

Estudio petrográfico y microtextural de la cerámica Belén procedente de contextos arqueológicos de la localidad de La Ciénaga y áreas aledañas

Nora Inés Zagorodny*, Cristina Volzone** y Martín Morosi***

(*) Laboratorio de Análisis Cerámico, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Calle 64 Nº 3 e/119 y 120, La Plata (1900), Bs As.

(**) Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámicos, CETMIC (GICPBA-CONICET La Plata).

Camino Parque Centenario y 506. M. B. Gonnet (1897). Bs. As.

INTRODUCCIÓN

La cerámica conocida como del tipo Belén ha sido definida como aquella alfarería distribuida fundamentalmente en los departamentos de Belén y Tinogasta (Catamarca), asociada a ocupaciones y entierros de poblaciones tardías prehispánicas. La misma se caracteriza por una pasta compacta, de buena cocción y color rojizo con pintura negra sobre fondo rojo, que presenta una uniformidad morfológica dada por la reiteración de tres formas: tinajas o “urnas”, pucos y ollas (Lámina 4a). Las tinajas constituyen la categoría morfológica más frecuente, y están conformadas por una base cóncavo-convexa y un perfil dividido en tres segmentos de proporciones semejantes: un cuerpo inferior de paredes evertidas; un cuerpo superior vertical levemente curvado hacia afuera o de paredes curvas o rectas invertidas, con un par de asas opuestas dobles, horizontales, en cinta y remachadas; y un cuello evertido. Cada sector se caracteriza por una decoración particular, siendo el cuerpo superior el que muestra mayor complejidad, dado que allí se concentra la totalidad de las representaciones icónicas, tanto zoomorfas como antropomorfas, pintadas y/o modeladas y

ocasionalmente incisas (Wynveldt 2007a, 2007b, 2009). La superficie externa de las tinajas puede ser alisada, pulida o bruñida. Los pucos presentan una superficie externa rugosa, mientras que la cara interna, donde se encuentra la decoración más compleja, que puede incluir variedad de diseños geométricos y representaciones zoomorfas, suele estar bien alisada o pulida (Wynveldt 2008a, 2008b, 2009). Las ollas son el grupo menos representado y más heterogéneo en cuanto a forma y tamaño. Presentan los tres segmentos característicos de las tinajas, pero poseen un cuello menor a un cuarto de la suma de los cuerpos inferior y superior, y un diámetro más restringido en la unión del cuerpo superior y el cuello. Se incluyen en este grupo aquellas vasijas que no poseen cuello, aunque presentan todas las características de una tinaja Belén, pudiendo éstas carecer de asas (Wynveldt 2007a, 2009).

El origen de esta cerámica puede situarse en el valle de Hualfín, Depto. de Belén, Catamarca; no obstante, su presencia se extiende por otros territorios de esta provincia, tales como los valles de Abaucán y Santa María, habiéndose encontrado asimismo en sitios como La Alumbrera de Antofagasta de la Sierra, o de manera aislada en el sur en La Rioja y Tafí del Valle (de la Fuente 2007; Manasse y Páez 2006; Páez et al. 2007; Sempé 1999). Sus aspectos morfológicos y decorativos han sido utilizados como indicadores cronológicos de los momentos tardíos del desarrollo cultural prehispánico de la región valliserrana del noroeste argentino (González 1955, 1977; González y Pérez 1972). Sempé, en diversos artículos sobre sitios de los valles de Abaucán y de Hualfín, describió y caracterizó la cerámica Belén analizando su asociación con otros tipos de los períodos Tardío e Inca (Sempé 1973, 1977, 1980).

En el presente capítulo se analizan desde distintas vías de estudio los aspectos composicionales y microtexturales de un conjunto de tiestos procedentes de sitios arqueológicos de la localidad de La Ciénaga y zonas aledañas (valle de Hualfín), adscriptos a la Entidad Cultural Belén. Los mismos fueron recuperados tanto en excavaciones arqueológicas como en recolecciones superficiales.

Los sitios referidos son: Cerrito Colorado, Montículo (al pie del Cerrito Colorado) y Casas Viejas en el sector norte de la localidad de La Ciénaga (La Ciénaga de Arriba); Cerro Colorado, Barranca 1 (al pie del Cerro Colorado), Loma de Ichanga, y Loma de La Antena ubicados en el sector sur de La Ciénaga (La Ciénaga de Abajo y La Toma respectivamente) y la Loma de los Antiguos en Azampay (Lámina 2). La ubicación de los sitios se detalla en la Tabla 1.

Los sitios enunciados se caracterizan, en términos generales, por presentar distintos tipos de emplazamientos:

1.- sitios ubicados en la cima de cerros o mesadas con alturas mayores a los 70 m, con dificultades para el acceso, murallas defensivas. Los recintos se presentan asociados entre sí formando conjuntos y/o de manera aislada (Cerrito Colorado, Cerro Colorado, Loma de La Antena y Loma de los Antiguos);

2.- sitios emplazados en lomas o mesadas bajas, sin murallas defensivas, con recintos mayoritariamente dispersos (Loma de Ichanga);

3.- montículo de alrededor de 4 m de altura, sin recintos asociados, con rampa de acceso y un mortero en su cima (El Montículo de La Ciénaga de Arriba);

4.- conjuntos de estructuras contiguas y/o recintos dispersos, emplazados sobre la barranca del río Hualfín, en su margen oriental (Barranca 1);

5.- acumulaciones en superficie de material cerámico tardío y lítico en sectores de los barreales de La Ciénaga de Arriba en la confluencia del Río Hualfín con el Río Güiyischi (Casas Viejas).

Los recursos geológicos disponibles en la zona brindaron a los antiguos pobladores locales una considerable cantidad y variedad de materias primas para la confección de distintos tipos de objetos (vasijas de cerámica, elementos de molienda, armas, artefactos líticos para distintos usos y funciones, etc.) y para la construcción de viviendas y obras de distinto carácter (defensivas, agro-hidráulicas, etc.). Analizar las características y potencialidades de las materias primas existentes y estudiar los objetos manufacturados con las mismas es un camino de ida y vuelta que da cuenta esencialmente del conocimiento que los pobladores

poseían de su entorno, de sus elecciones para la fabricación de objetos y artefactos, de las técnicas puestas en marcha y de sus destrezas tanto para la confección de los mismos como para la construcción de sus poblados, entre otros aspectos relevantes.

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La síntesis de la geología regional del área en donde se localizan los sitios arqueológicos fue realizada en base a la información proveniente del análisis de las Hojas Geológicas 12d Capillitas y 13d Andalgalá (González Bonorino 1950), 13c Fiambalá (González Bonorino 1972), los trabajos estratigráficos de las secuencias terciarias (Bossi y Palma 1982; Bossi *et al.* 1987; Muruaga 1998; Bossi *et al.* 1999; Muruaga, 2001a y 2001b; Bossi y Muruaga 2009) y por la observación y reconocimiento del terreno realizado por uno de los autores del presente capítulo (Morosi ms.).

La localidad de La Ciénaga está ubicada dentro del área correspondiente al ámbito de las Sierras Pampeanas Noroccidentales. Las mismas se caracterizan por un sistema de cordones de rumbo submeridional separados por depresiones tectónicas longitudinales que corresponden a los valles intermontanos. El basamento cristalino que forma parte del cuerpo de las sierras consiste en rocas metamórficas de bajo grado de la Formación Loma Corral (Precámbrico-Cámbrico inferior) generalmente transformadas por inyección de ortogneis graníticos de la Formación Chango Real (Cámbrico). Sobre este basamento peneplanizado se apoya una potente secuencia sedimentaria neógena de edad Miocena medio a Pliocena. Los afloramientos, que alcanzan en sectores los 3500 metros de espesor, se disponen periclinalmente alrededor de los núcleos de basamento y poseen una amplia distribución areal, particularmente al sur del Valle de Santa María en Villavil, Hualfín y Puerta de Corral Quemado.

La secuencia neógena se compone de sedimentos clásticos continentales (arenosos y conglomerádicos) que poseen intercalados sedimentitas volcánicas y extrusivos andesíticos y basálticos. Más hacia el sur, en la zona que nos incumbe, la secuencia sedimentaria aflorante en las barrancas del río Hualfín en su

confluencia con el Río Güiyischi fue descripta por Renato Andreis en 1962 (informe inédito). El perfil estratigráfico relevado por el autor comienza con un depósito fluvial conformado por un conglomerado polimíctico representado por vulcanitas básicas a intermedias y plutonitas ácidas y en menor proporción rocas metamórficas. El mismo continúa, en discordancia erosiva con una superposición de capas correspondientes a depósitos piroclásticos de caída y a depósitos secundarios o tufitas. La secuencia sedimentaria culmina con depósitos de acarreo de edad cuaternaria, representados por abanicos aluviales, coluviales, terrazas fluviales y dunas eólicas.

