



RMA
Arqueología

Arte rupestre y vulcanología: aporte para una cronología relativa de los grabados de Las Papas (dpto. Tinogasta, Catamarca)

Rock art and volcanology: input for a relative chronology of Las Papas engravings (dpto. Tinogasta, Catamarca)

Norma Ratto*, Alejandro Rodríguez González**, Mara Basile***, Francisco J. Pérez Torrado** y José L. Fernández Turiel****

*Universidad de Buenos Aires, Instituto de las Culturas (UBA-CONICET) Facultad de Filosofía y Letras, Museo Etnográfico J. B. Ambrosetti, CABA, Argentina. E-mail: nratto@filo.uba.ar

**Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (i-UNAT), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. España. E-mails: alejandro.rodriguezgonzalez@ulpgc.es y franciscojose.perez@ulpgc.es

***Universidad de Buenos Aires, CONICET, Instituto de las Culturas (UBA-CONICET), Facultad de Filosofía y Letras, Museo Etnográfico J. B. Ambrosetti, CABA, Argentina E-mail: basilemara@gmail.com

****ICTJA-CSIC, Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera. Barcelona, España. E-mail: jlfernandez@ictja.csic.es

Resumen

La quebrada de Las Papas fue colmatada por flujos piroclásticos producto de la última erupción del Complejo Volcánico de Cerro Blanco (ca. 4200 años AP) localizado en la Cordillera de San Buenaventura (4000 msnm). Cerca del pueblo de Las Papas se emplazan tres conjuntos de rocas grabadas a 2700 msnm y 20 km al sur del foco de la erupción. En los 23 bloques se identificaron 184 grabados fundamentalmente no-figurativos. Como presentan tanto pátinas claras como oscuras, no fue posible establecer una asociación exclusiva entre una categoría de motivo y un tipo de pátina. En este trabajo presentamos un primer modelo de cálculos volumétricos para estimar la tasa de incisión en función del desalojo del material piroclástico de la quebrada de Las Papas a lo largo de 4200 años, y estimar cuándo estuvieron los bloques disponibles para su intervención. Para ello, articulamos el registro de campo, el análisis de imágenes satelitales, el modelado y elaboración de una paleo-topografía de curvas de nivel del terreno inmediatamente después de la erupción y la datación de un entierro excavado en una terraza fluvial del río Las Papas. De esta manera, pudimos estimar una cronología relativa y establecer que las rocas soportes estuvieron disponibles para su intervención visual a partir del año 900-1000 a.C. Además, el análisis de las diferencias de pátina y la comparación con el registro rupestre regional sugiere que la producción de los grabados fue discontinua en el tiempo y que un conjunto de imágenes no figurativas son las más antiguas.

Palabras Clave: Grabados rupestres; Vulcanología; Bioarqueología; Cronología relativa; Región de Fiambalá.

Abstract

Las Papas ravine was silted by pyroclastic flows the last eruption of the Cerro Blanco Volcanic Complex (ca. 4200 years BP), located in the Cordillera de San Buenaventura (4000 masl). Three sets of engraved rocks are located near the town of Las Papas at 2700 masl and about 20 km south of the focus of eruption. In 23 blocks were identified 184 images with broad domain of non-figurative motifs. Since they have both light and dark patinas, it was not possible to establish an exclusive partnership between one category of motif and a kind of patina. This work presents a first model of volumetric calculations to estimate the rate of incision depending on the erosion of pyroclastic material of Las Papas ravine over 4200 years. To do this, we articulate field work, analysis of satellite images, modeling and development of the contour lines of paleo-topography immediately after the eruption, and dating of a burial excavated in a terrace of Las Papas river. We evaluate when each block was available for visual intervention, depending on their spatial location and altitude to estimate a relative chronology for the engraved media. In this way it was possible to estimate a relative chronology for the engraved blocks and to establish that they were available for their visual intervention from 900-1000 B.C. In addition, the analysis of the differences of patina and the comparison with the regional register suggests that the production of the engravings was discontinuous in time and that a set of non-figurative images are the ancient ones.

Keywords: Rock engravings; Volcanology; Bioarchaeology; Relative chronology; Fiambalá region.

Recibido 29-05-2017. Recibido con correcciones 20-08-2017. Aceptado 23-05-2018

Revista del Museo de Antropología 11 (1): 75-84, 2018 / ISSN 1852-060X (impreso) / ISSN 1852-4826 (electrónico)

<http://revistas.unc.edu.ar/index.php/antropologia/index>

IDACOR-CONICET / Facultad de Filosofía y Humanidades – Universidad Nacional de Córdoba - Argentina

Los trabajos realizados en el marco del Proyecto Arqueológico Chaschuil-Abaucán¹, indican que en la región de Fiambalá (Catamarca, Argentina) el emplazamiento de las manifestaciones rupestres, grabadas y pintadas, se encuentra restringido a geoformas de valle y cordillera (Ratto et al. 2000-2002; Ratto y Basile 2009; Basile y Ratto 2011, 2012-2014; Basile 2012, 2013; entre otros). El análisis de sus lugares de emplazamiento nos ha permitido sostener, en términos generales, que este tipo de manifestaciones funcionaron como marcadores espaciales de las vías de circulación utilizadas en el pasado.

La asignación cronológica de las imágenes rupestres en esta región demanda la implementación de estrategias particulares ya que ninguno de los sitios presenta sedimentación suficiente como para permitir la reconstrucción y datación de sus contextos. Tampoco se registraron evidencias de superposiciones, mantenimiento o reciclado entre las manifestaciones ni, a excepción del sitio Grabados Las Papas (en adelante GLP), diferencias en las tonalidades de sus pátinas. En consecuencia, para la asignación temporal relativa de estas imágenes nos basamos en las semejanzas de diseño existentes entre las manifestaciones rupestres de la región de Fiambalá y otras registradas en secuencias extra-regionales que cuentan con calibración absoluta, particularmente en la microrregión de Antofagasta de la Sierra (Aschero 1999, 2000, 2006, entre otros). Asimismo, el análisis se complementó integrándolas con los repertorios temáticos desplegados en otros soportes materiales (cerámica y textiles) procedentes de sitios de la región y zonas aledañas también calibrados temporalmente (Basile

¹ Este es el nombre genérico dado a distintos proyectos que a lo largo de la historia fueron acreditados por organismos científicos-académicos (Universidad Nacional de Catamarca, Universidad de Buenos Aires, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, entre otros) bajo la dirección de la Dra. N. Ratto.

2012, 2013). En esta oportunidad, nos proponemos estimar una cronología relativa que permita enmarcar la intervención de los bloques de GLP. Estos bloques se encuentran emplazados en la quebrada del río Las Papas a unos 20 km del foco de la última erupción del Complejo Volcánico de Cerro Blanco (en adelante CVCB) localizado en la Cordillera de San Buenaventura, límite inter-departamental Tinogasta-Antofagasta de la Sierra en Catamarca, en cota de 4000 msnm (Puna Sur) (Figura 1). Los flujos piroclásticos resultantes de esta importante erupción datada ca.4200años AP (Fernández Turriel et al. 2013) rellenaron la quebrada en que se ubican los grabados.

Los motivos no-figurativos que predominan en GLP no tienen relación con el perfil del arte rupestre regional de Fiambalá. Si bien guardan algunas semejanzas con el repertorio pintado de la Cueva de La Salamanca, asignado en forma relativa a finales del Arcaico (Basile y Ratto 2015), que residen en el uso de los mismos recursos visuales para resolver ciertas imágenes (trazos rectilíneos y curvilíneos, las cruces de contorno curvilíneo y los círculos con radios o elementos interiores) se diferencian no sólo en términos técnicos sino que allí prevalecen los trazos lineales simples, mientras que en GLP el repertorio se diversifica (Basile y Ratto 2016). En simultáneo, a nivel macro-regional, particularmente en Antofagasta de la Sierra, motivos no-figurativos similares se han adscrito a los momentos iniciales del período Formativo, asociados a las primeras poblaciones productivas de esta microrregión (Aschero 2000). En ese contexto, tanto la vulcanología como la bioarqueología pueden constituirse en una vía de análisis independiente para evaluar si los Grabados de Las Papas fueron realizados antes o después de la erupción.

Aquí presentamos el primer modelo de cálculos volumétricos para estimar la tasa de incisión en función del desalojo del material piroclástico de la quebrada de Las

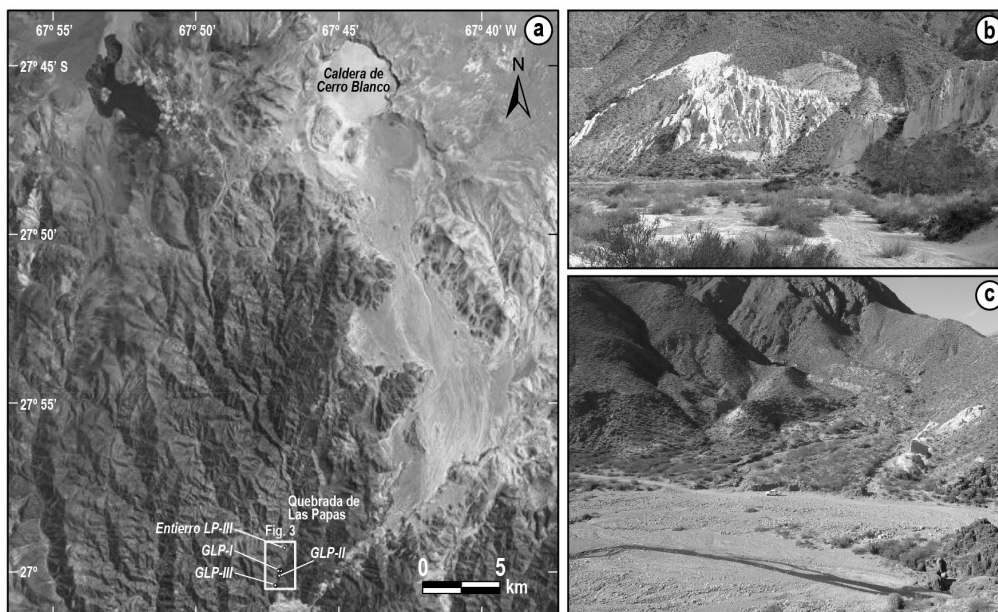


Figura 1: (a) Localización de los tres conjuntos de bloques grabados del sitio GLP, la caldera del CVCB y el entierro LP-III; (b) y (c) vista de los relictos de ignimbrita denominados "fantasmas" desde los grabados del conjunto 1

Figure 1: (a) Location of the three sets of engraved blocks of GLP site, the CVCB boiler and the LP-III burial; (b) and (c) a view of the relics of ignimbrite called "ghosts" from the set 1 engravings

Papas a lo largo de 4200 años, lo que nos permitió evaluar a partir de cuándo los bloques estuvieron disponibles para su intervención visual. Para ello, articulamos el registro de campo, el análisis de imágenes satelitales, el modelado y reconstrucción paleo-topografía a partir de curvas de nivel del terreno, inmediatamente después de finalizada la erupción, y la datación de un entierro excavado en una terraza fluvial del río Las Papas, margen derecha, que nos permitió estimar cuándo este espacio estuvo disponible para su modificación humana.

La datación directa de grabados rupestres es aún un tema de debate (Bednarik 2007, Ward 2016). Las técnicas cronométricas empleadas son experimentales, demandan requisitos específicos y presentan ciertos problemas cuya solución requiere de mayor investigación, desarrollo, aplicación y testeo (Whitley 2012). En el Noroeste argentino, recientemente se ha comenzado a aplicar la datación por microlaminación del barniz (VML) sobre artefactos líticos recuperados en superficie (Somonte y Baied 2013) pero esta técnica aún no ha sido empleada para grabados rupestres, aplicación que tampoco fue viable en el Norte de Chile debido a la extrema aridez regional (D. Valenzuela, com. pers., septiembre 2017). Es en este marco que la articulación propuesta entre la información vulcanológica, bioarqueológica y visual, aunque relativa, nos permite postular una edad mínima de realización para los grabados que resulta de interés tanto a nivel regional como extra-regional.

Antecedentes sobre el vulcanismo en la zona de estudio y los bloques de Las Papas

La erupción del Complejo Volcánico de Cerro Blanco
Numerosos depósitos piroclásticos de caída de ceniza volcánica se presentan en las series del Cuaternario superior del noroeste de Argentina, relacionados con erupciones de múltiples volcanes de la Zona Volcánica Central de los Andes (Malamud *et al.* 1996; Trauth *et al.* 2003; Hermanns y Schellenberger 2008; Montero-López *et al.* 2009). Sin embargo, cuando se considera sólo el Holoceno la investigación en curso ha permitido verificar que estos depósitos corresponden a tres erupciones volcánicas. La más antigua se produjo en el Holoceno temprano, la segunda en el Holoceno medio y la última en el Holoceno tardío. Destacan una serie de depósitos muy discontinuos pero de potencias decimétricas a métricas de naturaleza riolítica en Catamarca, Tucumán, Salta y Santiago del Estero que se produjeron como consecuencia de una gran erupción del CVCB que tuvo lugar hace unos 4200 años (según material carbonizado incluido en ignimbrita; muestra CB-0102C, núm. laboratorio Beta-331280; Laguna Aguada Alumbreira (26°53'16.05"S, 67°44'48.68"W); con dos posibles rangos de edades, 2459-2199 cal AC, $p = 0,949$, y 2158-2199 cal AC, $p = 0,050$, calibrado a 2 sigmas con el programa OxCal 4.3 Bronk Ramsey and Lee 2013, usando la curva SHCal13 de Hogg *et al.* 2013) y cuyo Índice de Explosividad Volcánica

sería de 7 (en una escala de 0-8) (Fernandez-Turiel *et al.* 2013)². Con un volumen de ~110 km³ de depósitos de caída de ceniza y de flujos piroclásticos y un área afectada de ~440.000 km², esa erupción es la mayor ocurrida en la Zona Volcánica Central de los Andes en los últimos cinco milenios. Dichos flujos se orientaron hacia el N y hacia el S a lo largo de unas decenas de km, siendo los orientados hacia el S del foco eruptivo los que rellenaron la quebrada de Las Papas con sus depósitos (ignimbritas). Por el contrario, los depósitos piroclásticos de caída se orientaron preferentemente hacia el ESE, empujados por los vientos dominantes y alcanzando distancias de varios centenares de km.

La elevada explosividad y la frecuencia eruptiva del CVCB, con varios eventos durante el Pleistoceno superior-Holoceno (Arnoso *et al.* 2008; Montero-López *et al.* 2010; Báez *et al.* 2015), plantea escenarios de riesgo volcánico inéditos en la región. Por otra parte, las implicaciones de los resultados que se están obteniendo van mucho más allá de disponer de un excelente marcador cronoestratigráfico para reconstruir la historia geológica holocena de una extensa área del Cono Sur. La interacción de las cenizas con el viento y el agua en las grandes cuencas hidrológicas afectadas debió movilizar enormes cantidades tanto de material particulado como de elementos químicos a la Llanura Chacopampeana. Por lo tanto, una mejor comprensión de estos depósitos es de importancia crítica porque pueden ser utilizados como marcadores cronoestratigráficos para diferentes aplicaciones (paleoambiente / clima, arqueología, paleontología), así como para estudiar el impacto de la deposición de los productos eruptivos sobre el medio ambiente, lo que incluiría la estimación de las tasas de sedimentación, la geomorfología, la susceptibilidad a deslizamientos de laderas, aportes de elementos potencialmente tóxicos al sistema hídrico, el impacto en la sociedad, entre otros.

Características de los bloques grabados

Los bloques de GLP se emplazan en la vertiente meridional de la Cordillera de San Buenaventura en cota de 2700 msnm. Las imágenes se encuentran grabadas en 23 bloques de andesita localizados en las laderas de los cerros en el margen izquierdo aguas abajo del río Las Papas. No todos los bloques disponibles en el área fueron visualmente intervenidos a pesar de presentar litología y dimensiones similares. Aquellos seleccionados para ser grabados se disponen en forma aislada (GLP-II) o formando conjuntos (GLP-I y GLP-III). Además, se asocian con vías de circulación que comunican esta zona con el valle o bolsón de Fiambalá, y actualmente son utilizadas por la gente que transita con animales para sortear las dificultades impuestas por las crecidas estivales del río Las Papas (Ratto y Basile 2012-2014; Basile y Ratto 2016).

² Las investigaciones conducidas sobre el Complejo Volcánico Cerro Blanco han sido financiadas por el proyecto QUECA (MINECO, CGL2011-23307).

En estos bloques hemos identificado 184 imágenes grabadas con amplio predominio de las no-figurativas (172:184), entre las que se destacan los trazos lineales, los círculos simples o adosados con apéndices, las cruces de contorno curvilíneo y los geométricos complejos³. Las escasas imágenes figurativas son únicamente zoomorfas: rastros, camélidos y serpientes (12:184).

Estos bloques constituyen el único caso de la región en el que se registraron imágenes con diferencias en las tonalidades de las pátinas de los surcos grabados (Figura 2). Su presencia son el resultado de un proceso acrecional que resulta en la formación de una película sobre la superficie de las rocas compuesta por óxidos

³ Consideramos geométricos complejos a aquellas imágenes conformadas por diversas combinaciones de trazos rectilíneos y curvilíneos que se repiten sucesivamente conformando diseños intrincados (en base a Re et al. 2011).

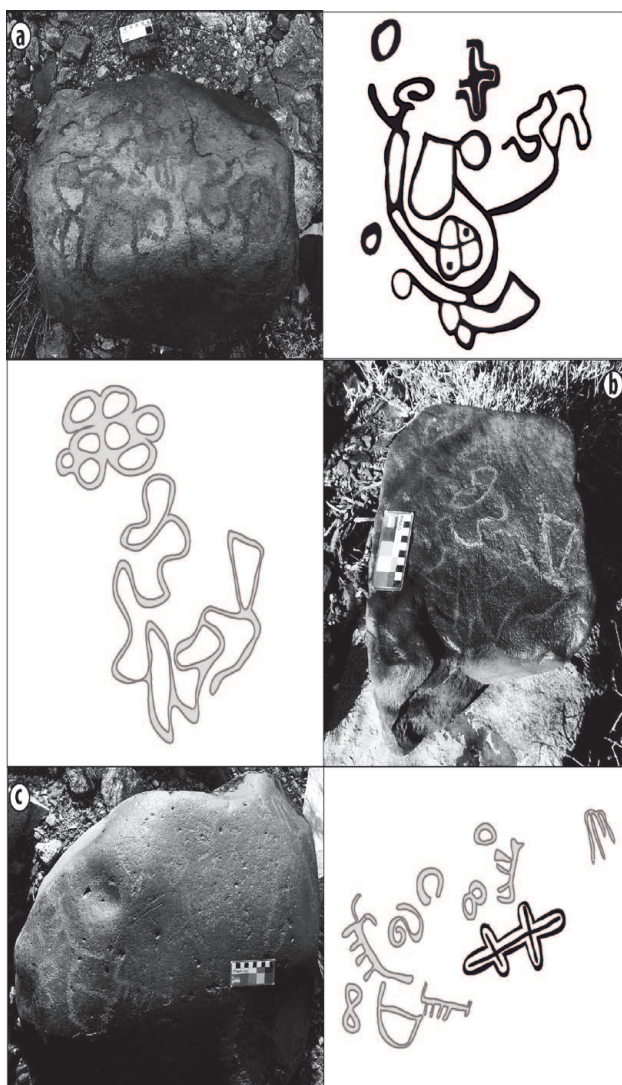


Figura 2: Selección de los bloques de GLP conteniendo motivos: (a) sólo con pátinas oscuras; (b) sólo con pátinas claras; y (c) con pátinas tanto claras como oscuras

Figure 2: Selection of GLP blocks containing motifs: (a) only with dark patinas; (B) only with clear patinas; and (c) with both clear and dark patinas

de manganeso y hierro (Dorn 2007; Aulinas et al. 2015). Esta película se desarrolla únicamente sobre la superficie de materiales que se encuentran expuestos y nunca se forma sobre materiales enterrados (Somonte y Collantes 2010). Estos fenómenos naturales que advierten el paso del tiempo, pueden ser utilizados como indicador cronológico relativo cuando se comparan las diferencias en las tonalidades de las pátinas existentes entre grabados realizados sobre paneles que presentan la misma orientación y en tal sentido han sido ampliamente utilizados (Re et al. 2005, 2011; Falchi et al. 2011; Martel et al. 2012; entre otros).

Durante el relevamiento de los grabados observamos que en GLP los motivos figurativos presentaban únicamente pátinas claras mientras que los no-figurativos tanto claras como oscuras (Ratto y Basile 2012-2014). Aunque la mayoría de las imágenes no figurativas de GLP no tienen correlato en los repertorios conocidos para nuestra región de estudio, algunas de ellas (cruces de contorno curvilíneo o circunferencias concéntricas o con apéndice, trazos curvilíneos) fueron adscriptas a inicios del período Formativo en sitios extra-regionales, como, por ejemplo, Laguna Blanca y Quebrada Seca-1 ubicados en el Departamento de Belén y de Antofagasta de la Sierra, respectivamente. Por su parte, las figuras zoomorfas de GLP son recurrentes en los repertorios de los sitios de la región de Fiambalá adscritos al primer milenio de la era. Además, resulta sugestiva la ausencia de motivos que remitan por sus diseños a tiempos posteriores al desarrollo del largo proceso formativo regional que llega al siglo XIII en nuestra región (Ratto y Basile 2012-2014, Basile y Ratto 2016).

El registro en terreno de los relictos de la última erupción del CVCB nos permitió documentar la altura máxima que alcanzó el relleno piroclástico resultante y determinar que el valle, en cuya ladera se emplazan los grabados, fue completamente colmatado como producto de esa erupción. Si bien no había, dentro del repertorio de Grabados Las Papas, ningún motivo que pudiera interpretarse como una representación de la erupción, tal como fuera documentado en ciertas regiones Asia (Karakhanian et al. 2002), nos preguntamos si era posible, por un lado, relacionar estos eventos volcánicos con la intervención visual de los bloques y, por otro, determinar si los grabados, particularmente los no figurativos que presentaban pátinas oscuras y claras, habían sido realizados antes o después de la última erupción del CVCB datada ca. 4200 años AP. Para responder estas inquietudes era fundamental poder determinar a partir de cuándo los 23 bloques soportes estuvieron disponibles para ser visualmente intervenidos y así poder asignarle un "tiempo" relativo a las imágenes grabadas.

El aporte de la bioarqueología

En la zona de La Banda, al ingreso del pueblo de Las Papas, se realizó el rescate arqueológico de un entierro

primario denominado LP-III (Figura 1). Se trata de un único individuo adulto inhumado en posición decúbito dorsal extendida con dirección norte-sur, el que fue dispuesto dentro de una cámara rectangular revestida con lajas, cuyo cráneo estaba levantado y sostenido por una roca canteada enterrada en el sedimento, como único acompañamiento. Un fechado radiocarbónico arrojó una cronología de 2.740 ± 60 AP (LP-3200, colágeno óseo humano); la calibración ubica al entierro a comienzos del primer milenio antes de la era cristiana (999-789 cal. a.C., $p = 0,95$, calibrados a 2 sigmas con el programa Caliv Rev 7.0.4 de Hogg *et al.* 2013) (Ratto *et al.* 2016). El rescate del entierro de este individuo depositado dentro del sedimento aluvial indicó que en esa fecha esa terraza ya estaba liberada de la ignimbrita, información que fue fundamental para calibrar aún mejor el cálculo inicial (ver más acápite siguiente).

Articulando metodologías: materiales y métodos de la vulcanología y la arqueológica

Tal como mencionamos, la quebrada de Las Papas donde se emplazan los grabados fue totalmente colmatada por depósitos de flujos piroclásticos (ignimbritas) de la última erupción del CVCB. Hoy quedan relictos de estos depósitos, que la gente del lugar denomina "fantasmas" por conformar figuras fantasmagóricas de color blanco, "colgadas" en las laderas de los cerros que conforman la quebrada (ver Figura 1a). Estos relictos constituyen indicadores de la altura máxima que alcanzó el relleno de la quebrada, ya que gran parte del depósito fue erosionado por los agentes agua y viento a lo largo de las centurias.

Durante el registro de campo cada uno de los bloques grabados fue georreferenciado tanto por coordenadas geográficas como por cota altitudinal. En sus superficies se detectaron diversidad de imágenes, tal como mencionamos, que no se distinguían respecto del ancho y profundidad de sus surcos grabados, pero que presentaban tonalidades de pátina diferentes. Para abordar estas particularidades clasificamos las imágenes en función de la presencia de pátinas claras u oscuras en sus surcos y concentramos el análisis solo en aquellas que se desplegaban en las caras de los bloques con orientación boreal (174:184). De esta manera, consideramos que es más precisa la comparación de las pátinas inter-bloques.

Desde lo geológico, sobre la base de la información relevada en terreno, se elaboró un modelo de cálculos volumétricos para estimar la tasa de incisión en las ignimbritas a lo largo de 4200 años AP. Para ello, articulamos información carto-topográfica y bioarqueológica, para luego relacionarla con el registro de las pátinas diferenciales en las caras boreales de los bloques grabados.

Las herramientas de los Sistemas de Información

Geográfica permiten realizar estimaciones precisas y de manera eficiente. Inicialmente se realizó el análisis de imágenes satelitales de la zona de estudio para obtener una primera aproximación geológica-geomorfológica. Este trabajo se complementó con el reconocimiento de campo de los afloramientos de ignimbritas observadas en las imágenes satelitales, resultando una cartografía geológica de mayor detalle. El conjunto de toda esta información (satelital y de campo) fue usada para la modificación de las curvas de nivel de la actual topografía y, de este modo, reconstruir las paleo-topografías de dos momentos temporales claves: pre-erupción (terreno no afectado por la erupción del CVCB) y post-erupción (terreno afectado por el relleno de los depósitos volcánicos originales sin que aún los hayan afectado los procesos erosivos). Las dos paleo-topografías y la topografía actual (en la que los depósitos volcánicos originales que rellenaron la quebrada y el sustrato previo ya muestran los efectos de los procesos erosivos) se transformaron en Modelos Digitales de Elevación (MDE). Al comparar entre sí los tres MDE resultantes, se obtienen las superficies cubiertas por los depósitos volcánicos y las posteriormente erosionadas, los volúmenes de relleno de los depósitos volcánicos y los desalojados posteriormente por los fenómenos erosivos, entre otros parámetros morfométricos. El MDE de la topografía actual se obtuvo a partir de la SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) con una resolución del tamaño de píxel de 30 m y en el que se consideró como altura máxima del relleno de las ignimbritas la cúspide de los "fantasmas" dispuestos en las laderas de los cerros y registrados en el campo.

Este análisis paleo-topográfico general fue posteriormente replicado, mediante un análisis similar, en distintos sectores de la quebrada, específicamente en los lugares de emplazamiento de los tres conjuntos de grabados y del entierro LP-III, que se encuentra unos 1100 m aguas arriba del primer conjunto. El fechado radiométrico del contexto funerario, contenido dentro de sedimento aluvial de la terraza de la margen derecha del río Las Papas, indicaba que aproximadamente a partir del 2740 ± 60 años AP esa área ya estaba liberada de las ignimbritas, por lo que fue considerada como una fecha de referencia para afinar el modelo propuesto.

Resultados

Altitudes y pátinas de los bloques con grabados

De las 184 imágenes relevadas en los 23 bloques del sitio GLP, 119 y 65 presentan pátina oscura y clara, respectivamente. Tal como se adelantó, trabajamos con una muestra de 174 grabados en 22 bloques que presentan orientación boreal, de los cuales 111 y 63 tienen pátina oscura y clara, respectivamente.⁴ Esos 22 bloques fueron agrupados en tres conjuntos, los dos

⁴ Las 10 imágenes que no se consideran en este análisis fueron desplegadas en los laterales de las rocas soporte de los bloques LP-04 (3:3), LP-07 (4:17) y LP-20 (3:10).

primeros están conformados por soportes muy próximos unos de otros, mientras que los del tercero se emplazan unos 565 m lineales, aguas abajo. Todos están ubicados en las laderas de los cerros de la margen izquierda del río Las Papas, pero a diferentes altitudes.

En la Tabla 1 se presenta la cota altitudinal de emplazamiento de cada uno de los 22 bloques con grabados cuyas diferencias de pátinas analizamos. Se observa que los bloques del conjunto 1 (LP-01 a LP-16) se ubican en una altitud que oscila entre 2651 y 2699 msnm, registrándose 57 motivos con orientación boreal; 28 y 29 de los cuales presentan pátina oscura y clara, respectivamente. Por su parte, el conjunto 2 (LP-017) está ubicado a 2683 msnm y contiene 34 grabados, todos boreales, de los cuales 31 y 3 presentan pátina oscura y clara, respectivamente. Por último, los bloques del conjunto 3 (LP-18 al LP-23) se emplazan en cotas altitudinales que oscilan entre los 2625 y los 2635 msnm y presentan 83 motivos con orientación boreal; 52 y 31 de los cuales exhiben pátina oscura y clara, respectivamente.

En síntesis, en GLP hay algunos bloques que sólo presentan imágenes con pátinas oscuras o claras y hay otros en los

Tabla 1: Clasificación de las imágenes con orientación boreal (174:184) de los tres conjuntos de bloques con grabados del sitio GLP, en función de la tonalidad de sus pátinas

Table 1: Classification of images with boreal orientation (174:184) of the three sets of engraved blocks of GLP site, depending on the tone of their patinas

Conjunto	Bloques	Altitud (msnm)	Cantidad de motivos con orientación boreal		Total
			pátina oscura	pátina clara	
GLP-I (57:64)	LP01	2689	2	3	5
	LP02	2699	3	1	4
	LP03	2699	3	-	3
	LP05	2697	3	1	4
	LP06	2699	5	9	14
	LP07	2699	2	11	13
	LP08	2699	-	1	1
	LP09	2699	-	1	1
	LP10	2699	1	-	1
	LP11	2699	4	-	4
	LP12	2699	-	1	1
	LP13	2699	-	1	1
	LP14	2651	1	-	1
	LP15	2660	1	-	1
	LP16	2651	3	-	3
	Subtotal GLP-I			28	29
GLP-II (34:34)	LP17	2683	31	3	34
	Subtotal GLP-II			31	3
GLP-III (83:86)	LP18	2635	-	2	2
	LP19	2629	41	8	49
	LP20	2629	1	6	7
	LP21	2633	-	2	2
	LP22	2629	1	13	14
	LP23	2625	9	-	9
	Subtotal GLP-III			52	31
TOTAL			111	63	174

que conviven imágenes con ambas tonalidades de pátina. En este escenario, las imágenes que presentan las pátinas más claras, en su mayoría figurativas, son las menos problemáticas ya que en función de sus semejanzas con el repertorio temático conocido para la región de Fiambalá podrían ser adscritas al primer milenio. Sin embargo, el caso de las imágenes no-figurativas que presentan pátinas oscuras requiere no solo evaluar si fueron realizadas antes o después de la erupción / colmatación de la quebrada, sino que es necesario indagar en su diversidad y modos de resolución para intentar determinar si todas ellas fueron realizadas en forma relativamente contemporánea o si podemos pensar en que hay ciertas imágenes más antiguas que otras.

Reconstrucción paleo-topográfica

El modelado de las curvas de nivel de la paleo-topografía del terreno en el área de emplazamiento de los grabados, luego de la última erupción, arrojó los siguientes resultados: (a) la superficie actual aflorante de los "fantasmas" relictuales de los depósitos ignimbríticos del CVCB, en base a cartografía digital, fue calculada en 16.058 m²; (b) el volumen actual de esos "fantasmas", considerando una potencia media de 5 m, fue estimado en 80.290 m³; (c) la superficie del relleno de las ignimbritas que cubrieron todo el valle fue estimada en 362.110 m²; y (d) el volumen del manto de las ignimbritas, considerando una potencia media de 30-35 m, arrojó un valor de 13.185.775 m³. Estos cálculos permitieron estimar que la tasa de desalojo del relleno de ignimbritas de la última erupción, ca. 4200 años AP, fue de 3120 m³/año, lo que implica que la tasa de incisión media fue de 7,5 mm/año. Por lo tanto, para rebajar la cota del techo de las ignimbritas unos 20 m (que es la mayor diferencia de cota entre el techo de las ignimbritas y los grabados topográficamente más bajos) se necesitarían unos 2700 años.

Sin embargo, es importante resaltar que los valores de la tasa media constituyen un modelo temporal lineal de la erosión de las ignimbritas, sin considerar desviaciones ligadas a la alta torrencialidad de la zona, concentrada en determinadas épocas del año y en ciertos años.

Para calibrar mejor el modelo de velocidad de vaciado de las ignimbritas del CVCB de la quebrada en base a la paleo-topografía general, el área fue dividida en tres sectores considerando las altitudes de las cúspides de los relictos de ignimbritas con relación a la evidencia bioarqueológica y a los bloques grabados existentes en cada uno. A saber:

- a) Cúspide ignimbrita/entierro LP-III (sector septentrional); en la zona de ubicación del registro bioarqueológico, dentro del ejido del pueblo de Las Papas y distante unos 1100 m del primer conjunto de los GLP.
- b) Cúspide ignimbrita/GLP-I y GLP-II (sector medio): considerando el área de ubicación de ambos conjuntos

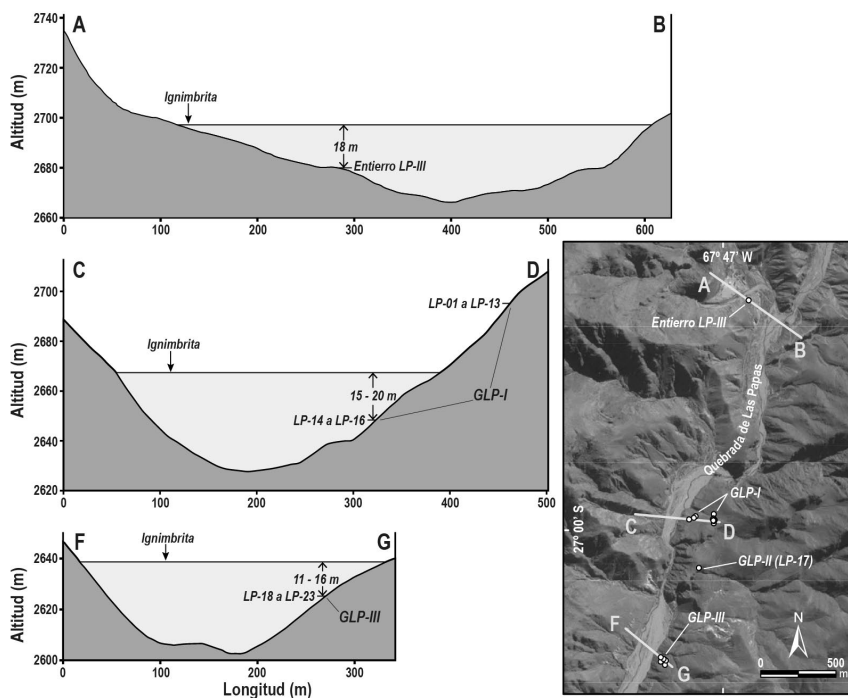


Figura 3: Sectores considerados para calibrar el modelo de relleno y vaciado de las ignimbritas del CVCB de la quebrada

