

**INFORME:                                        ESTRATEGIAS TRANSDISCIPLINARIAS  
PARA ESTUDIAR LO INVISIBLE: CUANDO LAS  
INTERVENCIONES SE HACEN INDISTINGUIBLES.  
EL CASO DE CERÁMICAS DIAGUITA DEL  
MUSEO ARQUEOLÓGICO DE LA SERENA**

## INTRODUCCIÓN

Si bien desde hace décadas el trabajo “multidisciplinario” o “transdisciplinario” es señalado como una de las principales estrategias para potenciar el patrimonio arqueológico, tanto en términos investigativos como de su conservación (Cronyn, 1990; Massone & Seguel, 1994; Seguel & Ladrón de Guevara, 1997; Pérez *et al.*, 2006; Rodríguez, 2006), la realidad que albergan muchas de nuestras instituciones museológicas es testigo de lo que ha significado en la práctica que las disciplinas de arqueología y conservación hayan trabajado en líneas paralelas, desconectadas en sus principios teóricos, metodológicos y técnicos.

Por muchos años, las intervenciones del material arqueológico fueron realizadas por los mismos arqueólogos, con el propósito de restituir los aspectos formales y estéticos de los artefactos con el fin de describirlos y estudiarlos. Esto ha significado que muchas de las piezas depositadas en los museos presenten problemas de orden estético-formal, lo que ha llevado incluso a ocluir información relevante desde el punto de vista cultural (Seguel & Ladrón de Guevara, 1997; Román & Cantarutti, 1998). Se debe considerar además, que siendo intervenciones de carácter netamente empírico, por lo general no eran documentadas ni registradas.

El Museo Arqueológico de La Serena (MALS), con el cual el Laboratorio de Arqueología del Centro Nacional de Conservación y Restauración (CNCR) ha estado trabajando sistemáticamente desde el año 2008, no es ajeno a esta realidad. A principios del año 2011, se detectó en tres piezas que además de presentar una reconstrucción formal mediante unión de fragmentos, resanes y/o refuerzos estructurales, también poseían reintegraciones cromáticas de la iconografía realizadas de modo *imitativo* (Scicolone, 2002), con un evidente dominio técnico. Estas piezas, de filiación Diaguita, no presentaban información sobre su procedencia contextual ni tampoco poseían registro de las intervenciones realizadas con anterioridad a nuestro estudio. Dada esta situación, el diagnóstico de conservación se complejizó a tal punto, que no fue posible circunscribir visualmente las áreas con reintegración cromática producto de la intervención anterior y cuales eran propias del “contexto sistémico” de origen (Schiffer, 1990).

En este escenario, la presente investigación tuvo como propósito principal contribuir a la resolución del diagnóstico del nivel de intervención de las piezas, abordando transdisciplinariamente el estudio de las intervenciones *imitativas* que se han realizado en las cerámicas

arqueológicas, a través del estudio de sus pigmentos. Con esto se pretende generar un corpus de conocimientos que permita encarar este tipo de problemas y abrir un tema de debate con respecto a sus implicancias museológicas, arqueológicas y de conservación.

Para ello, la metodología de trabajo propuesta consideró las últimas tendencias en cuanto al estudio de pigmentos, como son la espectroscopía RAMAN, los análisis elementales por EDS, y la DRX. Además, fue incluido un estudio imagenológico y de cortes estratigráficos.

## PROBLEMA DE ESTUDIO

El año 2011, el Laboratorio de Arqueología del CNCR recibió un total de 16 piezas cerámicas, de las cuales 3 presentaban resanes estructurales con reintegración cromática y restitución del diseño iconográfico a través de técnicas imitativas.

Dichas piezas, identificadas con los n° de inventario 1862, 1513, y 1485, aparentemente manifestaban distintos grados de intervención, pero las observaciones realizadas con microscopio estereoscópico, evidenciaron un problema en común: existía claridad para establecer en qué zonas de los artefactos comenzaban las intervenciones de carácter cromático (dados los resanes estructurales), pero el límite con las zonas supuestamente originales se hacía difuso por presentar una continuidad técnica fuera de los contornos de los resanes.

Considerando la falta de visibilidad de dichos límites, sumado a la inexistencia de antecedentes que hicieran referencia a las intervenciones y no detectándose las huellas o marcas que acostumbra evidenciar las cerámicas procedentes de excavación, establecer los niveles de intervención para generar el diagnóstico de su estado de conservación, se complejizó a tal punto que no fue posible identificar las áreas con reintegración cromática que eventualmente podrían ser sometidas a procedimientos de intervención, de acuerdo a los principios y criterios que hoy en día se aplican sobre los artefactos arqueológicos (Fernández, 1996; Cobas & Prieto, 1998; Mercado, 2009).

La problemática planteada no tiene sólo consecuencias para las decisiones de conservación-restauración, sino que también abre una serie de incertidumbres para el ámbito de la museología, por una parte, y para el de la arqueología por el otro. En el primer caso, y como ya se indicó en párrafos precedentes, intervenciones de este tipo fueron recurrentes en los museos del país con anterioridad a la institucionalización de la arqueología y de la conservación como disciplinas. Por tanto, surgen interrogantes sobre cuántos de los artefactos cerámicos arqueológicos que resguardan nuestros museos tendrán esta intervención de tipo *imitativo*, si habrán sido detectadas y si existirá alguna política de cómo resolver el problema de la “autenticidad” de estos artefactos y su comunicación al público. Lo cierto es que la revisión bibliográfica realizada por nosotros indica que, hasta la fecha, éste es un tema que ha permanecido invisible para los museólogos en el país.

Por otra parte, desde el ámbito de la arqueología tampoco se han encontrado estudios que aborden la problemática de este tipo de intervenciones, más aún, el estudio de colecciones realizado por diferentes especialistas escasamente hacen referencia a este tipo de situaciones, concentrando su esfuerzo en análisis morfofuncionales, estilísticos y tecnológicos que, la mayoría de las veces, omiten los fenómenos de transformación que registra el objeto de estudio (González, 2004; Bray, 2004; Cantarutti & Solervicens, 2006). Al respecto, y dada

la problemática planteada, surgen también varios cuestionamientos que inciden directamente en los procesos interpretativos que realiza la arqueología, por ejemplo: (i) ¿Cuál es la extensión y magnitud que tienen estas intervenciones *imitativas*?; (ii) ¿Cómo afectan las clasificaciones estilísticas y los análisis morfofuncionales que realiza el arqueólogo?; (iii) ¿Es posible definir patrones o estrategias que ayuden al reconocimiento de tales intervenciones?

La presente investigación tuvo como uno de sus propósitos contribuir a la resolución de algunas de estas interrogantes, basándose en el estudio de los pigmentos de los artefactos intervenidos, utilizando como medio de contraste el análisis de mezclas colorantes de cerámicas carentes de intervenciones post-excavación, de filiación Diaguita igualmente y también pertenecientes al MALS.

Sin embargo, los estudios existentes sobre pigmentos utilizados en cerámicas precolombinas de Chile son más bien escasos, puesto que ha sido una temática vagamente abordada en nuestro país y menos aún, cuando se trata de intervenciones post-excavación de carácter *imitativo* (Ver resumen en tabla N° 1). Considerando que los antecedentes recabados resultaron insuficientes para dar respuesta a la problemática planteada, esta investigación también se presenta como una contribución a generar nuevos conocimientos al respecto.

Tabla N°1: Resumen de los análisis de pigmentos utilizados en Cerámicas arqueológicas de Chile, anteriores a esta investigación.

Autor	Año	Tipo de análisis	Objetos de estudio	Resultados
Stheberg, R.	1977	Marchas analíticas	Cerámica Inca-Local	Para el rojo se determinó la presencia de Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , y para el negro Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ; además de arcillas pobres en Fe, para el blanco;
			Cerámica Aconcagua	Para el negro se determinó altos contenidos de Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> y en menor cantidad de CuO; en cambio, los rojos poseerían altos contenidos de Fe.
Dinator, M.I Morales, J.R	1990	PIXE	Cerámica Diaguita	El pigmento blanco presenta un porcentaje de Ti más alto que el de Ca; el pigmento rojo registra un porcentaje de Fe más alto que el de Cu; y que el pigmento negro posee un porcentaje de Fe más bajo que el de Cu.
			Cerámica Aconcagua	El pigmento negro contendría un alto porcentaje de Mn, luego de Fe, y ausencia de total Cu.
Seguel et al.	2006	FRX DRX	Cerámica Diaguita	La composición del pigmento negro posee una relación porcentual en la cual el Cu es más alto que el Fe. Además señala a la Tenorita como la posible sustancia cromófora a partir de la cual se obtiene el pigmento negro.

## METODOLOGÍA

La selección de la metodología utilizada para la ejecución de este proyecto, respondió, por una parte, a los protocolos establecidos por el CNCR para el estudio de cerámicas arqueológicas, y por otra, a la revisión de las tendencias actuales utilizadas en el análisis de pigmentos, con énfasis en la cerámica. De acuerdo a los análisis bibliográficos, las técnicas más utilizadas han sido la difracción de rayos X (DRX) y el microscopio electrónico de barrido acoplado a espectroscopía de energía dispersiva (MEB-EDS) (Chapdelaine *et al.*, 1997; Cremonte *et al.*, 2003; De la Fuente & Pérez, 2008; Vázquez de Ágredos, 2007; Sepúlveda & Laval, 2010; Rohfritsch, 2010; Wright, 2010; Sepúlveda, 2011). Estas técnicas, aplicadas en conjunto, permiten conocer la composición elemental de los pigmentos, sus cristales asociados y su distribución en la mezcla colorante. Por otra parte, otras técnicas que se han incorporado durante el siglo XXI, son las espectroscopías Raman e Infraroja, las cuales permiten identificar las moléculas presentes en las mezclas colorantes, a partir de los grupos funcionales o enlaces detectados (Botto *et al.*, 1998; Van der Weerd *et al.*, 2004; Striova *et al.*, 2006; Babot & Apella, 2007; Vázquez de Ágredos, 2007; Galban *et al.*, 2010; Velraj *et al.*, 2010; Wright, 2010; Centeno *et al.*, 2012).

