



INDICADORES DE TECNOLOGÍA Y ETNODINAMIA: EL ANÁLISIS DE PIGMENTOS EN EL PARAJE ARQUEOLÓGICO COMALLO ARRIBA, PROVINCIA DE RÍO NEGRO, ARGENTINA

INDICATORS OF TECHNOLOGY AND ETHNODYNAMICS: ANALYSIS OF PIGMENTS FROM THE ARCHAEOLOGICAL LOCALITY OF COMALLO ARRIBA, RÍO NEGRO PROVINCE, ARGENTINA

GABRIELA I. MASSAFERRO*, GLORIA I. ARRIGONI**, MARÍA TERESA BOSCHÍN***, MABEL M. FERNÁNDEZ****, EDUARDO A. CRIVELLI***** & JOSÉ AGUSTÍN CORDERO*****

Mediante el análisis por difracción de rayos X se buscó determinar si en los pigmentos de las pinturas rupestres de la cueva Comallo I, en la estepa rionegrina, se utilizaron minerales de los afloramientos cercanos. Los resultados indicaron que solo el rojo pudo tener un abastecimiento local. No se localizaron fuentes para los demás colores, por lo que se proponen dos alternativas no excluyentes: los rangos de acción de esas poblaciones variaban desde una escala local a otra regional y/o se recurría a prácticas de intercambio.

Palabras clave: arqueología, prehistoria, Patagonia, arte rupestre, pigmentos, tecnología, etnodinamia

X-ray diffraction analysis of samples was employed in an attempt to determine whether minerals from nearby outcrops were used for the pigments of the rock paintings of Comallo I cave, located in the Río Negro steppe. The results showed that only the red pigment could be of local origin. As no sources were identified for the other colors, two alternatives were proposed that are not mutually exclusive: the range of action of those populations varied from the local to the regional scale and/or they practiced exchange.

Key words: archaeology, prehistory, Patagonia, rock art, pigments, technology, ethnodynamics

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este trabajo es determinar, a través de la composición mineralógica de las pinturas de cueva Comallo I y de muestras obtenidas en las formaciones geológicas que afloran en las cercanías, si estas últimas han constituido las fuentes de aprovisionamiento de la fracción inorgánica de las pinturas rupestres. Los siguientes son algunos de los interrogantes que nos hemos planteado: ¿Qué aporte brinda este tipo de estudios? ¿Qué tipo de tecnología estaba involucrada en la preparación de las pinturas? ¿Qué mezclas pigmentarias se requerían para lograr la escala cromática deseada? ¿Qué grado de conocimiento debieron tener estos artesanos acerca del medio ambiente con el cual interactuaban?¹ ¿Cuáles fueron los rangos de acción para el aprovisionamiento de los recursos?²

Mucho se ha avanzado en la determinación de los elementos inorgánicos de las pinturas rupestres de la Patagonia;³ pese a ello, han sido escasos los intentos para ubicar y determinar los lugares de extracción y obtención de los minerales.⁴ El tratamiento en extenso de los antecedentes sobre análisis de las fracciones

* Gabriela I. Massafarro, CENPAT-CONICET. Bvd. Brown 2915, U9120ACD Puerto Madryn, Argentina, email: gim@cenpat.edu.ar

** Gloria I. Arrigoni, Museo Regional Rada Tilly. Martín García 176, 9001 Rada Tilly, Prov. del Chubut, Argentina, email: arrigonigi@speedy.com.ar

*** María Teresa Boschín, CENPAT-CONICET. Bvd. Brown 2915, U9120ACD Puerto Madryn, Argentina, email: mboschin@cenpat.edu.ar

**** Mabel M. Fernández, CIAFIC-CONICET, Universidad Nacional de La Pampa y Universidad Nacional de Luján. Paul Groussac 151, 1826 Remedios de Escalada, Prov. de Buenos Aires, Argentina, email: mabelmfer@yahoo.com.ar

***** Eduardo A. Crivelli, CIAFIC-CONICET y Departamento de Ciencias Antropológicas, Universidad de Buenos Aires. Loyola 104, 7° A, 1414 Ciudad de Buenos Aires, Argentina, email: eduardocrivelli@yahoo.com.ar

***** José Agustín Cordero, CIAFIC. Federico Lacroze 2100, 1426 Ciudad de Buenos Aires, Argentina, email: agustincordero74@yahoo.com.ar

inorgánicas y orgánicas de pinturas rupestres y pastas recuperadas en estratigrafía se ha efectuado en un trabajo reciente, al cual remitimos (Boschín et al. 2011).

ASPECTOS BIOGEOGRÁFICOS

El Paraje Arqueológico Comallo Arriba, ubicado en las proximidades de la confluencia del arroyo homónimo con el arroyo Las Vacas (Departamento Pilcaniyeu, provincia de Río Negro), es parte de la denominada Patagonia extraandina, situada entre 40°40' y 41°50' S y 71° y 68°30' O. Su paisaje actual corresponde al ambiente estepario propio del interior patagónico. Fisiográficamente, se caracteriza por la alternancia de mesetas, cerros y lomas bajas que enmarcan bajos y valles. Dichas geformas organizaron el uso del espacio en tiempos pretéritos. Los agentes erosivos permitieron la formación de un importante número de reparos rocosos que ofrecieron abrigo y soporte para la ejecución de arte rupestre. El arroyo Comallo tiene una longitud de 130 km y desagua en la margen derecha del río Limay (Boschín 2009).

El clima de la zona es frío y árido, con fuertes vientos dominantes del oeste que soplan durante todo el año. Las temperaturas medias son de 16,4° para el mes de enero y de 2,3° para julio. La precipitación media anual es de 168 mm, siendo de 19 mm para el trimestre más cálido (diciembre, enero y febrero) y de 82 mm para el más frío (junio, julio, agosto) (Angulo 1975).

Pese a las bajas temperaturas, actualmente en este Paraje es posible la explotación ganadera "año redondo", es decir, que los animales pueden permanecer todo el año sin que sea necesario desplazarlos a veranadas o invernadas. Dado que hacia ca. 3000 años AP se establecieron las condiciones climáticas actuales, con las excepciones de la Anomalía Climática Medieval y de la Pequeña Edad del Hielo (Villalba 1994), se presupone que durante el Holoceno Tardío, Comallo Arriba habría posibilitado asentamientos de ciclo anual.

CUEVAS DE COMALLO

Las cuevas Comallo I, II, III y IV se sitúan en la margen oriental del arroyo homónimo, a 41°12'38,2" S y 70°27'1,9" O, en la confluencia con el arroyo Las Vacas, dentro del ámbito de la Hoja Geológica Ingeniero Jacobacci (González et al. 2003; figs. 1 y 2). Su estudio sistemático fue iniciado hace tres décadas durante las campañas de los años 1973, 1974 y 1975, en las que se individualizaron dos componentes –acéramico y cerámico– correspondientes a sociedades cazadoras-recolectoras (Arrigoni 2010). En

2009, nuestro equipo retomó las investigaciones en la Cueva I. Recientemente, se obtuvieron cuatro fechados radiocarbónicos –tres en base a muestras tomadas durante las excavaciones de Arrigoni y uno de una muestra recolectada en 2009– que acotan la cronología del sitio al lapso transcurrido entre los siglos VI y IX de nuestra era (Arrigoni et al. 2010, 2011). Por el hallazgo estratificado de fauna introducida en época posconquista y por las pinturas que reproducen cueros de caballo, el rango temporal antedicho se amplía al siglo XVIII.