Regionalmente, los depósitos sedimentarios terciarios fueron divididos por González Bonorino (1950) en dos entidades, la inferior a la que denominó Calchaquense (de colores verdes y rojos vivos) y la superior llamada Araucanense (de colores pardos y grises), separadas en parte por eventos volcánicos. Estas entidades, actualmente en desuso, fueron luego homologadas a las unidades pertenecientes al Grupo Santa María del valle homónimo (Bossi *et al.* 1987).

El Grupo Santa María (Galván y Ruiz Huidobro 1965) que aflora en los valles de Santa María (área tipo), del Cajón, de Villavil y en la cuenca del río Belén, está constituido de base a techo por las formaciones Las Arcas, Chiquimil, Andalhuala y Corral Quemado. Su edad se extiende desde el Mioceno Medio al Plioceno Superior, con una edad máxima de 13 Ma (Bossi *et al.* 1987; Muruaga 1998 y 2001a).

La sección inferior del Calchaquense se corresponde con la Formación Las Arcas, mientras que la sección superior es equivalente a la Formación Chiquimil; por su parte, la Formación Andalhuala comprende al Araucanense medio e inferior y la Formación Corral Quemado es equivalente al Araucanense superior (Bossi y Muruaga 2009).

La Formación Las Arcas corresponde a la unidad basal del Grupo Santa María y está compuesta por areniscas finas y medias de colores rojizos con delgadas intercalaciones pelíticas y escasos niveles conglomerádicos de composición granítica y metamórfica. Transicionalmente continúa la Formación Chiquimil subdividida por

Muruaga (1998) en tres miembros: Los Baños (inferior), El Áspero (medio) y El Jarillal (superior). Esta formación se caracteriza por sus coloraciones amarillentas dominantes y por un menor grado de consolidación en relación con las unidades inferiores y superiores. Está compuesta por areniscas medianas a gruesas de color pardo amarillento y una mayor participación de niveles conglomerádicos respecto de la unidad inferior. El miembro medio (El Áspero) se compone de conglomerados y brechas volcanoclásticas, mientras que en el miembro superior disminuye notablemente la participación volcanoclástica y se vuelve principalmente arenosa de composición metamórfica-granítica (Bossi y Muruaga 2009).

La Formación Andalhuala es la de mayor extensión areal en la región y contiene una gran variedad de vertebrados fósiles. Está compuesta por areniscas finas a gruesas, con intercalaciones de niveles conglomerádicos y escasos niveles pelíticos. Esta formación cuenta con varios niveles intercalados de tobas (depósitos piroclásticos), entre los que se destaca un nivel de 2,5 metros de espesor conocido como tefra del Puerto. La unidad cuspidal del Grupo Santa María corresponde a la Formación Corral Quemado, compuesta por conglomerados finos que alternan con arenas gruesas.

La secuencia sedimentaria culmina con varios niveles aterrazados de edad cuaternaria, representados en el área por conglomerados medios a gruesos de composición granítica y metamórfica denominados informalmente como punaschotter. (1)

EL ESTUDIO COMPOSICIONAL DE LA CERÁMICA A TRAVÉS DEL ANÁLISIS PETROGRÁFICO

El objetivo de una caracterización mineralógico-petrográfica es la de la identificación y cuantificación de los constituyentes minerales presentes en una pasta cerámica. Dichos estudios nos permiten establecer asociaciones y definir fábricas mineralógicas, entendiendo por éstas la distribución, frecuencia, forma, tamaño y composición de los componentes de la cerámica (Whitbread 1989).

La utilización de esta herramienta de análisis aporta interesantes datos a la hora de indagar en temas vinculados no solamente con la tecnología cerámica sino también con aspectos relaciona-

dos con el consumo, producción y circulación de bienes, su intercambio, entre otros.

En el presente trabajo se analizaron 25 muestras correspondientes a distintos sectores de vasijas del tipo Belén Negro sobre Rojo procedentes de 7 sitios arqueológicos de la localidad de La Ciénaga y de una localidad cercana, La Toma, así como también su comparación con anteriores estudios en donde se analizaron fragmentos del sitio Loma de los Antiguos de Azampay (Wynveldt *et al* 2006). Las vasijas fueron identificadas como tinajas y pucos de acuerdo a criterios morfológicos y métricos de clasificación propuestos por Balfet *et al.* (1992). En trabajos previos se han desarrollado de manera detallada las características tanto a nivel morfológico como decorativo inherentes a tinajas, pucos y ollas Belén. El estudio exhaustivo de piezas Belén -tanto de colecciones de museos como producto de las tareas de remontaje efectuadas por nuestro equipo de investigación- permiten identificar, a partir de fragmentos, no sólo la clase de vasija sino también el sector de procedencia (borde, cuello, cuerpo superior, cuerpo inferior, base) y orientación dentro de la pieza de origen. (Canal *et al.* 1999; Wynveldt 2006, 2007a, 2007b, 2008a, 2008b, 2009; Zagorodny *et al.* 2010).

Aspectos metodológicos

En primera instancia, se procedió al análisis morfométrico y decorativo de los fragmentos que conforman la muestra a fin de poder identificar los sectores de pertenencia de los mismos -borde, cuello, cuerpo, base. Los resultados de este análisis se han sintetizado en la tabla 2. Una vez confeccionados los cortes delgados correspondientes, se realizó la observación microscópica y descripción de los mismos. Se identificaron y describieron los componentes principales, a fin de reconocer su naturaleza composicional. Se realizó el conteo de todas las inclusiones identificadas mayores a 62 micrones a fin de estimar la abundancia relativa de cada componente, primeramente a nivel general, en términos de cristaloclastos, litoclastos y vitroclastos, y luego en particular dentro de aquellas categorías mayores, por ejemplo dentro de los

cristaloclastos cantidades de cada especie mineral. Se calcularon los porcentajes de cada componente y se registraron los tamaños en términos absolutos de las inclusiones observadas, a partir de las mediciones efectuadas con el programa *Image-Pro Express 5.1*, y se determinaron las morfologías de las inclusiones presentes. Se completó el registro de los datos con fotomicrografías de todos los cortes. Posteriormente se compararon los datos obtenidos de cada corte delgado por sitio y entre los sitios analizados.

A fin de completar el estudio con otras fuentes de información se analizaron muestras de arenas recolectadas en distintas estaciones de muestreo en el curso del río Hualfín y colectores –cauces secos y perfil de barranca. El análisis se realizó con lupa binocular y se relevó tanto la granulometría como la composición de las muestras (Pettijohn 1963; Carver 1971). Se compararon los datos obtenidos del análisis microscópico de las secciones delgadas con los provenientes del análisis de dichas muestras.

Con el objeto de indagar sobre la procedencia de las materias primas, se realizó un análisis bibliográfico pormenorizado de la geología regional del área de localización de los sitios cuya síntesis ya fue descrita *ut supra*. Se compararon los resultados de los estudios petrográficos de la cerámica con aquellos derivados del análisis bibliográfico de la geología regional.

Composición general de las muestras cerámicas

A partir de la observación microscópica de las secciones delgadas de los fragmentos seleccionados, se reconocieron, en primer lugar, una serie de constituyentes principales, los cuales serán descritos a continuación. Se analizaron los componentes cristalinos, líticos y vítreos reconociéndose los siguientes:

- El cuarzo se presenta en sus variedades mono y policristalino. El primero se observa como granos en general redondeados a subredondeados, mayoritariamente con extinción recta y en ocasiones con extinción ondulante; en algún caso aparecen fracturados. Los agregados de cuarzo policristalino se presentan con extinción recta y también con contactos suturados y extinción ondulante.

- Los feldespatos están representados por cristales de plagio-

clases, en algunos casos euhedrales, predominando las maclas polisintéticas y Carlsbad albita, siendo escasos los individuos zonados. Los cristales se presentan, en general, limpios y otros muy alterados a sericita y arcillas. El feldespato potásico predomina sobre las plagioclasas y se presenta con cristales tabulares, con macla Carlsbad y en algunos casos constituyendo las inclusiones de mayor tamaño. Al igual que las plagioclasas, presentan distinto grado de alteración, principalmente a sericita y arcillas. El microclino se encuentra en escasa proporción.

- Los componentes máficos están representados principalmente por anfíboles (hornblenda) en ocasiones con desarrollo de cristales euhedrales, mostrando secciones basales con formas rómbicas. Las micas se encuentran escasamente representadas en las inclusiones, predominando la biotita sobre la muscovita; no obstante, ambas están presentes como constituyentes principales de la matriz.