En virtud de insertar este trabajo dentro las vertientes actuales para la investigación de pigmentos, a continuación se presenta el modelo metodológico que fue utilizado.

### **Caracterización del objeto de estudio**

#### ***Definición del grupo en estudio y del grupo control: selección de artefactos***

Se definió como grupo en estudio a las tres piezas problematizadas, de n° de inventario 1862, 1513, y 1485, y se identificó con las siglas (GE). Además se les asignaron los códigos de ficha clínica CNCR, LA-2009.04.03; LA-2009.04.13 y LA-2009.04.16, respectivamente.

Para el grupo control, identificado con las siglas (GC), se seleccionaron 6 piezas de filiación Diaguita fases I, II y III, procedentes del MALS, cuya información contextual se encontraba abalada por estudios estratigráficos sistemáticos, o bien por el reconocimiento del Arqueólogo co-investigador del proyecto Gabriel Cantarutti R. Dichos artefactos cumplían con el requisito de ser representativos de los períodos previamente definidos, y no presentaban ninguna intervención que los hiciera incompatibles con los análisis. Les corresponden los N° de inventario 12680, 5658, 198, 1072, 45, 965 y les fueron asignadas las fichas clínicas del CNCR de códigos LA-2012.03.10; LA-2012.03.11; LA-2012.03.13; LA-2012.03.17; LA-2012.03.18, LA-2012.03.19, respectivamente.

#### ***Análisis objetual y contextual de los artefactos***

Los 9 artefactos que finalmente conforman esta investigación fueron descritos y caracterizados de acuerdo a los atributos morfo-decorativos representativos, determinados por Cantarutti (2006) y González (2008). A su vez, se definió brevemente el contexto de procedencia, en los casos que existió información al respecto.

### ***Documentación visual y análisis imagenológico***

Las imágenes para la documentación visual fueron capturadas con una cámara Nikon D200, en ISO 100 y diafragma entre 8-16. Además se utilizaron 4 unidades de flash. Para los análisis imagenológicos se utilizaron dos técnicas:

- Fluorescencia inducida por luz ultra violeta: este análisis se realizó con una cámara Nikon D200, con objetivos de 50 mm y 18-105 mm. Se utilizó un filtro Tiffen tipo Yellow 12 y 2 lámparas UV, Holland Gwabo. El formato de captura fue RAW-NEF y las imágenes se procesaron con el software camera RAW.
- Fotografía digital Infrarroja: el análisis requirió un equipo Nikon D90UV-IR- VIS con un objetivo Micro NIKKOR 105 mm y un set de filtros PECA 902 908 912. Además se utilizaron 2 unidades de Flash. El formato de captura fue RAW(RAF) y las imágenes se procesaron con el software camera RAW.

### **Tipificación de las muestras**

En base a la inspección visual bajo microscopio estereoscópico, a la discusión entre los equipos del Laboratorio de Arqueología, Laboratorio de Análisis y Unidad de Documentación Visual del CNCR, y considerando los resultados otorgados por los análisis imagenológicos, fueron planteadas una serie de hipótesis en cuanto al comportamiento de los pigmentos. Con ello se tipificaron tres categorías de pigmentos que luego fueron utilizadas para denominar las muestras: (i) originales, para aquellos provenientes del grupo control y aquellos del grupo en estudio que mostraban un comportamiento similar al del grupo anterior, (ii) intervenidos, para aquellos que mostraban un comportamiento errático de acuerdo al patrón del grupo original, pero cuya iconografía se encontraba sobre zonas sin resanes estructurales, (iii) resanes, para aquellos pigmentos correspondientes certeramente a una intervención, pues se encontraban sobre resanes estructurales. Posterior a ello, se mapearon las 9 piezas seleccionando los lugares idóneos para muestrear. Cada muestra fue numerada del 1 al n, de forma correlativa, tanto para el grupo control como para el grupo de estudio. En la Fig. Nº1 se expone la fórmula para la nomenclatura utilizada y su correspondiente interpretación.

<p><b>GX00_X'X''</b>, donde:</p> <p>GX= Grupo de análisis (C) control, (E) estudio.</p> <p>00= Nº correlativo de muestra por grupo.</p> <p>X'= Color del pigmento de interés. (N) negro, (B) blanco, (R) rojo.</p> <p>X''= Categoría del pigmento. (O) original, (I) intervenido, (RS) resane.</p>
--

Fig. Nº1. Nomenclatura utilizada para individualizar las muestras.

En total se tipificaron 35 muestras para el Grupo Control, todas en la categoría de original por defecto, y 52 para el Grupo de Estudio; 23 en la categoría de original, 20 en la categoría de intervenido y 9 para la categoría de resanes.

## Identificación de pigmentos

### *Determinación de compuestos: Espectroscopía RAMAN*

Las medidas Raman se realizaron mediante un espectrómetro Raman Renishaw micro-Raman sistema (RM1000) equipado con las líneas láser 514, 633 y 785 nm., que cuenta con un microscopio Leica y una cámara CCD enfriada eléctricamente. La señal Raman se calibró mediante la línea  $520\text{ cm}^{-1}$  de Si wafer y un objetivo 50x. La potencia láser sobre la muestra fue de aproximadamente 2 mW y la resolución espectral fue de  $4\text{ cm}^{-1}$  para 5 a 20 registros de 10s promedio. Los espectros se registraron entre 100 y  $1800\text{ cm}^{-1}$ . Las condiciones de registro espectral y la elección de la línea láser se escogieron de modo de no provocar una degradación de la muestra, por lo que se utilizó la línea 633 nm. Este análisis se realizó al universo completo de las muestras para ambos grupos (n=87), y se seleccionaron para continuar con los siguientes análisis las muestras cuyos espectros fueron más representativos de los resultados, así como también aquellos que tuvieron un comportamiento anómalo.

### *Composición elemental: Espectroscopía de Energía Dispersiva (EDS)*

Los análisis se realizaron con el equipo SEM LEO 1420VP. Se eliminaron de los conteos finales los elementos que en general se manifestaron inferiores al 1%, salvo aquellos que se presentaron como elementos diagnósticos y que finalmente se constituyeron en un patrón al margen de la cantidad presente. Tampoco se cuantificaron los elementos Carbono y Oxígeno a pesar de mostrar una alta y reiterada representatividad. Esto debido a que una parte importante de las arcillas y pigmentos minerales corresponden a óxidos de algún tipo (Cfr. López, 199) y porque el carbono formará parte de compuestos inorgánicos (como carbonatos) o bien se encontrará en su fase orgánica si es que no se realizó un análisis de calcinación previamente (Cfr. López, 1999). El Aluminio y el Silicio, aunque son los constituyentes de una arcilla por definición, no se restaron del conteo pues estarían participando en la composición de los pigmentos blancos especialmente.

### *Caracterización mineralógica: Difracción de Rayos X (XRD)*

Las medidas de XRD se realizaron utilizando un Difractómetro de rayos X marca Bruker D8 Advance, el cual posee una fuente de rayos x con un ánodo de cobre y un detector de centelleo. En nuestro caso se utilizó un montaje de haz paralelo mediante el equipamiento de un espejo de Göbel a la salida del tubo de rayos X. Este equipo está conectado a un PC con una serie de software DIFFRACplus que permiten la adquisición y posterior análisis de las muestras. El voltaje y la corriente utilizados en el tubo fueron de 40 kV y 40 mA respectivamente. El rango de medida fue de 10 a  $80^\circ$  o a  $90^\circ$  ( $2\theta$ ) dependiendo de la muestra, el registro de los datos fue cada  $0,02^\circ$  con un tiempo por paso de 2 segundos. Los análisis por DRX se realizaron sólo a 4 muestras por artefacto, dos de pigmentos negros y dos de pigmentos blancos<sup>1</sup>, en grupos de tipificaciones originales y resanes para obtener un mayor contraste en los resultados. El puco no fue analizado bajo esta técnica pues se consideró que dadas las posibilidades de análisis, sus resultados no serían suficientes como para aclarar su situación, y con ello aumentaría su nivel de incertidumbre.

---

<sup>1</sup> Los pigmentos rojos no pudieron ser analizados, ya que al presentarse sólo en iconografía de bandas muy estrechas, el tamaño de la muestra no fue suficiente.

## **Análisis complementario: comportamiento estratigráfico de las mezclas colorantes<sup>2</sup>**

### ***Microscopía de Luz Polarizada (PLM-Estratigrafías)***

Las muestras se montaron utilizando el método descrito por M. Wachowiak(2004), modificado en función de las aplicaciones realizadas por Seguel et al. (2006), para el caso de la cerámica arqueológica. La estratigrafía se observó usando un microscopio Zeiss Axioskop 40 con luz incidente polarizada y UV, utilizando aumentos entre 100X y 1000X. Las imágenes se Canon EOS rebel T3.


## **RESULTADOS**

### **Caracterización del objeto de estudio**

#### ***Selección de artefactos y su análisis objetual y contextual***

Todas las piezas se analizaron bajo el marco sistémico contextual, considerando procedencia y atributos morfológicos e iconográficos. El resumen de sus resultados se expone en las tablas N°2 y N°3.

