

Aplicación de técnicas fotogramétricas para el estudio de los sitios arqueológicos: el caso de la localidad arqueológica Paso de las Carretas (centro-este de San Luis, Argentina)

Borgo Mariángeles¹, Aranda Jael², Greco Catriel³ y Ojeda Guillermo⁴

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Centro Científico Tecnológico San Luis (CONICET-CCT San Luis); Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales; Universidad Nacional de San Luis (FCFMyN, UNSL). Ejército de Los Andes 950 (D5700HHW), San Luis, Argentina. E-mail: mariangelesborgo@gmail.com

² Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales; Universidad Nacional de San Luis (FCFMyN, UNSL). Ejército de Los Andes 950 (D5700HHW), San Luis, Argentina. E-mail: jael.aranda@gmail.com

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Centro Científico Tecnológico San Luis (CONICET-CCT San Luis); Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales; Universidad Nacional de San Luis (FCFMyN, UNSL). Ejército de Los Andes 950 (D5700HHW), San Luis, Argentina. E-mail: catrielgreco@gmail.com

⁴ Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales; Universidad Nacional de San Luis (FCFMyN, UNSL). Ejército de Los Andes 950 (D5700HHW), San Luis, Argentina. E-mail: wojedae@gmail.com

Recibido: 18 de noviembre de 2022.

Aceptado: 14 de diciembre de 2022.

<https://doi.org/10.5281/ZENODO.7382249>

Práctica Arqueológica 5 (2): 28-38 (2022)

ISSN: 2618-2874

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos a partir de la interpretación de las fotografías aéreas de la localidad arqueológica Paso de las Carretas, centro-este de la provincia de San Luis, Argentina. Se trata de un área de estudio en la que han hallado un importante número de fuentes potenciales, canteras-taller y sitios multifuncionales. El desarrollo de las investigaciones requirió de imágenes previas a la construcción del embalse que permitieran reconocer las características físicas del paisaje previo a su modificación. Se propone el uso de fotografías aéreas, un recurso escasamente utilizado en arqueología, para contrarrestar las limitaciones que las imágenes satelitales más actuales presentan, principalmente con relación a la escala temporal. Con estas imágenes, se generó un fotomontaje y un DEM mediante la utilización de técnicas fotogramétricas que resultaron de suma utilidad para continuar con la comprensión de las transformaciones del paisaje a lo largo del tiempo y su relación con el emplazamiento de los contextos arqueológicos.

ABSTRACT

This paper presents the results obtained from the interpretation of aerial photographs of the archaeological site of Paso de las Carretas, center-east of the province of San Luis, Argentina. It is a study area in which they have found a significant number of potential sources, quarries-workshops and multifunctional sites. The development of the investigations required images prior to the construction of the reservoir that would allow recognizing the physical characteristics of the landscape prior to its modification. The use of aerial photography is proposed, a resource rarely used in archaeology, to counteract the limitations that the most current satellite images present, mainly in relation to the temporal scale. With these images, a photomosaic and a DEM were generated by using photogrammetric techniques that were extremely useful to continue understanding the transformations of the landscape over time and its relationship with the location of archaeological contexts.

Palabras clave: fotogrametría; imágenes aéreas; geoarqueología; cuenca media del río Quinto; Sierras Centrales.

Keywords: photogrammetry; aerial images; geoarchaeology; middle basin of the Quinto river; Sierras Centrales

ACCESO ABIERTO



Los trabajos publicados en esta revista son de acceso abierto y están bajo la licencia Creative Commons Atribución - No Comercial 4.0 Argentina.



Práctica Arqueológica es una revista de la Asociación de Arqueólogos Profesionales de la República Argentina.

INTRODUCCIÓN

La localidad arqueológica Paso de las Carretas se ubica en el centro-este de la provincia de San Luis, sobre la cuenca media del río Quinto (Aranda y Borgo, 2022; Aranda *et al.*, 2022; Borgo, 2020, Borgo *et al.*, 2022). Desde el siglo XX hasta la actualidad se ha demostrado el potencial de esta área de estudio para las investigaciones arqueológicas y geológicas, en la que se destaca la presencia de ocupaciones humanas y la disponibilidad y explotación de rocas silíceas (Borgo, 2022). Actualmente el lugar se encuentra ampliamente modificado por la actividad agrícola, canalizaciones de agua para regadío y, el más relevante, la presencia del embalse Paso de las Carretas construido en la década del 80. Las investigaciones realizadas dentro de esta localidad arqueológica buscan determinar el contexto geográfico en que tuvieron lugar las ocupaciones humanas en diferentes momentos del Holoceno. En este marco, se ha iniciado la construcción de un modelo geoarqueológico que conlleva necesariamente el uso de herramientas y técnicas propias de otras disciplinas, como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), Modelos Digitales de Elevación (DEM, por sus siglas en inglés), imágenes satelitales y técnicas de fotointerpretación.

Desde la década de 1980 hasta la actualidad los avances de las herramientas informáticas y la posibilidad de contar con productos digitales ha ido en aumento. El *background* de información base de referencia cartográfica provisto por las imágenes satelitales, DEM y los productos derivados de los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) o drones no cuentan con la resolución espacial y temporal necesarias para las investigaciones actuales. Se encuentran disponibles para el área de interés imágenes de alta resolución espacial (menos de 1 m) y actualizadas al año 2021 en plataformas como *Google Earth*. Asimismo, el Instituto Geográfico Nacional tiene a disposición un DEM (MDE-Ar v2.0) de 30 m de resolución espacial y una precisión vertical de 2 m (Instituto Geográfico Nacional [IGN], 2022). No obstante, estos no han sido suficiente para el logro de los objetivos de investigación, debido a que fueron obtenidas con

posterioridad a la inundación del área. Otra limitante lo constituye la propia cobertura del embalse que dificulta el desarrollo de las prospecciones y el análisis de las características físicas del terreno. Este planteamiento establece la necesidad de utilizar métodos alternativos para la interpretación del paisaje en asociación con la ocupación humana. En el presente trabajo se evalúa cómo el uso de las fotografías aéreas permite tener una representación de las características geomorfológicas y arqueológicas del lugar, y en particular, la potencialidad de estos productos en la interpretación y reconstrucción del paisaje de un sector ampliamente transformado por distintos factores antrópicos.

En el estudio de los contextos arqueológicos, las fotografías aéreas representan un adecuado insumo que resultan en un recurso de bajo costo y proporcionan información de base que facilita el trabajo de prospección, la detección de sitios y la evaluación de patrones de asentamiento. Uno de los primeros antecedentes en Argentina es el trabajo de González (1956), quien utilizó este tipo de imágenes en el estudio de ocupaciones prehispánicas en la región noroeste de nuestro país (Villegas, 2009). Desde estos momentos, han sido pocas las publicaciones que traten específicamente esta temática a pesar de ser una técnica empleada por muchos equipos de investigación en las etapas previas al trabajo de campo (Albeck y Scattolín, 1984; Espiro y Papetti, 2006; Sampietro Vattuone, 2009; Villegas, 2009). Es posible que esta situación tenga relación con algunas limitaciones que presentan estas imágenes debido principalmente a sus escalas (entre 1:20000 y 1:50000) poco útiles en arqueología, ya que en la mayoría de los casos han sido tomadas con fines geológicos. No obstante, su interpretación aplicada a la arqueología es un recurso que ha sido reconocido por su gran eficacia y aplicabilidad (Albeck y Scattolín, 1984; Espiro y Papetti, 2006; Sampietro Vattuone, 2009). