



Boletín del Museo Chileno de Arte  
Precolombino

ISSN: 0716-1530

atorres@museoprecolombino.cl

Museo Chileno de Arte Precolombino  
Chile

Marte, Fernando; Acevedo, Verónica J.; Mastrangelo, Noemí  
TÉCNICAS ARQUEOMÉTRICAS COMBINADAS APLICADAS AL ANÁLISIS DE DISEÑOS DE  
ALFARERÍA "TRICOLOR" DE QUEBRADA DE HUMAHUACA, JUJUY, ARGENTINA  
Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino, vol. 17, núm. 2, 2012, pp. 53-64  
Museo Chileno de Arte Precolombino  
Santiago, Chile

Disponibile en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=359933366005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



# TÉCNICAS ARQUEOMÉTRICAS COMBINADAS APLICADAS AL ANÁLISIS DE DISEÑOS DE ALFARERÍA "TRICOLOR" DE QUEBRADA DE HUMAHUACA, JUJUY, ARGENTINA

COMBINED ARCHAEOMETRIC TECHNIQUES APPLIED TO THE ANALYSIS OF "TRI-COLOR" CERAMIC DESIGNS FROM QUEBRADA DE HUMAHUACA, JUJUY, ARGENTINA

FERNANDO MARTE\*, VERÓNICA J. ACEVEDO\*\*  
& NOEMÍ MASTRANGELO\*\*\*

Este trabajo presenta los resultados de la aplicación combinada de técnicas arqueométricas con las que se analizaron diseños en superficies de fragmentos de cerámica "tricolor", entre otros. Estos se adscriben al Período Desarrollos Regionales y provienen de la región de Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. Las técnicas analíticas aplicadas fueron: microscopía óptica, espectroscopia Raman, técnicas multiespectrales y secciones transversales. A partir de la discusión interdisciplinaria de los resultados, se pudo analizar la técnica de ejecución de los diseños, la composición de las mezclas pigmentarias y la superposición de capas pictóricas y/o estratos, entre otras cosas.

**Palabras clave:** cerámica, mezclas pigmentarias, microscopía óptica, espectroscopia Raman, secciones transversales, estudios multiespectrales

*This work presents the results of the combined application of archaeometric techniques to analyze surface designs on "tricolor" ceramic sherds among others. They correspond to the Regional Development period and come from the area of Quebrada de Humahuaca, in Jujuy, Argentina. The analytical techniques applied included optical microscopy, Raman spectroscopy, multispectral techniques and cross-sections. The interdisciplinary discussion of the results enabled the analysis of design execution techniques, pigment composition and overlapping pictorial layers and/or strata, among other things.*

**Key words:** ceramics, pigment mixtures, optical microscopy, Raman spectroscopy, cross-sections, multispectral studies

## INTRODUCCIÓN

Los materiales cerámicos denominados Estilo Tricolor –o Negro y Blanco sobre Rojo o Polícromo– tienen una amplia distribución en sitios arqueológicos de la región de Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. A este estilo se lo ubica cronológicamente en el período denominado Desarrollos Regionales (900-1430 DC) (Nielsen 1997; Tarragó 2000).

En general, esta cerámica policroma acompaña al representativo estilo quebradeño Negro sobre Rojo. Este último es hallado desde el Período de Desarrollos Regionales y hasta momentos poscontacto con el español en sitios arqueológicos de la región (Nielsen 1997; López 2004; Cremonte 2006).

Algunos autores caracterizan el Estilo Negro y Blanco sobre Rojo como una variedad del Estilo Negro sobre Rojo. Sin embargo, también es considerado un estilo en sí mismo, en el que algunos de sus diseños más singulares disminuyen hacia finales del Período de Desarrollos Regionales (Deambrosis & De Lorenzi 1975; Nielsen 1997, 2001).

Los distintos investigadores que han estudiado estos materiales los han mencionado bajo diversos nombres locales como, por ejemplo, Alfarcito Polícromo, Isla

\* Fernando Marte, Instituto de Investigaciones sobre el Patrimonio Cultural, Universidad Nacional de San Martín, UNSAM. Benito Quinquela Martín 1784 (1296), Buenos Aires, Argentina, email: fermarte2005@yahoo.com.ar

\*\* Verónica J. Acevedo, Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Buenos Aires, Argentina, email: veronicaacevedo@speedy.com.ar

\*\*\* Noemí E. Mastrangelo, Instituto Universitario Nacional de Arte. Instituto de Investigaciones sobre el Patrimonio Cultural, UNSAM, Argentina, email: nmastrangelo@gmail.com

Polícromo, Peña Colorada Tricolor, entre otros, utilizando los clásicos ordenamientos tipológicos de principios del siglo xx (Cremonte 1985; Rivolta 1997; López 2004).

El Estilo Negro y Blanco sobre Rojo presenta variabilidad y peculiaridad en algunos de sus diseños (Acevedo 2011) (figs. 1a y b). Una de las variantes más singulares en este tipo de piezas es el diseño denominado “vírgulas o comas” que aparece muchas veces asociado al llamado “lunares blancos”; estas dos variantes tienen características de distribución particulares dentro de la Quebrada de Humahuaca y de la Puna (Deambrosis & De Lorenzi 1975; Nielsen 1997; Acevedo 2011) (figs. 1c y d). Esta clase de piezas cerámicas se caracteriza por

tener en su superficie al menos tres tipos diferentes de capas pictóricas y/o estratos que dan como resultado su efecto polícromo.<sup>1</sup>

El objetivo principal de este trabajo es esclarecer las técnicas de tratamiento de superficie utilizadas en los fragmentos cerámicos Estilo Negro y Blanco sobre Rojo. Luego, a partir de ello, estudiar la variabilidad presente entre los diseños, para lo cual fue necesario conocer las técnicas de ejecución y las características mineralógicas de las mezclas pigmentarias. El análisis aquí planteado permitió además aproximarse a las complejas técnicas de acabado de superficie utilizadas por los ceramistas en el pasado.



Figura 1. Piezas cerámicas completas de Estilo Negro y Blanco sobre Rojo. Museo Arqueológico Municipal de Humahuaca, Jujuy, Argentina.  
Figure 1. Complete ceramic pieces of the Black and White on Red Style. Museo Arqueológico Municipal de Humahuaca, Jujuy, Argentina.

Para ello se analizaron tres tipos de diseño tricolor que presentan variabilidad entre sí. Estos aparecen en la superficie de fragmentos cerámicos diferentes, cuya elección se relaciona con la complejidad observada en la técnica de acabado. El uso combinado de microscopia óptica, espectroscopia Raman, técnicas de observación multiespectral y estudio de secciones transversales, se utilizó para examinar las técnicas de ejecución de los acabados de superficie, como así también las características pigmentarias de los colores aplicados en los diseños de las superficies cerámicas de las piezas, obteniendo gran eficacia en los resultados.

