choromoro (Dept. Trancas) were made. The study of raw materials led to the peculiarities and variability of some of the deposits in the region and enabled the construction of a set of reference from which comparisons were made with ceramics recovered in the archaeological site Hachado Mortar (Rearte South, Dept. Trancas). The results of these analyses suggest that the late societies exploited materials of the region for the manufacture of ceramics.

Keywords: Analytical techniques, raw materials, archaeological pottery.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de métodos y técnicas de las ciencias naturales y físico-químicas en arqueología ha demostrado su efectividad a la hora de resolver problemas en relación a la producción alfarera y a la reconstrucción de la organización social, política y económica de las sociedades prehispánicas. Los análisis petrográficos y de difracción de rayos X (DRX) han sido utilizados para determinar características composicionales, procedencia de las materias primas y piezas cerámicas, temperaturas de cocción, etc. Estos estudios se complementan y se potencian ya

que apuntan a los distintos componentes de la cerámica (arcilla e inclusiones) por lo que se obtiene información de distinta naturaleza.

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de una estrategia de investigación aplicada para la identificación de las probables materias primas utilizadas durante la manufactura de cerámica arqueológica. Para este estudio se realizó un muestreo de material terrígeno en distintas localidades del valle de Choromoros (Dpto. Trancas, Tucumán). Este material ha sido analizado en sus propiedades cerámicas y para ello se ha determinado la mineralogía de arcillas, su petrografía y comportamiento geomecánico. Asimismo, se efectuó la caracterización

mineralógica y petrográfica de un conjunto de fragmentos cerámicos procedentes del sitio arqueológico Mortero Hachado (Figura 1). El sitio se caracteriza por presentar materiales y técnicas constructivas en los recintos habitacionales que, junto con las piezas cerámicas, lo ubican temporalmente dentro del período Tardío o de Desarrollos Regionales (850-1450 AD) del Noroeste Argentino.

Por último, queremos dedicar este trabajo a la memoria del Dr. Víctor A. Núñez Regueiro, quién acompañó con entusiasmo las investigaciones y compartió con mucha ge-

nerosidad su tiempo y conocimiento sobre las sociedades prehispánicas del Noroeste Argentino.

ENTORNO GEOLÓGICO

El sitio Mortero Hachado se localiza sobre ambas márgenes del río Rearte al pie de la ladera occidental del Macizo Alto de la Totorá dentro del valle de Choromoros (Figura 1). Desde el punto de vista geológico es un valle estructural que comprende a las Sierras Centrales y Cuenca Tapia Trancas en el norte de la provincia de Tucumán, y limita

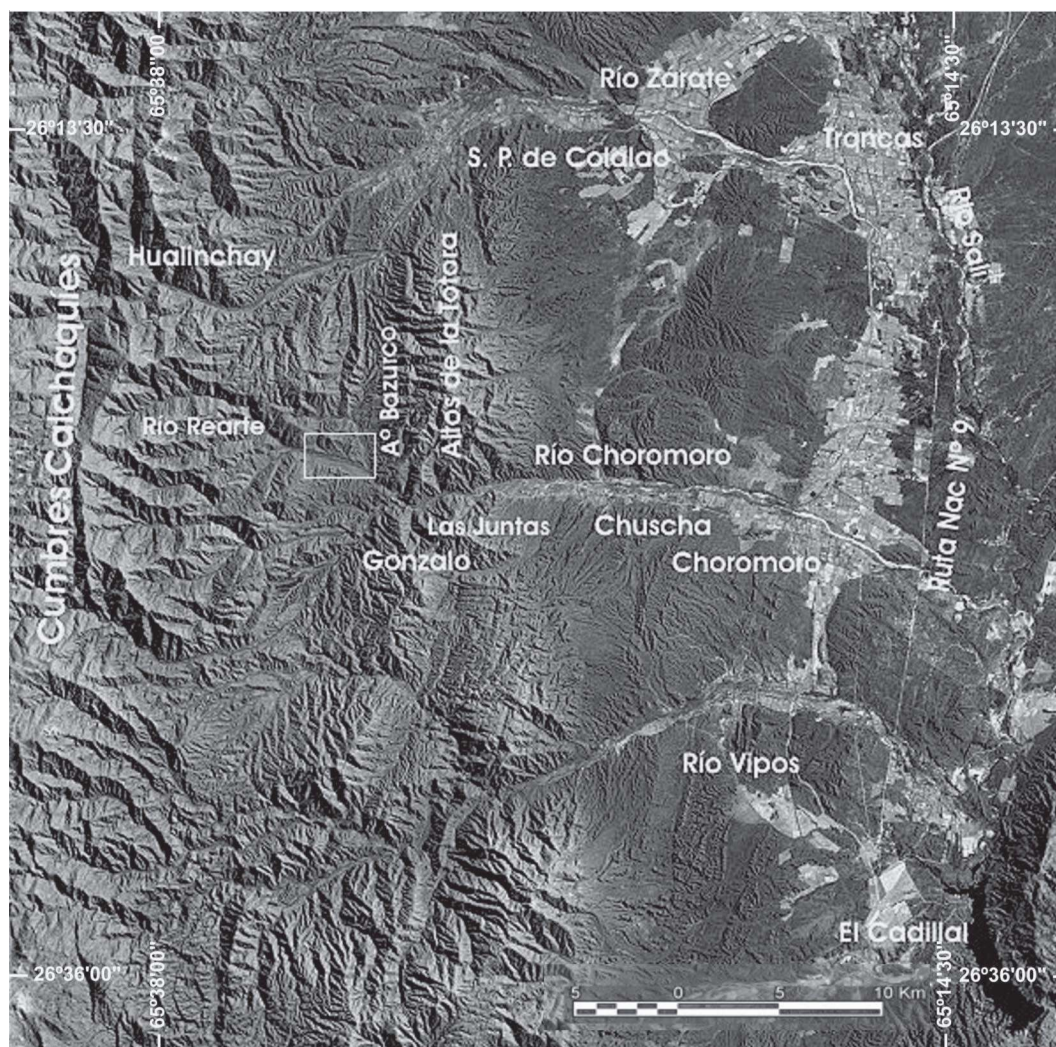


Figura 1. Imagen satelital de la región de estudio. El recuadro muestra la ubicación del sitio Mortero Hachado.

hacia el occidente con las Cumbres Calchaquías y al oriente con la Sierra de Medina-Candelaria. Gran parte de esta región presenta un basamento metamórfico de muy bajo a bajo grado compuesto por rocas metamórficas de origen sedimentario clástico (pizarras, filitas, micacitas, esquistos y gneises) intruido por cuerpos graníticos, de composición granítica-granodiorítica rodeados por migmatitas (Toselli y Rossi 1998). Sobre el mismo yace en discordancia una secuencia de unidades sedimentarias y volcánicas cretácicas y terciarias (González *et al.* 2000).

Entre las unidades sedimentarias, los principales depósitos limo-arcillosos pertenecen a la Formación Río Salí (Ruiz Huidobro, 1960; redefinida Bossi, 1969). Esta Formación, corresponde a un ambiente lacustre (Diaz Saravia, 1980) y está constituida por limolitas y/o areniscas muy finas, arcillitas y margas de colores pardo rojizo, verde y amarillo, con intercalaciones de toba, cineritas, calizas, calizas oolíticas y yeso, el cual disminuye del techo a la base. Bossi (1969) incluye en esta formación la secuencia margosa con caliza y restos de peces. Los afloramientos tienen una amplia distribución al este de las Cumbres Calchaquías y ocupan una importante superficie en el valle de Choromoros.

Sobre las rocas del basamento o del paquete terciario se emplazan, desde la ladera oriental de las Cumbres Calchaquías hasta la llanura Chaco Pampeana, los sedimentos cuaternarios formando depósitos de conos aluviales antiguos, loess y aluviales recientes; depósitos de planicie aluvial y eólicos; y depósitos aluviales distales y paleocauces (González *et al.* 2000). La llanura aluvial del río Salí, principal colector del valle, está constituida por limos y arcillas mientras que en los depósitos aterrizados de los principales ríos (Rearte, Choromoros, Vipos, Gonzalo, etc.) son frecuentes los fanglomerados formados por clastos de rocas metamórficas dentro de una matriz arenosa gruesa con intercalaciones de arena fina a limolitas (Castellucio 1994).