En Cueva I se destacan los siguientes motivos rupestres: rastros de fauna local, figuras humanas, puntos, rectas, cruces, círculos, elipses, figuras almenadas y escaleriformes, y representaciones de adornos, armas, blasones, hachas, clavos, *kultrunes*, placas, cueros pintados y textiles.

La técnica de ejecución fue la pintura monocroma, bicroma y policroma. La paleta se integra con los siguientes colores, en orden cuantitativo decreciente: rojo anaranjado (26,89%), rojo y rojo oscuro (26,18%), rosa (16,04%), blanco (13,44%), ocre y amarillo (8,72%), anaranjado (6,13%) y verde (2,60%) (Boschín 2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

La muestra analizada comprende:

- Una selección de rocas que afloran en las proximidades, cuyos colores macroscópicamente coinciden con los muestreados en los motivos de la Cueva I (muestras 1 a 7; fig. 2; figs. 3a y b y Tabla 1).
- Ocho muestras de pinturas rupestres de diferentes colores, tomadas con un mini *scraper* (NG 3700), con hoja de carburo de tungsteno (Tabla 2, muestras 8 a 15; figs. 4a y b). En laboratorio fueron examinadas bajo lupa binocular para separar las impurezas y los fragmentos de la roca de caja arrastrados junto con la pintura.
- Por último, una muestra de pátina negra de la roca de la Cueva I y un fragmento de pigmento rojo recuperado en excavación (Tabla 2, muestras 16 y 17, respectivamente).

Las muestras se enviaron al laboratorio del INTEMIN, donde fueron analizadas por difracción de rayos X (Tabla 2) bajo las siguientes condiciones: para las muestras N° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10 y 16 se confeccionó una preparación de polvo no orientada de cada una utilizando portamuestras circulares de rutina. Las muestras N° 8, 11, 12, 13, 14, 15 y 17, dada su escasa cantidad, se prepararon sobre portamuestras circulares de silicio monocristal de fondo cero. La colección de datos se realizó con un difractor de rayos X, marca Philips, modelo

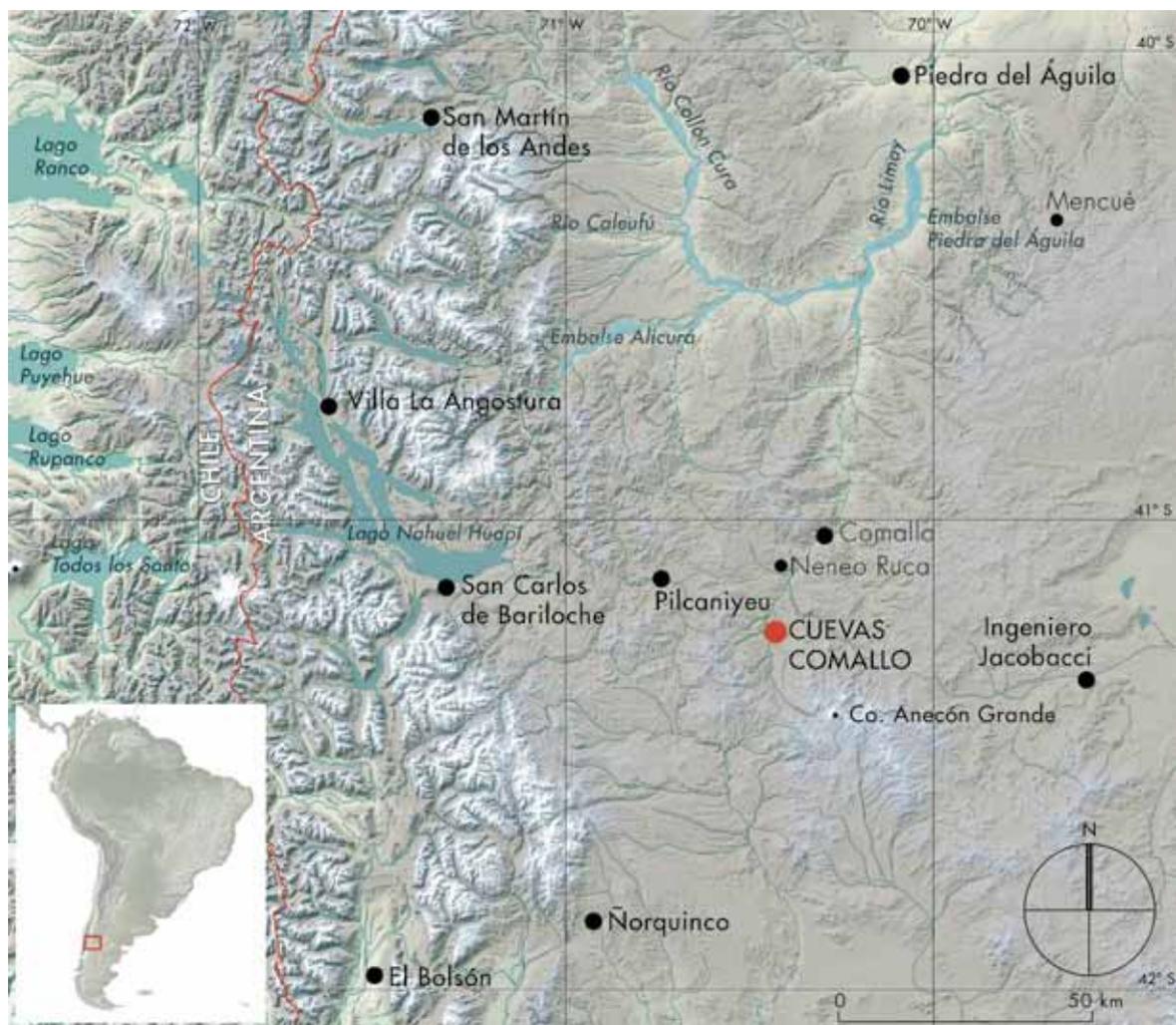


Figura 1. Mapa de ubicación de las Cuevas Comallo.
 Figure 1. Map showing the location of Cuevas Comallo.

Tabla 1. Ubicación de las muestras.
 Table 1. Location of the samples.

Nº de muestra	Formación	Color	Latitud	Longitud
1	Sañicó	Verde	-41.06595	-70.25117
2	Sañicó	Rojo oscuro	-41.06595	-70.25117
3	Angostura Colorada	Anaranjado	-41.13044	-70.39329
4	Angostura Colorada	Rojo	-41.13593	-70.39088
5	Angostura Colorada	Ocre	-41.20119	-70.43805
6	Collón Cura	Blanco	-41.20575	-70.44570
7	Collón Cura	Rosa	-41.20575	-70.44570