Tabla N°2: Resumen de los análisis objetuales y contextuales realizados a los artefactos del Grupo en Estudio

VASIJAS GRUPO ESTUDIO (GE)			
Id CNCR	Procedencia	Morfología	Iconografía
 <p>Urna N° inventario 1862, Ficha clínica LA-2009.04.03 Diaguita fase III</p>	<p>Altovalsol / Tumba (Colección Schwenn)</p>	<p>Vasija simétrica, restringida con cuello y de contorno complejo. Cuerpo tronco-cónica invertido y ovooidal. Cuello cilíndrico. Borde evertido y labio convexo. Base convexa/cóncava. En la parte inferior del cuerpo posee dos asas de tipo circular en posición vertical, y en la parte superior cuatro asas de tipo circular en posición oblicua dispuestas en forma cuatripartita.</p>	<p>Cuatro bandas anchas verticales de disposición cuatripartita sobre el cuerpo engobado blanco, reproducen un patrón zig-zag de triángulos rellenos con reticulados oblicuos negros separados por una línea en zig-zag roja. Entre dos de las bandas verticales, se agregaron dos diseños en forma de arco o "V" invertida con líneas paralelas oblicuas en negro.</p>

<sup>2</sup> Dado que por análisis estratigráficos el pigmento no es posible de visualizar individualmente, se asume que en el corte se estará observando el comportamiento global de la mezcla colorante, es decir, el pigmento, más su carga y su aglutinante.








 <p>Urna N° inventario 1513, Ficha clínica LA-2009.04.13 Diaguita Fase I</p>	<p>Desconocida / Tumba (Colección Schwenn)</p>	<p>Vasija simétrica, restringida, de contorno simple y forma ovoidal. Base de contorno definido de tipo convexa/cóncava. Borde evertido. Posee dos asas de tipo circular, en posición horizontal, ubicadas en el tercio inferior del cuerpo.</p>	<p>Por el exterior es roja engobada y se le pintaron seis bandas verticales, dispuestas simétricamente en forma hexapartita. Una banda ancha presenta una variante del patrón zig-zag A. En otra el diseño es una variante del patrón zig-zag B. Las cuatro bandas delgadas presentan un diseño de líneas paralelas oblicuas en negro.</p>
 <p>Cuenco N° inventario 1485, Ficha clínica LA-2009.04.16 Diaguita Fase I</p>	<p>Desconocida / Tumba (Colección Schwenn).</p>	<p>Vasija simétrica, restringida, de contorno simple y forma elipsoidal. Base de contorno definido de tipo convexa/cóncava. Su borde no definido</p>	<p>La mitad superior está decorada con una banda ancha y continua. engobada y pintada con pintura negra y roja sobre engobe blanco. El diseño que ocupa la banda corresponde al patrón zig-zag A. La mitad inferior es roja engobada.</p>

Tabla N°3: Resumen de los análisis objetuales y contextuales realizados a los artefactos del Grupo en Estudio

<b>VASIJAS GRUPO CONTROL (GC)</b>			
<b>Id CNCR</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Morfología</b>	<b>Iconografía</b>
 <p>Plato campaniforme N° inventario 12680 Ficha clínica LA-2012.03.10 Diaguita Mixto/Fase III</p>	<p>Fundo Coquimbo / Tumba 2</p>	<p>Vasija simétrica, no restringida, de perfil simple y forma tronco-cónica invertida. Borde evertido y labio convexo. Base sin perímetro definido de tipo cóncava/convexa</p>	<p>Superficie exterior dividida en dos campos decorativos. El campo inferior es rojo engobado y el superior está representado por una banda ancha y continua, engobada y pintada, negra y roja sobre engobe blanco. El diseño corresponde a una variante del patrón zig-zag El tratamiento de superficie interior es engobado y pintado negro sobre blanco. Presenta un diseño cuatripartito definido por motivos triangulares invertidos en negro, con apéndices de tres líneas. En algunas partes el pigmento negro ha perdido su color original, mostrando un color marrón claro.</p>



 <p>Vaso N° inventario 5658 Ficha clínica LA-2012.03.11 Diaguita Transición/Fase I</p>	<p>Caleta Arrayán/ Tumba</p>	<p>Vasija simétrica, no restringida, de contorno simple y forma cilíndrica. En la parte central de la base posee una pequeña oquedad convexa/cóncava (falso torno). Su borde es directo, y el labio es de tipo recto irregular.</p>	<p>El tratamiento de superficie interior es rojo engobado. La superficie exterior está dividida en dos, un campo rojo engobado en el inferior y un campo superior representado por una banda ancha y continua, engobada y pintada, con pintura negra y roja sobre engobe blanco. El diseño corresponde a una variante no definida del patrón cadenas.</p>
 <p>Plato campaniforme N° inventario 198 Ficha clínica LA-2012.03.13. Diaguita Mixto/Fase III</p>	<p>Desconocida/ Tumba (Colección Eliseo Peña)</p>	<p>Vasija simétrica, no restringida, de perfil simple y forma tronco-cónica invertida. Su borde es evertido y el labio es de tipo convexo.  La base no tiene perímetro definido y es de tipo cóncava/convexa.</p>	<p>Superficie exterior dividida en dos campos decorativos. Un campo inferior rojo engobado y un campo superior con una banda ancha y continua, engobada y pintada, en negro sobre engobe blanco. El diseño corresponde al patrón zig-zag D. En el interior también es engobada y pintada, negro sobre blanco. Presenta un diseño cuatripartito en los vértices de rectángulos rellenos con un "reticulado oblicuo" Cada uno está enmarcado con 2 líneas paralelas negras, de diseño tipo E2. Presenta una pequeña zona donde el color negro se ha perdido y muestra un color marrón claro.</p>
 <p>Plato plano u ornitomorfo N° inventario 1072 Ficha clínica LA-2012.03.17 Diaguita Inca Provincial/Fase III</p>	<p>Altovalsol/ Tumba</p>	<p>Vasija simétrica, no restringida, de contorno simple y forma subsférica. Borde directo y labio de tipo convexo. Base sin perímetro definido y de tipo cóncava/convexa.</p>	<p>Superficie exterior rojo engobada. Superficie interior engobada y pintada en negro y rojo sobre blanco. El diseño corresponde al patrón cuatripartito de campo anular en torno al borde interno, que deja un campo circular en el centro, dominado por la figura de una cruz. El campo anular presenta un patrón zig-zag y el central una cruz a dos líneas. El pigmento negro casi no conserva su color original. En la mayor parte se ha desprendido o alterado, mostrando un color marrón claro.</p>

 <p>Plato de paredes altas N° inventario 45 Ficha clínica LA-2012.03.18 Diaguita Clásico/Fase II</p>	 <p>El Olivar- Grupo R/ Tumba</p>	<p>Vasija simétrica, no restringida, de perfil compuesto. Cuerpo inferior subesférico y superior cilíndrico. Borde directo y labio de tipo convexo. Base de contorno no definido, tipo cóncava/ convexa.</p>	<p>El tratamiento de superficie interior es blanco engobado. La superficie exterior del cuerpo inferior es engobada roja y la superior es engobada y pintada, con pintura negra y roja sobre engobe blanco El diseño representado corresponde al patrón zig-zag D.</p>
 <p>Plato de paredes altas N° inventario 965 Ficha clínica LA-2012.03.19. Diaguita Transición/ Fase I</p>	 <p>Peñuelas/ Tumba</p>	<p>Vasija simétrica, no restringida, de contorno simple y forma semielipsoidal. En la parte central de la base tiene una pequeña oquedad convexa/ cóncava (falso torno). Su borde es directo, y el labio es recto irregular</p>	<p>El tratamiento de superficie interior es rojo engobado. Por el exterior está dividido en dos campos decorativos. Un campo inferior rojo engobado y un campo superior representado por una banda ancha continua decorada con el patrón ondas A2, de rojo y negro sobre blanco. En algunas partes el pigmento negro ha perdido su color original, mostrando un color marrón grisáceo</p>

### Tipificación de las muestras

Los análisis realizados a través de fluorescencia inducida por luz ultravioleta, no arrojaron resultados significativos que contribuyeran en la generación de hipótesis para la tipificación de las categorías de pigmentos. Contrario a esto fue lo observado con el análisis por fotografía digital infrarroja, puesto que el comportamiento de los pigmentos del Grupo Control (GC) versus los del Grupo de Estudio (GE), fue categórico para generar las tipificaciones. Los artefactos del GC de N° inventario 12680, 5658, 1072, y 965 presentaron una reacción similar para el pigmento negro, la cual evidenció una disminución en la saturación del color (Fig.2), e incluso la mimetización entre este y aquellas zonas donde se manifestó su alteración marrón<sup>3</sup> (Fig.3). Por el contrario, en los artefactos N° inventario 198 y 45, el pigmento negro se expresó intenso y claramente diferenciado de su alteración marrón (Fig. 4 y 5).

<sup>3</sup> Este hecho quedó constatado en el acápite 3.1.1, específicamente para las piezas N° inventario 12680, 5658, 1072, 198 y 965. El fenómeno de la alteración del pigmento negro y la manifestación del color marrón, fue documentado a través de la investigación realizada por Seguel, et.al., 2006.