METODOLOGÍA

ANÁLISIS DE LOS MATERIALES TERRÍGENOS

Para la localización en el campo de la distribución de las fuentes de materiales terrígenos se recopiló información geológica procedente de la Hoja 2766-II San Miguel de Tucumán (González *et al.* 2000) y Hoja 10 e Cafayate (Galván 1981), informes técnicos (Bossi y Carrión 1988) y seminarios inéditos de la Carrera de Geología (Fac. Cs. Nat. e IML. UNT) (Arce 2006, Castellucio 1994 y Germano 1980).

Si bien la información geológica editada e inédita daba cuenta de un número importante de fuentes de arcillas distribuidas en la región, su localización y acceso esta limitado a la topografía del terreno y a la cobertura vegetal. Ante esta situación, decidimos consultar a pobladores de la región, estrategia que nos brindó buenos resultados. Se entrevistaron a personas de la localidad de Rearte Sur (Maestra Juana Urueña, Don Juan y Fernando Saso y Doña María Toribia Condorf) y San Pedro de Colalao (Cacique Marcelo Cruz y Salvador Chaile). Algunos de estos depósitos son utilizados actualmente por la gente del lugar para la manufactura de pequeñas artesanías y piezas para uso doméstico.

Es así como determinamos las siguientes zonas de muestreo: Vipos, Monte Bello, Arroyo Bazurco y Portezuelo (Figura 2).

Zona 1: Vipos.

Ubicación: localidad de Vipos.

Coordenadas: lat. Sur 26°28'06,6"; long. Oeste 65°20'47,9".

Formación: Río Salí (Miembro La Agudita). Terciario (Figura 3 A).

M1: Corresponden a bancos limosos de 0,80 y 1 m de espesor respectivamente. Es de estructura maciza. Fue tomada del sector medio de un pliegue del tipo anticlinal compuesto por un paquete de rocas sedimentarias (color en conjunto 5 YR) de limolitas y arcillitas verdosas con intercalaciones de bancos de yeso y tobas.

M2: La muestra es una limolita laminada con intercalaciones de láminas delgadas

(milimétricas) de yeso coherente. Con cutanes de arcilla y núcleos de material de granulometría más gruesa. Espesor estimado de 1, 20 m. Color 5 YR 5/6. Fue tomada de la cumbre del pliegue mencionado.

Zona 2: Monte Bello

Ubicación: Monte Bello, margen izquierda del río Tipas en la localidad de San Pedro de Colalao.

Coordenadas: lat. Sur 26°13'58,6"; long. Oeste 65°30'02,3".

Formación: Río Salí. Terciario (Figura 3 B).

M3 y M4: Es de textura limosa con un espesor entre 80 cm y 1 m. Es utilizada por los alumnos de la escuela de San Pedro de Colalao para hacer manualidades cerámicas.

Zona 3: Arroyo Bazurco

Ubicación: Margen izquierda (M5) y derecha (M6) del curso inferior del arroyo Bazurco, sobre la ruta provincial N° 311 que une San Pedro de Colalao con la localidad

de Rearte. Se localiza a unos 300 metros aproximadamente del sitio arqueológico Mortero Hachado.

M5: Material aluvial. Se encuentra a 50 cm por debajo de material fluvial de la llanura de inundación del arroyo Bazurco (Figura 3 C).

Coordenadas: lat. Sur 26°22'28,7"; long. Oeste 65°31'45".

Es utilizada por José Alejandro Saso, nieto de Don Juan, para la manufactura de cacharritos.

M6: Nivel aterrazado de la margen derecha del arroyo Bazurco (curso inferior). Material edafizado (Bt) (espesor 11 cm) (Figura 3 D).

Coordenadas: lat. Sur 26°22'27,6"; long. Oeste 65°31'48,7".

Zona 4: Portezuelo

Ubicación: Ladera sur del valle del río Rearte (Localidad de Rearte). La familia Saso la utiliza para la manufactura de piezas cerámicas para uso doméstico. Se localiza a 200 metros del sitio arqueológico de Mortero Hachado.

M7: Coordenadas: lat. Sur 26°22'51,1"; long. Oeste 65°32'39,2".

Formación: Río Loro. Terciario (Figura 3 E).

M8: Coordenadas: lat. Sur 26°22'51,2"; long. Oeste 65°32'38,6".

Nivel edáfico (Bt) (Figura 3 F).

Para una primera caracterización de los depósitos, cada una de las muestras fue sometida a estudios de laboratorio donde se realizaron las determinaciones de:

A) Propiedades físicas: Se determinó la textura de acuerdo al Método de Bouyoucos para clasificarlos según USDA (United States Department of Agriculture).

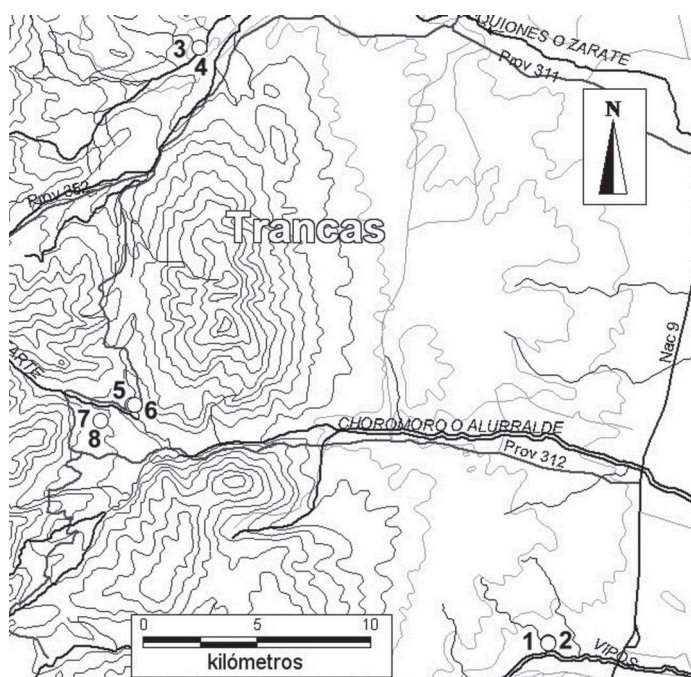


Figura 2. Ubicación de las zonas de muestreo de los materiales arcillosos. 1 y 2 muestras recolectadas en Vipos. 3 y 4 muestras recolectadas en Monte Bello. 5 y 6 muestras recolectadas en el Arroyo Bazurco. 7 y 8 muestras recolectadas en El Portezuelo.

B) Propiedades geomecánicas: los Límites de Atterberg sirvieron para obtener los límites líquido, plástico y de contracción e índices plástico y de contracción lineal de acuerdo a la metodología citada en Bowles (1980).

C) Composición de la fracción arcilla realizado mediante difracción de rayos X (DRX). Las muestras se analizaron en un difractómetro Philips PW 3719 (cátodo Co/Ni 2° - 40° 2θ) del Instituto de Estratigrafía y Geología Sedimentaria (IESGLO) (UNT).

De cada muestra se realizaron tres difractogramas: muestra natural, glicolada y calcinada a 300° C y barridas entre 3° y 42° de 2θ . La identificación mineralógica se realizó mediante la comparación de los tres difractogramas.

D) Análisis de grano suelto de la fracción arena para la determinación mineralógica.

ANÁLISIS DE LA CERÁMICA ARQUEOLÓGICA

El conjunto cerámico está conformado por 10 fragmentos pertenecientes a los estilos decorativos Santa María Tricolor, Santa María Indeterminado, Famabalasto Negro Grabado y Quilmes Rojo Inciso. A los fines comparativos se tomaron además dos fragmentos no decorados con sus superficies cepilladas o peinadas, tradicionalmente considerada una alfarería utilitaria o doméstica. El conjunto analizado proviene del sitio arqueológico Mortero Hachado emplazado en la localidad de Rearte Sur en el Valle de Choromoros (Dpto. Trancas, Tucumán). Se caracteriza por presentar una distribución espacial, materiales y técnicas constructivas que, junto con las piezas cerámicas recuperadas lo ubican temporalmente dentro del período Tardío (850-1450 D. C) del Noroeste Argentino (Esparrica, 2001; Díaz, 2004; Nasif *et al.*, 2007).