Destacamos en este trabajo la innovación del estudio de secciones transversales, que implicó su adaptación específica para analizar representaciones pictóricas en soportes cerámicos. A través de la misma se pudieron analizar las capas pictóricas y/o estratos de los diseños realizados en las superficies cerámicas.

Esto último permitió un avance en el estudio de las técnicas de ejecución de diseños de este tipo de alfarería. Otro aporte significativo fue el uso de técnicas multiespectrales, de reciente aplicación en el campo de la arqueología, que contribuyó en el análisis de elementos figurativos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material cerámico analizado proviene del sitio Pintoscayoc 1, emplazado en el extremo norte de la Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. Se lo vincula a la zona denominada de "quebradas altas", región que se ubica entre los 3200 y los 4600 msnm (Hernández Llosas 1998) (fig. 2). Está situado en las nacientes del río Grande, entre las actuales localidades de Azul Pampa e Iturbe, a 3646 msnm.



Figura 2. Ubicación de la localidad de Pintoscayoc, Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina.  
Figure 2. Location of the locality of Pintoscayoc, Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina.

Los fragmentos cerámicos fueron extraídos de la capa 5 1ª y 2ª extracción (parte de la capa 5 cumbre). Estas muestras se corresponden con un fechado realizado sobre carbón vegetal de la capa 5 1ª, dando como resultado una antigüedad de  $960 \pm 40$  (LP-688) (cal. AP 782, 1168 DC), ubicado en lo que se denomina Desarrollos Regionales Fase I o Temprana (900-1250 DC) (Nielsen 1997; Hernández Llosas 1998).

El corpus estudiado concierne a tres fragmentos, dos de ellos pertenecientes al Estilo Negro y Blanco sobre Rojo [muestra N° 12 y muestra S/N (figs. 3a y b)], y una muestra perteneciente a la variante “vírgulas o comas”, [muestra N° 13 (fig. 3c)], considerado como un diseño singular del estilo mencionado (Acevedo 2011).

Para conocer la composición de los pigmentos empleados para la obtención de los diferentes colores se empleó espectroscopia Raman, técnica adecuada para caracterizar pigmentos (Magistro et al. 2001; Neff et al. 2006; Vandenabeele et al. 2007). La misma se aplicó sobre superficies cerámicas y sobre micromuestras tomadas para el estudio de secciones transversales. Esto ayudó a complementar los datos de la composición de las mezclas pigmentarias utilizadas en los diseños.

La necesidad de comprender los procesos en la secuencia de ejecución y de realización de los diseños demandó el uso de una técnica mucho más específica, como es la técnica de secciones transversales para el estudio de estratigrafías. A su vez, todos estos estudios se complementaron con un análisis multiespectral, el cual posibilitó obtener resultados sobre la morfología, la técnica de realización de los elementos figurativos y el estado de conservación.

### Lupa binocular y trinocular

La caracterización por microscopia óptica se efectuó mediante un microscopio simple o lupa trinocular Arcano Modelo ZTX1:4, equipado con una cámara Motic Modelo Moticam 352, con aumentos entre 10x y 80x. También

se utilizó para la toma de muestras una lupa binocular STEMI DV4 Zeiss, con aumentos entre 10x y 40x.

### Microscopia óptica

Para la observación de las muestras estratigráficas se empleó un microscopio trinocular de polarización, con óptica corregida a infinito de la marca Leica, modelo DM EP; para trabajos en luz transmitida y luz incidente con un sistema de iluminación de 35 WATIOS HALÓGENOS, revólver para cuatro objetivos e índice de campo visual de 20 mm. El registro fotográfico se llevó a cabo con una cámara digital Leica DFC280 acoplada al microscopio.

### Espectroscopia Raman

La espectroscopia Raman se empleó para la caracterización de los pigmentos de los diseños. Se aplicó tanto sobre la superficie externa de los fragmentos como a los cortes estratigráficos, para lo cual se utilizó un espectrómetro comercial Lab RAM HR UV-Vis-NIR-Horiba Jobin Yvon. La fuente de energía utilizada fue 514 nm (Ar+ laser); Microscope objective: x10; x50; x100 Spot diameter: 3  $\mu\text{m}$ -20  $\mu\text{m}$ . Power: 0.03 mW-1 mW. Spectral resolution: 2.5  $\text{cm}^{-1}$ . La técnica usada sobre superficies cerámicas y sobre micromuestras resultó no destructiva, con el fin de evitar el calentamiento y la consecuente degradación de la muestra; la potencia del láser se mantuvo baja.

### Análisis multiespectral

Los análisis multiespectrales, mediante el uso de distintas longitudes de ondas, permitieron obtener imágenes que muestran diversas características de las capas pictóricas. Se observaron diferencias de los elementos figurativos en el campo visible y, en algunos casos, se registraron elementos que no son apreciables en el rango visible del ojo humano.



Figura 3. Fragmentos de Estilo Negro y Blanco sobre Rojo analizados en este trabajo. a) Muestra N° 12; b) Muestra S/N y c) Muestra N° 13.  
Figure 3. Sherds of the Black and White on Red Style analyzed in this paper. a) Sample 12; b) Unnumbered sample, and c) Sample 13.



Para el estudio multiespectral del presente trabajo se utilizó un equipo reflectográfico ARTIST CPS-200, el cual posee un sensor CCD de barrido progresivo que permite seleccionar varias bandas espectrales a lo largo de un rango que comienza en UV (350 nm) hasta NIR (1200 nm). Se aplicaron las siguientes bandas: UV de 350 a 400 nm, varias longitudes de ondas en el campo visible, IR1 de 700 a 950 nm e IR 2 de 1000 a 1200 nm. Estas se emplearon en dos modalidades, rasante y frontal.

Para la manipulación de los fragmentos durante el registro de las imágenes se adaptó especialmente un soporte grado conservación, es decir, aquel confeccionado con materiales inertes y características físicas que garantizan la preservación de la pieza. Este soporte iba adosado a un goniómetro, lo que permitió rotar la muestra a distintos ángulos a medida que se adquirían los datos.

Una vez obtenidas las imágenes, estas fueron procesadas con el programa Adobe Photoshop, usando las herramientas de brillo/contraste, ecualizador y dualtono. Se empleó además el programa Image para control de los contrastes. Sin bien la manipulación libre de los registros visuales es de carácter netamente subjetivo, permite resaltar aun más ciertos aspectos relevantes a la investigación.

### Toma y preparación de muestras para estudio de secciones transversales

La toma de las muestras se llevó a cabo bajo lupa binocular. La extracción se realizó de manera perpendicular al fragmento y se concentró en su cara externa, comprendiendo la porción correspondiente a los acabados superficiales. Las micromuestras presentan una dimensión aproximada de 700 µm de superficie. Estas fueron incluidas en una resina acrílica y posteriormente pulidas con lija de distinta granulometría, hasta exponer la sección transversal.

Este tipo de procedimiento se utiliza, en general, para analizar pinturas de caballete. En este caso en particular se adaptó la toma de muestra para el estudio de acabados superficiales de soporte cerámico, metodología que permite el análisis de las secciones transversales bajo microscopio óptico y mediante espectroscopia Raman. Si bien esta técnica requiere el muestreo de cada diseño, aquí se la ha considerado como un análisis no destructivo, debido a que sus dimensiones son mínimas y no afectan la lectura de los diseños. Hay que aclarar que la toma de la muestra debe realizarla un profesional entrenado, ya que es un trabajo delicado y específico. Generalmente, los cortes que se realizan en cerámica están destinados a estudios de tipo petrográficos e involucran todo el espesor de la muestra. Por el contrario, en nuestra investigación, las inclusiones se focalizaron sobre los acabados superficiales, requiriendo así de muestras mucho más pequeñas y aportando mayores datos sobre las técnicas de ejecución de los diseños.

## RESULTADOS

A partir del examen mediante lupa binocular, aplicada para caracterizar la superficie de los fragmentos cerámicos, se observó que el Estilo Tricolor presenta un engobe de base color rojizo-morado y sobre este se registran los diseños en líneas negras y blancas. Además, entre los fragmentos analizados se pudo distinguir las diferencias en las representaciones en blanco y negro que fueron aplicadas sobre el engobe rojizo-morado (figs. 4 a-c).

### Muestra N° 12

Se observó que el color rojizo-morado del engobe y el color negro del diseño exhiben la misma carga matérica

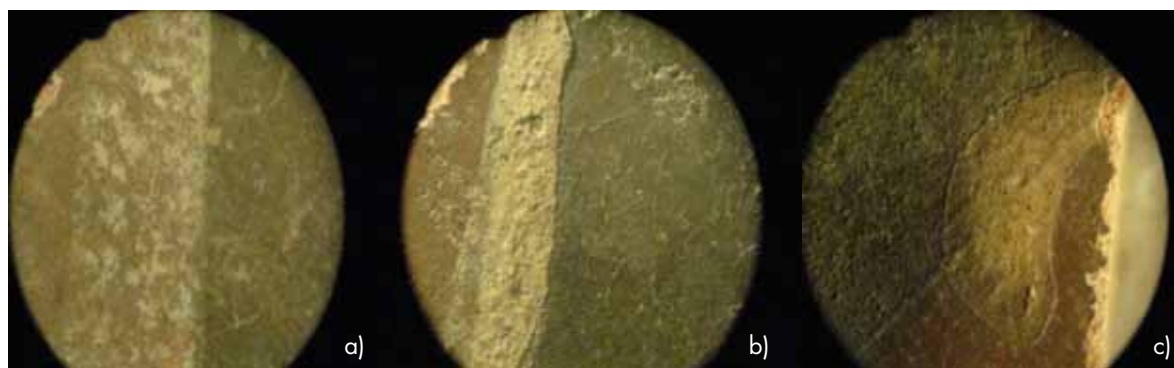


Figura 4. Fotomicrografías de la variabilidad presente en los acabados de superficie de los fragmentos analizados, a 40x de aumento. a) Muestra N° 12; b) Muestra S/N y c) Muestra N° 13.

Figure 4. Photomicrographs of the variability of surface finishes on the sherds analyzed at 40x magnification. a) Sample 12; b) Unnumbered Sample, and c) Sample 13.

sobre la superficie del fragmento. Esta muestra, en particular, presenta un deterioro diferenciado, consistente en un desprendimiento del estrato pictórico, que afecta solo al color blanco (fig. 4a). Las zonas de la capa blanca que exponen pérdida de materia dejan ver, por debajo, que el estrato del engobe está en contacto con el color negro formando dos líneas paralelas que se unen. Mediante estas observaciones se postula que el color blanco fue aplicado por sobre la unión del color rojizo-morado y del color negro, y que pudo haber sido aplicado en un estadio poscocción.<sup>2</sup>

La composición de los pigmentos estudiada mediante espectroscopia Raman arrojó que el pigmento correspondiente al engobe de color rojizo-morado presenta dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) en la fase anatasa, como compuesto asociado. Este es un componente encontrado comúnmente en los sedimentos de la región de estudio. La anatasa presenta una alta intensidad en su respuesta Raman, por lo cual podría estar enmascarando otros pigmentos responsables del color rojizo-morado de las muestras. Debido a que en espectros correspondientes a otros colores de la misma muestra se observaron compuestos de hierro, es posible que el color rojo pudiera ser producto de alguno de ellos. En lo que respecta a la muestra de color negro, los resultados obtenidos se corresponden con carbón (C), el cual se encuentra presente con óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{MnO}_2$ ) proveniente –es muy probable– del mismo engobe. El compuesto responsable del color blanco no pudo ser identificado debido a la alta fluorescencia.<sup>3</sup>

Es importante remarcar que en esta investigación no se observaron diferencias entre los registros obtenidos mediante espectroscopia Raman sobre la superficie de las muestras y sobre las micromuestras obtenidas de las estratigrafías.

El estudio mediante técnicas multiespectrales dio como resultado que toda la muestra respondía de forma

similar, en los tres colores y en las distintas radiaciones. A modo de ejemplo, se menciona que cuando se expuso la muestra a la radiación infrarroja (IR1), la imagen obtenida es comparable a la observada en luz visible (luz que el ojo humano es capaz de percibir) (fig. 5).

Las secciones estratigráficas muestran que la capa de color negro se encuentra sobre el engobe rojo. El estrato blanco aparece claramente diferenciado por encima de la capa del engobe y del color negro. Además, tiene un espesor irregular en comparación con el color negro (fig. 6). La secuencia de ejecución podría haber sido la siguiente: la pieza fue engobada en color rojizo-morado, posteriormente se delineó el diseño negro y, por último, se realizó el diseño blanco por sobre los dos colores. Por las características descritas más arriba, este último podría haber sido realizado posteriormente a la cocción de la pieza.

Los estudios microscópicos de los cortes estratigráficos permitieron observar un estrato delgado translúcido sobre el diseño blanco. En este estrato se registraron inclusiones de partículas rojizas y negras de un tamaño extremadamente pequeño, en comparación con el tamaño de las partículas de los otros estratos. El espesor de esta capa translúcida es regular a lo largo de toda la estratigrafía. Cabe destacar que este estrato no fue observado sobre los otros colores, lo que quizás podría deberse a una aplicación selectiva sobre el color blanco o a la dificultad de registrarla con el método utilizado. Así, esta capa podría ser una cobertura destinada a proteger un pigmento poscocción o bien un efecto posdeposicional (fig. 7).<sup>4</sup>

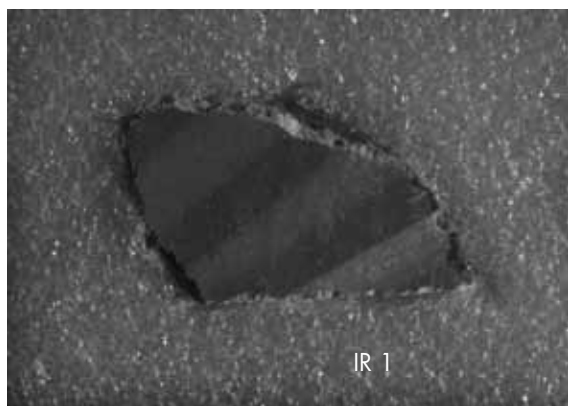


Figura 5. Muestra N° 12 expuesta a luz IR.  
Figure 5. Sample 12 under IR light.



Figura 6. Estratigrafía Negro sobre Rojo de muestra N° 12.  
Figure 6. Black on Red stratigraphy of Sample 12.



Figura 7. Estratigrafía Blanco sobre Rojo de muestra N° 12.  
Figure 7. White on Red stratigraphy of Sample 12.

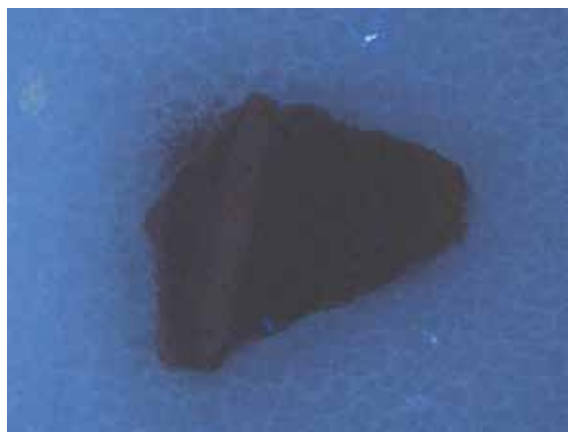


Figura 8. Muestra S/N irradiada con luz UV.  
Figure 8. Unnumbered Sample under UV light.

### Muestra S/N

Mediante lupa binocular, en esta muestra se observa un engobe de base de color rojizo-morado, que presenta la misma carga matérica que el color negro. Mientras que el color blanco, que se encuentra sobre el rojizo-morado

y el negro, tiene notoriamente un aumento de carga matérica respecto de los otros dos colores (fig. 4b).

Al igual que en el caso anterior, esta muestra respondió de forma similar en los tres colores cuando fue expuesta a las distintas longitudes de onda. Sin embargo, cuando la muestra fue irradiada con radiación UV (de 350 a 400 nm), la capa de color blanco presentó una tenue fluorescencia (fig. 8). Es posible entonces que esta fluorescencia se deba a la naturaleza de la mezcla pigmentaria o a la técnica de ejecución empleada. Destacamos que solo para esta muestra fue posible la identificación del pigmento blanco.

Los resultados obtenidos mediante espectroscopia Raman en la muestra S/N, proporcionan que el color rojizo-morado contiene hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). En cuanto al color negro, se comprobó que había sido logrado mediante magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) y carbón (C) (fig. 9). Esto es lo esperado en relación con la atmósfera de cocción del fragmento (oxidante completa). El color blanco de la muestra S/N dio como resultado hidroxiapatita ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ), o lo que se denomina apatita orgánica y que tiene como componentes valores anómalos de fósforo (P) y calcio (Ca), es decir, que han utilizado probablemente en esta composición

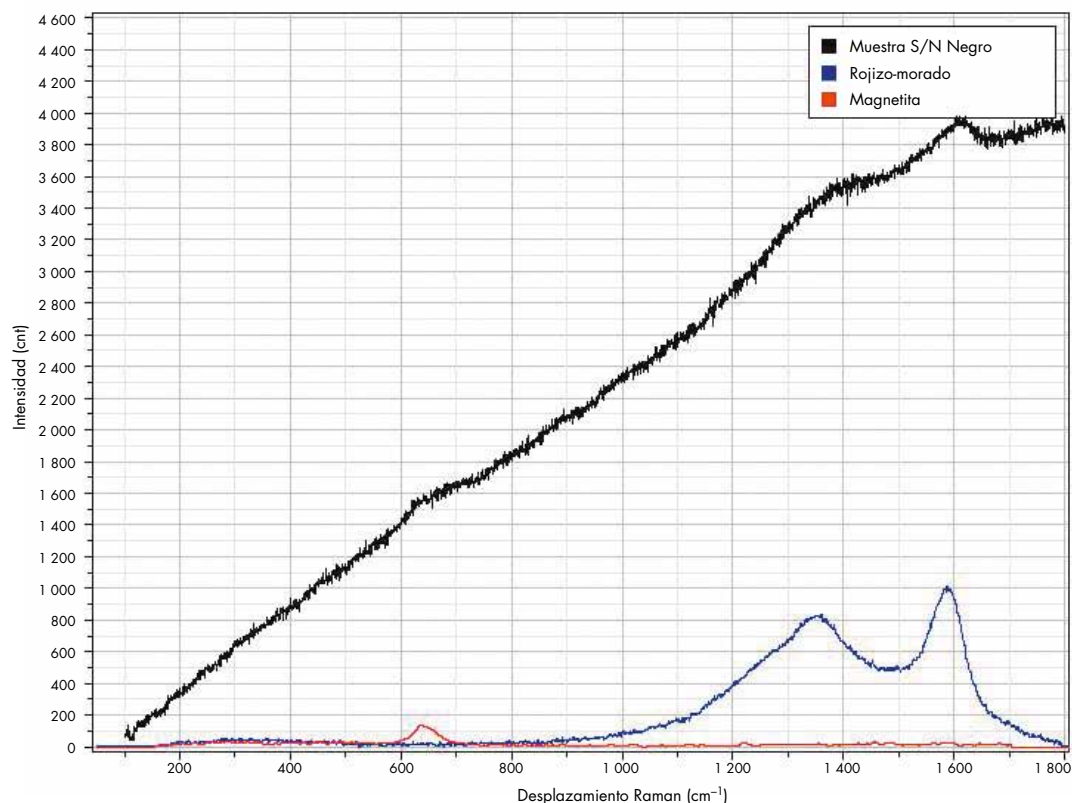


Figura 9. Espectroscopia Raman del pigmento negro de la muestra S/N. Como resultado se puede apreciar magnetita más carbón, espectro tomado sobre la superficie del fragmento.

Figure 9. Raman spectroscopy of black pigment from the Unnumbered Sample. The results show magnetite as well as carbon in the spectrum taken on the surface of the sherd.



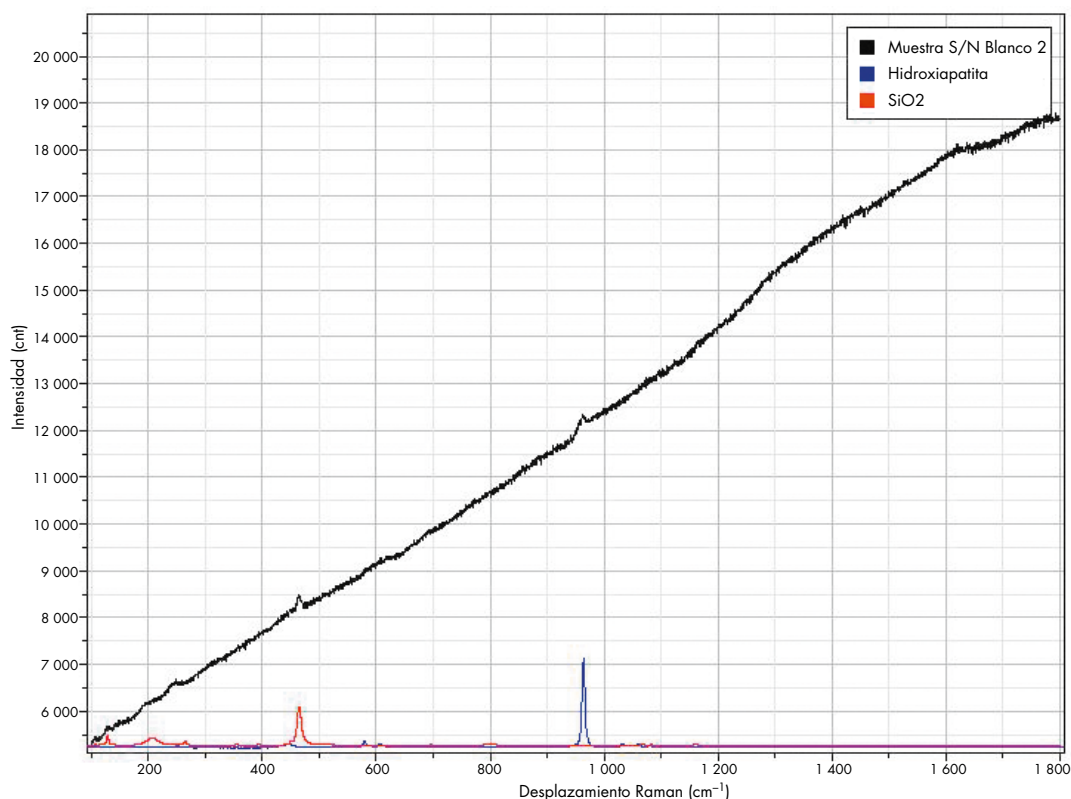


Figura 10. Espectroscopia Raman del pigmento blanco de la muestra S/N. Como resultado se puede apreciar hidroxiapatita, espectro tomado sobre la superficie del fragmento.

Figure 10. Raman spectroscopy of white pigment from the Unnumbered Sample. The results show hydroxyapatite in the spectrum taken from the surface of the sherd.

hueso pulverizado (Palamarczuk 2007; Acevedo 2011). La hidroxiapatita, en este estrato, se encuentra mezclada con dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) (fig. 10).

A diferencia de la muestra N° 12 (donde se observa un estrato delgado y bien definido), la sección estratigráfica correspondiente al color negro presenta una capa en la cual el pigmento se encuentra de forma interpenetrada en el cuerpo de la matriz (fig. 11). Es decir, no existe un límite bien definido porque las partículas negras se hallan a una profundidad considerable dentro de la estratigrafía. Por su parte, el estrato blanco tiene una amplia distribución en cuanto a espesor y se ubica claramente sobre la superficie de los otros dos colores. Es importante remarcar que el estrato blanco de esta muestra también está recubierto por la capa translúcida que observáramos y describiéramos con anterioridad (fig. 12).

### Muestra N° 13

Al igual que en los dos casos anteriores, en el estilo “vírgulas o comas” se observa el engobe rojizo-morado como engobe base. Los diseños en V realizados en

negro y los diseños de “vírgulas o comas” efectuados en blanco se visualizan sobre el engobe rojizo-morado.

El diseño en V es negro y opaco, diferente a los negros vistos en las muestras anteriores (fig. 4c). Son líneas oblicuas que se cruzan y tienen una carga matérica espesa. Incluso es posible ver las huellas del instrumento con que se realizó el esquema, las mismas ofrecen un efecto visual de pinceladas.

Al observar detenidamente mediante microscopia óptica las líneas del dibujo en V, se visualiza que por debajo de estas hay otra capa de color negro. Al parecer, las líneas en V estarían sobre un diseño negro previo. Es decir, un posible “repinte” realizado con posterioridad al dibujo original de la pieza. El diseño oculto bajo las V y las “vírgulas” parece ser de Estilo Negro sobre Rojo, el cual es representativo de la Quebrada de Humahuaca (Nielsen 1997; Cremonte 2006). Las formas realizadas de “vírgulas o comas” están sobre el engobe rojizo-morado y sobre el negro del diseño en V y algunas de ellas han perdido considerable carga matérica.

Los resultados de los análisis descritos contemplaron las características particulares de esta muestra, es decir,

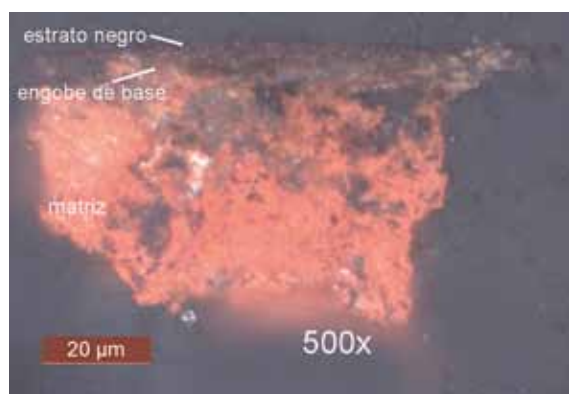


Figura 11. Estratigrafía Negro sobre Rojo muestra S/N.

Figure 11. Black on Red stratigraphy of the Unnumbered Sample.

la presencia de un posible "repinte", la superposición de varias capas y/o estratos, la discrepancia en carga matérica de ciertos elementos figurativos y la pérdida de alguno de ellos.

Se identificaron los pigmentos tanto del diseño de la V como de la zona difusa por debajo de la misma. La caracterización de los componentes presentes mediante espectroscopia Raman en el color negro de la V (posible repinte), mostró tener una composición de carbón. Mientras que el color negro que se encuentra en forma difusa por debajo, reveló la presencia de carbón, hematita y anatasa (como se aclaró anteriormente, el dióxido de titanio podría estar enmascarando otros compuestos). Aquí carbón y hematita podrían ser los componentes responsables del color. Sin embargo, la presencia de hematita posiblemente podría deberse a que la misma formaría parte de la composición del engobe rojizo-morado sobre el que se encuentra este elemento figurativo negro. Cabe destacar que debido a que el área de interacción del láser con la muestra es de solo dos micrones, y aun cuando el estrato negro estaría en íntimo contacto con la matriz del engobe rojizo-morado, es posible obtener espectros independientes de cada uno de ellos. Es decir, que la presencia de hematita en el estrato correspondiente a la zona difusa, y su ausencia en el diseño en V, alentarían la hipótesis de composiciones mineralógicas diferentes entre el diseño original y el "repinte".

El color blanco de las vírgulas o comas no pudo ser analizado a través de espectroscopia Raman debido a la alta fluorescencia registrada. Al igual que en la muestra N° 12, la composición de estos pigmentos seguirá siendo estudiada.

El color rojizo-morado del engobe dio como componente principal hematita más carbón. Esto es coincidente

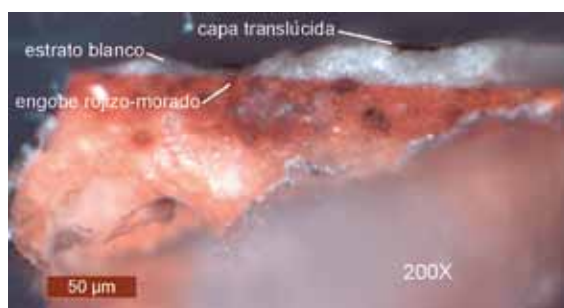


Figura 12. Estratigrafía Blanco sobre Rojo muestra S/N.

Figure 12. White on Red stratigraphy of the Unnumbered Sample.

con lo esperado para este tipo de piezas con cocción oxidante (Botto 1998; Acevedo 2011).

El estudio mediante técnicas multiespectrales ofreció diferentes resultados que se detallan a continuación siguiendo un orden que va desde la capa inferior hacia la superficie (figs. 13 a-f).

Los análisis se efectuaron teniendo en cuenta la existencia de un posible "repinte", la textura de ciertos elementos figurativos, la superposición de varios estratos y la presencia de las vírgulas. Así, mediante la incidencia de luz blanca en forma rasante (fig. 13b), se resaltaron detalles de la morfología de la superficie. Podemos, entonces, mencionar los siguientes: el alisado superficial, la marca de instrumentos empleados para realizar los elementos figurativos, los deterioros en las representaciones, los relieves y los bajorrelieves del acabado de superficie.

Cuando la muestra fue irradiada utilizando una determinada longitud de onda (visible 06, fig. 3f) se observó un cambio de valor en la superficie. En la zona correspondiente al engobe rojizo-morado se observó una respuesta de valor alto (se ve más clara); a su vez se apreció la presencia de dos vírgulas de valor bajo (se ven más oscuras). Es decir, mediante el empleo de esta longitud de onda particular es posible visualizar elementos figurativos, en este caso dos vírgulas, que hoy se encuentran desvaídos y no visibles al ojo humano, posiblemente como consecuencia de deterioros sufridos por el fragmento.

A su vez, cuando la muestra se irradió con longitudes de onda UV esta capa respondió absorbiendo dicha radiación, observándose así un oscurecimiento de toda el área, a excepción del elemento vírgula (fig. 13c). La comparación entre los datos obtenidos mediante luz visible 06 y radiación UV, aportan información sobre la materia que conforman las vírgulas, cuya composición pigmentaria muestra una fluorescencia cuando es irradiada con UV.