- Los fragmentos líticos reconocidos son de origen plutónico, volcánico y en menor medida metamórfico, encontrándose escasamente representados los líticos sedimentarios.

- El vidrio se manifiesta como fragmentos pumíceos caracterizados por su aspecto alveolar dado por una alta densidad de vesículas esféricas, en ocasiones deformadas. También se lo ha observado como rebordes de algunos cristales y en texturas vitrofídicas.

Dada su baja frecuencia, puede decirse que la presencia de tiesto molido es de carácter accidental. El mismo es reconocido por sus contornos angulares o irregulares, por el intersticio que lo separa de la matriz y los diversos atributos que lo diferencian de ella, como la mineralogía, las características microestructurales y la orientación de las inclusiones (Cuomo di Caprio y Vaughan 1993). Su ausencia se destaca en función del contraste que evidencia con otras cerámicas tardías como, por ejemplo, las santamarianas analizadas en sitios de este mismo valle, en las cuales aparece como componente de alta frecuencia junto con cristaloclastos y litoclastos de granulometría muy fina (Zagorodny *et al.* ms.).

Desde el punto de vista granulométrico, las inclusiones pueden caracterizarse como arenas finas a muy finas (250/125 μ y 125 μ a 62 μ respectivamente) hasta limos (< a 62 μ).

En el presente estudio se ha puesto especial énfasis sobre aquellos componentes que resultan diagnósticos para identificar el origen de las inclusiones presentes. Se realizaron estudios cuantitativos para determinar los constituyentes a través del conteo de puntos, con intervalos de un milímetro del área de la sección delgada. El conteo se realizó sobre la fracción mayor a 62 micrones considerando que los tamaños menores corresponden a la matriz. Los componentes que se consideraron diagnósticos son los siguientes:

- Cuarzo mono y policristalino con extinción ondulante y contactos suturados en el caso de los agregados multicomponentes, asociados a líticos de metamorfitas de bajo grado, como indicadores de procedencia metamórfica;
- Feldespato potásico (microclino) y litoclastos graníticos como indicadores de procedencia plutónica;
- Líticos andesíticos y basálticos y vitroclastos (principalmente fragmentos pumíceos) como indicadores de procedencia volcánica y volcanoclástica, respectivamente.

En la Tabla 3 se presentan los componentes mineralógicos identificados en los cortes delgados del total de las muestras analizadas.

Resultados del análisis petrográfico

En este apartado se sintetizan las características petrográficas de los fragmentos analizados en función de los sitios estudiados.

El Montículo: entre las inclusiones presentes en los tiestos analizados predominan las de origen plutónico representadas por líticos graníticos (44 - 64%), cristales de cuarzo y feldespatos potásicos. Los líticos de origen volcánico (17 - 50%) siguen en abundancia, mientras que los fragmentos líticos de origen metamórfico (5 - 25%), junto con la presencia de cuarzo mono y policristalino con extinción ondulante, se encuentran subordinados. Los porcentajes de vitroclastos representados por fragmentos pumíceos oscilan entre el 9 y el 18%.

Cerrito Colorado de La Ciénaga de Arriba (recintos al pie y en la cima): los fragmentos provenientes de los recintos situados al pie del Cerrito Colorado se caracterizan por presentar abundantes

líticos plutónicos (40 - 80%) y escasos líticos de origen metamórfico (7 - 17%). Respecto a la presencia de inclusiones de naturaleza volcánica, su distribución es irregular ya que está ausente en algún fragmento y en otro representa el 40% de los líticos identificados. Los vitroclastos varían entre el 18 y 35%. Por su parte, en los fragmentos correspondientes a los recintos de la cima, los líticos dominantes siguen siendo los de origen plutónico (40 - 82%) y son escasos los líticos metamórficos (11 - 25%). La presencia de líticos volcánicos es mayor en relación a los recintos del pie del Cerrito Colorado y oscila entre 5 y 45%. También se diferencian en la presencia de vitroclastos que en ningún caso excede el 10% para los fragmentos de la cima.

Casas Viejas: en estas muestras se observa un marcado predominio de los líticos plutónicos (66 -100%) y se destaca la presencia de vidrio volcánico (fragmentos pumíceos) con porcentajes que van desde 17 al 46%. La presencia de líticos volcánicos y metamórficos es escasa o inexistente.

Cerro Colorado: aquí los líticos plutónicos son los que se encuentran mejor representados (70 -76%) acompañados por líticos volcánicos (11 - 26%), mientras que los líticos metamórficos se encuentran presentes en escaso porcentaje (15%), o bien ausentes. Con respecto a los vitroclastos, los mismos oscilan entre el 8 y el 27,5 %

Barranca 1: si bien las inclusiones predominantes corresponden a las de origen plutónico, los líticos de origen volcánico (22 - 40%) están mejor representados que en el resto de los sitios analizados, llegando en algunos casos a igualar en porcentaje a líticos graníticos (40 - 67%). Se observa también una importante presencia de vidrio volcánico (14 - 38%), a excepción de uno de los cortes que corresponde a un fragmento de puco proveniente del relleno de uno de los recintos excavados donde su presencia es escasa (3%).

Loma de Ichanga: se observan abundantes inclusiones de naturaleza plutónica, con porcentajes de líticos graníticos entre 78 y 94%, con escasa participación de líticos metamórficos (3 - 18%) y volcánicos (4%). Los vitroclastos también se encuentran en bajo porcentaje (3 - 9%).

Loma de la antena: predominan las inclusiones de líticos plutónicos (68 - 79%), siguen en abundancia los líticos volcánicos (11-21%) y por último los de origen metamórfico (10%). Al igual que en la Loma de Ichanga, los vitroclastos están escasamente representados (5%).

Hasta el momento la tendencia observada indica un menor aporte de vitroclastos en los tiestos procedentes al occidente del valle con respecto a sus pares del oriente. Al respecto, el estudio de nuevas muestras de ambas márgenes del río Belén podrá dar luz a esta diferencia que por el momento se esboza.

Análisis textural y composicional de muestras de sedimentos de La Ciénaga

Una característica importante de los depósitos de acarreo relacionados con la red de avenamiento del Río Hualfín es que sus afluentes atraviesan sectores en donde afloran rocas de distinto origen. Por lo tanto, los granos derivados de su descomposición pueden estar presentes en sedimentos asociados a estos depósitos fluviales. Es por ello que creemos importante tomar muestras de arenas provenientes de los cauces secos cercanos a los sitios, con el objeto de ser analizadas con procedimientos sedimentológicos, ya que los resultados de los mismos ofrecen información adicional a fin de ser comparada con la proveniente del estudio microscópico de láminas delgadas de cerámica arqueológica.

Las muestras analizadas para el área de La Ciénaga fueron recolectadas en cinco diferentes localizaciones tanto en sectores adyacentes al curso principal del Río Hualfín como en distintos colectores (Figura 1). Las mismas fueron obtenidas con el fin de caracterizar textural y composicionalmente (vía lupa binocular) los sedimentos fluviales correspondientes a la fracción arena. Para su observación con lupa binocular se utilizaron muestras de arena de granulometría mayor a 250 μ .

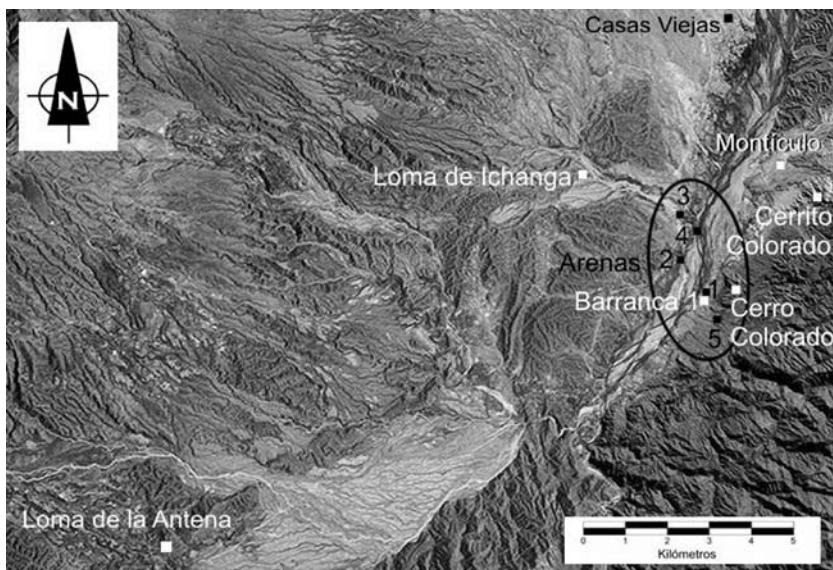


Figura 1. Mapa satelital con localización de las estaciones de muestreo de arenas

Las muestras de sedimentos analizadas son predominantemente arenosas, siendo escaso el porcentaje de limo (excepto una de las muestras del Río Ichanga), y se componen principalmente de cuarzo (con distinto grado de redondeamiento), feldespatos (con proporciones variables de feldespato potásico versus plagioclasas) y micas (predominando la biotita). Con relación a los líticos, se encuentran mejor representados los de origen plutónico (granítico) y en menor medida los de origen metamórfico. En las muestras analizadas, no se han registrado líticos volcánicos ni presencia de vitroclastos (fragmentos pumíceos). Los resultados obtenidos se sintetizan en la Tabla 4.