Para lograr la identificación de las pastas, la metodología comprendió una serie de etapas complementarias:

1) Análisis morfométrico (Tabla 1): Se midió el espesor de cada uno de los fragmentos, se definió el sector y la morfología de la pieza (asa, base, borde o cuerpo) a la que pertenecen, según su espesor, curvatura, y

presencia/ausencia de decoración o tratamiento de superficie.

2) Determinación de los tratamientos de superficie, técnicas decorativas y motivos (Tabla 1).

3) Observación e identificación de la naturaleza y características de las inclusiones no plásticas, las cuales corresponden a materiales orgánicos o minerales que están incluidos, de manera natural o agregados intencionalmente, por el alfarero durante la manufactura de las piezas.

3A) Análisis submacroscópico mediante lupa (aumentos 20x-40x). La observación se realizó sobre la fractura fresca y el material desagregado.

3B) Análisis petrográficos con microscopio del material en grano suelto y cortes delgados.

4) Análisis de Difracción de Rayos X: Para determinar la mineralogía de la fracción arcilla de los fragmentos cerámicos e inferir las temperaturas de cocción de las vasijas en base a la ausencia o presencia de determinados minerales. Se obtuvo de cada uno de los fragmentos un difractograma de muestra orientada natural (3° 2θ - 42° 2θ). Las muestras se analizaron en el IESGLO-UNT.

RESULTADOS

LOS MATERIALES TERRÍGENOS

Caracterización Petrográfica.— La composición petrográfica de los materiales terrígenos recolectados se presenta según sus componentes principales: cuarzo (Q), feldespatos (F) y fragmentos líticos (L) (Gráfico 1) y minerales accesorios (Tabla 2).

Mineralogía de arcillas.— Muestra 1: el difractograma indica la presencia de la asociación arcillosa de caolinita, expansibles e illita como accesorios cuarzo, feldespato y mica. Entre los 14 y 18 Å se observan una serie de picos mal definidos que tienen el comportamiento de los minerales expansibles ante los tratamientos adicionales.

Muestra 2: illita abierta, expansibles, caolinita? Como accesorios mica y cuarzo. La asimetría hacia los espaciados mas altos en los 10° señala la presencia de capas ex-



Figura 3. Vista general de las zonas de recolección de los materiales arcillosos. A: Muestras 1 y 2 (Vipos). B: Muestras 3 y 4 (Monte Bello). C y D: Muestra 5 y 6 (Arroyo Bazurco). E y F: Muestra 7 y 8 (El Portezuelo).

pancables en este espaciado. Entre los 12 y 17 Å hay una serie de picos que se comportan como arcillas expansibles.

Muestra 3: se trata de esmectita con illi-

ta abierta y vestigios de clorita. Como accesorios cuarzo, feldespatos y escasa mica. Hay un claro predominio de la esmectita sobre las otras arcillas, es de buena cristali-

nidad y con comportamiento habitual. La concavidad en el difractograma indica la presencia de material amorfo.

Muestra 4: la asociación de argilominerales está dominada por la presencia de esmectitas de buena cristalinidad, illita abierta y vestigios de clorita y caolinita. Al glicolarse las esmectitas se expanden, la illita pierde su asimetría y la clorita y la caolinita se mantienen en sus espaciados. Al calcinarse los expansibles se contraen a 10 Å.

Muestra 5: la asociación de argilominerales es esmectita, clorita (caolinita?), illita. Como minerales accesorios se reconocen cuarzo, biotita y feldespato. Las esmectitas son de excelente cristalinidad con una expansión controlada al ser tratadas con el etilen glicol pero una contracción completa a hasta los 10Å al ser sometida al calor. Por el

análisis de estos tratamientos se detecta la presencia de la clorita que no reacciona ante ellos, observándose los picos de 14.11 Å (001), 7.11 Å (002) y 3.57 Å (003). El pico 7.13 Å (001) de caolinita se superpone al 002 de clorita y su presencia se infiere de un pico en el espaciado 3.54 Å. La presencia de illita en los 10 Å se superpone con la mica, sin embargo, la asimetría hacia los espaciados altos indica el contenido de ciertas capas expansibles características en estas arcillas.

Muestra 6: los argilominerales presentes son esmectita e illita y como accesorio encontramos cuarzo. La esmectita presenta un pico agudo de excelente cristalinidad, aunque su base es ancha, probablemente indicando más de una estructura. La illita presenta asimetría hacia los espaciados altos. El

Muestra	Estilo	Acabado de sup.		Decoración	Espesor (mm)	Color	Sector	Morfología
		Sup. ext.	Sup. int.					
1	Tosca	Peinado	Peinado	-	6-9	7,5yr5/1-2,5yr5/8	cuerpo	vasija
2	Tosca	Peinado	Peinado	-	9-12	10r5/8-5yr5/6	cuerpo	vasija
3	SMT	Alisado	Alisado	NR/Cr	3-6	5yr6/1-2,5yr6/8	cuello	vasija
4	SMT	Alisado	Alisado	NR/Cr	6-9	7,5yr6/1-10r6/8	cuerpo	vasija
5	SMI	Alisado	Alisado	N/Cr	3-6	5yr5/6	cuerpo	vasija
6	SMI	Alisado	Alisado	N/Cr	3-6	10r6/8-7,5yr5/1-7,5yr6/4	cuello	vasija
7	FNG	Pulido	Alisado	-	9-12	10yr4/1	cuerpo	puco
8	FNG	Pulido	Alisado	-	3-6	7,5yr4/1	cuerpo	puco
9	QRG	Alisado	Alisado	NR e inc	3-6	10r6/6	cuerpo	vasija
10	QRG	Alisado	Alisado	NR e inc	3-6	10r6/6	cuello	vasija

Tabla 1. Características generales de los fragmentos cerámicos analizados. Referencias: SMT (Santa María Tricolor); SMI (Santa María Indeterminado); FNG (Famabalasto Negro Grabado); QRG (Quilmes Rojo Grabado); NR/Cr (pintura negra y roja sobre crema); N/Cr (pintura negra sobre crema); NR e inc (pintura negra y roja e incisión).