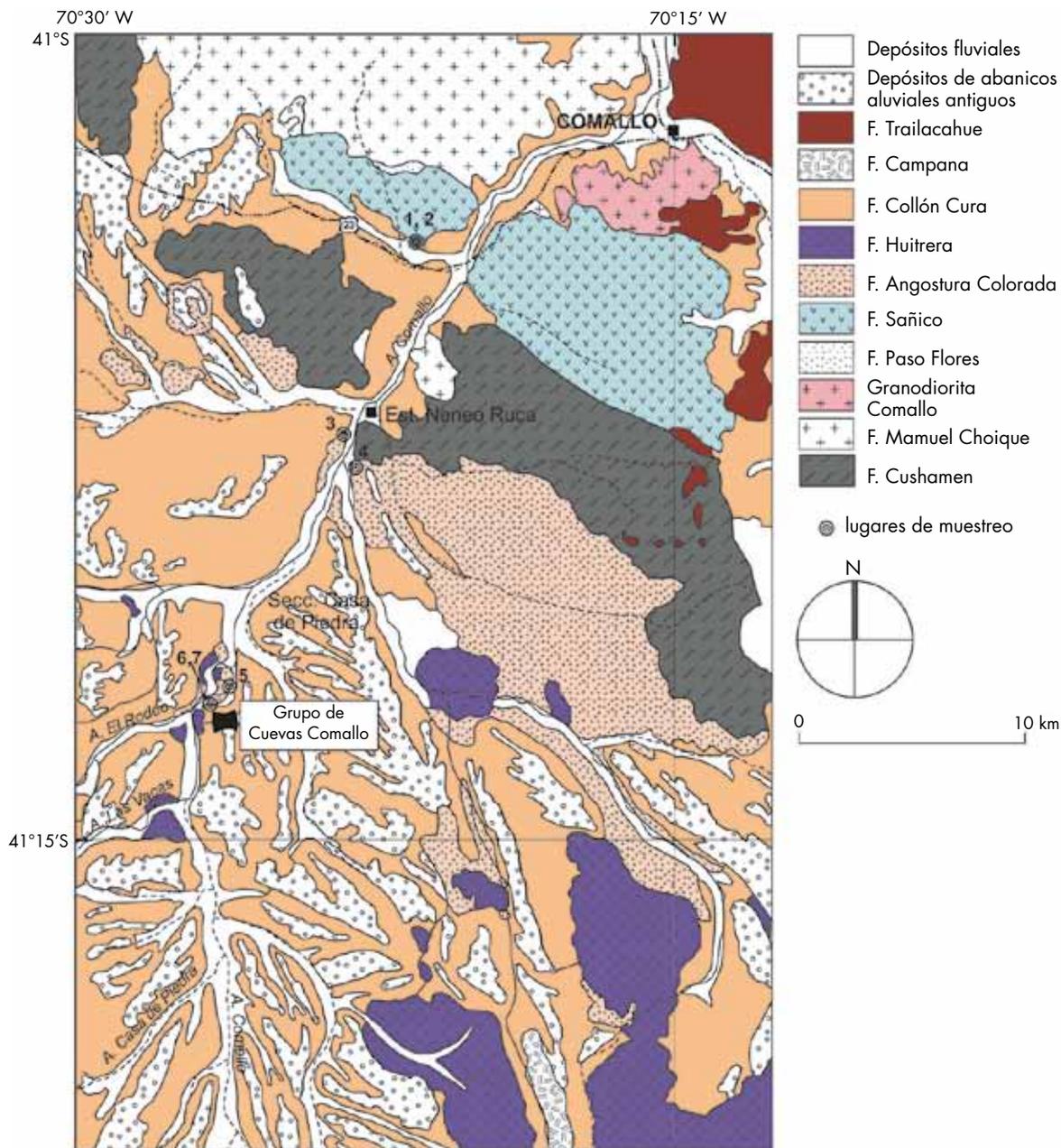


Figura 2. Mapa geológico del área de las Cuevas Comallo y ubicación de los sectores de muestreo. Geología tomada de González y colaboradores (2003).

Figure 2. Geological map of the area around Cuevas Comallo and the location of the sampling sectors. Geology taken from González et al. (2003).

X'Pert MPD, con radiación $K\alpha$ de Cu, a 40Kv/40mA, en el intervalo de barrido 2 theta comprendido entre 5-70 Å con paso/tiempo de 0,03 Å/1s para los portamuestras de rutina y de 0,03Å/2s para los de silicio de fondo cero. Se utilizaron rendijas de divergencia de 1 Å, rendija de recepción de 0,2 mm y portamuestra giratorio. El análisis

de datos se realizó utilizando el programa High Score Plus de PANalytical y la base de datos del ICDD, año 1997. De las muestras petrográficas se realizaron secciones delgadas que fueron estudiadas en un microscopio con luz polarizada transmitida.

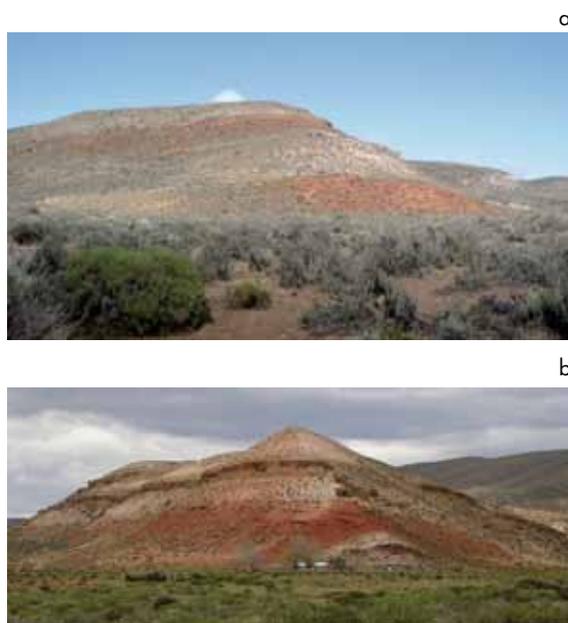


Figura 3a) Afloramiento de la Formación Angostura Colorada donde se tomó la muestra N° 3; b) Afloramiento de la Formación Angostura Colorada donde se tomó la muestra N° 4.

Figure 3a) Outcrop of the Angostura Colorada Formation, where sample N° 3 was obtained; b) Outcrop of the Angostura Colorada Formation where sample N° 4 was obtained.

MARCO GEOLÓGICO

El arroyo Comallo nace en el cerro Anecón Grande (sudoeste de Río Negro) y corre en sentido S-N hasta su desembocadura en el río Limay. A lo largo de su

recorrido atraviesa distintas formaciones geológicas. Las más antiguas comprenden una serie de esquistos y granitoides premesozoicos que constituyen el basamento cristalino de la región (formaciones Cushamen, Manuel Choique, Neneo Ruca, Comallo y Lipetrén).

El primer evento extrusivo de esta zona está representado por la Formación Sañicó o, como la denominara informalmente Rabassa (1979), “Estratos de Comallo”. Esta unidad volcano-sedimentaria está integrada por andesitas, brechas y aglomerados volcánicos andesíticos, escasas tobas ácidas y riolitas. Conforman los afloramientos sobre la ruta 23 al oeste de la localidad de Comallo, donde la formación alcanza su máximo espesor. En esta unidad se tomó una muestra de una arenisca tobácea fina a gruesa de color verde fácilmente reconocible en el campo por su tonalidad única (muestra 1, Tabla 1 y fig. 2), de la cual se presumió podrían haberse tomado las materias primas para el pigmento del mismo color. González (1995, 1998) asignó esta Formación al Triásico superior. La muestra 2 corresponde a una arenisca tobácea morada tomada en el mismo afloramiento.