Resultados comparativos

A modo de caracterización general, podemos decir que los fragmentos procedentes de La Ciénaga y áreas aledañas presentan como componentes principales líticos y cristales de origen plutó-

nico (graníticos). Le siguen en abundancia los líticos volcánicos, que presentan una distribución irregular, ya que si bien en algunos tiestos están ausentes en otros alcanzan proporciones de hasta el 50%. Otro tanto sucede con la presencia de vidrio volcánico representado por fragmentos pumíceos de naturaleza piroclástica, el cual, si bien siempre se encuentra presente, varía en proporción entre 3 y 46%. El aporte de componentes metamórficos es escaso, siendo los líticos menos representados en los fragmentos estudiados. La presencia de líticos sedimentarios es ocasional.

La composición observada en las arenas muestreadas de la zona de estudio se caracteriza por la presencia de componentes (cristaloclastos) de naturaleza granítica, escasa presencia de lito-clastos (metamórficos y graníticos) y ausencia de componentes de origen volcánico (líticos y vidrio volcánico). La comparación de los resultados obtenidos del análisis de las arenas con la composición de los fragmentos estudiados permite afirmar que estos poseen inclusiones compatibles, aunque la presencia de líticos volcánicos en las pastas no ha sido detectada en las arenas descritas como tampoco se ha registrado la presencia de vidrio volcánico. Esto nos lleva a pensar que estos últimos provendrían de otras fuentes o de arenas localizadas en otras áreas que aún no han sido exploradas.

En trabajos anteriores (Wynveldt *et al.* 2006; Zagorodny *et al.* 2010) se analizaron a nivel petrográfico material del tipo Belén Negro sobre Rojo procedente de distintos sitios del Valle de Hualfín. La composición petrográfica de las pastas se corresponde con los datos obtenidos en el presente estudio.

A partir de los resultados obtenidos hasta el momento, podemos concluir que las pastas de los fragmentos tipificados como Belén presentan una composición muy homogénea, variando solo en la frecuencia de sus componentes principales y conservando cierta recurrencia composicional en sus asociaciones.

Con respecto a la comparación entre las muestras cerámicas y el marco geológico, Navarrete y colaboradores (1991) sostienen que las fases minerales que constituyen una matriz cerámica pueden indicar o no una correspondencia con los sedimentos geológicos de la zona de donde se obtuvieron las materias primas para

elaborar las vasijas, y que, analizando estas relaciones, se puede hablar del carácter “in situ” o alóctono de los productos cerámicos. Siguiendo esta línea, los resultados a los que arribamos nos permiten plantear que las pastas caracterizadas se corresponden composicionalmente con la geología de la región, lo cual sugiere que las materias primas utilizadas en su confección provienen de formaciones geológicas locales, tal como pudo observarse en los análisis previos (Wynveldt *et al.* 2006 y Zagorodny *et al.* 2010). En este sentido, las inclusiones de naturaleza ígnea-metamórfica están vinculadas genéticamente con las rocas que constituyen el basamento cristalino de la zona de estudio, caracterizadas por metamorfitas de bajo grado correspondientes a la Formación Loma Corral y ortogneises de la Formación Chango Real. Según estudios de procedencia realizados por Muruaga (2001), las actuales Sierras de Altohuasi-Culampajá y Papachacra habrían sido el área de aporte de los sedimentos locales. Esta misma autora afirma además que diferentes centros volcánicos de la Puna habrían aportado los líticos volcánicos presentes en los sedimentos de la región. En particular, la presencia sistemática de vidrio volcánico en la gran mayoría de los fragmentos puede vincularse con los depósitos de naturaleza piroclástica, intercalados en la secuencia sedimentaria terciaria (Formación Andalhuala), que afloran en el área de estudio. Estos depósitos están extensamente distribuidos en el área de Hualfín-Puerta de Corral Quemado, en el sector occidental del Cerro El Durazno (occidental) y en el sector occidental de la Sierra de Zapata. También se encuentran afloramientos bien desarrollados en el área de estudio en el sector occidental del Cerro Pampa hasta la Puerta de San José en la Sierra de Belén (Bossi y Muruaga, 2009).

EL ESTUDIO DE LA POROSIDAD

Su importancia en el análisis de la cerámica arqueológica

Un importante campo dentro de los estudios ceramológicos se centra en el análisis estructural, textural y térmico de la cerámica con el fin de obtener un adecuado conocimiento de las propie-

dades (ej. mecánicas, térmicas, etc.) que influyen en los distintos usos dados a las mismas en la cotidianidad doméstica. Los contenedores cerámicos, en este marco, fueron utilizados para distintas actividades tales como el cocinado de alimentos, el servicio, el almacenaje de líquidos y/o sólidos; por lo tanto debieron soportar cargas, sobrevivir a repentinos calentamientos y enfriamientos, y resistir impactos. De acuerdo a Rice (1987), entre las características de interés para inferir estas adecuaciones de las vasijas al uso se encuentran la dureza, la resistencia, las propiedades térmicas y la microestructura (tamaño de grano, fases presentes, poros, etc.). Estas afectan la durabilidad y capacidad de servicio de la vajilla tanto en el almacenamiento como en el procesado de alimentos y bebidas y el eventual transporte.

Si bien para el estudio de las propiedades de los sólidos se suelen realizar distintas clasificaciones (estructurales, texturales, térmicas, etc.), existen diferentes correlaciones entre ellas, que conlleven a predecir comportamientos de aplicaciones de los mismos. Es así que la porosidad -la cual se incluye dentro de un análisis textural de un sólido- está íntimamente relacionada, por ejemplo, con las propiedades mecánicas y térmicas. La porosidad informa acerca del volumen de poros o huecos respecto al volumen total de una pieza. A partir de este concepto podrán deducirse ciertos aspectos sobre el comportamiento y aplicación de la cerámica.

La cerámica arqueológica, en general, se caracteriza por poseer una microestructura constituida por diferentes fases, inclusiones y poros que la hacen menos resistente a la abrasión, respecto de la cerámica de alta temperatura. Con respecto al comportamiento térmico, la porosidad afecta a la expansión térmica y a la conductividad de un cuerpo. Los poros pueden también detener rajaduras originadas por el estrés térmico. El incremento de porosidad en un cuerpo reduce la expansión térmica porque las cavidades interrumpen las continuidades lineales y de volumen entre los componentes: los cristales pueden expandirse dentro de las cavidades sin ejercer presión en los granos de alrededor. Por lo tanto los poros pueden prolongar la capacidad de servicio de la vajilla cerámica bajo estrés térmico, dado que inhiben la propagación de las rajaduras y fracturas que los forman. La conductividad

térmica de un cuerpo homogéneo puede ser disminuida por una alta porosidad si los poros están cerrados, dado que el aire aísla mejor que los sólidos, los cuales no pueden ser medidos con la técnica que utilizamos. Los poros grandes, abiertos y conectados incrementarán la conductividad térmica porque permiten a los gases calientes pasar a través del cuerpo, reduciendo el gradiente térmico e incrementando la resistencia al estrés térmico (Rice 1987). La porosidad también influye en las diferentes etapas del proceso cerámico (moldeado, secado, cocción) de tal manera que es posible determinar el grado de tratamiento térmico en función de la porosidad: a medida que aumenta la temperatura de cocción, la porosidad se reduce (Rice 1987; Mari 1998).

La porosidad (P) de un material, expresada en general en porcentaje, se define como el cociente entre el volumen de poros (V_p) presente en la muestra sobre el volumen total (V_t) de la muestra; es decir: $P (\%) = V_p/V_t \times 100$.

Para una comprensión más acabada es necesario definir algunos conceptos previos. Se define *poro cerrado* a toda cavidad que no tiene comunicación con la superficie del sólido, en tanto que *poro abierto* es toda cavidad que se comunica con la superficie del sólido, es decir con el exterior. En base a estas consideraciones, la porosidad de un material puede definirse como *porosidad total* si consideramos que los poros abiertos y cerrados están contemplados en el V_p ; y *porosidad aparente* si en el V_p sólo se tienen en cuenta a los poros abiertos. La medida directa del volumen de poros se restringe a la porosidad aparente (o absorción) más que a la porosidad total, ya que los métodos de absorción no tienen acceso a los poros cerrados o sellados.