Figure 3: Sectors considered to calibrate the model of filling and emptying of the CVCB ignimbrites of the ravine

Por último, en el sector meridional (GLP-III), el bloque LP-23 es el ubicado a menor cota altitudinal (2625 msnm). En la zona de emplazamiento de ese bloque, el techo de las ignimbritas (“fantasmas”) presenta una cota de 2640 msnm. Por lo tanto, la diferencia altitudinal entre el techo de las ignimbritas y el bloque LP-23 es de 15 metros. Nuevamente, si tomamos como referencia los 1460 años que transcurrieron para que estuviera disponible el sector septentrional de la quebrada, obtenemos una tasa de

de bloques, por estar relativamente próximos uno de otro. c) Cúspide ignimbrita/GLP III (sector meridional): el área de los bloques de este conjunto se ubica unos 565 metros lineales, aguas abajo, del GLP-II.

Sobre la base de esta división en tres sectores recalculamos la tasa de incisión en cada uno de ellos (Figura 3).

En el sector septentrional, la cota más alta de las ignimbritas en el pueblo de Las Papas es de 2698 msnm; mientras que la cota del entierro (LP-III) es de 2680 msnm y, dado que no está excavado en las ignimbritas sino en sedimentos aluviales, se considera que ese punto del terreno ya estaba liberado de las ignimbritas en el momento de excavar la tumba. Por lo tanto, la diferencia de las cotas ignimbritas-entierro es de 18 metros, a lo que relacionamos con la diferencia temporal de 1460 años, entre la última erupción del CVCB (ca.4200 años AP) y la fecha del entierro LP-III (2740 ± 60 años AP). De estos datos surge que la tasa de incisión media en el sector septentrional del área fue de 12,3 mm/año.

En el sector medio, los grabados ubicados a menor cota altitudinal son LP-14 y LP-15 (2660 msnm) y LP-16 (2650 msnm). La altura del manto de ignimbritas (“fantasmas”) en ese lugar oscila entre 2665 y 2670 msnm. Es decir, para liberar el sustrato del grabado ubicado en menor cota (LP-16), se tuvieron que erosionar entre 15 y 20 m de ignimbritas en un tiempo determinado. Si tomamos como referencia los 1460 años de dato certero, proveniente del sector septentrional, obtenemos tasas de incisión medias entre 10 y 14 mm/año que son muy similares a las del sector del entierro LP-III. Por lo que podemos inferir que todos los bloques de los conjuntos GLP-I y GLP-II también estaban disponibles cuando se realizó el entierro de LP-III.

incisión media de 10,3 mm/año, que es un poco inferior a las obtenidas para los otros dos sectores, pero nos puede estar dando cuenta de las diferencias de torrencialidad del desalojo de material dentro del rango temporal de 1460 años. En sí, el conjunto GLP-III también estaba disponible al momento del entierro LP-III.

En resumen, los resultados teóricos paleo-topográficos están indicando que los 22 bloques con 174 imágenes boreales grabadas del sitio GLP estaban disponibles alrededor de 2740 ± 60 años AP.

Discusión

Cuando calculamos la incisión completa desde la superficie del manto ignimbritico hasta el cauce de la quebrada actual a lo largo de los 4200 años, obtuvimos una tasa de 7,5 mm/año a través del modelo de la paleo-topografía de relleno de los depósitos de flujos piroclásticos, que abarca unos 2400 metros lineales entre el sector septentrional y el meridional por el ancho de la quebrada. Sin embargo, cuando dividimos ese segmento en tres sectores y nos referenciamos con respecto a la datación del entierro LP-III, los resultados fueron diferentes, ya que obtuvimos tasas de incisión de 12,3, 10-14, 10,3 mm/año, para los sectores septentrional, medio y meridional, respectivamente. Estas notables diferencias en las tasas de incisión pueden deberse a distintas causas. Lo más evidente es que cuando consideramos rangos temporales más acotados, 1460 años para el desalojo en vez de los 4200 años, las tasas medias aumentan porque obtenemos una mejor calibración. Pero también podría significar que el proceso de incisión no fue gradual a lo largo del tiempo, es decir, fue alta al principio (entre 4200 y 2700 años) y disminuyó luego. Eso implicaría algún tipo de cambio

en el régimen de torrencialidad y/o reajustes isostáticos (elevaciones del terreno) de los que no contamos con datos para poder evaluar. De igual manera, pudo existir un periodo muy torrencial de un año, por diversas causas relacionadas con intensas lluvias y deshielo, que ocasionaron una fuerte erosión en esos momentos, para luego estabilizarse en los años subsiguientes, casi sin erosión. Por lo que nuevamente hacemos hincapié en la observación de que los cálculos de tasas medias son puramente matemáticos, de ahí la importancia de acotar el análisis con datos complementarios, como es el caso del fechado radiométrico de la muestra bioarqueológica que aquí incorporamos.

Por eso, consideramos que lo más prudente, al estado actual de la investigación, es considerar las dos estimaciones de erosión más concretas con que contamos, es decir, el relleno de la quebrada por las ignimbritas de la última erupción del CVCB (ca. 4200 años AP) y la del entierro LP-III (ca. 2740 años AP), y considerar como parámetro el rango temporal de 1460 años del desalojo de material ignimbítico en el sector septentrional.

Estos resultados nos permitieron postular una fecha más precisa a partir de la cual los bloques en los que se desplegaron los grabados de Las Papas empezaron a estar disponibles. Sin embargo, las diferencias de tonalidades en las pátinas registradas en los surcos de estas imágenes nos indican que fueron realizadas en distintos momentos luego del año 900-1000 a.C. Al respecto, sabemos que hay micro factores que pueden alterar estas coloraciones por eso hemos seleccionado para este análisis únicamente las caras boreales a fin de minimizar las diferencias de exposición entre los bloques. Si bien nada es lineal, dado que las rocas soporte son las mismas, todas están igualmente expuestas a los mismos factores climáticos, sin obstáculos que las protejan y no se han registrado líquenes en sus superficies, asumimos que el proceso de formación de las pátinas fue similar en todos los casos y por lo tanto consideramos que las diferencias en su coloración tienen implicancia temporal.