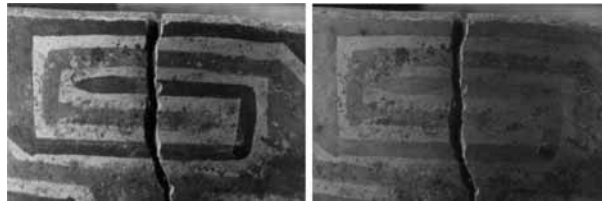


Fig.2. Macrofotografías de la pieza  
Nº inv. 5658. Izq. Espectro Visible. Der. Espectro IR 900 nm.  
Se observa el fenómeno de disminución en la saturación del pigmento negro y la definición en sus trazos (Rivas y Correa, 2012).

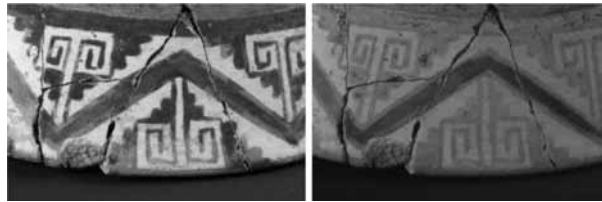


Fig.3. Macrofotografías de la pieza  
Nº inv. 12680. Izq. Espectro Visible. Der. Espectro IR 900 nm.  
Se observa el fenómeno de mimetización entre el pigmento negro y su alteración marrón (Rivas y Correa, 2012).

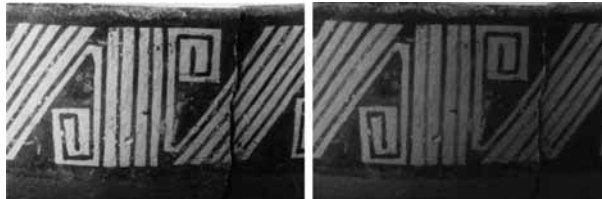


Fig.4. Macrofotografías de la pieza  
Nº inv. 45. Izq. Espectro Visible. Der. Espectro IR 900 nm.  
Se observa la intensidad del pigmento negro (Rivas y Correa, 2012).

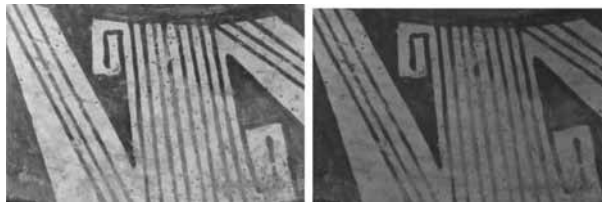


Fig.5. Macrofotografías de la pieza  
Nº inv. 198. Izq. Espectro Visible. Der. Espectro IR 900 nm.  
Se observa pigmento negro intenso y de su alteración marrón (Rivas y Correa, 2012).

Frente a los pigmentos rojos y blancos, el análisis no entregó mayores resultados para este grupo.

En lo que respecta a los artefactos del GE, en general se observó que para un mismo cuadro fotográfico, el negro tuvo dos comportamientos simultáneos. Por una parte, disminuía

su saturación, y por otra, la radiación IR era fuertemente absorbida, generándose áreas de tonalidades negras muy intensas (Figs. 6 y 7). Este último comportamiento también fue observado en la iconografía reconstituida de todos los resanes estructurales (Figs. 8 y 9). Por otra parte, las imágenes en IR también acentuaron aquellas zonas donde la iconografía parecía presentar dobles trazos o falta de definición en estos. Finalmente, y en un número acotado de partes, se observó iconografía negra de trazos definidos, de intensidad moderada, sin interrupción de resanes estructurales. Dicha observación no logró ser determinada en el cuenco, puesto que en dicha pieza coexistían áreas de alto contraste las cuales presentaban comportamientos similares en zonas evidentemente resanadas, como en otras sin clara adscripción. Estas observaciones obligaron a tratar este artefacto de forma distinta, definiendo en primera instancia áreas con diferentes comportamientos, las cuales luego se homologaron a intervenidas u originales. (Figs.10 y 11).

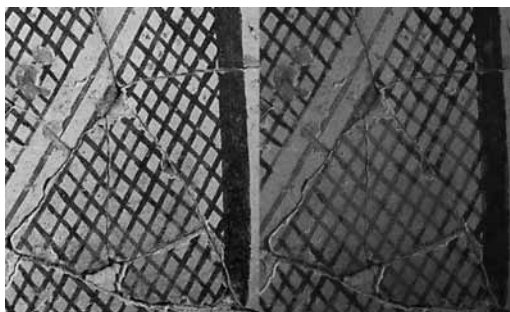


Fig.6. Contraste de negros saturado y no saturados en un mismo cuadro. Urna N° inv. 1862 (Rivas y Correa, 2012).

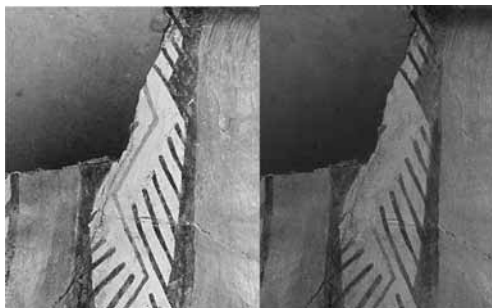


Fig.7. Contraste de negros saturado y no saturados en un mismo cuadro. Urna N° inv. 1513 (Rivas y Correa, 2012).



Fig.8. Comportamiento de zonas con resanes Urna N° inv. 1862 (Rivas y Correa, 2012).

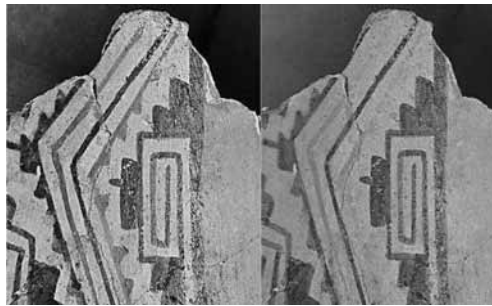


Fig.9. Comportamiento de zonas con resanes Urna N° inv. 1513 (Rivas y Correa, 2012). (Rivas y Correa, 2012).



Fig.10. Transparencia de Rojos y negros en Cuenco N°inv.1485 (Rivas y Correa, 2012).

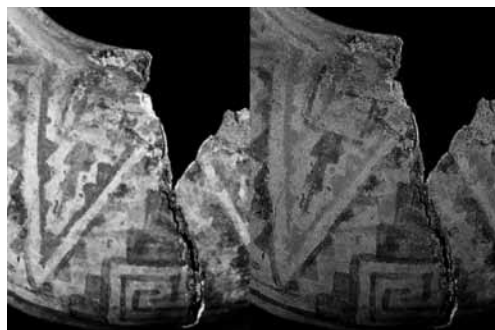


Fig.11. Transparencia de Rojos y negros en Cuenco N°inv.1485 (Rivas y Correa, 2012).

Para los rojos, las macrofotografías visibles mostraron la presencia de dos coloraciones en partes de la iconografía, una de ellas de un tono más anaranjado y la otra roja más oscura. Mientras la coloración de tonalidad roja se observa tanto en las imágenes visibles como las IR, la coloración de tonalidad anaranjada tiende a desaparecer o transparentarse en las imágenes IR. Esto se estableció con claridad en las líneas rojas presentes en resanes estructurales (Figs. 8 y 9). y también por la pérdida en la regularidad de los trazos que en el macro visible se apreciaban continuos (Figs. 7, 10 y 11).

Para los blancos no se consiguió información relevante con este análisis.

Al comparar las observaciones realizadas para ambos grupos, se obtuvo una primera aproximación global de las piezas y con ello se formularon hipótesis tentativas para la tipificación del comportamiento de los pigmentos. Para esto se consideraron los siguientes puntos: (i) El pigmento negro del GC, si bien presenta dos comportamientos en el espectro IR, estos no se apreciaron nunca de forma simultánea para ninguna de las 6 piezas que pertenecen a este grupo. (ii) Las únicas circunstancias en que se observó una mimetización o contrastes en el comportamiento del pigmento negro del GC, fue cuando en un mismo trazo o ícono, el negro alterado se encontraba conformando parte del cuadro fotográfico. (iii) En los artefactos del GE no hay evidencias claras del pigmento negro alterado. (iv) El comportamiento del pigmento negro en las reintegraciones iconográficas de resanes estructurales, en todos los casos se manifestó intenso. (v) Las piezas del GE presentan de forma general un comportamiento simultáneo de negros con baja saturación y negros intensos. De acuerdo con esto, se postuló que uno de los comportamientos correspondería a zonas intervenidas, y el otro a zonas no intervenidas; y considerando que el comportamiento del negro de los resanes era intenso, ese efecto bajo el espectro IR sería el indicador de una intervención.

En lo que respecta a los rojos, se consideró como indicador de intervención la transparencia del pigmento frente al IR, pues para el GC dicho fenómeno nunca fue observado.

La tipificación general de los pigmentos y la cantidad de muestras asociadas a ellos se presentan en las tablas N°4 y N°5.

Tabla N°4. Tipificación del comportamiento de los pigmentos para el Grupo en Estudio.