En función de los distintos procesos que afectan a lo largo del tiempo la integridad de una cerámica, los análisis arqueométricos evalúan en realidad no la porosidad verdadera ni la aparente, sino la porosidad residual o estimada, la cual puede o no haber sido la característica de la vasija en el momento de su uso (Rice, 1987). En nuestro caso, el estudio petrográfico de láminas delgadas de la cerámica Belén de La Ciénaga muestra en muchos casos depósitos de material carbonático en las superficies de los tiestos o rellenando cavidades; este fenómeno puede corresponder a un efecto post-

deposicional que altera los valores originales de la porosidad.

Existen diferentes técnicas para determinar porosidad aparente de un material cerámico, por ejemplo por medio de absorción de agua o intrusión de mercurio. El método por absorción de agua no puede ser utilizado cuando hay fases de arcilla presentes, debido a la interacción que podría producirse entre el agua y la arcilla (Mari 1998). Sin embargo, el método por intrusión de mercurio permite, además, caracterizar el tamaño y volúmenes de los poros abiertos de sólidos porosos. Teniendo en cuenta que el mercurio es un líquido que no moja, debido a que el ángulo de contacto entre el mercurio y el sólido es mayor que 90° , el método de intrusión de mercurio debe realizarse aplicando presión externa, por lo que, a medida que se ejerce mayor presión sobre el mercurio es posible que éste ingrese a poros de tamaño más pequeño.

Washburn (1921) dedujo la ecuación que lleva su nombre que permite calcular el tamaño de poro en forma inversa con la presión ejercida. Si bien los tamaños de poros son variables y de diferentes formas, para estimar una distribución de los mismos debió definir a los poros con forma cilíndrica; de esta manera la ecuación quedó expresada de la siguiente manera:

$$r = -2\sigma \cos \theta / P$$

r : radio de poro

P: presión aplicada

θ : ángulo de contacto

σ : tensión superficial del mercurio

Cuando se menciona el radio (o diámetro) de poro debe tenerse en cuenta que se trata de un radio equivalente, es decir, que se ha fijado que el poro en estudio, que ya posee una determinada forma, se asimile a un poro cilíndrico de igual volumen. De esta manera se pueden establecer distribuciones de tamaños de poros a lo largo de todo el rango de presiones que permita el equipo en uso. Es importante aclarar que el método permite determinar sólo los poros abiertos. Para cada presión aplicada se obtiene un volumen de mercurio que ingresa a los poros. Si a su vez la presión puede relacionarse con el radio de poro por medio de la ecuación de Washburn, entonces se puede obtener una distribución de tamaños de poros. El valor de la presión está relacionado con el tamaño de

poro mediante la ecuación de Washburn; por lo tanto, si se grafica volumen de poros en función de tamaño de poros, se obtiene la llamada distribución de tamaño de poros (Lámina 3a).

Los diferentes campos de la ciencia han clasificado a los tamaños de los poros con distintas terminologías; sin embargo, la IUPAC (International Union Pure Applied Chemical) estableció en 1975 una definición que se aplica en el campo de la química, fundamentalmente a los sólidos porosos. La IUPAC (1985) define a los micro, meso y macroporos de la siguiente manera: $< 20 \text{ \AA}$, microporo; entre 20 y 500 \AA , mesoporo y $> 500 \text{ \AA}$, como macroporo.

Análisis por porosimetría de mercurio de las muestras cerámicas

Los análisis de distribución de tamaño de poros y porosidad de las muestras seleccionadas para el presente trabajo se realizaron con un porosímetro de mercurio -Porosimeter 2000-Carlo Erba- que permite analizar tamaños de poros en el rango de $37\text{-}75000 \text{ \AA}$ de radio equivalente, es decir meso y macroporos de acuerdo a la definición dada por la IUPAC.

Se analizaron en total 18 muestras, de las cuales 13 corresponden a un solo sitio, Loma de los Antiguos en la localidad de Azampay (LAZ) y proceden de excavaciones sistemáticas realizadas por el equipo de investigación, mientras que las 5 restantes provienen de 4 sitios (Montículo; Cerrito Colorado, en dos localizaciones: cima y habitaciones al pie; Casas Viejas y Barranca 1) de la Localidad de La Ciénaga (CIE). Dichas muestras fueron obtenidas tanto en recolecciones superficiales como en excavaciones sistemáticas. Cabe destacar que la localidad de Azampay se encuentra aproximadamente 16 km. al noroeste del límite norte del área de estudio del presente trabajo, representado por el sitio Casas Viejas. Todas las muestras analizadas corresponden a cerámica fina del tipo Belén Negro sobre Rojo. Cada una de las mismas representa a distintos sectores de vasijas reconocidas por sus características morfológicas y decorativas como de las clases Tinaja (T) y puco (P). Los distintos sectores identificados se simbolizan con las siguientes abreviaturas: Bo, para designar

a los bordes, Cu para el cuerpo y Ba para la base.

Los fragmentos designados bajo la sigla LAZ fueron los primeros sometidos a este tipo de estudios, constituyéndose en un grupo de referencia a los fines comparativos de sucesivos análisis. Su elección como tal se funda en el hecho de que el sitio Loma de los Antiguos de Azampay ha sido estudiado intensiva y extensivamente a nivel ceramológico; es a partir de los estudios morfométricos y de reconstrucción de formas que se han definido las clases de vasijas típicas de los sitios de vivienda Belén; por otra parte, el sitio fue excavado en más de un 50%; se realizaron registros de todos los fragmentos y piezas recuperadas y por último sus resultados han sido extensamente publicados (Canal et al. 1999; Wynveldt 2006, 2007a, 2007b, 2008^a, 2009; Wynveldt et al. 2006; Zagorodny *et al.* ms).

En la Lámina 3b se presentan las distribuciones de tamaños de poros de las muestras de la serie LAZ. Las muestras presentan una distribución acotada con respecto al tamaño de radio de poros en el rango de 3000 a 10000 Å, que aportan aproximadamente el 70% del volumen total de poros, en tanto que el resto del porcentaje corresponde a poros menores a 3000 Å. Se observa que la diferencia en tamaños de poros de las muestras estaría ligada al tipo de vasija (puco o tinaja) así como también al sector de la vasija (borde, cuerpo, base).

Los resultados obtenidos indican que:

- Cada vasija (representada por una muestra) presenta una distribución particular.

- La variación en la distribución del tamaño del radio de poro es acotado para cada una de las vasijas, pero a su vez es diferente entre ellas. Por ejemplo: el 70% de los poros de la muestra BoT LAZ8 posee un tamaño promedio de radio de poro de 4000 Å, en tanto que el 70% de los poros de la muestra BoT LAZ17 se agrupan alrededor de los 10000Å. Por lo tanto, el 70% de los tamaños de los poros de las distintas tinajas presenta una gran variabilidad, dentro del rango de los macroporos, de acuerdo a la clasificación dada por la IUPAC.

- Con respecto a los pucos, ellos presentan también una distribución de tamaños de poros acotada, sin embargo entre ellos el

tamaño medio es similar, correspondiéndoles un valor aproximado de 7000 Å, también clasificado como un sistema mayoritariamente macroporoso.

En la Lámina 3c se grafica la distribución de tamaños de poros de las muestras provenientes de los sitios de La Ciénaga (CIE). En este caso todas las muestras corresponden a vasijas tipo tinajas. Es notable observar la similitud de las formas de las distribuciones respecto a las LAZ: también poseen una distribución acotada pero con más similitudes en los tamaños de poros entre las diferentes piezas, correspondiéndoles un valor promedio de 5000 Å. Sin embargo la contribución al volumen total de poros del tamaño mencionado es algo menor (60%) respecto a las LAZ (70%). No existen diferencias sustanciales entre borde y cuello respecto a las distribuciones de tamaños de poros.

Teniendo en cuenta que el equipo utilizado en este estudio no permite determinar poros mayores a 75000 Å (7,5 micrones) de radio, no quedan incluidas cavidades que pudieran ser originadas por otras causas, como aquéllas citadas por Rye (1981) como grandes cavidades, cavidades de unión o pseudomorfias orgánicas, las cuales pueden ser reconocidas a nivel macroscópico.

En todas las muestras estudiadas puede observarse que la forma de la curva a bajos radios de poros presenta una pendiente hacia arriba, indicando la probabilidad de existencia de microporos, hecho que no puede determinarse con el equipo utilizado ya que el menor radio de poro posible de evaluar es de 37 Å, como fuera mencionado anteriormente.