La Formación Angostura Colorada (Volkheimer 1973) o “Estratos de Neneo Ruca” (Rabassa 1979), que conforma los característicos cerros coloreados (figs. 3 a y b), está depositada en discordancia por encima de la Formación Sañicó. Está constituida por sedimentitas continentales, en su mayoría fluviales (Manassero & Maggi 1995), de colores predominantemente rojizos y blanquecinos. La granulometría de los clastos es variable, incluyendo areniscas, sabulitas y conglomerados; en algunos casos se ha observado la participación de

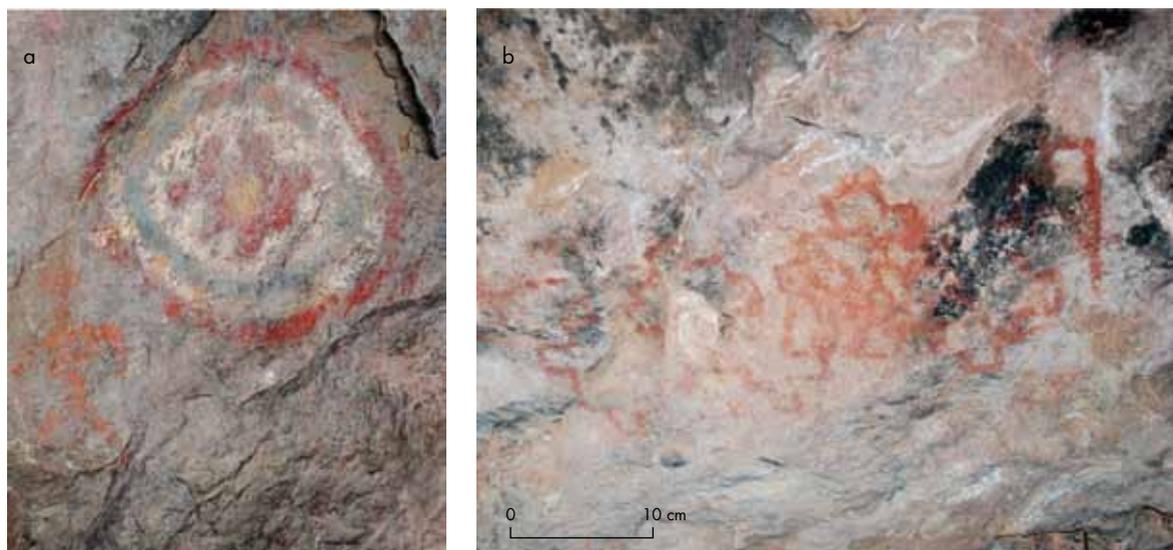


Figura 4a) Antropomorfo muestreado para pigmento anaranjado. Del kultrún de círculos concéntricos con sol interior se muestrearon el verde y el blanco; b) Motivo muestreado para pigmento rojo.

Figure 4a) Anthropomorphic figure sampled for orange pigment. Green and white pigments were taken from the kultrun with concentric circles enclosing the sun motif; b) Motif from which a sample of red pigment was taken.

Tabla 2. Análisis por difracción de rayos X de las muestras de roca y pigmentos.
Table 2. X-ray diffraction analysis of the samples of rock and pigment.

Identificación muestra		Componentes minerales		
		Mayoritarios	Minoritarios	Accesorios
Muestra 1	Arenisca tobácea verde	Qtz	Pl, FK, Anl, Mi	
Muestra 2	Arenisca tobácea morada	Qtz, Cal, Pl	Anl, FK	Hem
Muestra 3	Conglomerado / arenisca anaranjada	Qtz	K, Cal, Mi	FK, Gt
Muestra 4	Arenisca roja	Qtz	K, FK, Mi	Cal, Gt
Muestra 5	Sedimento ocre	Ha-7Å	Pl, Qtz	Ant?, Gt, Crs, Sm
Muestra 6	Toba blanca	Qtz	Pl, Clp, Mor	
Muestra 7	Toba rosada	Qtz	Pl, Clp, Mor	
Muestra 8	Pigmento verde	Qtz	Cel, Pl, Gp	Clp, Wed
Muestra 9	Pigmento rojo oscuro	K, Am	Qtz, Pl	Gp, Hem, Gt
Muestra 10	Pigmento amarillo	Mi/I, Qtz	Pl, FK	Gp, K/Cl?, Jar, Wed
Muestra 11	Pigmento rojo	Hem	Qtz, Mi/I, Pl	Gp, Jar, Wed
Muestra 12	Pigmento rosado	K, Am	Qz, Wed, Gt, Pl	Whe?, Ant, Gp, Hem
Muestra 13	Pigmento anaranjado	Gp, K, Mi/I	Qtz, Am	Wed, Hem, Gt, Pl
Muestra 14	Pigmento rojo anaranjado	K, Am, Qtz	Gp, Hem, Wed	Whe?, Pl
Muestra 15	Pigmento blanco	Qtz	Pl, Mi/I, Am	Gp, Wed
Muestra 16	Pátina negra	Am, Qtz	Pl, FK	Gp, Wed
Muestra 17	Fragmento de pigmento rojo recuperado en excavación	Pl, Am	Qtz	Ap

Referencias: Qtz: Cuarzo; Pl: Plagioclasas; FK: Feldespato Potásico; Anl: Analcima; Mor: Mordenita; Clp: Clinoptilolita; Gp: Yeso; Cal: Calcita; Hem: Hematita; Am: Amorfo; Jar: Jarosita; Ap: Apatita; Crs: Cristobalita; Wed: Weddellita; Whe: Whewellita; Gt: Goethita; Ant: Anatasa; Cel: Celadonita; K: Caolinita; Cl: Clorita; Ha-7Å: Halloysita-7Å; Mi/I: Mica/illita; Sm: Esmeclitas; ?: componente dudoso.

material piroclástico. Esta secuencia fue asignada por Volkheimer (1973) al Cretácico Superior sobre la base de sus relaciones estratigráficas. De estos estratos se obtuvieron las muestras 3, 4 y 5 (Tabla 1 y fig. 2).

Sobre ambas márgenes del arroyo Comallo se disponen escasos afloramientos de domos riolíticos asignados por González y colaboradores (2003) a la Formación Huitrera (Ravazzoli & Sessana 1977), que sería equivalente a la Serie Andesítica de Feruglio (1927). Este tipo de rocas, por sus características físicas, propicia la formación de cuevas y aleros, algunos de los cuales constituyen el grupo de las cuevas de Comallo. Las dataciones radiométricas de esta Formación (González Díaz 1979; Rapela et al. 1983, 1984; Cazau et al. 1989) indican una edad comprendida entre el Paleoceno Tardío y el Eoceno Medio Alto.

La secuencia está coronada por los estratos de la Formación Collón Cura. Si bien este nombre fue formalmente establecido por Yrigoyen (1969), Roth (1899) fue

el primero en utilizar la denominación "Colloncureense" para las sedimentitas aflorantes en las barrancas del río Collón Cura. Nullo (1979) realizó una detallada descripción de esta unidad y la dividió en tres facies: clásica inferior, piroclástica y clásica superior. Resumidamente, la Formación Collón Cura está integrada por tobas, ignimbritas, aglomerados, conglomerados, areniscas y limolitas de tonos claros y origen continental (fluvial). Roth (1899) asignó estas sedimentitas al Mioceno por su contenido fosilífero; Pascual y Odreman Rivas (1971), al Mioceno medio-superior, coincidentemente con las dataciones radiométricas obtenidas por Rabassa (1975) y Mazzoni y Benvenuto (1990). De esta Formación se obtuvieron dos muestras de tobas, una blanca y otra rosada (muestras 6 y 7 respectivamente, Tabla 1 y fig. 2).