El análisis de estas diferencias de pátinas y la puesta en relación de la forma de resolución de las imágenes del sitio GLP y de Cueva de la Salamanca en un trabajo previo (Basile y Ratto 2016) nos permiten postular que hay ciertas imágenes no figurativas que en GLP presentan únicamente pátina oscura y que también se registran en Cueva de La Salamanca resueltas de manera semejante (trazos lineales simples, círculos concéntricos, figuras escalonadas) que podrían ser las más antiguas del sitio. Su realización parece perderse en el tiempo en este sitio dado que no se registraron estas mismas imágenes con pátinas claras. Otras imágenes, que también se habrían realizado en esos primeros momentos, no se registran o son minoritarias en Cueva de La Salamanca (diseños sinuosos, cruces de contorno curvilíneo, ganchos y geométricos complejos)

y se siguen reproduciendo en momentos posteriores ya que también presentan pátinas claras en proporciones semejantes (círculos o semicírculos simples, geométricos complejos), o minoritarias (cruces de contorno curvilíneo, círculos simples o adosados con o sin apéndices). Estas imágenes parecen seguir vigentes plenamente o ser retomadas y reproducidas posteriormente integrándose a nuevos relatos, relatos que ya incorporan las escasas imágenes figurativas del sitio que presentan únicamente pátinas claras (figuras de camélidos, animales felinizados y serpientes) y que se corresponden con las conocidas en otros sitios de la región (Suripotrero, Alero Peña Abajo 1), adscriptas en forma relativa al primer milenio de la era (Basile 2012, 2013). Sin embargo, no hay superposiciones, ninguna imagen se impone sobre los surcos grabados de una anterior, sino que unas se van integrando a las otras, en algunos casos reproduciendo las mismas formas, en otros incorporando formas nuevas.

Conclusiones

El modelo de cálculos volumétricos para estimar la tasa de incisión de los depósitos de flujos piroclásticos de la erupción del CVCB de hace 4200 años AP indica que los 22 bloques con grabados de orientación boreal estaban disponibles para su intervención visual alrededor de 2740 años AP. Por lo tanto, inferimos que todos los grabados se realizaron luego de esa fecha, aproximadamente después del año 900-1000 a.C. La vulcanología y la bioarqueología nos permitieron enmarcar la realización de los grabados de GLP y fijar una fecha más precisa a partir de la cual los bloques empezaron a estar disponibles. Sin embargo, las diferencias de tonalidades en las pátinas registradas en las imágenes indican que su ejecución fue discontinua en el tiempo, es decir, que las imágenes corresponden a distintos momentos luego del año 900-1000 a.C., es decir, hay algunas que son más antiguas que otras.

El análisis de las diferencias de pátinas y la comparación con el repertorio regional permite postular la existencia de un conjunto de imágenes no figurativas que habrían sido las primeras en realizarse y cuya reproducción se discontinúa con el tiempo mientras que hay otras que, también realizadas en esos primeros momentos, continúan vigentes integrándose a las imágenes figurativas que se documentaron en el repertorio regional y han sido adscritas al primer milenio. Estos análisis exponen la coherencia de las edades relativas obtenidas en base al modelo aquí generado a partir de la geología y la bioarqueológica y las edades relativas referidas al propio arte rupestre por comparativa regional.

Este trabajo constituye un primer paso para intentar ubicar en el tiempo y en forma relativa las imágenes grabadas de Las Papas. El recorrido realizado nos permitió establecer un momento, 900-1000 años a.C., a partir del cual los bloques en los que se grabaron las imágenes estuvieron disponibles para su intervención, luego del desalojo de

material volcánico que rellenó la quebrada producto de la erupción. A su vez, la existencia de diferencias de pátina entre ellas y su puesta en relación con el repertorio conocido para la región nos permitió observar que hubo distintas instancias de ejecución a partir de esa fecha. Ajustar mejor los momentos de ejecución caracterizados demanda analizar en profundidad la tecnología de producción de las imágenes evaluando la técnica de ejecución, los tipos de instrumentos empleados, la profundidad y continuidad de los surcos (Vergara y Troncoso 2015).

Los análisis visuales previos nos habían sugerido que ciertos motivos no figurativos, grabados en GLP y pintados en Cueva de la Salamanca, eran los más antiguos de la región (Basile y Ratto 2016) pero no sabíamos qué tanto. Este trabajo nos permite no sólo corroborar la hipótesis de su mayor antigüedad sino también ubicar su realización a partir de los 1000 años a.C. De esta manera, aporta un parámetro relativo que puede permitir calibrar no solo la secuencia regional local sino también las secuencias extra-regionales donde motivos similares son registrados.

Buenos Aires, 25 de mayo 2017

Agradecimientos

Al pueblo de Las Papas por su hospitalidad y colaboración durante las tareas de campo. A los integrantes del PACH-A que participaron del relevamiento de los grabados. Al CONICET. Los trabajos se realizaron en el marco del proyecto PICT 2012-0196 de la ANPCyT. Las investigaciones conducidas sobre el Complejo Volcánico Cerro Blanco han sido financiadas por el proyecto QUECA (MINECO, CGL2011-23307).

Bibliografía

Arnosio M, Becchio R, Viramonte JG, De Silva S, Viramonte JM. 2008. Geocronología e isotopía del Complejo Volcánico Cerro Blanco: un sistema de calderas cuaternario (73 - 12 ka) en los Andes centrales del sur. Trabajo presentado en el XVII Congreso Geológico Argentino. Jujuy. Ms.

Aschero, C. 1999. El arte rupestre del desierto puneño y el Noroeste Argentino. En J. Berenguer y F. Gallardo Ibáñez (eds) *Arte Rupestre en los Andes de Capricornio*, pp. 97-136, Museo Chileno de Arte Precolombino, Santiago.

Aschero, C. 2000. Figuras humanas, camélidos y espacios en la interacción circumpuneña. En Podestá, M. M. y M. de Hoyos (eds.) *Arte en las rocas. Arte rupestre, menhires y piedras de colores en la Argentina*, pp. 17-44. Sociedad Argentina de Antropología y Asociación Amigos del INAPL, Buenos Aires.

Aschero, C. 2006. De cazadores y pastores. El arte rupestre de la modalidad río Punilla en Antofagasta de la Sierra y la cuestión de la complejidad en la Puna Meridional argentina. EnD. Fiore y M. M. Podestá (eds.) *Tramas en la Piedra. Producción y usos del arte rupestre*, pp. 103-140. Asociación Amigos del Instituto Nacional de Antropología (AINA), World Archaeological

Congress (WAC) y Sociedad Argentina de Antropología. Altuna Impresores, Buenos Aires.

Aulinas M, Garcia-Valles M, Fernandez-Turiel JL, Gimeno D, Saavedra J, Gisbert G. 2015. Insights into the formation of rock varnish in prevailing dusty regions. *Earth Surface Processes and Landforms* 40 (4):447-458.

Báez W., Arnosio M., Chiodi A., Ortíz-Yañes A., Viramonte J.G., Bustos E., Giordano G. y J.F. López. 2015. Estratigrafía y evolución del Complejo Volcánico Cerro Blanco, Puna Austral, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 32 (1): 29-49

Basile, M. 2012. Imágenes, recursos visuales y soportes: un recorrido por las manifestaciones rupestres de la región de Fiambalá (Catamarca). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, Tomo XXXVII (2): 413-434.