Consideraciones vinculadas con la porosidad

Capel (1986, 1991) utiliza una clasificación de porosidades para cerámicas arqueológicas desde muy bajas a muy altas en función de rangos de porosidades como se muestra seguidamente: muy baja: 13-17%; baja: 17-20%; media: 20-25%; alta: 25-31% y muy alta: 31-34%. La técnica utilizada por dicha autora para el cálculo de la porosidad fue obtenida a partir de determinaciones de densidades con un voluménometro de mercurio (a presión atmosférica) y teniendo en cuenta “la densidad real media de las

distintas fases minerales presentes en una matriz cerámica de valor $2,65 \text{ gr/cm}^3$ (Capel 1991:138). En nuestro caso, las porosidades determinadas por intrusión de mercurio, con una presión de hasta 2000 kg/cm^2 , correspondieron a porosidades abiertas. Los altos valores de porosidad de las muestras en estudio pueden atribuirse al diferente método de medición obtenido en este caso por intrusión de mercurio a una presión mayor, lo cual permitió medir porosidades que incluyen poros tan pequeños como 37 \AA de radio equivalente. Los valores obtenidos de las muestras LAZ analizadas se presentan en la Tabla 5.

Es sencillo apreciar una mayor porosidad en los pucos (47,3-49,2%) respecto a las tinajas (43,2-48,6) para similares sectores (borde) de la vasija, en tanto que no existen diferencias sustanciales en la porosidad de los otros sectores de las tinajas.

En el caso de las vasijas de la serie CIE, los valores de porosidad presentan una mayor variabilidad (41,4-52,6%) respecto a las de la serie LAZ (43,2-48,6%), como se observa a continuación en la tabla 6.

Es importante resaltar que similares valores de porosidad en muestras diferentes pueden tener distintas interpretaciones en función de los tamaños de los poros y su contribución en volumen. Ejemplo de ello son las muestras BoT-LAZ8 (47,1%) y BoT-3.1 (47,3%), las cuales poseen distintas contribuciones en volumen para un mismo tamaño de poro, en un caso el 70 y en otro 60%, respectivamente (Lámina 3d). Por lo tanto, es de igual importancia conocer tanto la porosidad del material como la distribución de poros que aportan a esa porosidad, fenómenos que podrían influir en la funcionalidad del objeto estudiado.

CONSIDERACIONES FINALES

A partir de los resultados obtenidos a lo largo del presente trabajo se podría postular, a modo de hipótesis, que la fórmula puesta en marcha para la confección de las pastas Belén correspondientes al tipo Belén Negro sobre Rojo, incluyó dos tipos diferentes de inclusiones: por un lado un componente arenoso, coherente composicionalmente tanto con la geología regional como con los datos provenientes de los estudios texturales y composicionales

de las arenas de las inmediaciones de los ríos cercanos a los sitios, y por otra parte un sedimento más fino, rico en material piroclástico, optimizando las propiedades de la materia prima para la confección y uso del repertorio cerámico Belén.

Al igual que en un trabajo anterior (Wynveldt *et al.* 2006), al cruzar la información sobre la morfología de las vasijas a las que correspondieron los fragmentos analizados con los estudios sobre la composición mineralógica en los cortes delgados, se observó que no existen diferencias composicionales entre las tinajas y los pucos. Esto nos lleva postular la confección de un único tipo de pasta para la fabricación de ambas clases de vasijas en donde lo que está variando son los porcentajes de los distintos componentes. Queda aún por analizar cuál fue la conducta seguida, en términos de confección de la pasta, para la fabricación de las vasijas de uso culinario.

Una de las consecuencias, quizá buscada por los alfareros, en la adición de vidrio -material que a su vez tiene una textura porosa-, es que el mismo genera un aligeramiento en el peso de los contenedores (Fuentes *et al.* 1988). Otra ventaja vinculada a la presencia de porosidad en la pasta es que, al retener el agua por más tiempo en el cuerpo de la misma, prolonga y facilita la pérdida de la humedad durante el proceso de secado de una pieza. Esta etapa es muy importante en términos de la integridad del producto final, ya que la misma es previa al tratamiento térmico a que va a ser sometido el objeto durante la cocción, proceso que implica su exposición a mayores temperaturas. El secado debe realizarse en forma lenta y gradual para evitar posibles deterioros en el objeto, por lo que también las condiciones medioambientales resultan un factor decisivo. Esto es particularmente importante en ambientes como el valle de Hualfín, caracterizado por su extrema sequedad, elevadas temperaturas en la mayor parte del año y una gran amplitud térmica entre el día y la noche. Los datos obtenidos a partir de los testimonios brindados por alfareras locales muestran que la manufactura cerámica es una actividad que se realiza en los meses templados a cálidos, ya que en invierno su práctica se encuentra limitada por el frío que provoca la manipulación de dicho material.

Por otra parte, y también en relación a la ligereza en el peso de estas piezas, se suman los resultados obtenidos por los estudios de porosimetría, realizados mediante la técnica de intrusión de mercurio sobre una muestra de 18 fragmentos de los distintos sitios ya citados, los cuales arrojaron altos índices de porosidad, entre 41,4 y 52,6 %. En todos los fragmentos analizados se observa una contribución importante del 60-70% de tamaño de poros acotados en el rango de macroporos. El resto del porcentaje en contribución, es decir el 40-30%, corresponde a tamaños de mesoporos. Es importante tener en cuenta que el método utilizado no permite determinar poros de tamaños de radio menores a 37 Å. Actualmente, se están realizando estudios por porosimetría de mercurio de vasijas con evidencias de uso culinario asociadas contextualmente con las piezas estudiadas en el presente trabajo. De modo preliminar podemos observar que la distribución de tamaño de poros no presenta contribuciones de tamaños de poros acotados como los observados en las vasijas Belén Negro sobre Rojo, tema de este estudio. Este comportamiento diferente podría estar relacionado con los distintos usos dados a las mismas, tema que será profundizado en un próximo trabajo.

Las consideraciones expuestas pueden relacionarse con reflexiones realizadas a raíz de estudios morfométricos y decorativos sobre las tinajas Belén procedentes de los contextos domésticos de la Loma de los Antiguos de Azampay. Los resultados de estos trabajos permitieron comprobar que las tinajas domésticas del tipo Belén Negro sobre Rojo son de mayor tamaño comparadas con el 90% de las tinajas funerarias estudiadas procedentes de distintas zonas del Valle de Hualfín (Wynveldt 2008a). Cabe destacar que ambas clases de tinajas son de morfología similar. Se sugirió que esta diferencia podía deberse a una posible funcionalidad para las tinajas domésticas relacionada con el acarreo y el almacenamiento de líquidos en el sitio, considerando la ausencia de fuentes agua en la cima del mismo. El mayor tamaño de estas tinajas en relación a las funerarias habría permitido el transporte de un mayor volumen relativo de líquidos en cada vasija. La seguridad en el transporte habría estado garantizada por los fuertes remaches de las asas (Wynveldt 2008a), a lo cual

habría que agregar la ventaja de un bajo peso, ya aminorado en la preparación de la pasta. La relación entre estas vasijas y la contención de agua fue además interpretada a partir del análisis de su decoración, ya que las tinajas presentan una frecuencia altísima de representaciones de serpientes o de segmentos de ellas, y es muy probable que el significado de estos animales estuviera ligado al agua o a los fenómenos meteorológicos asociados a su llegada (Wynveldt 2007b). El tratamiento de la superficie externa de dichas tinajas caracterizadas por su clásico baño rojo también contribuiría a esta interpretación, ya que evitaría la permeabilidad del líquido hacia el exterior del recipiente, cuyo fenómeno está ligado a la existencia de poros abiertos que comunican una y otra superficie. La evaluación de la permeabilidad de las piezas se realiza por otros métodos que serán tema de otro estudio.

El análisis textural por porosimetría de mercurio de las vasijas refleja la importancia de la información no sólo en términos de porosidad abierta del material sino de la distribución del tamaño de los poros y su contribución al volumen total, características que pueden influenciar tanto en el comportamiento como en la funcionalidad de las piezas de las cuales forman parte.

NOTAS:

(1) “Punaschotter (Penck, 1920) es una denominación informal que involucra los conglomerados ubicados al sur de la localidad de Corral Quemado y que afloran extensamente desde el Durazno a ambos lados del cauce del río Loconte. Se trata de capas de conglomerados de textura fina a media y ocasionalmente gruesa, con guijones y bloques dispersos, de composición granítica y metamórfica, con rodados subredondeados con frecuentes pátinas negras, tabulares irregulares y lenticulares, que alternan con lentes de areniscas gruesas arcósicas o con fuerte contenido Meo. El espesor máximo no supera los 50 m.” (En: Bossi y Muruaga 2009).