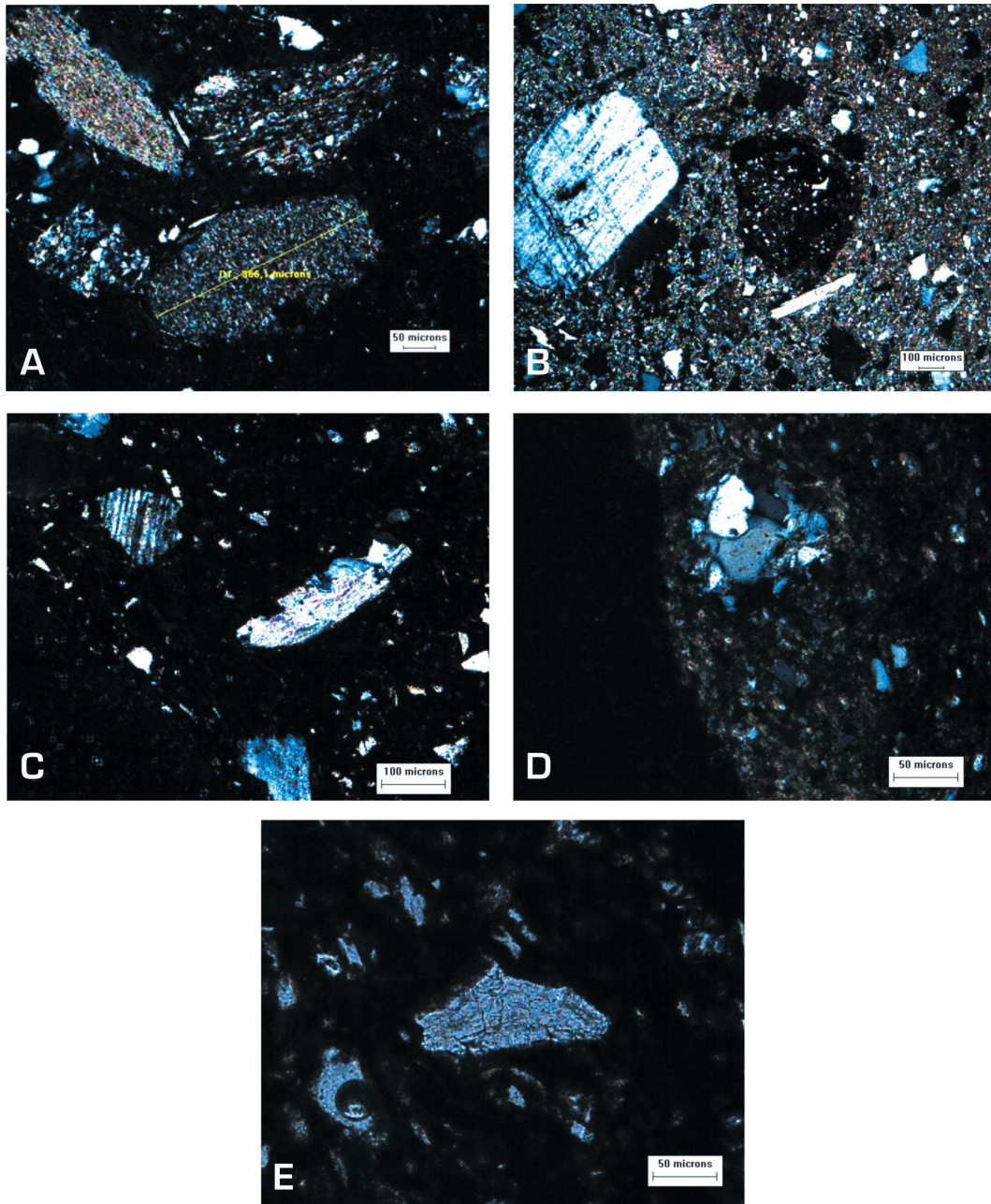


Figura 4. Microfotografías de pastas cerámicas. A: Muestra N^o 1: Fragmentos líticos metamórficos. B: Muestra N^o 5: Tiesto molido. C: Muestra N^o 6: Fragmento lítico metamórfico y plagioclasas. D: Muestra N^o 8: Fragmento lítico plutónico. E: Muestra N^o 9: Fragmento pumíceo.

comportamiento de ambas arcillas con los tratamientos es el esperado.

Muestra 7: La asociación está conformada por esmectita e illita y como mineral ac-

cesorio se observa el cuarzo. La esmectita se presenta con un espaciado amplio, que representa un área con arcillas transicionales entre sí y no una sola estructura. Sin embar-

go podemos tomar su comportamiento como expansible por el modo en que reacciona ante los tratamientos adicionales. Esta “asociación” de expansibles transicionales nos permite inferir procesos edáficos en esta muestra.

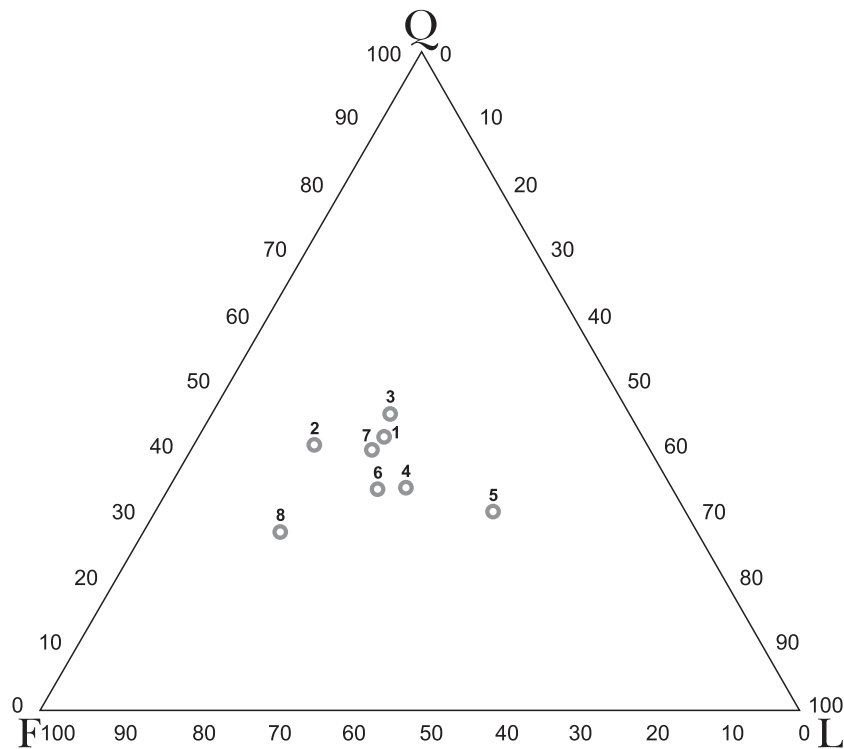
Muestra 8: las arcillas presentes son esmectitas e “illita abierta” y cuarzo, y ceolita como accesorios. La esmectita es de buena cristalinidad, probablemente sea mas de una estructura ya que no define un solo pico. La illita, conocida como illita abierta o interestratificado I-S, es un mineral característico de niveles con procesos edafológicos que se comporta en parte como un expansible porque su estructura pierde K y entran moléculas de agua, también presenta asimetría hacia los espaciados altos.

La relación micas+illita; caolinita y arcillas expansibles de las diferentes muestras se representa en el Gráfico 2.

Propiedades físicas y comportamiento geomecánico.— Los estudios de laboratorio realizados para determinar las propiedades físicas y geomecánicas de los materiales terrígenos locales permitieron conocer sus propiedades y calidades desde el punto de vista artesanal, las que se resumen en las Tablas 3 y 4.

LA CERÁMICA ARQUEOLÓGICA

Las pastas cerámicas y sus inclusiones.— La cerámica no decorada (Muestras N° 1 y 2): Pastas mediana a gruesa de compactación regular y con coloraciones que varían entre el pardo a gris (muestra 1: 7,5yr5/1-2,5yr5/8)



	1	2	3	4	5	6	7	8
Q%	33,81	43,99	31,63	34,93	25,16	38,79	36	55
F%	41,74	40,12	44,64	33,62	30,02	33,45	40	27
L%	24,35	15,88	23,72	31,44	44,81	27,76	24	17,99

Gráfico 1. Componentes principales (Q-F-L) de los materiales terrígenos.

pardo naranja (muestra 2: 10r5/8-5yr5/6) como resultado de una cocción oxidante incompleta y completa respectivamente. Matriz de textura microgranosa con inclusiones de cuarzo y micas (biotitas y moscovitas), además de epidoto, anfíboles y granates. Las inclusiones mayores de 0,03 mm son abundantes (densidad 20-30 %), principalmente de forma angular y subangular salvo algunos cuarzos y fragmentos metamórficos que presentan forma redondeada y subredondeada (Figura 4 A). Pueden no estar orientadas (muestra 1) o tener una orientación parcial (muestra 2) y muestran una pobre a muy pobre selección con respecto a su tamaño.

Con respecto a sus componentes principales, abundan los fragmentos líticos (69,42

% muestra 1 y 50,73 % muestra 2), seguidos por cuarzo monocristalino (17,62 % y 31,70 % respectivamente) y feldespatos (12,94 % y 17,56 % respectivamente). Los dos fragmentos cerámicos presentan tiesto molido (fragmentos cerámicos que han sido molidos e incorporados a la pasta durante la manufactura de las piezas) pequeños de tonos rojizos con variaciones naranjas y rojos oscuros. En la mayoría de los casos fue posible observar su textura diferente a la matriz que los contiene, sus inclusiones minerales y la interfase en sus bordes.

La cerámica decorada: Santa María Tricolor (Muestras N° 3 y 4): Pasta fina a mediana y compacta con tonalidades que varían entre el naranja y el gris (muestra 3:5yr 6/1-2,5yr

Accesorios	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Micas	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	X
Hornblenda	XX		XX	X		X		X
Vidrio	X	XX	X		XX	XX	X	X
Apatito	X							X
Circón	X							X
Zoicita	X							
Yeso		XX		X	XX			
Restos Org.			XX	XX			XX	
Sillimanita			X					
Epidoto				X	XX			
Opacos				X				
Hipersteno					X	X	X	
Rutilo					X			
Calcita						XX	X	
Granate						X		X
Turmalina							X	

Tabla 2. Minerales accesorios de los materiales terrígenos. Ref: X: presente XX: abundante.