Por último, durante el Plio-Pleistoceno se registraron en el área efusiones volcánicas que dieron origen a mantos de basaltos olivínicos que constituyen las Formaciones Campana y Trailacahue.

El Pleistoceno está representado por gravas, arenas, limos y arcillas de origen fluvial y en escasos sectores por bloques de volcanitas y sedimentitas generados por procesos de remoción en masa.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos de los análisis de difracción de rayos X.

ANÁLISIS PETROGRÁFICO

A 8 km al SO de la localidad de Comallo hay extensos afloramientos de la Formación Sañicó, de los cuales se muestrearon una roca verde y otra de color morado o rojo oscuro.

La roca de color verde (muestra 1) es una arenisca tobácea medianamente consolidada que al microscopio presenta una textura clástica, compuesta por vitroclastos, cristaloclastos y litoclastos en orden decreciente de abundancia. Esta fracción clástica varía en tamaño entre 0,5 y 0,12 mm. El porcentaje de matriz y cemento no supera el 10%. Los vitroclastos son redondeados y están reemplazados por analcima. Los cristaloclastos más abundantes son cuarzo y plagioclasas de forma angulosa y secciones laminares de clorita. Los litoclastos son más redondeados y se encuentran alterados a arcillas. Corresponden a rocas volcánicas riolíticas o andesíticas. La matriz es argílica y el cemento parece estar constituido por arcillas y analcima.

La muestra de color morado (muestra 2) obtenida del mismo afloramiento corresponde también a una arenisca tobácea con textura clástica, clasto sostén, compuesta por abundantes litoclastos, cristaloclastos y muy escasos vitroclastos. Los litoclastos son los de mayor tamaño (1,25 mm) y pertenecen a rocas volcánicas ácidas desvitrificadas o andesitas alteradas a arcillas o a carbonato. Hay otros fragmentos que podrían derivar de pelitas o volcanitas totalmente alteradas a arcillas. Los cristaloclastos pertenecen en su mayoría a plagioclasa alterada parcial o totalmente a carbonato y a ceolitas (analcima). Entre los vitroclastos se distinguieron un fragmento pumíceo reemplazado por arcillas y escasas trizas vítreas también reemplazadas. Los clastos presentan un delgado recubrimiento de óxidos de hierro. La matriz argílica es muy difícil de diferenciar de la alteración que presenta la roca pero se estima que su porcentaje es inferior al 10%.

A 16 km aguas arriba del arroyo Comallo, partiendo de la localidad del mismo nombre, comienzan a aflorar

los estratos de la Formación Angostura Colorada, caracterizados por sus colores rojos y blancos (figs. 3a y b). Se muestrearon dos afloramientos, uno de franca tonalidad anaranjada (fig. 3a) y otro levemente más rojizo (fig. 3b). En el primero se tomó la muestra N° 3 de un nivel de color rojo anaranjado constituido por un conglomerado matriz sostén con clastos redondeados de cuarzo de hasta 1 cm de diámetro. La matriz es muy abundante, tamaño arena fina, y en ella se distinguen láminas de muscovita. El grado de consolidación de esta muestra es bajo, por lo que buena parte del afloramiento está cubierto por material inconsolidado de color rojo anaranjado. La roca presenta textura clástica, con pobre selección. De la fracción clástica participan cuarzo anguloso a subredondeado y con evidencias de deformación, fragmentos de cuarzo policristalino y secciones de biotita alterada y deformada. Los líticos corresponden a pastas ácidas desvitrificadas a esferulitas, granófiros, areniscas y otros fragmentos alterados a carbonato y a micas. La matriz es pelítica y el cemento es en parte carbonático y de óxidos de hierro. La muestra 4 es muy similar pero no se observa cemento carbonático; parece ser todo cemento de óxido de hierro (goethita, tabla2).

La muestra 5, de color ocre, procede de una zona de roca muy alterada, disgregada y formada fundamentalmente por halloysita 7Å en la cual se distinguen clastos de piroxenos, anfíboles, plagioclasa, cuarzo, algunos pumíceos y líticos. El color ocre posiblemente se deba a la presencia de limonita, no detectada por los RX por ser una sustancia amorfa.

Las muestras 6 y 7 pertenecen a un afloramiento de la Formación Collón Cura, muy próximo a la Cueva. Se muestrearon una toba blanca y una rosada. La primera corresponde a una toba lapillítica de color blanco; presenta cristaloclastos angulosos de cuarzo, plagioclasa, biotita, escasos fragmentos líticos angulosos y pumíceos blancos. En el microscopio se observaron abundantes trizas vítreas y el reemplazo de fragmentos vítreos por una ceolita de muy baja birrefringencia (clinoptilolita). La segunda muestra tiene una composición muy similar, pero su granulometría es más fina (toba), y es de color rosado por una leve tinción con óxidos de hierro.

DISCUSIÓN

La interpretación de los resultados de la Tabla 2 permite concluir que el pigmento de color verde de las pinturas está constituido por celadonita ($K(Mg,Fe_2+)(Fe_3+,Al)Si_4O_{10}(OH)_2$), un mineral arcilloso que se forma por alteración de rocas volcánicas básicas o intermedias y que, después de molido, da un polvo de color verde-azulado

(Odin et al. 1988). No se ha reconocido la presencia de este mineral en las cercanías de la cueva Comallo I y la arenisca tobácea verde (muestra 1), de la cual se suponía se pudo haber extraído el pigmento, solo tiene clorita como mineral colorante. No se detectó por DRX la presencia de clorita en el pigmento. En la bibliografía (Wainwright et al. 2000; Boschín et al. 2003; Podestá & Albornoz 2007, Bellelli et al. 2003), la celadonita y/o glauconita son prácticamente los únicos minerales que se relacionan con esta coloración en Patagonia.

Las distintas tonalidades de rojo empleadas en la elaboración de los motivos tienen proporciones variables de hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) y goethita ($\alpha\text{-FeOOH}$). La goethita forma parte de las sedimentitas de la Formación Angostura Colorada y los afloramientos se encuentran a muy poca distancia de la cueva (10 km) (fig. 2). Prácticamente no se ha determinado hematita en las sedimentitas rojizas locales. Si bien no se puede negar la posible existencia de hematita en la zona, existen en la literatura referencias sobre su obtención a partir de la deshidratación de goethita por calentamiento (Rial & Barbosa 1983-1985; Barbosa & Gradin 1988; Pomiès et al. 1998, 1999; Belardi et al. 2000). Por lo tanto, planteamos como posibilidad de que se usara la goethita disponible en las rocas sedimentarias para obtener ambos minerales. Las otras especies presentes en los análisis por difracción de rayos X pueden provenir tanto de las fuentes como de la roca soporte. En una muestra de pintura roja de la cueva Comallo I analizada por Boschín y colaboradores (2003) también se evidenció la presencia de hematita.