Tabla 1. Ubicación de los sitios y procedencia de los fragmentos estudiados

LOCALIDAD	NOMBRE DEL SITIO	PROCEDENCIA	COORDENADAS
La Ciénaga de Arriba	Montículo	Recolección Superficial	27°29' 57" S 66° 57' 34,2" 0
	Cerrito Colorado	Recinto al pie. Recolección Superficial	27° 30' 16" S 66° 57' 14,3" 0
		Recinto en la cima. Recolección Superficial	27°30' 24,1" S 66° 57' 00,4" 0
	Casas Viejas (Sur del río Güiliche)	Recolección Superficial	27°26' 28,2" S 66° 58' 26,5" 0
La Ciénaga de Abajo	Cerro Colorado	Excavación	27°31' 38,8" S 66° 58' 14,6" 0
	Barranca 1	Contiguo a Conj. 1. Recolección Superficial	27° 31' 36" S 66° 58' 45" 0
		Conjunto1 Rec. 1. Excavación	27° 31' 35,9" S 66° 58' 45,4" 0
		Conjunto 1. Rec. 3. Excavación	27° 31' 40" S 66° 58' 45,1" 0
	Loma de Ichanga	Recolección Superficial	27° 29' 59,2" S 67° 00' 25,8" 0
La Toma	Loma de la Antena	Recolección Superficial	24°34'42" S 67° 06' 17" 0
Azampay	Loma de los Antiguos	Excavación	27° 20'20,6" S 67° 03' 23,4" 0

Tabla 2. Cuadro de registro de las características morfológicas y decorativas de los fragmentos estudiados

Localidad	Sitio	Muestra	Procedencia	Morfología	Sector	Sup. (cm ²)	Acabado Externo	Acabado Interno	Decoración Externa	Decoración Interna	Grosor (cm)	Color Fractura	
Ciénaga de Arriba	El Montículo	1.1	Rec. Sup.	Puco	Base	14,5	Alisado	Alisado	Pintado N/R	Pintado N/A	0,6	Ante uniforme	
		1.2	Rec. Sup.	Tinaja	Cuerpo	12,25	Pulido	Alisado	Pintado N/R	Ante liso		0,5	Ante uniforme
		1.3	Rec. Sup.	Tinaja	Cuerpo	14,5	Pulido	Alisado	Pintado N/R	Manchado en rojo y ante		0,6	Ante uniforme
	Cerrito Colorado (hab.)	2.1	Rec. Sup.	Tinaja	Cuerpo	73	Pulido	Alisado	Pintado N/R	Pintado N/base roja	0,65	Ante no uniforme	
		2.2	Rec. Sup.	Tinaja	Cuerpo/Cuello	8,5	Pulido	Pulido	Pintado N/R	Pintado N/R		0,7	Ante uniforme
		2.3	Rec. Sup.	Tinaja	Cuerpo	7,5	Pulido	Alisado	Pintado N/R	Manchado en Negro/ Ante		0,65	Ante uniforme
	Cerrito Colorado (cima)	3.1	Rec. Sup.	Tinaja	Borde	24	Pulido	Alisado	Pintado N/R	Pintado N/R	0,6	Ante uniforme	
		3.2	Rec. Sup.	Tinaja	Borde	17,5	Alisado	Alisado	Pintado N/R	Pintado N/R	0,65	Ante uniforme	
		3.3	Rec. Sup.	Tinaja	Cuerpo	15	Alisado	Alisado	Pintado N/R	Ante liso		0,45	Ante uniforme
	Casas Viejas	3.4	Rec. Sup.	Puco	Cuerpo	16	Alisado	Alisado	Pintado N/Ante	Pintado N/R	0,5	Ante uniforme	
		4.1	Rec. Sup.	Tinaja	Borde	36	Pulido	Pulido	Pintado N/R	Pintado N/R	0,7	Ante no uniforme	
		4.2	Rec. Sup.	Puco	Borde/cuerpo	56	Pulido	Pulido	Liso	Pintado N/R		0,75	Ante uniforme
Ciénaga de Abajo	Cerro Colorado (hab. 1)	4.3	Rec. Sup.	Puco	Base	25	Pulido	Alisado	Liso	Pintado N/R	0,8 a 1	Ante uniforme	
		7.1	Excavac.	Tinaja	Cuerpo	13	Alisado	Alisado	Pintado N/R	Ante liso		0,6	Ante uniforme
		7.2	Excavac.	Tinaja	Cuerpo	18	Pulido	Alisado	Alisado	Pintado N/R	Ante liso	0,40 a 0,7	Ante uniforme
		7.3	Excavac.	Puco	Cuerpo	17	Alisado	Alisado	Pintado N/Ante	Pintado N/R	0,70 a 0,95	Ante no uniforme	
	Barranca 1, Rec. 1	8.1	Rec. Sup.	Tinaja	Cuerpo	15	Pulido	Alisado	Pintado N/R	Ante liso	0,5	Ante uniforme	
		8.2	Rec. Sup.	Tinaja	Cuerpo	10	Pulido	Alisado	Alisado	Pintado N/R	Ante liso	0,55	Ante uniforme
		9.1	Excavac.	Puco	Cuerpo	12,5	Alisado	Pulido	Pulido	Baño Rojo	Pintado N/R	0,8	Ante uniforme
		9.2	Excavac.	Tinaja	Cuerpo	10	Pulido	Alisado	Pintado N/R	Manchado en Rojo/ Ante	0,7	Ante uniforme	
	Barranca 1, Rec. 3, relleno	10.1	Excavac.	Puco	Cuerpo	10	Alisado	Alisado	Pintado N/R	Pintado en N/R	0,5	Ante uniforme	
		11.1	Rec. Sup	Puco	Cuerpo	7	Alisado	Pulido	Pintado N/R	Pintado N/R	0,65	Ante uniforme	
		11.2	Rec. Sup.	Puco	Cuerpo	4	Alisado	Pulido	Pintado N/R	Pintado N/R	0,65	Ante uniforme	
La Toma	Loma de la Antena	16.1	Rec. Sup.	Tinaja	Cuerpo sup.	20	Pulido	Alisado	Pintado N/R	Pintado N/R	0,5	Ante uniforme	
		16.2	Rec. Sup.	Tinaja	Cuerpo/Cuello	12	Pulido	Alisado	Pintado N/R	Pintado N/R	0,7	Ante uniforme	

Tabla 4. Análisis textural y composicional de muestras de arenas procedentes de la zona de estudio.

N° Muestra	Análisis Textural	Análisis Composicional							
		Qz	Fd	Pl	Biot.	Musc.	Máf.	L.Met.	L.Plut.
1	94% arena y 6% limo	✕	X	X	✕	X		✕	X
2	99% arena y 1% limo	✕	X	✕	✕	X			✕
3	66% arena y 44% limo	✕			✕	X		X	
4	97% arena y 3% limo	✕	X	X			X		
5	93% arena y 7% limo	✕	X		✕	X			X

Referencias

Qz.: Cuarzo

Pl.: Plagioclasa

Musc.: Muscovita

✕: Predominio

Fd.: Feldespato Potásico

Biot.: Biotita

L.Plut.: Líticos Plutónicos

L.Met.: Líticos Metamórficos

Tabla 5. Porosidades en % de muestras de la serie LAZ correspondientes a distintos sectores de tinajas (T) y pucos (P)

Morfología	Muestras LAZ	Porosidad (%)
Tinajas	BoT-LAZ3	46
	BoT-LAZ6	48,6
	BoT-LAZ8	47,1
	BoT-LAZ12	46,5
	BoT-LAZ17	45,8
	BoT-LAZ20	43,2
	CuT-LAZ9	46,5
	Ba/CuT-LAZ21	45,4
	BaT-LAZ4	46,4
Pucos	BoP-LAZ5	48,5
	BoP-LAZ13	47,3
	BoP-LAZ19	48,9
	BoP-LAZ22	49,2

Tabla 6. Porosidades de las muestras de la serie CIE correspondientes a distintos sectores de tinajas (T)

Tipo de vasija	Muestras CIE	Porosidad (%)
Tinaja	CuT-1.3	41,4
	CuT-2.3	52,6
	BoT-3.1	47,3
	BoT-4.1	47,4
	CuT-8.2	49,2