Zona	Localidad	Muestra N°	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase textural
1	Vipos	1	26,8	30	43,2	Arcilloso
		2	64,8	8	27,2	Fco. Arcillo arenoso
2	Monte Bello	3	46,8	28	25,2	Franco
		4	46,8	28	25,2	Franco
3	Arroyo Bazurco	5	34	12	54	Arcilloso
		6	48	18	34	Fco. Arcillo arenoso
4	Portezuelo	7	44	10	46	Arcilloso
		8	45	15	40	Arcillo arenoso

Tabla 3. Determinación textural de las materias primas arcillosas.

6/8) (muestra 4:7,5yr 6/1-10r 6/8) como resultado de una cocción oxidante incompleta. La textura de la matriz es principalmente microgranosa aunque presenta micas orientadas en alguno sectores (muestra 3). Se reconocen principalmente cristales de cuarzos angulosos y subangulosos, micas (biotitas y moscovitas) y plagioclasas (con maclas ley carsbald y ley albita polisintéticas) junto con algunos minerales accesorios tales como granate, turmalina, circón y epidoto.

Las inclusiones mayores de 0,03 mm varían en el porcentaje de su densidad, la muestra 3 presenta valores bajos (5-10%), mientras que en la muestra 4 es más elevado (20-30%). No están orientadas y la diversidad de su tamaño refleja una pobre a muy pobre selección. En general todas las inclusiones son de forma angular y subangular con excepción de algunos cuarzos, y litoclastos metamórficos y sedimentarios de forma subredondeada y redondeada.

Las muestras tienen una mayor proporción de fragmentos líticos (63,10 % muestra 3 y 63,63 % muestra 4), con respecto al cuarzo monocristalino (23,30 % y 25,32 %) y a los feldespatos (13,59 % y 11,03 %).

Se observaron tiestos molidos con coloraciones entre el rojo oscuro y el rojo anaranjado. En todos los casos se pueden observar sus inclusiones minerales y la interfase en sus bordes.

Santa María Indeterminada (Muestras N° 5 y 6): Pasta de fina a mediana, compacta, con coloración que varía entre el pardo naranja (muestra 5: 5yr 5/6) y naranja con núcleo gris (muestra 6: 10r 6/8-7,5yr5/1-

7,5yr 6/4) como resultado de una cocción oxidante completa e incompleta respectivamente. Matriz con textura microgranosa con inclusiones de cuarzo, micas (biotitas y moscovitas), acompañadas por plagioclasas (macla ley albita) y pequeños cristales de anffboles, turmalina y epidoto. La densidad de las inclusiones mayores de 0,03 mm varía entre los fragmentos cerámicos. Para la muestra 5 presentan una baja densidad (5-10 %), mientras que para la muestra 6 su densidad es alta (20-30%). No están orientadas y la variación de su tamaño muestra una muy pobre selección. En su mayoría son de forma angulosa y subangulosa mientras que algunos feldespatos y tiestos molidos sobresalen por estar subredondeados y redondeados. Las muestras presentan diferentes porcentajes en relación a sus componentes principales (Q, F y L). Mientras que en la muestra 5 abundan los fragmentos líticos (41,07 %) seguidos por los feldespatos (32,78 %) y cuarzo monocristalino (26,14 %), en la muestra 6 hay un claro predominio del cuarzo (41,29 %) sobre los líticos (31,84 %) y los feldespatos (26,86 %) (Figura 4 C).

En los dos fragmentos cerámicos se identificaron inclusiones de tiesto molido de colores rojizos con tonalidades oscuras o marrones y con cristales de cuarzo, feldespatos y micas en su interior (Figura 4 B).

Famabalasto Negro Grabado (Muestras N° 7 y 8): Pasta micácea, fina y compacta de color gris oscuro a negro (muestra 7: 10yr 4/1 y muestra 8: 7,5yr 4/1) resultante de una cocción reductora. Matriz con abundantes inclusiones angulosas y subangulosas de micas

Muestra N°	Límite líquido %	Límite plástico %	Índice plástico %	Índice de contracción lineal %	Índice de contracción volumétrica %
1	35,347	20,620	14,727	5,290	8,249
2	26,487	24,016	2,471	1,658	1,658
3	34,386	24,540	9,846	5,862	12,073
4	31,737	25,822	5,915	3,700	8,849
5	38,965	19,654	19,311	8,508	21,721
6	45,041	29,278	15,763	6,599	19,846
7	45,743	24,256	21,487	9,935	26,074
8	50,191	20,817	29,374	8,166	22,839

Tabla 4. Determinación de los Límites de Atterbeg.

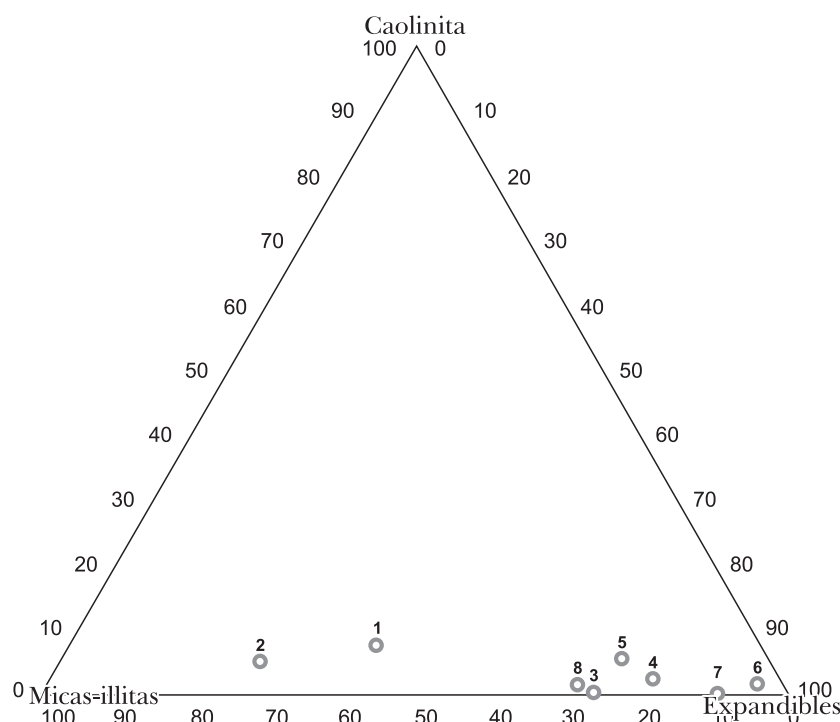
(biotitas y moscovitas), cuarzos y escasas plagioclasas con macla ley albita, epidotos, anfíboles y turmalina. Las inclusiones mayores de 0,03 mm presentan una densidad que varía según los fragmentos cerámicos (muestra 7: 20-30%; muestra 8: 5-10%). Son de forma angular, subangular y algunas subredondeadas, se encuentran regularmente orientadas y muestran una moderada selección.

Las muestras tienen una mayor proporción de líticos (38,34 % muestra 7 y 63,38 % muestra 8) (Figura 4 D), en relación con los feldespatos (35,33 % y 20,42 %) y cuarzo (26,31 % y 16,19 %). En la muestra 8 inclusiones muy pequeñas que podrían ser tieso molido de color rojo.

Quilmes rojo grabado (Muestras N° 9 y 10): Pasta fina compacta de color naranja claro (10r 6/6), debido a una cocción oxi-

dante completa. Matriz de textura microgranosa con cuarzos angulosos y subangulosos, micas (moscovitas y biotitas), plagioclasas con macla ley albita, hornblenda, turmalina y epidoto. Por su parte las inclusiones mayores de 0,03 mm son abundantes (densidad 20-30 %) y de forma angular y subangular. Están parcialmente orientadas y muestran una muy pobre selección. Es claro el predominio de los líticos (61,24 % muestra 9 y 54,73 % muestra 10) sobre los feldespatos (26,76 % y 23,68 %) y cuarzo monocristalino (11,96 % y 21,57 %). (Figura 4 E)

La relación porcentual entre las inclusiones principales (Q-F-L) observadas en los cortes delgados de los fragmentos cerámicos puede observarse en el Gráfico 3. Por su parte, la presencia de minerales accesorios es resumida en la Tabla 5.