TIPIFICACIÓN DE LOS PIGMENTOS			
Nº Inventario	Pigmento	Tipificación	Código de la muestra
1862	Negro	original	GE01_NO
		original	GE02_NO
		original	GE32_NO
		intervenido	GE05_NI
		intervenido	GE06_NI
		res ane	GE09_NRS
	Blanco	original	GE04_BO
		original	GE31_BO
		intervenido	GE34_BI
		res ane	GE12_BRS
	Rojo	original	GE03_RO
		original	GE33_RO
		intervenido	GE07_RI
		intervenido	GE08_RI
		res ane	GE10_RRS
res ane	GE11_RRS		
1513	Negro	original	GE13_NO
		original	GE14_NO
		original	GE35_NO
		intervenido	GE18_NI
		intervenido	GE19_NI
		intervenido	GE22_NI
	res ane	GE21a_NRS	
	Blanco	original	GE17_BO
		original	GE36_BO
		original	GE37_BO
		original	GE38_BO
		intervenido	GE39_BI
		intervenido	GE40_BI
	res ane	GE21b_BRS	
	Rojo	original	GE15_RO
		original	GE16_RO
		intervenido	GE20_RI
		intervenido	GE24_RI
res ane		GE23_RRS	
1485	Negro	original	GE42_NO
		original	GE43_NO
		original	GE44_NO
		original	GE49_NO
		intervenido	GE26_NI
		intervenido	GE45_NI
	res ane	GE25_NRS	
	Blanco	original	GE41_BO
		original	GE52_BO
		intervenido	GE50_BI
		res ane	GE51_BRS
	Rojo	original	GE30_RO
		intervenido	GE28_NI
		intervenido	GE46_NI
		intervenido	GE47_NI
intervenido		GE48_NI	
intervenido	GE29_NI		

Tabla N°5. Tipificación del comportamiento de los pigmentos para el Grupo Control.

TIPIFICACIÓN DE LOS PIGMENTOS			
Nº inventario	Pigmento	Tipificación	Código de la muestra
12680	negro	Original	GC02_N
	negro		GC08_N
	blanco		GC04_B
	blanco		GC07_B
	rojo		GC03_R
	rojo		GC05_R
5658	negro	Original	GC09_N
	negro		GC12_N
	blanco		GC10_B
	blanco		GC14_B
	rojo		GC11_R
	rojo		GC13_R
198	negro	Original	GC16_N
	negro		GC19_N
	blanco		GC15_B
	blanco		GC20_B
	rojo		GC17_R
1072	negro	Original	GC23_N
	negro		GC25_N
	blanco		GC21_B
	blanco		GC28_B
	rojo		GC22_R
	rojo		GC26_R
45	negro	Original	GC30_N
	negro		GC34_N
	blanco		GC29_B
	blanco		GC33_B
	rojo		GC31_R
	rojo		GC32_R
965	negro	Original	GC37_N
	negro		GC42_N
	blanco		GC38_B
	blanco		GC43_B
	rojo		GC39_R
	rojo		GC44_R

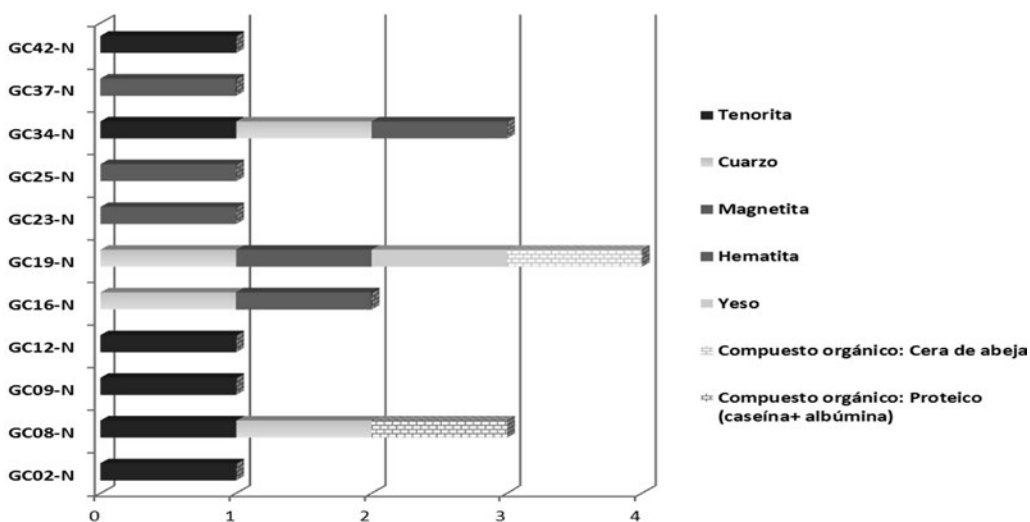


## Caracterización de los pigmentos

### *Análisis del Grupo Control*

El análisis por Espectroscopía RAMAN se realizó en el universo completo de las muestras (n=35), pero el resultado de una de éstas (GC30\_N) presentó un espectro con mucha interferencia por lo que no pudo ser interpretado. Para la totalidad de las muestras de pigmento rojo (n=12) el único compuesto detectado fue Hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), y a su vez, para todas las muestras de blanco (n=12) el único compuesto fue Cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ). Para el caso de los negros (n=11) los compuestos con mayor recurrencia fueron Tenorita ( $\text{CuO}_2$ ), Magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) y Cuarzo. Por el contrario, los compuestos con apariciones únicas fueron Hematita, Yeso y cera de abeja. En la figura N°12 se expresa la presencia de los compuestos que caracterizaron al pigmento negro en cada muestra, a través de este análisis.

Figura N°12. Compuestos detectados para el pigmento negro, por muestra analizada



Los análisis por EDS fueron realizados a un 30% del universo de este grupo (n=12), de los cuales el 50% corresponde a pigmentos negros y el otro 50%, en partes equitativas a pigmentos blancos y rojos. Para todas las muestras los elementos presentes fueron los siguientes: C, O, Al, Si, Mn, Ca, Fe, Cu, Mg, Na, P, S, Cl, K, Ti, Ni y Ba. De estos 17 elementos, los últimos 9 se encontraron para todos los casos en cantidades menores al 1%.

La preponderante presencia del cobre y la relación inversa a la cantidad de Fe, propuesta por Seguel, et.al, 2006, parecen ajustarse de acuerdo a lo señalado por los autores para el comportamiento del pigmento negro. No obstante se desvirtúa la hipótesis para la ausencia del Manganese, ya que dicho elemento se encuentra presente en 4 de las 6 muestras, aportando con porcentajes que fluctúan entre un 0,06%, para la muestra CG12\_N (cuya presencia de Cu supera el 13%) hasta un 3,62% para la muestra CG19\_N, en la cual el Cu no supera el 1%. Los resultados porcentuales para el pigmento blanco, se conciden con lo señalado en los espectros de RAMAN, pero cabe mencionar que para las tres muestras se evidencia una pequeña

proporción de Cu, que varía entre el 0,09% y el 0,15%. Las figuras N°13, 14 y 15, representan las cantidades porcentuales de los elementos constituyentes de los pigmentos (con respecto al porcentaje total), en función de su coloración.

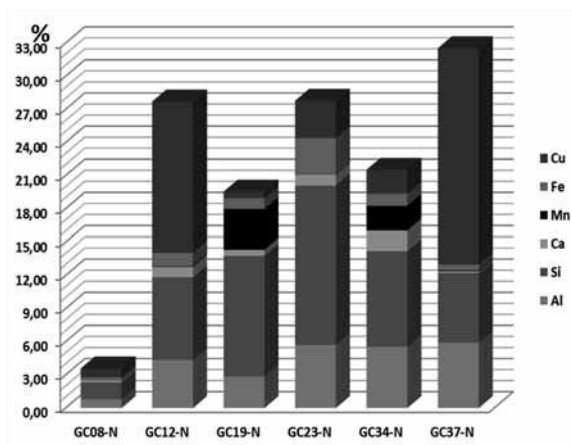


Fig. N°13. Composición de los pigmentos negros, de acuerdo al porcentaje total de elementos (EDS).

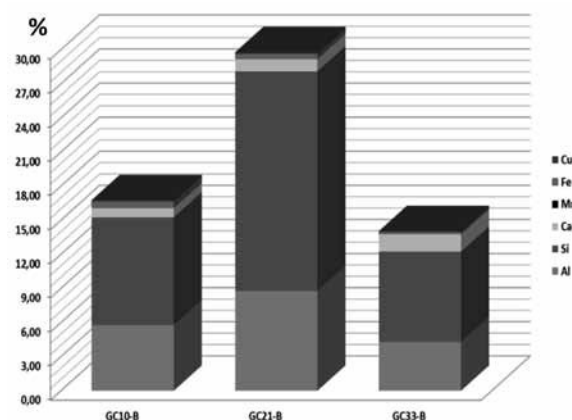


Fig. N°14. Composición de los pigmentos blancos, de acuerdo al porcentaje total de elementos (EDS).

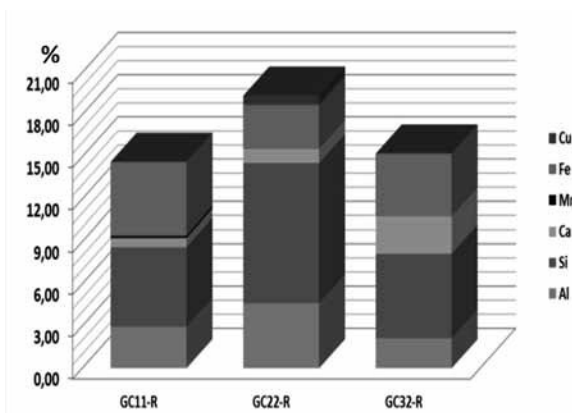


Fig. N°15. Composición de los pigmentos rojos, de acuerdo al porcentaje total de elementos (EDS).

Finalmente, la caracterización mineralógica se realizó al 50% de las muestras provenientes del análisis por EDS (n=6), de las cuales 5 son de pigmentos negros<sup>4</sup> y 1 de un blanco. No se continuó con el estudio de los rojos, al considerar los resultados del RAMAN y su correspondencia con los EDS, frente a la presencia de Hematita. A través de los difractogramas obtenidos para los negros, se observó una importante presencia de Tenorita, con señales de fuerte intensidad para 3 muestras (GE08, GE12, GE37) y de débil intensidad para una (GE19). También se constató para las muestras GE08, GE12, GE37 que acompañando a la señal fuerte de la Tenorita, hay otros óxidos de cobre con señal débil. Cuprita para la muestra GE08 y Paramelaconita para la GE12 y GE37.