En el pigmento amarillo, el único mineral cromógeno detectado es la jarosita ($\text{KFe}_3^{3+}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$), que aparece también en el pigmento color rojo. Es un mineral poco común ya que se forma por alteración de sulfuros en un medio ácido. Se desconoce su procedencia en este entorno. Cabe destacar que análisis realizados por Boschín y colaboradores (2003) sobre pigmentos amarillos de la cueva Comallo I arrojaron la presencia de limonita ($\text{FeO}(\text{OH})\cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Para el blanco, aparentemente la mezcla utilizada es de cuarzo, plagioclasa, mica (muscovita/illita) ($\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$) y yeso ($\text{SO}_4\text{Ca}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$), en menor proporción. Esta asociación no coincide con la observada en las tobas blancas de la Formación Collón Cura, que por su cercanía podrían haber sido una fuente probable de este color. La asociación es muy general y no acota ninguna fuente en particular. Sin embargo, en una muestra de pintura obtenida por Boschín y colaboradores (2003), el análisis del pigmento blanco arrojó caolinita ($\text{Al}_4(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10}$).

Cabe mencionar que en estudios previos a este trabajo se determinó que el color rosado se obtenía mezclando caolinita con hematita (Boschín et al. 2003).

Por último, se muestreó una pátina negra de la roca soporte, en un sector sin pintura. No se detectó la presencia de minerales de Mn, por lo que se presume que el color se debe a la combustión del carbón. Los resultados obtenidos son similares a los expuestos por Boschín y colaboradores (2003, 2011), donde no se detectó la presencia de Mn (ni por DRX ni por SEM-EDS) en ninguna de las pátinas negras de las cuevas analizadas. Por otro lado, en esta pátina se reconocieron, además de la mineralogía de la roca de caja, yeso y wedellita ($\text{CaC}_2\text{O}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Estos minerales se hallan presentes también en la mayoría de las pinturas muestreadas. El tema del yeso fue tratado en extenso por Boschín y colaboradores (2011), analizando las distintas funciones que cumplía este mineral: agregado como carga en la mezcla, en forma de estucado en la pared o como una pátina natural. En este muestreo, el hecho de que se encuentre presente en la pátina negra sin pintura sugiere que, al menos en la cueva Comallo I, es una acreción natural. Una conclusión similar se puede esbozar sobre la wedellita y la whewellitita ($\text{CaC}_2\text{O}_4\cdot \text{H}_2\text{O}$). Ambos son oxalatos de calcio que se consideran biominerales debido a que se originan por la actividad metabólica de organismos tales como bacterias, hongos y líquenes que pueden habitar las paredes de las rocas (Osterrieth et al. 2000).

CONSIDERACIONES FINALES

Se sugiere que las sedimentitas de la Formación Angostura Colorada –que aflora a 10 km al N de la cueva Comallo I– posiblemente hayan constituido una de las fuentes de aprovisionamiento de goethita. Esta se utilizó para distintos tonos de rojo, en algunos casos mezclándola con hematita (Tabla 2). Se infiere que este mineral se habría obtenido por calentamiento de la goethita porque no se han encontrado fuentes de hematita próximas a la Cueva. Una alternativa por considerar es que las mismas se localicen a mayor distancia o que se trate de un sesgo en el muestreo.

La localización de las fuentes del amarillo y del blanco no se alcanzó a determinar en esta etapa de la investigación. Se descarta la existencia de fuentes locales para el abastecimiento del color verde.

La presencia de yeso en la pátina negra de la roca soporte sin pintura sugiere que este es una acreción natural en esta cueva. Los oxalatos de calcio detectados en alguno de los pigmentos serían de origen biogénico.

Los aportes de la línea de investigación que hemos desarrollado en sucesivos trabajos (Arrigoni 1997; Boschín et al. 2000, 2003, 2004, 2011) permiten una aproximación

hacia el conocimiento de la tecnología involucrada en la manufactura de las pinturas rupestres: composición inorgánica, alteración de las propiedades de los minerales y mezclas destinadas a definir la paleta cromática.

Dado que habrían existido diferentes distancias hasta las fuentes, se infiere que los rangos de acción de estas poblaciones variaban desde una escala local a una regional.⁵ En Norpatagonia, un ejemplo de abastecimiento local de algunos de los materiales colorantes ha sido señalado por Bellelli y colaboradores (2003) para sitios de la Comarca Andina del Paralelo 42°.

Una prueba más del alcance de los desplazamientos y/o de la interacción entre grupos en Norpatagonia, tanto en los actuales territorios de Argentina como de Chile, reside en la ubicuidad de ciertos motivos rupestres de patrón geométrico complejo que se han documentado en sitios del bosque y de la estepa (Boschín 2009; Podestá & Tropea 2001; Podestá & Alborno 2007; Podestá et al. 2008, entre otros). Esos rangos de acción son propios del Período Tardío en el que se sitúan las ocupaciones de la cueva Comallo I y que se caracterizó por fenómenos de integración regional (Crivelli 2006; Fernández 2006; Boschín 2009). La cronología radiocarbónica y la presencia de diseños de factura posconquista en su arte, tornan consistente esta observación. Se trata de sociedades que han pasado de una explotación de recursos en un territorio circunscrito a sus bases residenciales, a un aprovechamiento de los mismos en un espacio mayor que necesariamente demandaba un conocimiento no solo del territorio propio, sino del de los vecinos. Esos desplazamientos implicaban una mayor interacción con el medio ambiente que la requerida por la escala local y permitían el intercambio con otros grupos, habilitando la socialización de los conocimientos tecnológicos y la circulación de ideas, recursos y productos.

Estas interacciones habrían asumido varias modalidades: intercambios directos entre dos grupos o indirectos, cuando implicaban la participación de uno o más asentamientos que oficiaban de intermediarios. Un ejemplo habría sido el abastecimiento del mineral que aportaba el color verde.⁶

RECONOCIMIENTOS Agradecemos a Argovis S. A. en las personas de los señores Luis Tanke y Marcos Tanke, la autorización y las facilidades puestas a nuestra disposición para ejecutar investigaciones en Establecimiento Casa de Piedra y al señor Hernández las atenciones dispensadas en el día a día de los trabajos de campo.

NOTAS

¹ Por artesanos se entienden a aquellos especialistas en ciertas actividades. Un chamán corresponde a esta categoría. Nos encontramos trabajando en la elucidación de la posible relación entre

prácticas chamánicas y rupestres en las cuevas de Comallo, y en la búsqueda de indicadores empíricos que la sustenten.

² Se consideran recursos locales aquellos ubicados en un radio no mayor de 10 km tomando al sitio como punto central.

³ Antecedentes referidos a sitios de Patagonia continental argentina: Pedersen (1970), Gradin y colaboradores (1977), Iníguez y Gradin (1978), Aschero (1985), Barbosa y Rial (1985), Barbosa y Gradin (1988), Gómez Otero (1991), Arrigoni (1997), Abad y colaboradores (1999), Belardi y colaboradores (2000), Boschín y colaboradores (2000, 2003, 2004), Wainwright y colaboradores (2000, 2002a, 2002b), Podestá y Alborno (2007).

⁴ Dentro de este tipo de estudio, en el mismo ámbito que el referido en la nota 3, remitimos a los trabajos realizados por Iníguez y Gradin (1978), Belardi y colaboradores (2000), Bellelli y colaboradores (2003) y Podestá y Alborno (2007).

⁵ La hipótesis de abastecimiento regional está referida estrictamente al aprovisionamiento de materias primas para la preparación de pinturas y no a otras materias primas (lítico, cerámico, etc.).

⁶ Sobre un total de 19 sitios de las subcuencas de los arroyos Pichileufu, Comallo y Maquinchao con un total de 1123 motivos pintados, solo en tres sitios (Alonso I, Comallo I y Cuadro Leleque) se registraron 34 motivos en color verde (2,80%).