	1	2	3	4	5	6	7	8
Mica+illita	51,57	68,45	26,1	16,98	19,37	3,4	9,21	27,48
Caolinita	7,54	4,81	-	2,16	5,62	1,3	-	0,84
Expansibles	40,88	26,74	73,89	80,86	75	95,3	90,79	71,68

Gráfico 2. Fracción arcillosa de los materiales terrígenos.

4.2.2. *Mineralogía de arcillas.*— Debemos entender que estos análisis se han realizado sobre fragmentos cerámicos, es decir que en menor o mayor medida han sido sometidos al calor. Es por ello que la interpretación difiere si se trata de una muestra natural que no ha sufrido tales procesos. De hecho, las arcillas son modificadas estructuralmente ante el calor, en primera medida aumentan su cristalinidad cambiando la morfología de los picos. Aparecen picos más definidos y agudos con una relación diferente entre la base y la longitud. Cuando la temperatura alcanzada es tal que destruye su estructura, la arcilla primero se amorfiza, (aparecen “givas” de amorfización). Si es una arcilla expansible (con moléculas de agua en la intercapa de su estructura) pierde su pico característico y se contrae. Por último, si la temperatura sigue aumentando, puede reordenar su estructura transformándose en otro mineral que ya no pertenece al grupo de las arcillas. Por ello los difractogramas mostraron un comportamiento dispar entre las muestras. En los diagramas de muestras orientadas natural (secas al aire), casi todos los fragmentos (Nº 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9 y 10) presentan un pico definido en los 10 Å, que corresponden a las micas (biotita y /o moscovita) + illitas (figura 5 A). Los difractogramas presentan una “giva” u hombrera hacia los espaciados mas altos indicando la presencia de material amorfo (arcilla que ha perdido su cristalinidad por acción del calor). Se identificaron además cuarzo y feldespatos potásicos como minerales accesorios. También se observa un pequeño pico de mullita (consecuencia de la recristalización de la arcilla), un silicato de aluminio, que hace un doblete con el pico de cuarzo (alrededor de los 3.35 Å). Por el contrario, en el resto de los difractogramas (fragmentos Nº 2 y 6) no se observa un pico definido en los 10 Å, indicando la ausencia de la estructura de las micas+illita. Los picos de la mullita presentan una mayor definición y además no aparece la giva de amorfización (Figura 5 B). La relación entre el porcentaje de mica+illita, mullita+cuarzo y otras arcillas

de los fragmentos cerámicos puede observarse en el Gráfico 4.

Los picos de los minerales de hierro no se observan en los difractogramas a pesar del fuerte color rojo de las pastas cerámicas observadas en el microscopio, esto podría deberse a que la difracción es sensible para una presencia superior al 5 % y como el hierro es fuertemente cromóforo en pequeñas cantidades es responsable del color de la pasta.

DISCUSIÓN

Los resultados preliminares alcanzados en estos estudios permiten realizar las siguientes observaciones:

Esta estrategia de análisis, posibilitó la caracterización de las pastas cerámicas para determinar su rango de variabilidad y las potenciales zonas de procedencia de sus inclusiones. El análisis petrográfico de las pastas tardías reveló la existencia de una cierta homogeneidad mineralógica entre los fragmentos analizados y una correspondencia con la geología de la región donde se localiza el sitio Mortero Hachado. Es decir, por el momento no se pudo detectar una interrelación entre determinados tipo de pastas y atributos decorativos o morfológicos, pero sí plantear que las piezas cerámicas son de posible manufactura local. Nuestra intención no fue determinar la procedencia de manera precisa sino proponer, en base a las características mineralógicas de las formaciones geológicas, si el material cerámico es producto de la manufactura local o alóctona.

Con respecto a los estudios de difracción de rayos x, en ninguno de los difractogramas de los fragmentos cerámicos aparecen los picos de arcillas expansibles o esmectitas presentes en las muestras de materiales terrígenos. Esto podría indicar que las temperaturas de cocción superaron los 550 °C ya que las arcillas expansibles se contraen a 10 Å superponiéndose al pico de la illita (Grim 1968 citado en Solís y Cremonte 1994). En el caso de los difractogramas que presentan un pico claramente definido en el espaciado