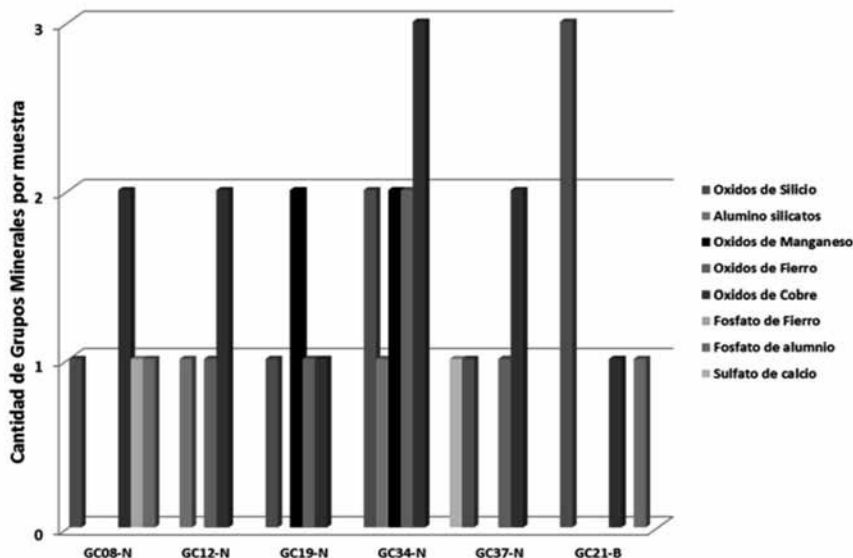


Figura N°16. Resumen de las tipologías minerales presentes en cada muestra.

Cabe destacar el comportamiento de la muestra G34\_N, para la cual se manifestaron 11 de los 17 minerales reportados; 8 con intensidad fuerte y 3 con intensidad débil. También se le distingue la total ausencia de Tenorita, pero la presencia de otros tres óxidos de cobre, en sus variantes Cuprospinel (que posee un componente férrico) y Paramelaconita, con señales fuertes, y Cuprita con una señal débil. En esta misma muestra también se acentúa la presencia de Bixbyta y Bixbyta-C, ambos variantes de óxidos de manganeso. La muestra GC19\_N, también presenta un comportamiento fuera del rango esperado, (aunque en concomitancia con el EDS) puesto que manifiesta una fuerte intensidad de Braunita 1Q y una débil intensidad de Tenorita. La muestra GC21\_B, se comporta coherente a los resultados del EDS, y la presencia del 0,15% de cobre, es probable que se deba a la señal de débil intensidad evidenciada en el difractograma para la Cuprita.

<sup>4</sup> La muestra GC23-N, no pudo ser analizada a través de DRX por presentar un tamaño insuficiente.

La figura N°16 reúne las distintas tipologías minerales del difractograma de acuerdo a la cantidad de ellos presentes por muestra. Con esto se pretende entregar una visión global de los compuestos preponderantes en el pigmento negro y blanco.

### *Análisis del Grupo en Estudio*

#### *» Espectroscopía RAMAN «*

Los análisis por Espectroscopía RAMAN para este grupo, no arrojaron resultados concluyentes para la determinación de compuestos en los pigmentos. Esto se debió principalmente a que los espectros presentaron mucha interferencia, dificultándose así su interpretación. Del universo completo de muestras obtenidas en primera instancia (n=31), un 20% (n=6) no obtuvo ningún tipo de resultado. Del 80% restante (n=25), la lectura de ciertas señales características permitió realizar una aproximación a la presencia algunos compuestos. Esto significó, que para efectos del análisis de EDS se ampliara el muestreo a fin de disminuir el sesgo en los resultados, especialmente en el cuenco. No obstante lo anterior, se detectaron compuestos en base a óxidos de plomo (PbO) en dos muestras de negro tipificadas como intervenidas y una como resane en la urna N° inv. 1862 (GE05\_NI; GE06\_NI; GE09\_NRS), y cuatro muestras de negros con Tenorita en la urna N° inv. 1513, dos de ellas tipificadas como originales (GE13\_NO y GE14\_NO) y las otras dos como intervenidas (GE18\_NI y GE22\_NI). En lo que respecta a los pigmentos rojos y blancos, cualquiera fuese su tipificación, los resultados fueron asociados a Hematita y Cuarzo, para ambos casos.

### **Urna Blanca: N° inventario 1862**

#### *» Espectroscopía de Energía Dispersiva (EDS) «*

Este análisis se realizó al 81% (n=13) del total muestras obtenidas para este artefacto, de las cuales el 50% corresponde a pigmentos negros y el otro 50%, en partes equitativas a pigmentos blancos y rojos.

Se restituyó al conteo el azufre, puesto hay un aumento de sus concentraciones promedio de casi el 50% en las muestras propuestas como intervenidas, especialmente en las del pigmento blanco (muestras GE34\_BI y GE12\_BRS). Similar fenómeno fue observado para las concentraciones de fósforo, en este caso para el pigmento negro, en los cuales también se aprecia una aparente relación porcentual con el Pb. No obstante, la muestra GE06\_NI, que presenta mayores contenidos de Pb y P, también presenta un 3,5% de Cu.

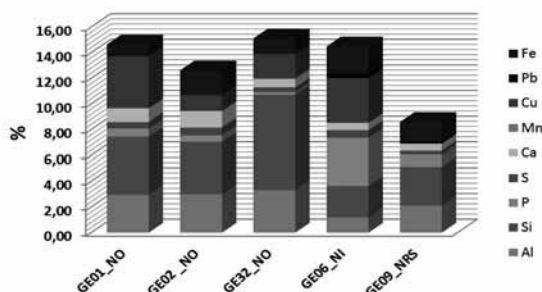


Fig. N°17. Composición de los pigmentos negros, de acuerdo al porcentaje total de elementos (EDS).

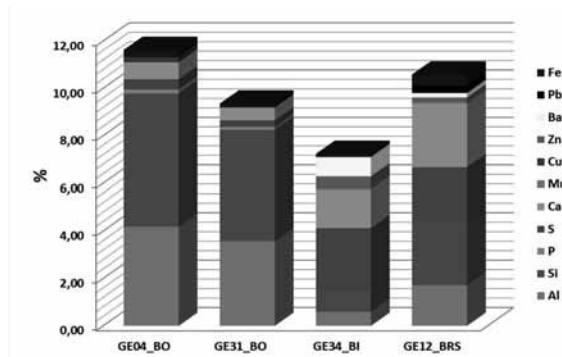


Fig. N°18. Composición de los pigmentos blancos, de acuerdo al porcentaje total de elementos.

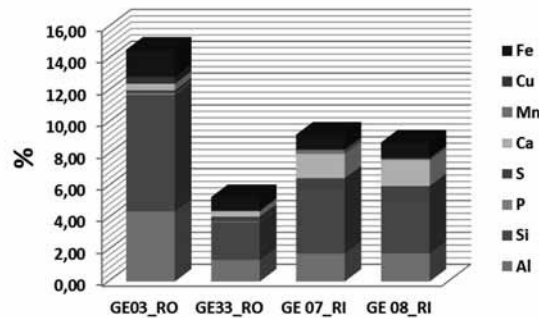


Fig. N°19. Composición de los pigmentos rojos, de acuerdo al porcentaje total de elementos.

Además de la presencia de Plomo, destacan como elementos no detectados para las muestras GC el Zn y el Ba, presentes sólo en las muestras de pigmento blanco tipificadas como intervenidas (GE34\_BI y GE12\_BRS) El pigmento rojo por su parte, no presenta ninguno de los tres elementos mencionados anteriormente, no obstante manifiesta un aumento importante en sus concentraciones de Mn (sobre el 300% del promedio comparada con las concentraciones GC y sobre si misma). Las figuras N°13, 14 y 15, representan las cantidades porcentuales de los elementos constituyentes de los pigmentos (con respecto al porcentaje total), en función de su coloración.

#### » Difracción de Rayos X (XRD) «

Para los pigmentos negros, la muestra GEO1\_NO, presentó una señal fuerte para Tenorita, una débil para cuprita y una muy débil para yeso. Destaca, igual que en los negros GC, más de un óxido de cobre presente. En el negro resane (GE09\_NRS), se indica la presencia de 4 señales débiles correspondientes a Hydrocerussita ( $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$ ), yeso, Giinita Ferrián ( $Fe_5(PO_4)_4(OH)_3 \cdot 2H_2O$ ), y Bernalita  $Fe_3(OH)_3$ . También se manifestó una señal muy débil de Parsonita ( $Pb_2UO_2(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ ). Además se expresó en el difractograma una incipiente señal de grafito. Estos resultados también se condicen con lo presentado por RAMAN y EDS en cuanto a porcentajes de Pb, S, y P. Para los blancos, la muestra GE04\_BO

presentó una señal fuerte de cuarzo y una débil de Cuprita, consistente con los resultados de las muestras control y con la presencia de cobre en el EDS. El blanco resane (GE21b\_BRS) presentó señales fuertes de Hydrocerussita y Yeso.