REFERENCIAS

- ABAD, G.; M. MAIER, J. AZNARES, E. G. GROS, A. M. SELDES, M. T. BOSCHÍN & A. PÉREZ, 1999. Química arqueológica: un enfoque pluridisciplinario para el estudio del arte rupestre en la Patagonia. Poster. *XII Simposio Nacional de Química Orgánica* (Los Cocos, Córdoba), pp. 131-132. Córdoba: Sociedad Argentina de Investigaciones en Química Orgánica.
- ANGULO, R., 1975 Ms. Informe geológico de las Cuevas de Comallo. Sector Ciencias de la Tierra. Viedma: Centro de Investigaciones Científicas [informe inédito].
- ARRIGONI, G., 1997. Pintando entre lagos y bosques (Las pinturas rupestres del Parque Nacional Los Alerces. Chubut). *Arte Rupestre de la Argentina. Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael (Mendoza) Actas y Memorias XVI* (1/4): 241-268, San Rafael.
- 2010. Excavaciones arqueológicas en las cuevas de Comallo, departamento Pilcaniyeu, provincia de Río Negro. Algunos aportes a la problemática de la cultura patagónica (1982). *Rastros. Arqueología e historia de la cuenca del río Limay 3*: 1-78. Buenos Aires: Ciafic.
- ARRIGONI, G.; M. T. BOSCHÍN, A. CORDERO, E. CRIVELLI, M. FERNÁNDEZ & G. MASSAFERRO, 2011. Arqueología de la subcuenca del arroyo Comallo (Prov. de Río Negro): Territorio, signos y cronología. En *viii Jornadas de Arqueología de la Patagonia, Libro de Resúmenes*, pp. 10-11. Malargüe: Museo de Historia Natural de San Rafael.
- ARRIGONI, G.; M. T. BOSCHÍN, J. A. CORDERO, E. A. CRIVELLI, M. M. FERNÁNDEZ & G. I. MASSAFERRO, 2010. Arqueología del sudoeste de la provincia de Río Negro. Nuevas investigaciones en las cuevas de Comallo. *Rastros. Arqueología e historia de la cuenca del río Limay 3*: 1-11. Buenos Aires: Ciafic.
- ASCHERO, C. A., 1985. Notas sobre el uso de pigmentos minerales en el sitio CCP-5, Prov. de Santa Cruz, Argentina. *Primeras Jornadas de Arte y Arqueología*, pp. 13-20. Santiago: Museo Chileno de Arte Precolombino.
- BARBOSA, C. E. & C. J. GRADIN, 1988. Estudio composicional por difracción de rayos X de los pigmentos provenientes de la excavación del Alero Cárdenas (Provincia de Santa Cruz). *Relaciones XVII/1*: 143-171, Buenos Aires.
- BARBOSA, C. E. & G. E. RIAL, 1985. Análisis mineralógico por difracción de rayos X de muestras de pintura de Cerro Casa de Piedra, sitio CCP-5, Provincia de Santa Cruz, República Argentina. *Primeras Jornadas de Arte y Arqueología*, pp. 21-24. Santiago: Museo Chileno de Arte Precolombino.