BIBLIOGRAFÍA

- Andreis, R.
1962 Composición mineralógica de los sedimentos provenientes de la Barranca del Río Hualfín, frente a los cementerios. Informe Inédito.
- Balfet, H., M. F. Fauvet – Berthelot y S. Monzón
1992. Normas para la descripción de vasijas cerámicas. *Centre D'Etudes Mexicaines et Centraméricaines (CEMCA)*. México
- Bossi, G. y R. Palma
1982. Reconsideración de la estratigrafía del valle de Santa María, provincia de Catamarca, Argentina. *Actas V Congreso Geológico Argentino, 1: 124-141*
- Bossi, G.; R. Ovejero y M. Strecker
1987. Correlación entre los perfiles del Terciario superior en la Puerta de Corral Quemado-Hualfín y de Entre Ríos (Chiquimil). Provincia de Catamarca, Argentina. *Congreso Geológico Argentino, No. 10, Actas 2: 117-120*. San Miguel de Tucumán.
- Bossi, G.; C. Muruaga e I. Gavrilloff
1999. Ciclo Andino. Neógeno-Pleistoceno. Sedimentación (González Bonorino, G; Omarini, R.; Viramonte, J.; editores). *Congreso Geológico Argentino, No. 14, Relatorio 1: 329-360*. Salta.
- Bossi G. y C. Muruaga
2009. Estratigrafía e inversión tectónica del 'riff' neógeno en el Campo del Arenal, Catamarca, NO Argentina. *Andean Geology* 36 (2): 311-341. July, 2009
- Canal, C.; L. Dulout y F. Wynveldt
1999. Análisis del material cerámico Tardío de la localidad de Azampay, Departamento de Belén, Provincia de Catamarca. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Tomo III: 443-446. La Plata.
- Capel, J.
1986. Estudio mineralógico y geoquímico de sedimentos y cerámicas arqueológicas de algunos yacimientos de la Mancha. *Oretum, II: 55-153*.

- Carver, R.
1971. *Procedures in Sedimentary Petrology*. Willey-Interscience.
- De La Fuente, G.
2007. Producción y Tecnología Cerámica en Batungasta: Estandarización, Especialización y Procedencia. (Valle de Abaucán, Dpto. Tinogasta, Pcia. de Catamarca, Argentina). Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- Fuentes, S.; F. Vilches y R. Palacios
1988. Consideraciones preliminares sobre las rocas de aplicación del oeste de la Provincia de Catamarca y posible uso para la construcción de viviendas e industria. *Congreso de Desarrollo Regional* Tomo II. Producciones Científicas. Sección Ambiente y Recursos Humanos. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Universidad de Catamarca: 1-15.
- Galván, A. y O. Ruiz Huidobro
1965. Geología del Valle de Santa María. Estratigrafía de las formaciones terciarias. *Acta Geológica Lilloana* 7: 217-230.
- González, A. R.
1955. Contextos culturales y cronología relativa en el área central del NO. argentino (nota preliminar). *Anales de Arqueología y Etnología*, Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Filosofía y Letras. Tomo XI: 7-32. Mendoza.
1977 *Arte precolombino de la Argentina*. Filmediciones Valero. Buenos Aires.
- González, A. R. y G. Cowgill
1975. Cronología arqueológica del Valle de Hualfín, Pcia. de Catamarca, Argentina. Obtenida mediante el uso de computadoras. *Actas del Primer Congreso de Arqueología Argentina*. Rosario: 383-395.
- González, A. R. y J. A. Pérez
1972. *Argentina Indígena. Vísperas de la conquista*. Colección de Historia Argentina, 1. Buenos Aires. Paidós.

- González Bonorino, F.
1950. Geología y Petrografía de las Hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgalá). *Boletín N° 70. Ministerio de Industria y Comercio de la Nación*. Buenos Aires.
1972. Descripción Geológica de la Hoja 13c, Fiambalá. *Boletín N° 127. Ministerio de Industria y Minería*. Buenos Aires.
- Internacional Union of Pure and Applied Chemistry
1985. IUPAC, Pure & Appl. Chem., Vol. 57, N° 4, pp 603-619.
- Manasse, B. y C. Páez
2006. La alfarería Belén: sentidos de la evidencia. *Actas del III Congreso de Historia de Catamarca*. San Fernando del Valle de Catamarca.
- Mari, E.
1998. *Los materiales cerámicos*. Librería y Editorial Alsina. Buenos Aires, Argentina.
- Muruaga, C.
1998. Estratigrafía y Sedimentología del Terciario Superior de la Sierra de Hualfín, entre las localidades de Villavil y San Fernando, Provincia de Catamarca. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán.
- 2001a. Estratigrafía del Miembro El Jarillal (Formación Chiquimil, Mioceno superior), la Sierra de Hualfín, Catamarca. *Acta Geológica Lilloana* 18 (2): 265-280.
- 2001b. Estratigrafía y desarrollo tectosedimentario de sedimentos terciarios en los alrededores de la Sierra de Hualfín, borde suroriental de la Puna, Catamarca, Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 8 (1): 27-50.
- Navarrete, M. S., J. Capel, J. Linares, F. Huertas y E. Reyes
1991. Cerámicas neolíticas de la provincia de Granada. Materias primas y técnicas de manufacturación. *Colección Monográfica Arte y Arqueología*. Servicio de publicaciones. Universidad de Granada. España.
- Páez, M. C., B. Manasse y G. Toselli
2007 Alfarería tardía con inclusiones blancas en el Valle de Tafí, Provincia de Tucumán. *Aportes científicos desde Humanidades* 7: 270-282.

- Pettijohn, F. J.
1963 *Rocas Sedimentarias*. Manuales de EUDEBA. Ciencias Naturales. Argentina.
- Rice, P.
1987. *Pottery Analysis. A Sourcebook*. Univ. of Chicago Press.
- Ruiz Huidobro, O.
1975. Descripción Geológica de la Hoja 12c, Laguna Helada. *Boletín N° 146. Ministerio de Economía. Secretaría de Minería*. Buenos Aires.
- Rye, O.
1981 *Pottery Technology. Principles and reconstruction*. Manuals on Archaeology 4. Taraxacum. Washington.
- Sempé, M. C.
1973. Últimas etapas del desarrollo cultural indígena (1480-1690) en el valle de Abaucán, Tinogasta, Prov. de Catamarca. *Revista del Museo de La Plata* (Nueva Serie), Tomo VIII Sección Antropología, 50: 3-46.
1977. Las culturas agroalfareras prehispánicas del valle de Abaucán (Tinogasta, Catamarca). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 11: 55-68.
1980. Caracterización de la cultura Abaucán (Dto. Tinogasta, Catamarca). *Revista del Museo de La Plata*, (Nueva Serie) Tomo VIII, Sección Antropología, 52: 73-86.
1999. La cultura Belén. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*. Tomo II: 250-258. La Plata.
- Washburn, E. W.
1921. The Dynamics of Capillary Flow. *Physical Review*. Volume 17:273 - 283.
- Whitbread, I.
1989. A proposal for the systematic description of thin sections towards the study of ancient technology. En: Y. Maniatis (Ed.). *Archaeometry*. Proceedings of the 25th International Symposium. Elsevier. Ámsterdam. 127 -138.
- Wynveldt, F.
2006. Las piezas Belén de la colección Muñiz Barreto como referencia para el análisis de cerámica de excavación. *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Tomo IV: 357-360. Córdoba.

- 2007a. Funcionalidad y Cronología en un sitio del Período de Desarrollos Regionales (Loma de los Antiguos, Depto. de Belén, Prov. de Catamarca). Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- 2007b. La estructura de diseño decorativo en la cerámica Belén (Noroeste argentino). *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 12(2): 49-67.
- 2008a. La variabilidad morfométrica en las “urnas” Belén de la Loma de los Antiguos de Azampay (Depto. de Belén, Catamarca). *Problemáticas de la Arqueología Contemporánea* T.II: 205-217. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba.
- 2008b. Tecnología cerámica Belén: caracterización macroscópica y conceptualización en la manufactura alfarera. *Intersecciones en Antropología* 9: 157-172.
2009. *La loma de los Antiguos de Azampay. Un sitio defensivo del Valle de Hualfín (Catamarca, Argentina)*. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Wynveldt, F.; N. Zagorodny y M. Morosi
2006. Tendencias morfométricas y caracterización composicional de la cerámica Belén en el Valle de Hualfín. *Actas del 1º Congreso Argentino de Arqueometría. Facultades de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Instituto de Fisiografía y Geología. Facultad de Humanidades y Artes. Escuela de Antropología. Instituto de Física Universidad Nacional de Rosario. Santa Fe. Octubre de 2005. Pp: 95- 106.*
- Zagorodny, N.; M Morosi; M. E. Iucci y F. Wynveldt
2010. Estudios composicionales de las pastas de la cerámica Tardía de distintos sitios del Valle de Hualfín (Belén. Catamarca). En prensa: *Revista Arqueología*. Tomo 16 (2010). Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires.