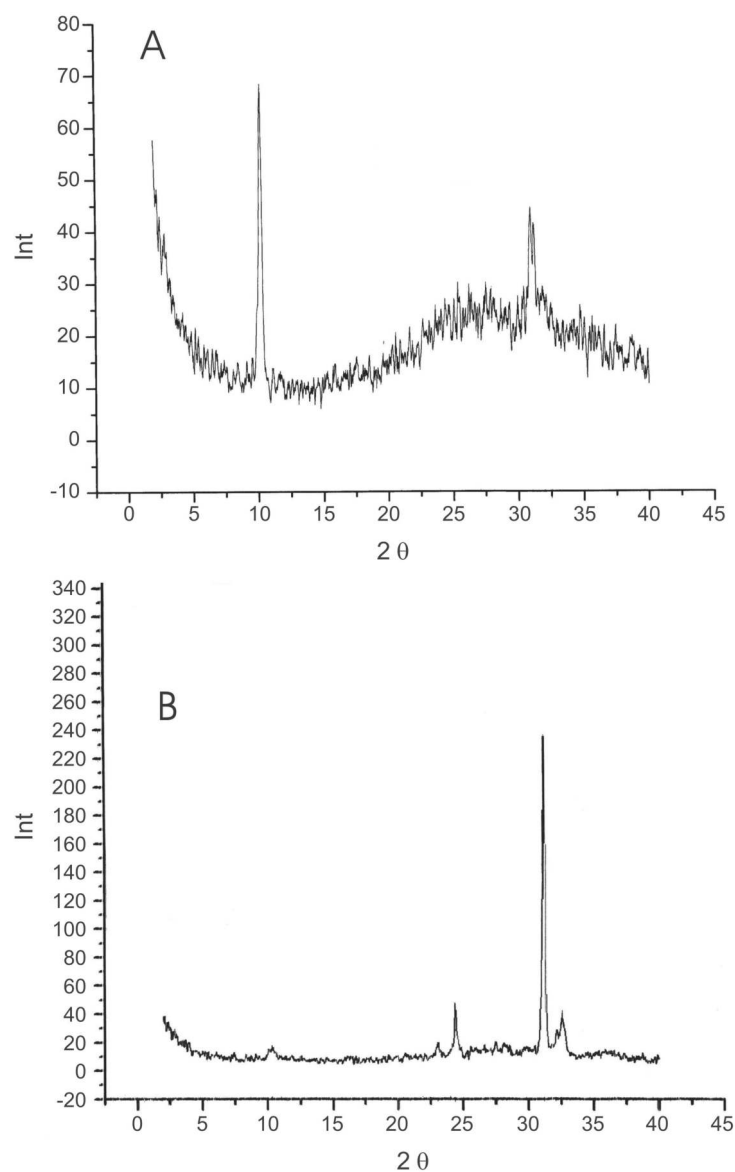


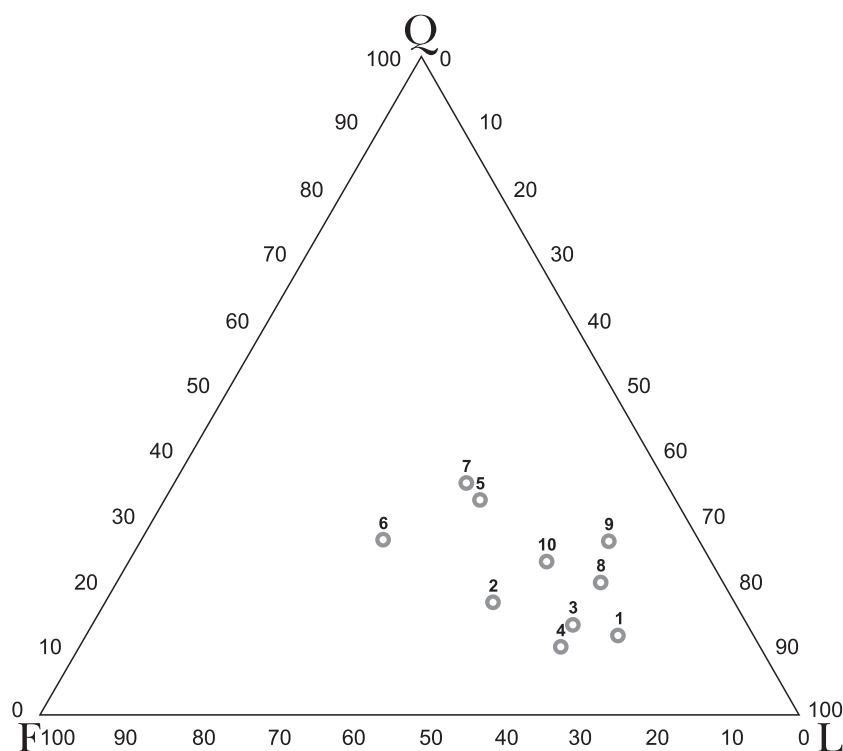
Figura 5. Diagramas de DRX de fragmentos cerámicos. A: Muestras N^o 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9 y 10. B: Muestras 2 y 6.

de las micas+illita (10 \AA) es probable que la temperatura máxima no haya sido tan alta como para que la illita recristalice completamente, habiendo solamente vestigios de mullita; es decir que los valores térmicos no han superado los 850°C , ya que la illita sufre transformaciones en su estructura a partir de esta temperatura (Linares *et al.* 1983). En cambio, para el resto de las piezas la coc-

ción alcanzó temperaturas superiores, probablemente entre los $850\text{-}1000^\circ\text{C}$, al punto de desestabilizar la estructura de las illitas. Esto ocurre cuando los cationes de la intercapa comienzan a migrar por acción del calor perdiendo racionalidad de los espacios hkl, no aparece material amorfo, por lo tanto la giva no se presenta y hay una mayor definición del pico de la mullita.

Por su parte, en relación al comportamiento cerámico de los materiales terrígenos, consideramos que la composición mineralógica y la presencia de minerales accesorios (“impurezas”, en el léxico ceramista) de

estas materias primas influyen directamente en el comportamiento físico y tecnológico de los materiales, de allí la importancia de integrar ambos análisis con el objetivo de tipificar los materiales terrígenos para su



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q%	17,62	31,70	23,30	25,32	26,14	41,29	26,31	16,19	11,96	21,57
F%	12,94	17,56	13,59	11,03	32,78	26,86	35,33	20,42	26,79	23,68
L%	69,42	50,73	63,10	63,63	41,07	31,84	38,34	63,38	61,24	54,73

Gráfico 3. Componentes principales (Q-F-L) de los fragmentos cerámicos.

Accesorios	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Micas	X	X			X	X	X	X	X	X
Hornblenda	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vidrio	X	X		X	X	X		X	X	X
Circón					X	X				
Sillimanita									X	X
Epidoto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Piroxenos							X	X	X	X
Granate			X	X				X	X	X
Turmalina	X	X	X	X						
Tiesto molido	X	X	X	X	X	X		X?		

Tabla 5. Minerales accesorios presentes en los fragmentos cerámicos.

utilización en la manufactura cerámica.

De acuerdo a los estudios realizados hemos distinguido dos grupos de materiales. El primero corresponde a los materiales de granulometría fina de la Formación Río Salí representados por las muestras 1, 2, 3 y 4, que se caracterizan por contener illita, caolinita y esmectitas. Como accesorios, principalmente cuarzo y feldespatos y acompañados de una proporción de material amorfo, con textura franco a franco arcillosa, con índices de contracción lineal menores a 5 o muy próximos a este valor (considerando que valores superiores a 5 suelen ser críticos para el comportamiento cerámico). La presencia de las esmectitas disminuye la calidad del material y, si están en un porcentaje mayoritario el material podría no ser apto para cerámica debido a que poseen excesiva plasticidad, adsorben mucha humedad, se

expanden indefinidamente impidiendo modelar y cuando se secan, se contraen provocando grietas en las piezas, más aún si son sometidas al calor. Sin embargo, una textura adecuada, la presencia del cuarzo y de los feldespatos que además de actuar como fundentes naturales actúan como antiplásticos (“desgrasantes” en el léxico ceramista) disminuyendo la plasticidad y por los resultados obtenidos en el comportamiento geomecánico, nos permiten señalar a estos niveles como la materia prima más adecuada para el uso cerámico.

Pero debemos ser cuidadosos cuando hablamos de tipificar los materiales para nuestros objetivos. Como sabemos, la Formación Río Salí contiene también, en cantidades importantes, calcita, yeso y halita. La presencia de estos minerales, según cómo se encuentren y la proporción en el material

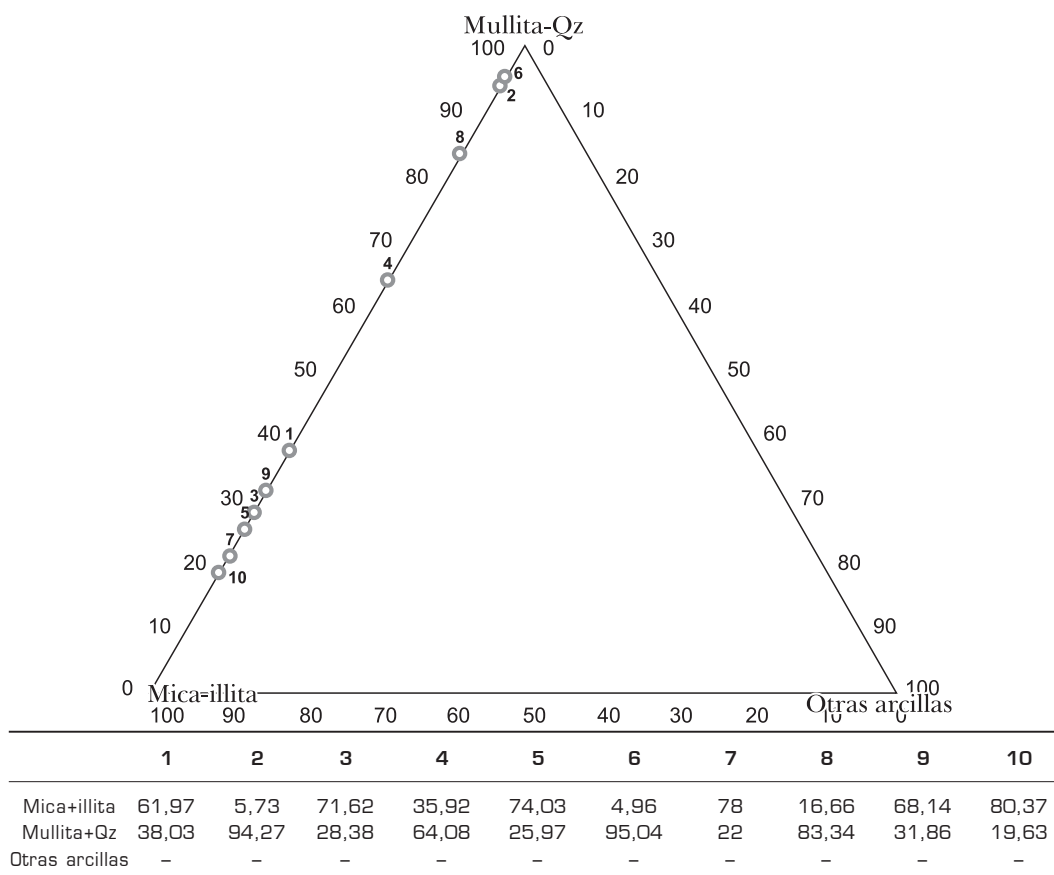


Gráfico 4. Comportamiento de la fracción arcillosa de los fragmentos cerámicos.

pueden actuar reforzando las propiedades cerámicas o por el contrario, haciéndolos inútiles para tal fin. La presencia de las sales, por ejemplo la halita, en cantidades menores puede no ser nocivas, pero si aumenta su contenido, luego del secado puede provocar eflorescencia que además de disminuir la belleza de la pieza estimula la disolución del material.