Basile, M. 2013. Las manifestaciones plásticas de la región de Fiambalá: cambios y continuidades entre los siglos V al XV. En N. Ratto (comp.) *Delineando prácticas de la gente del pasado: Los procesos socio-históricos del oeste catamarqueño*, pp. 177-250, Serie Publicaciones. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Basile, M. y N. Ratto. 2011. Imágenes sobre rocas del sudoeste tinogasteño (Catamarca, ca 2500 y el 1300 A.P.). *Arqueología* 17: 13-34

Basile, M. y N. Ratto. 2012-2014. Conectores marcados durante el primer milenio d.C en el oeste tinogasteño. Los grabados de Suri Potrero y Los Morteros (Catamarca). *Mundo de Antes* 8: 61-82.

Basile, M. y N. Ratto. 2016. Las manifestaciones rupestres más tempranas de la región de Fiambalá. Propuesta para su análisis e interpretación. En Oliva, F. Rocchietti A. M y F. Solomita (eds.) *Imágenes Rupestres: lugares y regiones*, pp. 145-158. Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional de Rosario.

Bednarik 2007. *Rock art science. The scientific study of paleoart*. Aryan Books International. Nueva Delhi.

Bronk Ramsey C. y S. Lee. 2013. Recent and Planned Developments of the Program OxCal. *Radiocarbon* 55 (2-3): 720-730.

Dorn, R. 2007. *Rock Varnish*. EnD. J. Nash and S. J. McLaren (eds.) *Geochemical Sediments and Landscapes*, pp. 246-297, Blackwell, London.

López J.F. 2015. Estratigrafía y evolución del Complejo Volcánico Cerro Blanco, Puna Austral, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 32(1):29-49

Falchi, M., M. Podestá, D. S. Rolandi, A. Re y M. A. Torres. 2011. Arte rupestre entre las sierras y los llanos riojanos: Localidad Arqueológica Palancho. Comechingonia. *Revista de Arqueología* 15: 39-63.

Fernandez-Turiel JL, Saavedra J, Perez-Torrado FJ, Rodriguez-Gonzalez A, Carracedo JC, Osterrieth M., Carrizo J.I. y G. Esteban. 2013. The largest Holocene eruption of the Central Andes found. Trabajo presentado en AGU Fall Meeting. San

Francisco, USA. Ms.

Hermanns R.L y A. Schellenberger. 2008. Quaternary tephrochronology helps define conditioning factors and triggering mechanisms of rock avalanches in NW Argentina. *Quaternary International* 178: 261-275.

Hogg, A., Q. Hua, P. Blackwell, C. Buck, T. Guilderson, T. Heaton, M. Niu, J. Palmer, P.Reimer, R. Reimer, C. Turney y S. Zimmerman. 2013. SHCal13 Southern hemisphere calibration, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 55(4):1889-1903.

Karakhianian, A., R. Djrbashian, V. Trifonov, H. Philip, S. Arakelian y A. Avagian. 2002. Holocene-historical volcanism and active faults as natural risk factors for Armenia and adjacent countries. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 113: 319-344.

Malamud B.D., Jordan T.E., Alonso R.A., Gallardo E.F., González R.E. y S.A. Kelley. 1996. Pleistocene Lake Lerma, Salta Province, NW Argentina. En *Actas del XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, pp 103-114.

Martel A., S. Rodríguez Curletto y E. Del Bel. 2012. Arte Rupestre y Espacios de Memoria: Las Representaciones del Sitio Confluencia (Antofagasta de la Sierra, Catamarca, Argentina). *Revista de Chilena de Antropología* 25: 121-162.

Montero-López M.C., Hongn F., Seggiaro R., Brod J.A. y R. Marrett. 2010. Estratigrafía y geoquímica del volcanismo de composición intermedia (Mioceno Superior-Plioceno) en el extremo oriental de la cordillera de San Buenaventura (Puna Austral). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 67:112-129.

Montero-López M.C, Hongn R., Seggiaro R., Marrett R y N. Ratto. 2009. Relación entre el volcanismo y los registros arqueológicos en el bolsón de Fiambalá (Departamento Tinogasta, Catamarca). En N. Ratto (comp.) *Entrelazando Ciencias: Sociedad y ambiente antes de la conquista española*, pp 131-158. EUDEBA, Buenos Aires.

Ratto, N.; M. Orgaz y S. Caletti. 2000-2002. Relevamiento arqueológico del campo de grabados de Guanchincito (Fiambalá, Tinogasta, Catamarca) Cuadernos, 19: 551-572.

Ratto, N. y M. Basile. 2009. Un recorrido marcado: Los grabados de Suri Potrero (Fiambalá, Dpto. Tinogasta, Catamarca). En N. Ratto (comp.) *Entrelazando Ciencias: Sociedad y ambiente antes*

de la conquista española, pp. 31-66. Eudeba, Buenos Aires.

Ratto, N. y M. Basile. 2012-2014. Los grabados más septentrionales del oeste tinogasteño y su conexión con la Puna Sur (Catamarca). *Mundo de Antes* 8: 195-212.

Ratto, N., C. Aranda y L. Luna. 2016. Caracterización inicial de las prácticas mortuorias, osteobiografía y síndrome criboso en las papas (Fiambalá, Catamarca, Argentina). *Actas del XX Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, en prensa.

Re, A., A. Nuevo Delaunay y L. Ferraro. 2005. Grabados en la meseta del Lago Strobel (provincia de Santa Cruz, Argentina), el sitio Laguna del Faldeo Verde, *Relaciones XXX*: 245-256.

Re, A., M. Podestá y G. Romero. 2011. Ocupaciones humanas y grabados rupestres del Norte de la sierra de valle fértil (Provincia de San Juan) *Comechingonia* 15: 65-92.

Somonte, C. y M. Collantes. 2010. Barniz de las rocas y espacios persistentes: su abordaje desde los procesos de reclamación artefactual lítica en Amaicha del Valle (Tucumán) *Mundo de Antes* 5: 119 – 136

Somonte C. y C. Baied. 2013. Edad mínima de exposición de superficies en canteras-taller: reflexiones en torno a las primeras dataciones mediante microlaminaciones del barniz de las rocas (VML) para el noroeste Argentino. *Chungará: Revista de Antropología Chilena* 45: 427-445

Trauth M.H., Bookhagen B., Marwan N. y M.R. Strecker. 2003. Multiple landslide clusters record Quaternary climate changes in the northwestern Argentine Andes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 194(1-3): 109-121.

Vergara, F. y A. Troncoso. 2015. Rock art, technique and technology: an exploratory study among hunter gatherer and agrarian communities in prehispanic Chile (500 to 1450 a.D.). *Rock Art Research* 32(1): 31-45.

Ward, G. 2016. A survey of developments in dating australian rock-markings. In Bednarik, R., D. Fiore, M. Basile, G. Kumar and T. Huisheng (eds.) *Paleoart and Materiality. The scientific study of rock art*, pp. 205-216. Archaeopress Archaeology. Oxford.

Whitley, S. 2012. In *Suspect Terrain: Dating Rock Engravings*. In McDonald, J. and P. Veth (eds.) *A Companion to Rock Art*, pp. 605-624. Blackwell Publishing Ltd. Oxford.