- BELARDI, J. B.; A. SÚNICO & D. PUEBLA, 2000. Análisis de pigmentos minerales y sus fuentes potenciales de aprovisionamiento en el área del Lago Roca (Sector Chorrillo Malo), provincia de Santa Cruz. *Anales del Instituto de la Patagonia* 28: 291-304, Punta Arenas.
- BELLELLI, C.; M. CARBALLIDO, P. FERNÁNDEZ & V. SCHEINSOHN, 2003. El pasado entre las hojas. Nueva información arqueológica del noroeste de la provincia del Chubut. *Werken* 4: 25-42.
- BOSCHÍN, M. T., 2009. *Tierra de bechiceros. Arte rupestre de Patagonia septentrional argentina*. Salamanca: Ediciones Universidad Salamanca y Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- BOSCHÍN, M. T.; A. M. SELDES & R. M. CASAMIQUELA, 2000 Ms. Arqueología, etnografía y química: Un abordaje pluridisciplinario para el análisis del arte rupestre de la Patagonia septentrional argentina. 50 Congreso Internacional de Americanistas, Varsovia.
- BOSCHÍN, M. T.; A. M. SELDES, M. S. MAIER, R. M. CASAMIQUELA, R. E. LEDESMA & G. E. ABAD, 2003. Análisis de las fracciones inorgánica y orgánica de pinturas rupestres y pastas de sitios arqueológicos de la Patagonia septentrional argentina. *Zephyrus* LV: 183-198, Salamanca.
- BOSCHÍN, M. T.; M. S. MAIER, M. F. DEL CASTILLO BERNAL & S. D. PARERA, 2004. Análisis químico de pastas procedentes del nivel inferior de la Cueva Loncomán, Provincia de Río Negro. En *Actas del XV Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, pp. 409-410, Río Cuarto.
- BOSCHÍN, M. T.; M. S. MAIER & G. I. MASSAFERRO, 2011. Une lecture pluridisciplinaire des analyses chimiques et minéralogiques de peintures rupestres de la Patagonie argentine. *L'Anthropologie* 115 (3): 360-383, París.
- CAZAU, L.; D. MANCINI, J. CANGINI & L. SPALLETTI, 1989. Cuenca de Niriuhau. En *Cuencas Sedimentarias Argentinas*, G. Chebli & L. Spalletti, Eds., pp. 299-318, Tucumán.
- CRIVELLI, E. A., 2006. Frecuencia de creación de sitios de arte rupestre en la cuenca media y superior del río Limay (noroeste patagónico). En *Tramas en la piedra. Producción y usos del arte rupestre*, D. Fiore & M. M. Podestá, Eds., pp. 63-74, Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ, M., 2006. Cronología del Estilo de Grecas en la cuenca superior y media del río Limay. En *Tramas en la piedra. Producción y usos del arte rupestre*, D. Fiore & M. M. Podestá, Eds., pp. 75-83, Buenos Aires.
- FERUGLIO, E., 1927. Estudio geológico de la región pre y subandina en la latitud de Nahuel Huapí. *Boletín de Informaciones Petrolíferas* 4: 111-119, Buenos Aires.
- GÓMEZ OTERO, J., 1991. Cazadores tardíos en la zona fronteriza del paralelo 52 Sur. I. El Paraje de Juni Aike. *Anales Instituto de la Patagonia* 19: 47-71, Punta Arenas.
- GONZÁLEZ DÍAZ, E., 1979. La edad de la Formación Ventana en el área al norte y al este del lago Nahuel Huapí. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 34 (2): 113-124, Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, P., 1995. *Mapa geológico E. 1:200.000 de la Hoja 40 c, Comallo, Provincia de Río Negro*. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Buenos Aires: SEGEMAR [inédito].
- 1998. Geología y estratigrafía del magmatismo fanerozoico de la comarca norpatagónica entre Comallo y Añecón Grande, Río Negro, Argentina. En *Actas 10º Congreso Latinoamericano de Geología y 6º Congreso Nacional de Geología Económica*, pp. 78-83, Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, P.; A. COLUCCIA & M. FRANCHI, 2003. *Hoja 4169-III Ingeniero Jacobacci, Carta Geológica de la República Argentina, escala 1:250.000*. Buenos Aires: Servicio Geológico Minero Argentino.
- GRADIN, C. J.; C. A. ASCHERO & A. M. AGUERRE, 1977. Investigaciones arqueológicas en la Cueva de las Manos, Estancia Alto Río Pinturas (Provincia de Santa Cruz). *Relaciones* X: 201-250, Buenos Aires.
- ÍNIGUEZ, M. & C. J. GRADIN, 1978. Análisis mineralógico por difracción de rayos X de muestras de pinturas de la Cueva de las Manos, Estancia Alto Río Pinturas (provincia de Santa Cruz). *Relaciones* NS XI: 121-128, Buenos Aires.
- MANASSERO, M. & J. MAGGI, 1995. Análisis sedimentológico de la Formación Angostura Colorada (Cretácico Superior) en la región de Comallo-Jacobacci, provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 50 (1-4): 132-142, Buenos Aires.
- MAZZONI, M. & A. BENVENUTO, 1990. Radiometric ages of Tertiary ignimbrites and the Collón Cura Formation, northwestern Patagonia. En *Actas 11º Congreso Geológico Argentino* 1, pp. 87-90, Buenos Aires.
- NULLO, F., 1979. Descripción geológica de la Hoja 39c, Paso Flores, provincias de Río Negro y Neuquén. *Boletín* 167. Buenos Aires: Servicio Geológico Nacional.
- ODIN, G. S.; A. DESPRAIRIES, P. D. FULLAGAR, H. BELLON, A. DECARREAU, F. FROHLICH & M. ZELVELDER, 1988. Chapter D. Nature and Geological Significance of Celadonite. *Developments in Sedimentology* 45: 337-398.
- OSTERREITH, M.; F. OYARBIDE & V. BORDAS, 2000. Biominerales de oxalato de calcio en suelos de Laguna de los Padres, Buenos Aires, Argentina. *Ciencia del suelo* 18: 50-58.
- PASCUAL, R. & O. ODREMAN RIVAS, 1971. Evolución de las comunidades de los vertebrados del Terciario Argentino. Los aspectos paleo-zoogeográficos y paleoclimáticos relacionados. *Ameghiniana* 8 (3-4): 372-412, Buenos Aires.
- PEDERSEN, A., 1970. El arte rupestre del Parque Nacional Perito Moreno (Prov. de Santa Cruz, Patagonia, República Argentina). En *Actes du Symposium International d'Art Préhistorique*, pp. 443-460. Capo di Ponte: Edizione del Centro.
- PODESTÁ, M. M. & E. TROPEA, 2001. Expresiones del arte rupestre tardío en el ecotono bosque-estepa (Comarca Andina del paralelo 42º. Patagonia). En *Actas XVI Congreso Nacional de Arqueología Argentina* III, pp. 555-571, Buenos Aires.
- PODESTÁ, M. M. & A. M. ALBORNOZ, 2007. El arte rupestre del sitio Paredón Lanfré dentro del contexto arqueológico del valle del río Manso inferior (Pcia. de Río Negro). *Resúmenes ampliados, XVI Congreso Nacional de Arqueología Argentina* 3, pp. 118-123, San Salvador de Jujuy.
- PODESTÁ, M. M.; C. BELLELLI, R. LABARCA, A. ALBORNOZ, A. VASSINI & E. TROPEA, 2008. Arte rupestre en pasos cordilleranos del bosque andino patagónico (El Manso, Región de Los Lagos y Provincia de Río Negro, Chile-Argentina). *Magallania* 36 (2): 145-156, Punta Arenas.
- POMIÉS, M. P.; G. MORIN & C. VIGNAUD, 1998. XRD study of goethite-hematite transformation: application to the identification of heated prehistoric pigments. *European Journal of solid state and Inorganic Chemistry* 35: 9-25.
- POMIÉS, M. P.; M. MENU & C. VIGNAUD, 1999. Red Paleolithic pigments: natural hematite or heated goethite? *Archaeometry* 41: 275-285.
- RABASSA, J., 1975. Geología de la región de Pilcaniyeu-Comallo, provincia de Río Negro, Argentina. Fundación Bariloche, *Publicaciones del Dpto. de Recursos Naturales y Energía*, 17, San Carlos de Bariloche.
- 1979. Estratigrafía de la región de Pilcaniyeu-Comallo, provincia de Río Negro. En *Actas 7º Congreso Geológico Argentino* 1, pp. 731-746, Buenos Aires.
- RAPELA, C.; L. SPALLETTI & J. MERODIO, 1983. Evolución magmática y geotectónica de la "Serie Andesítica" andina (Paleoceno-Eoceno) en la Cordillera Norpatagónica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 38 (3-4): 469-484, Buenos Aires.
- RAPELA, C.; L. SPALLETTI, J. MERODIO & E. ARAGÓN, 1984. El vulcanismo paleoceno eoceno de la provincia andino-patagónica. En *Geología y recursos naturales de la Provincia de Río Negro*, 1 (8), V. Ramos, Ed., pp. 189-214, Buenos Aires.
- RAVAZZOLI, I. & F. SESANA, 1977. Descripción geológica de la Hoja 41 c Río Chico. *Boletín* 148. Buenos Aires: Servicio Geológico Nacional.
- RIAL, G. & C. BARBOSA, 1983-1985. Análisis mineralógico por difracción de rayos X de muestras de pinturas del cerro Casa de Piedra, Sitio CCP5 (Provincia de Santa Cruz, República Argentina). *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología* 10: 307-311.
- ROTH, S., 1899. Reconocimiento de la región andina de la República Argentina. Apuntes sobre la geología y paleontología de Río Negro y Neuquén. *Revista Museo de La Plata* 9:141-197.

- VILLALBA, R., 1994. Fluctuaciones climáticas en latitudes medias de América del Sur durante los últimos mil años: sus relaciones con la Oscilación del Sur. *Revista Chilena de Historia Natural* 67: 453-461.
- VOLKHEIMER, W., 1973. Observaciones geológicas en el área de Ingeniero Jacobacci y adyacencias, provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 28 (1): 13-36, Buenos Aires.
- WAINWRIGHT, I. N. M.; K., HELWIG, M. M. PODESTÁ & C. BELLELLI, 2000. Analysis of pigments from rock painting sites in Río Negro and Chubut Provinces, Argentina. En *Arte en las rocas*, M. M. Podestá & M. de Hoyos, Eds., pp. 203-206. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología, AINA.
- WAINWRIGHT, I. N. M.; K. HELWIG, D. S. ROLANDI, C. GRADIN, M. M. PODESTÁ, M. ONETTO & C. A. ASCHERO, 2002a. Rock painting conservation and pigment analysis at Cueva de las Manos and Cerro de los Indios, Santa Cruz (Patagonia), Argentina. *13th Triennial Meeting*, pp. 582-588. Río de Janeiro: ICOM Committee for Conservation.
- WAINWRIGHT, I. N. M.; K. HELWIG, D. S. ROLANDI, C. A. ASCHERO, C. GRADIN, M. M. PODESTÁ, M. ONETTO & C. BELLELLI, 2002b. Identification of pigments from rock painting sites in Argentina. En *10^o Journées d'études de la Section Française de l'Institut International de Conservation*, pp. 15-24, París.
- YRIGOYEN, M., 1969. Problemas estratigráficos del Terciario de Argentina (Relato). Asociación Paleontológica Argentina. *Ameghiniana* 6 (4), Buenos Aires.