#### » *Microscopía de Luz Polarizada (PLM-Estratigrafías)*

Paralelamente en esta pieza se realizaron 5 cortes estratigráficos: dos para zonas con pigmentos negros y 3 para zonas con pigmentos rojos. Destacan en las observaciones la presencia de dos estratos de rojos para las muestras (GE07\_RI y GE08\_NI). Por otra parte, no se observa un doble estrato en la muestra intervenida del negro (GE06\_NI). Finalmente, todas las muestras presentaron interacción del estrato superficial con la resina del corte, excepto la muestra tipificada como original para el negro (GE01\_NO). La muestra GE03\_RO, mostró características físicas similares a los estratos superficiales de las muestras intervenidas, sin evidenciar una doble estratigrafía, y además interaccionó con la resina. Sin embargo, los resultados del EDS arrojaron resultados de Cu, Fe esperables para un pigmento original.

### Urna Roja: N° inventario 1513

#### » *Espectroscopía de Energía Dispersiva (EDS)* «

Se analizaron 16 muestras correspondientes al 84% del universo total muestreado para esta pieza. La distribución porcentual de elementos se comporta de forma bastante similar al artefacto anterior, y en concomitancia con los análisis del GC, pero presenta tres salvedades relevantes:

- (i) El 100% de las muestras de pigmentos negros (n=6) manifiesta la presencia de Pb, expresándose en cantidades que no sobrepasan el 0,05%, en muestras de pigmentos tipificados como originales. Destaca la muestra GE13\_NO, cuyo porcentaje de Cu llega al 8,95% y presenta un 0,05% de Pb.

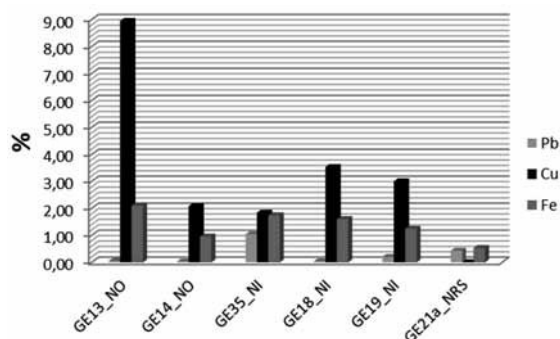


Fig. N°20. Comparación del conteo de Fe, Cu, y Pb en las muestras de pigmento negro

- (ii) Hay una total ausencia de los elementos de Zn y Ba en las muestras de pigmentos blancos tipificados como intervenidos o resanes, limitándose solamente al Pb en cuanto a elementos disímiles al GC.
- (iii) Los indicadores de Mn para los rojos son casi inexistentes. Este se expresó sólo una de las tres muestras analizadas (GE15\_RO) en un 0,04%. Por otra parte, se observó la aparición del Zn y Cu en las dos muestras tipificadas como originales (GE15\_RO y GE16\_RO) y Pb en la de resane (GE23\_RRS).

#### » *Difracción de Rayos X (XRD)* «

Los análisis por DRX de esta pieza se realizaron sólo a 4 muestras, dos de pigmentos negros y dos de pigmentos blancos<sup>5</sup>. Para la muestra de pigmento negro original (GE13\_NO), nuevamente se aprecia la presencia de más de un óxido de cobre: Tenorita y Delafosita (con componentes de Hierro) con una señal fuerte, y paramelaconita con una señal débil. También se observó una señal débil de Cuarzo. En la muestra para negro resane se aprecian señales débiles de Hydrocerussita y Parsonita, acompañadas de yeso. Esta muestra también arrojó una señal incipiente de gráfita. Para el blanco GE17\_BO, se manifestaron los minerales de Cuarzo y Pyrophyllite-2M (aluminio silicato) con señales fuertes, y Paramelaconita con una señal débil.

#### » *Microscopía de Luz Polarizada (PLM-Estratigrafías)*

Se realizaron cortes estratigráficos a 7 muestras, 4 para pigmentos negros (GE13\_NO, GE14\_NO, GE18\_NI y GE19\_NI) y 3 para pigmentos rojos (GE15\_RI, GE16\_RI y GE23\_RRS). Ninguna muestra evidenció dobles estratos ni frentes de sacado, pero lo destacable fue la aparición de residuos superficiales de lo que probablemente sería cera de abeja<sup>6</sup>. Además se presentó una relación entre las muestras con estos residuos y la interacción del estrato superficial con la resina del corte: toda vez que hubo residuos de cera no se apreció la interacción, mientras que en las muestras que no se reportó su presencia, el estrato tendió a reaccionar con la resina.

### **Cuenco: N° inventario 1485**

#### » *Espectroscopía de Energía Dispersiva (EDS)* «

Se analizaron 15 muestras correspondientes al 88% del universo total muestreado para esta pieza. Al contrario de los artefactos anteriores, la distribución porcentual de sus elementos, arrojó conteos muy por debajo de la media, especialmente en las muestras de pigmentos negro. En éstas, tanto el Hierro como el Cobre no superan el 1%, siendo las máximas 0,86 (GE42\_NO) y 0,09 (GE44\_NO) respectivamente (Fig.21). Cabe mencionar que para las

<sup>5</sup> Los pigmentos rojos no pudieron ser analizados, ya que al presentarse sólo en iconografía de bandas muy estrechas, el tamaño de la muestra no fue suficiente.

<sup>6</sup> Se realizó un análisis de FTIR a muestras de los residuos y la hipótesis más plausible de acuerdo al espectro es que se trate de cera de abeja.

muestras de pigmentos blancos tipificadas como originales (GE41\_BO y GE42\_BO) hubo total ausencia de Cu; fenómeno contradictorio a lo observado en general para los blancos, tanto para GC como para los artefactos anteriores.

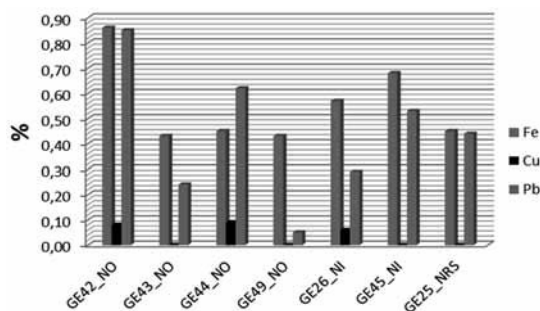


Fig. N°21. Comparación del conteo de Fe, Cu, y Pb en las muestras de pigmento negro.

Destaca la presencia de Pb en el 93% de las muestras (n=14). La única excepción se manifestó en la muestra GE30\_RO.

#### » *Microscopía de Luz Polarizada (PLM-Estratigrafías)* «

Se realizaron cortes estratigráficos a 5 muestras, 2 para pigmentos negros (GE21\_NI y GE25\_NRS) y 3 para pigmentos rojos (GE30\_RO, GE48\_RI y GE47\_RI). En este artefacto se presentó una particularidad bastante significativa, cuyo resultado estratigráfico determinó la tipificación de la muestra GE30\_RO. Como se puede observar en las Figuras 22 y 23, se detectó que en una parte del artefacto se presentaba una doble estratigrafía tanto para el rojo como para el blanco. Al realizar el corte estratigráfico, el pigmento rojo superficial reaccionó con la resina, no así el pigmento rojo del interior. Observados estos fenómenos se tipificó como original el estrato de rojo inferior, y de acuerdo a los resultados de EDS, este presenta Cu y sería la única muestra sin contenidos de Pb. Finalmente, se destaca que ninguna de las muestras de negros reaccionó con la resina del corte estratigráfico, a pesar de estar tipificadas coherentemente como intervenidas y resane, de acuerdo a los resultados del EDS. Por su parte, todas las muestras de rojo interactuaron con la resina.

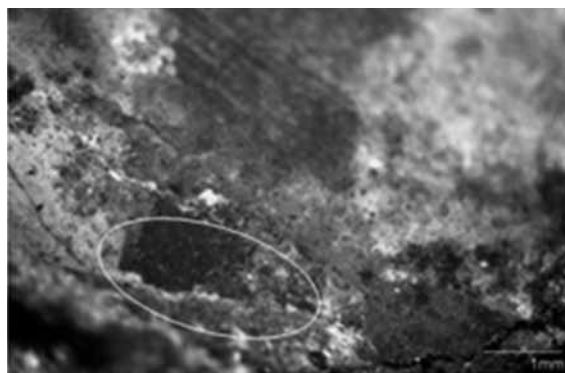


Fig. N°22. Detalle de corte estratigráfico con aumento de 100X y luz polarizada. Enmarcado en el círculo amarillo se destaca la muestra GE30\_NO (Amaya, 2012).



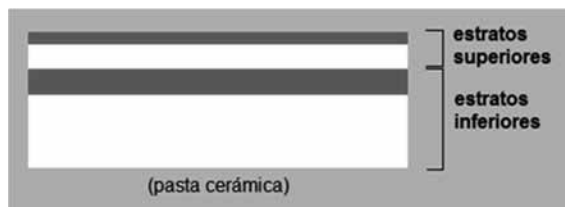


Fig. N°23. Esquema de los estratos observados para la zona detallada. (Amaya, 2012).

## CONCLUSIONES

Considerando que la técnica de fotografía digital infrarroja se utilizó para observar el comportamiento de los pigmentos negros y rojos<sup>7</sup>, y descartando los análisis de pigmentos en resanes estructurales, por obviamente no ser originales, para las 21 muestras que finalmente fueron contrastadas entre los análisis imagenológicos e instrumentales, se observó una coincidencia del 90% (n=19) entre las hipótesis planteadas para la tipificación (original v/s intervenido) y los resultados entregados por los análisis instrumentales. El porcentaje restante correspondiente a dos muestras (GE13\_NO y GE14\_NO), por imagenología se comportaron como una zona original, pero de acuerdo a los análisis por EDS contenían Pb en porcentajes de 0,05% y 0,03% cuando sus porcentajes de Cu fueron de 8,95% y 2,08%. Dado que la extracción de muestras se realiza en el espectro visible, se plantea como respuesta al conteo de Pb, la posible contaminación de las muestras por zonas intervenidas adyacentes.