En cuanto a la presencia de calizas y carbonato de calcio, son muy pocos solubles en agua y su comportamiento cerámico depende de su granulometría, si el tamaño es fino, durante la cocción forma fases estables y resistentes, en cambio en forma de nódulos es perjudicial. En el léxico ceramista se conoce como cal, ya que mantiene la contracción en niveles muy bajos, confiere un elevado coeficiente de dilatación y proporciona un margen amplio de cocción. Algo similar ocurre con el yeso, que en realidad es un acelerador del fraguado, pero en cantidades excesivas provoca eflorescencias, disolución y aumenta la fragilidad del material.

Por su parte, en el segundo grupo están incluidas las muestras de material aluvial, los materiales edafizados (Bt) y la perteneciente a la Formación Río Loro representadas por las muestras 5, 6, 7 y 8. En ellos no varía demasiado la proveniencia de los minerales, se observa un mayor contenido piroclástico, una alta proporción de calizas y carbonatos en forma de granos, también la presencia del yeso es importante. Los argilominerales están dominados por las capas expansivas, ya sea como esmectitas de buena cristalinidad o illita abierta con capas expansivas, algo de clorita y como accesorios cuarzo y micas, preferentemente. También domina la textura arcillosa y el comportamiento geomecánico indica límites de contracción muy superiores al valor considerado como crítico, desde 6.5 a 9.9. La mineralogía y los ensayos de laboratorio tipifican a estos materiales como no aptos para cerámica.

Sin embargo y contrariamente a lo que podríamos esperar, todas las muestras exhiben buenas condiciones de plasticidad y trabajabilidad. Tanto los materiales terrígenos terciarios como los fluviales y niveles edafi-

zados actuales, no presentaron problemas para absorber agua, para ser amasadas, ni durante el secado.

Incluso actualmente, las muestras 5, 7 y 8 son utilizadas por algunas de las familias de la localidad de Rearte Sur para la producción de artesanías y de vasijas para uso doméstico. Es decir que la excesiva plasticidad de los materiales no siempre se convierte en un limitante para su uso. Pensamos que la elección de las materias primas y la manufactura se realiza de acuerdo a determinados “*modos de hacer*” establecidos por su tradición, donde no sólo entran en juego “(...) *las propiedades físicas y químicas de los materiales, sino también las predilecciones y sensibilidades culturales*” (Falabella et al. 2002: 182).

CONCLUSIONES

El análisis mineralógico y petrográfico de los fragmentos cerámicos procedentes del sitio Mortero Hachado a través de las diferentes aproximaciones (submacroscópico de fractura fresca y desagregado, y microscópico en grano suelto y de cortes delgados) constituyó una muy buena estrategia para la caracterización composicional de las pastas. Del mismo modo, el estudio de materias primas desde una perspectiva regional, nos permitió conocer las particularidades y variabilidad de algunos de los depósitos presentes en la región. Asimismo, posibilitó la construcción de un conjunto de referencia que permitirá establecer comparaciones con la cerámica recuperada en diferentes sitios arqueológicos y comenzar a discutir temáticas relacionadas con la disponibilidad, la explotación y procedencia de la alfarería prehispánica tardía en el valle de Choromoros.

AGRADECIMIENTOS

A los habitantes de las localidades de Rearte Sur y San Pedro de Colalao por su colaboración desinteresada durante la búsqueda de los materiales terrígenos. A Sergio Rendace por la preparación de la imagen satelital y el mapa y por su colaboración en

la recolección de los materiales arcillosos de la zona de Rearte. Por último, al Geólogo Diego Fernández quien gentilmente colaboró con bibliografía geológica de la región. Este trabajo ha sido financiado por el Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (CIUNT 26/G 449) y por una beca doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) otorgada a uno de los autores (MC).

BIBLIOGRAFÍA

- Arce, N. 2006. Turismo Geológico: Circuito Choromoro-San Pedro de Colalao. Departamento Trancas, Provincia de Tucumán. Tesina de grado para obtener el título de Geólogo. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán (inédito) 49 pp. San Miguel de Tucumán.
- Bossi, G. 1969. Geología y estratigrafía del sector sur del Valle de Choromoros. *Acta Geológica Lilloana* Tomo X 2: 17-64.
- Bossi, G. y M. Carrión. 1988. Informe técnico sobre los depósitos de arcillas existentes en el área de San Pedro de Colalao-Zárate (inédito) 25 pp. San Miguel de Tucumán.
- Bowles, J. 1980. Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil. Editorial Mc Graw-Hill latinoamericana. S.A. Bogotá. Colombia.
- Castellucio, G. 1994. Geología de la Región de las Juntas, Dpto. Trancas, Provincia de Tucumán. Tesina de grado para obtener el título de Geólogo. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán (inédito) 97 pp. San Miguel de Tucumán.
- Díaz, O. 2004. Análisis técnico-morfológico del material lítico tardío, del sitio Mortero Hachado (Trancas, Tucumán). Trabajo Final para optar el título de Arqueólogo. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán (inédito) 98 pp. San Miguel de Tucumán.
- Díaz Saravia, P. 1980. Paleogeografía de la formación-San José (Terciario del Noroeste Argentino). Tesina de grado para obtener el título de Geólogo. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán (inédito) 51 pp. San Miguel de Tucumán.
- Esparrica, H. 2001. Nuevas evidencias arqueológicas acerca de la tradición santamariana en el piedemonte septentrional de la Provincia de Tucumán. XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Actas T. 1: 211-222. Córdoba.
- Falabella, F.; Sanhueza, L. y E. Fonseca. 2002. Las materias primas de la cerámica Aconcagua Salmán y sus implicancias para la interpretación de la organización de la producción alfarera. *Chúngara, Revista de Antropología Chilena*. 34 (2): 167-189. Chile.
- Galván, A. 1981. Descripción geológica de la Hoja 10 e, Cafayate. Provincias de Tucumán y Catamarca. Servicio Geológico Nacional. Ministerio de Economía. Secretaría de Estado de Minería. 45 pp. Buenos Aires.
- Germano, R. 1980. Geología del Valle de Choromoro en el sector comprendido entre los ríos Vipos y Choromoro (Dpto. Trancas, Provincia de Tucumán, República Argentina). Tesina de grado para obtener el título de Geólogo. Facultad de Ciencias Naturales e IML. Universidad Nacional de Tucumán (inédito) 73 pp. San Miguel de Tucumán.
- González, O.; M. Viruel; R. Mon; Chilinguirán, P. y E. Barber. 2000. Hoja Geológica 2766 II San Miguel de Tucumán, provincias de Tucumán, Catamarca, Salta y Santiago del Estero. *Boletín del Servicio Geológico Minero Argentino*, 245: 123 p. Buenos Aires.
- Linares, J.; F. Huertas y J. Capel. 1983. La arcilla como material cerámico. Características y comportamiento. Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada N° 8: 479-490. Granada.
- Nasif, N., M. Corbalán, Moreno, A. y M. Gavícola. 2007. La explotación de recursos faunísticos en el sitio Mortero Hachado (Departamento Trancas, Tucumán). XVI Congreso Nacional de Arqueología Argentina. Actas Tomo III: 179-185. San Salvador de Jujuy.
- Ruiz Huidobro, 1960. El horizonte calcáreo dolomítico en la provincia de Tucumán. *Acta Geológica Lilloana*, 3: 147-171.
- Solís, N. y B. Cremonte. 1991-1992. Estrategia analítica para el estudio de cerámica arqueológica y materia prima. *Anales de Arqueología y Etnología* 46/47: 165-184. Mendoza.
- Toselli A. y J. Rossi. 1998. El basamento metamórfico de las Sierras Pampeanas de la Provincia de Tucumán. En: Gianfrancisco, Puchulu, Durango de Cabrera y Aceñolaza (Eds), *Geología de Tucumán: 47-55*. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas (Universidad Nacional de Tucumán). San Miguel de Tucumán.