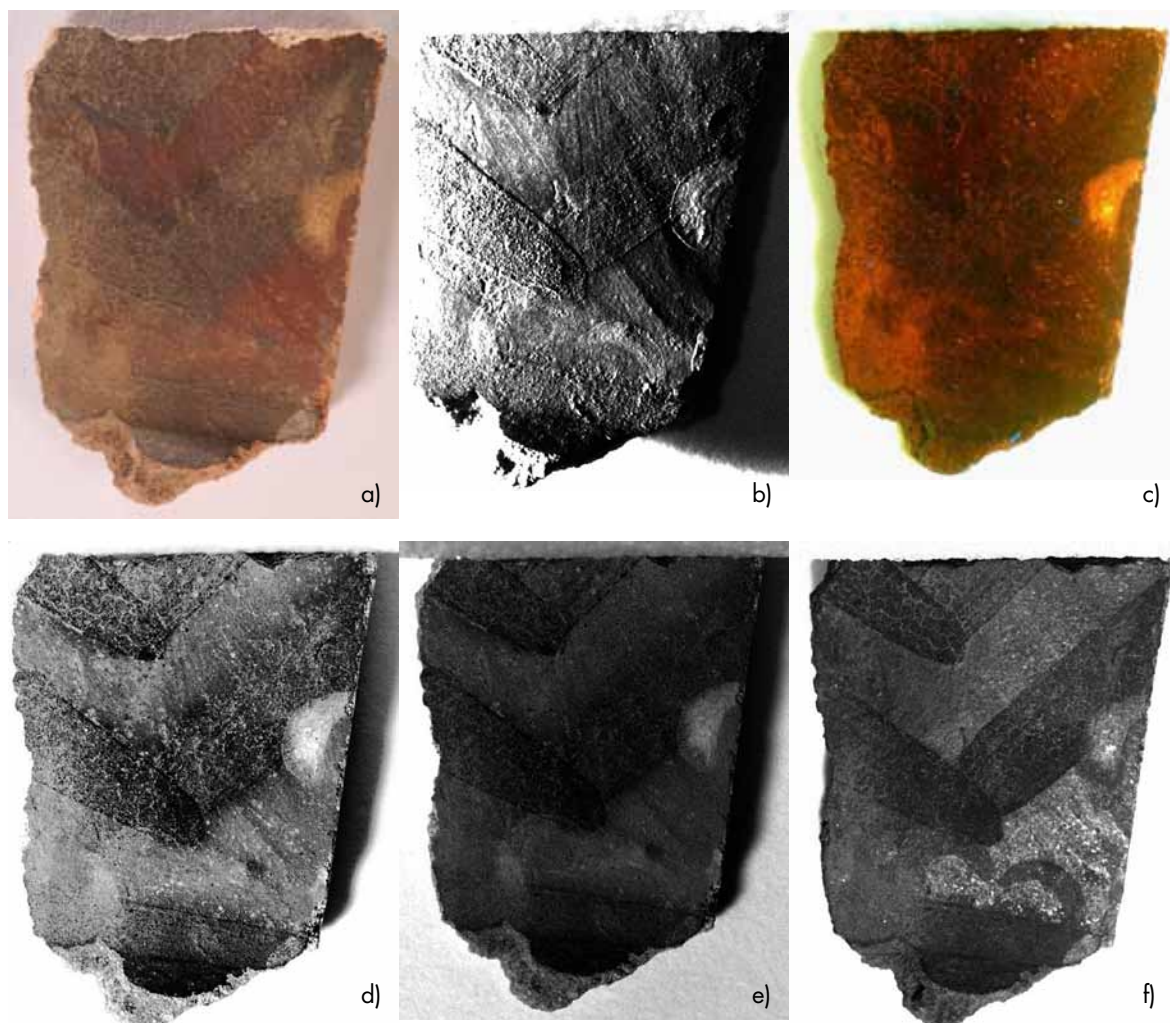


Figura 13. Muestra N° 13 registrada mediante distintas longitudes de onda. Exceptuando la imagen a), las demás fotografías fueron modificadas con el programa Adobe Photoshop. a) Muestra iluminada con luz blanca; b) Muestra iluminada con luz blanca rasante; c) Muestra iluminada con luz UV; d) Muestra expuesta a IR banda 1; e) Muestra expuesta a IR banda 2; f) Muestra iluminada con luz visible fraccionada, azul 06.

*Figure 13. Sample 13 shown under different wavelengths. All photographs except a) were modified with Adobe Photoshop. a) Sample under white light; b) Sample under raking light; c) Sample under UV light; d) Sample under IR band 1; e) Sample under IR band 2; f) Sample under visible scattered light, blue 06.*

La capa negra de la pincelada en V estudiada mediante luz rasante permite observar detalladamente las características de esta capa, destacando su grosor, marcas del instrumento con el que fue aplicada y secuencia de aplicación de la misma (fig. 13b). Mediante la exposición a la radiación infrarroja (IR2) se visualizaron de manera especial las craqueladuras presentes en la superficie de esta capa (fig. 13d). También se pudo prestar atención a que la respuesta correspondiente a la V bajo esta radiación se presenta de manera difusa, confundiéndose con la coloración oscura que está por debajo. Esto se hace especialmente evidente cuando se comparan los

resultados obtenidos con longitud de onda visible 06. El elemento figurativo V se presenta de manera bien delimitada, lo cual permite discriminar la representación de la V “repintada” en color negro del otro diseño color negro que está por debajo.

Bajo la incidencia de radiación UV, destaca la vírgula del lateral derecho (única visible a simple vista), observándose así una fluorescencia en este elemento del diseño. Cabe señalar que la vírgula presentó una alta respuesta cuando fue iluminada con todas las longitudes de onda empleadas en esta investigación. Por su parte, las dos vírgulas inferiores (no visibles a simple vista)

solo se percibieron cuando fueron iluminadas con las radiaciones IR1 e IR2 (exhibiéndose con una coloración clara) y con longitud de onda visible 06, donde se aprecian de forma oscura sobre un entorno claro.

En la estratigrafía correspondiente al color negro de la V, se observa primeramente un estrato delgado, homogéneo y al mismo nivel del engobe, el cual conformaría el estrato del diseño original. Por su parte, la capa pictórica del color negro de la V del "repinte" muestra un estrato de mayor espesor y claramente diferenciable del cuerpo cerámico. Su granulometría es distinta a la que se puede observar en el engobe y en el estrato negro descrito inicialmente (fig. 14); esta es más compacta con menor presencia de inertes, mientras que el estrato supuestamente original muestra un mayor contenido de inertes con una alta distribución de tamaños.

En lo que respecta a la sección del color blanco de la vírgula, la misma muestra un estrato de un espesor relativamente mayor al de las dos muestras anteriores. Esta capa, a su vez, está aplicada sobre el engobe. Al igual que en los dos casos anteriores se pudo observar que una capa translúcida se encontraba cubriendo este estrato blanco (fig. 15).

El estudio estratigráfico de esta muestra resultó decisivo para la visualización de la secuencia de aplicación

de los distintos estratos pictóricos, mostrando una clara separación entre ambas capas negras.

## CONCLUSIONES

La aplicación de un conjunto variado de técnicas analíticas, algunas de ellas adaptadas especialmente para el presente estudio, permitió la obtención de información valiosa en lo que concierne a la tecnología cerámica de las muestras. Además, abrió una serie de preguntas para seguir investigando sobre las técnicas empleadas en el acabado de superficie de este tipo de piezas.

Los estudios de espectroscopia Raman arrojaron resultados sobre la composición de las mezclas pigmentarias; solo en dos casos la composición del color blanco no pudo ser identificado. No se observaron diferencias en la aplicación y en los resultados obtenidos de esta técnica en las muestras estudiadas sobre superficie cerámica o en micromuestras de secciones transversales.

Los análisis multiespectrales permitieron el relevamiento de una serie de elementos figurativos. Algunos de los mismos ya no pueden ser observados a simple vista, por haber sido afectados por causas relacionadas con procesos de deterioro posdeposicionales, entre otros.

El estudio de secciones transversales permitió determinar la secuencia de aplicación de los estratos que componen la decoración de la cerámica "tricolor". Destaca el descubrimiento de la capa translúcida por sobre los estratos blancos, cuya función aún debe ser develada. El análisis de las micromuestras permitió obtener datos sobre aquellas capas pictóricas que estaban por debajo de los diseños que se visualizan en los fragmentos.

A partir de la relación de los datos obtenidos pudimos saber más acerca de la complejidad de las técnicas de ejecución de los acabados de superficie de los fragmentos cerámicos, como, por ejemplo, superposiciones de estratos, "repintes", "marcas de instrumentos", "pinceladas", elementos figurativos faltantes, "coberturas" y características mineralógicas de las mezclas pigmentarias.