Si bien en este proyecto la técnica tuvo un carácter experimental y por lo tanto, requiere de mayor cantidad de artefactos analizados, se considera que su uso para la tipificación del comportamiento de pigmentos en piezas intervenidas, puede llegar a ser una herramienta de mucha validez, que luego evite las grandes inversiones que implican los análisis instrumentales. En cuanto a la generación del diagnóstico para establecer el nivel de intervención de las piezas, se puede contrastar el comportamiento general de los pigmentos GC, en los cuales la presencia de Cu es determinante en los negros y también podría establecerse como indicador en los blancos, pues está siempre presente, aunque en porcentajes considerablemente más bajos. Con los rojos la situación es más compleja, pues el Cu no se manifestó en todas las muestras analizadas para este grupo. No obstante, se puede afirmar que la presencia de Cu será indicador de "originalidad", pero su ausencia en este pigmento no necesariamente implicará una intervención. Por otra parte, los indicadores de intervención para el GE se centraron en la presencia de Pb para todos los pigmentos, Ba y Zn particularmente para los blancos y se plantea como hipótesis que el aumento de manganeso en los rojos podría indicar una intervención pues como se describió en los resultados, para la urna roja N°inv. 1513, este elemento manifestó un aumento sobre el 300% del promedio comparada con las concentraciones GC y sobre sí misma, en aquellas

<sup>7</sup> El pigmento blanco no presenta variaciones con esta técnica.

muestras que no presentaron Cu. Dado que el pigmento negro es el que denota diferencias radicales entre original e intervenido, y retomando el comportamiento de dicho pigmento en los resultados de los análisis imagenológicos, podría establecerse que en todo encuadre bajo IR en el que el pigmento se observe intenso corresponderá a una zona intervenida, ya sea de tipo repinte, manifestándose principalmente Cu y Pb al mismo tiempo, o de tipo resane, manifestándose presencia ausencia de Cu.

Bajo este marco, los del GE del Museo Arqueológico de La Serena, permiten cuestionar la pertinencia de reintervenir las piezas bajo los criterios actuales, ya que a través de esta investigación se ha puesto en evidencia, que el nivel de intervención anterior es tal, que la aplicación de estos criterios podrían implicar una transformación radical de la dimensión formal e iconográfica que presentan en la actualidad.

Por otra parte, se dejan abiertas las preguntas sobre las técnicas o momentos de las intervenciones. Esto de acuerdo a una serie de hitos en los resultados (i) Los pigmentos blancos utilizados para intervenir la urna blanca, contenían principalmente Ba y Zn, no así la urna roja y el cuenco. (ii) La presencia de cera de abeja en la urna roja y en una de las piezas del grupo control, postulando como hipótesis que esta fuera usada como capa protectora y frente a posibles abrasiones se condicionó la interacción de los pigmentos intervenidos con la resina de estratigrafía. También es válido preguntarse porqué en algunos casos donde había presencia de Pb, y no se detectó la presencia de cera de abeja, el pigmento no reaccionó con la resina de estratigrafía. Podría ser otro momento de intervención, en el cual el aglutinante utilizado fuese distinto. (iii) A pesar de los evidentes conteos de Pb y el comportamiento de los pigmentos en IR, sólo para dos casos se presenció un doble estrato, por lo que quizás se estaría utilizando el pigmento de forma muy diluida y con un aglutinante de bajísima viscosidad. Finalmente, y en virtud de que esta investigación también sea un aporte al estudio del pigmento negro Diaguita, en la dimensión planteada para su problema de alteración, hemos constatado que este pigmento no solo se constituye de Tenorita, sino que llegó a manifestar la presencia de hasta tres variantes de óxidos cobre, lo que podría estar vinculado a posibles reacciones con la T° de cocción, pues, por ejemplo, la paramelaconita a altas temperaturas se descompone en tenorita y cuprita (Frondel, 1941). Por otra parte, en consecuencia a la descomposición de los minerales en las distintas condiciones de cocción, habría que profundizar y preguntarse si la Tenorita es finalmente el mineral en base al cual se prepara el pigmento negro o estaría siendo la evidencia de algún subproducto o transformación de otro mineral.

Además, existiendo un vacío real en los estudios referidos a pigmentos utilizados en cerámicas prehispánicas, y una suerte de extrapolación de los datos obtenidos en otras fronteras, esta investigación, a través del uso de piezas control, aporta al corpus de conocimiento en el campo de la arqueología.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece particularmente a la Unidad de Documentación Visual del CNCR por su intensa participación en el proyecto. Además a los profesionales del Laboratorio de Análisis de Materiales de la Facultad de Física de la Universidad Católica, quienes colaboraron activamente en las reflexiones realizadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bray, T. 2004. La Alfarería Imperial Inka: una comparación entre la cerámica estatal del área de Cuzco y la cerámica de las provincias. *Revista Chungará (Arica)*, V.36, N°2: 365-374.
- Cantarutti, G. 2006 (Ms). *Alfarería Diaguita Preincaica del Valle del Limarí: Una clasificación preliminar*. Proyecto DIBAM – FIP N° 24-03-192 (051) Alteración del Pigmento Negro en la Alfarería Diaguita: ¿Negro intenso / Negro alterado? Manuscrito conservado en Biblioteca del CNCR, Santiago. Cantarutti, G. & Solervicens, C. 2006. Cultura Diaguita preincaica en el valle del Limarí: una aproximación a partir del estudio de colecciones cerámicas. *Actas del XVI Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, pp: 147-156.
- Cobas, M. I. & Prieto, M. P. 1998. *Criterios y convenciones para la gestión y el tratamiento de la cultura material mueble*. Santiago de Compostela, España: Laboratorio de Arqueología e Formas Culturais, Universidade de Santiago de Compostela (CAPA 7), 81 p.
- Cronyn, J. M. 1990. *The elements of archaeological conservation*. Inglaterra, Londres : Ed. Routledge, 326 p.
- Dinator, M. I., Morales, J. R. 1990. Characterization of colour pigments in pre-columbian chilean potteries by PIXE elemental analysis. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 140 (1): 133-139.
- Fernández, J. 1996. *Introducción a la Conservación del Patrimonio y Técnicas Artísticas*. Barcelona, España: Ed. Ariel. 203 p.
- Fronde, C. 1941. Paramelaconite, a tetragonal oxide of copper. *American Mineralogist*, 26 (11): 567-672
- González, P. 2004. Arte Visual, Espacio y Poder: Manejo Incaico de la iconografía cerámica en distintos asentamientos de la Fase Diaguita Inka en el Valle de Illapel. *Revista Chungará (Arica)*, 36(2): 375-392.
- González, P. 2008. Mediating opposition: On redefining Diaguita visual codes and their social role during the Inca Period. En *Lenguajes Visuales de Los Incas* (BAR International Series 1848), Editado por P. González y T. Bray, pp. 21-45. Archaeopress, Oxford.
- López, M. 1999. Los núcleos de cocción en las pastas cerámicas arqueológicas, indicadores, variables y relaciones con algunos aspectos de la secuencia de su producción. *Xama*, 11:133-149.
- Massone, M. & Seguel, R. (comps.). 1994. *Patrimonio arqueológico en Áreas Silvestres Protegidas*. Santiago, Chile: Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, 174 p.
- Mercado, M. 2009. Técnicas y procedimientos de la Reintegración Cromática. *Cuadernos de restauración*, 7: 5-11.

- Seguel, R. Ladrón de Guevara, B. 1997. Planificación estratégica para el manejo integral de colecciones arqueológicas: una experiencia piloto en el Museo del Limarí, Ovalle. *Conserva*, 1, pp. 61-81.
- Pérez, N., Di Lorenzo, S., Capizzi, L. 2006. Diseño de una estrategia analítica para la conservación de información asociada: el caso de dos complejos alucinógenos. *Conserva*, 10: 103-116.
- Rodríguez, M. 2006. Conservación y restauración de material arqueológico: una mirada desde la experiencia en el Museo del Oro. *Boletín Museo del Oro*, 54: 1-25.
- Román, G. & Cantarutti, G. 1998. Hallazgos de perforaciones basales en la alfarería diaguita: una aproximación desde la restauración y la investigación arqueológica de colecciones. *Revista Conserva* N°2: 81-100. SCHIFFER, M.B. 1990. Contexto arqueológico y contexto sistémico. *Boletín de Antropología Americana* N°22: 81-93.
- Scicolone, G. 2002. *Restauración de la Pintura Contemporánea*. Sevilla, España: Ed.Nerea, 225 p.
- Stheberg, R. 1977. Análisis químico de pinturas cerámicas prehispanicas de Chile Central. *Boletín del Museo de Historia Natural*, 35: 61-71.
- Wachowiak J. R., M. J. 2004. Efficient new methods for embedding paint and varnish samples for microscopy. *Journal of the American Institute for Conservation*, 43 (3): 205-226.
- Rohfritsch, A. 2010. Contribución arqueométrica al estudio de las técnicas y de la organización de la producción cerámica ritual de la sociedad Mochica (150-850 dC., costa norte del Perú). *Bulletin de L'institut Français d'Études Andines*, 39 (2): 389-412.

---

DANIELA BRACCHITTA KRSTULOVIC

Investigadora Responsable

Centro Nacional de Conservación y Restauración

MARÍA FERNANDA ESPINOSA I.

GABRIEL CANTARUTTI R.

MARCELO CAMPOS V.

---