La variabilidad en la ejecución de los diseños observados en el Estilo Negro y Blanco sobre Rojo nos aproxima a diferentes maneras de realizar similares acabados de superficie por parte de los alfareros en el pasado prehispánico.

RECONOCIMIENTOS A la Dra. María Isabel Hernández Llosas, directora del proyecto Pintoscayoc, por permitirnos abordar el análisis del material cerámico desde una nueva perspectiva. A Daniel Saulino y Alejandra Gómez por hacer posible la realización de los análisis multiespectrales.

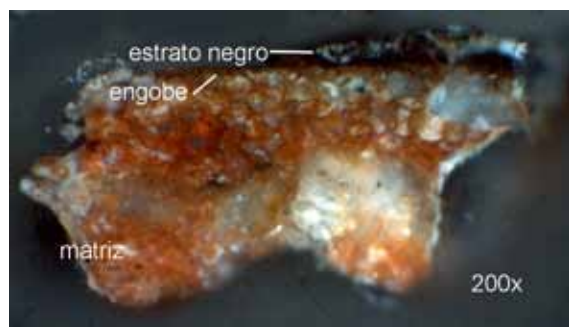


Figura 14. Estratigrafía Negro sobre Rojo muestra N° 13.  
Figure 14. Black on Red stratigraphy of Sample 13.



Figura 15. Estratigrafía Blanco sobre Rojo muestra N° 13.  
Figure 15. White on Red stratigraphy of Sample 13.



## NOTAS

<sup>1</sup> Capa pictórica: es el estrato propiamente de la pintura, compuesto por una o más capas que contienen los pigmentos y el aglutinante (Calvo 1997: 49).

<sup>2</sup> Esta suposición se basa en que el color blanco presenta descascaramiento y/o exfoliación característico de las pinturas poscocción o fugitivas (De la Fuente & Martínez 2008).

<sup>3</sup> En próximas investigaciones está proyectado aplicar sobre este pigmento otro tipo de técnica que permita caracterizar mineralógicamente al mismo.

<sup>4</sup> La cobertura seguirá siendo analizada para poder descartar o afirmar las hipótesis planteadas.

## REFERENCIAS

- ACEVEDO, V. J., 2011. Tecnología, uso y consumo de los conjuntos cerámicos del Alero Pintoscayoc 1, Quebrada de Humahuaca, Jujuy. Tesis para optar al título de Licenciado en Ciencias Antropológicas con orientación Arqueológica, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- CAIVO, A. M., 1997. *Conservación y restauración: Materiales, técnicas y procedimientos de la A a la Z*. Barcelona: Ediciones del Serbal.
- BOTTO, I. L.; V. L. BARONE, M. B. CREMONTE & M. A. SÁNCHEZ, 1998. Estudios arqueométricos de cerámicas provenientes del Noroeste Argentino. *Información tecnológica* 9 (6): 79-86, La Serena.
- CREMONTE, M. B., 1985. Alcances y objetivos de los estudios tecnológicos en la cerámica arqueológica. *Anales de Arqueología y Etnología* 38/40: 179-217. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.
- 2006. El estudio de la cerámica en la reconstrucción de las historias locales. El sur de la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina) durante los Desarrollos Regionales e Inkaico. *Chungara* 38 (2): 239-247.
- DEAMBROSIS, M. S. & M. DE LORENZI, 1975. Definición de nuevos tipos cerámicos (análisis de materiales procedentes de Peña Colorada, Provincia de Jujuy). En *Actas y Trabajos del Primer Congreso de Arqueología Argentina*, pp. 451-461, Buenos Aires.
- DE LA FUENTE, G. & J. M. MARTÍNEZ, 2008. Estudiando pinturas en cerámicas "Aguada Portezuelo" (ca. 600-900 AD) del Noroeste Argentino: Nuevos aportes a través de una aproximación arqueométrica por microespectroscopia de Raman (MSR). *Intersecciones en Antropología* 9: 173-186.
- HERNÁNDEZ LOSAS, M. I., 1998. Pintoscayoc: Arqueología de las quebradas altas en Humahuaca. Tesis para optar al título de Doctor en Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- LÓPEZ, M. A., 2004. Tecnología cerámica en la Huerta, Quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy. Tesis para optar al título de Doctor en Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- MAGISTRO, F.; D. MAJOLINO, P. MIGLIARDO, R. PONTERIO & M. T. RODRÍGUEZ, 2001. Confocal Raman spectroscopic study of painted medieval manuscripts. *Journal of Cultural Heritage* 2: 191-198.
- NEFF, D.; L. BELLOT-GURLET, P. DILLMANN, S. REGUER & L. LEGRAND, 2006. Raman imaging of ancient rust scales on archaeological iron artefacts for long-term atmospheric corrosion mechanisms study. *Journal of Raman Spectroscopy* 37 (10): 1228-1237.
- NIELSEN, A. E., 1997. *Tiempo y cultura material en la Quebrada de Humahuaca. 700-1650 DC*. Jujuy / Buenos Aires: Instituto Interdisciplinario de Tilcara / Universidad de Buenos Aires.
- 2001. Evolución social en Quebrada de Humahuaca (AD 700-1536). En *Historia Argentina Prehispánica*, Vol. 1, E. Berberían & A. Nielsen, Eds., pp. 171-264. Córdoba: Editorial Brujas.
- PALAMARCZUK, V.; M. E. FERNÁNDEZ DE RAPP & G. E. LASCALEA, 2007. Aproximaciones a la caracterización del material blanco decorativo de la cerámica famabalasto negro gravado. En *Cerámicas arqueológicas. Perspectivas arqueométricas para su análisis e interpretación*, M. B. Cremonte & N. Ratto, Eds., pp. 27-37. San Salvador de Jujuy: Universidad Nacional de Jujuy.
- RIVOLTA, M. C., 1997. Revisión crítica de la obra de Bennett y colaboradores sobre la definición y asignación cronológica de algunos estilos cerámicos de la Quebrada de Humahuaca. *Avances en Arqueología* 3: 131-146.
- TARRAGÓ, M. N., 2000. Chacras y Pukarás, desarrollos sociales tardíos. En *Nueva historia argentina (Los pueblos originarios y la conquista)*, Vol. 1, M. N. Tarragó, Ed., pp. 259-300. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.
- VANDENABEELE, P.; H. G. M. EDWARDS & L. MOENS, 2007. A decade of Raman spectroscopy in art and archaeology. *Chemical Reviews* 107: 675-686.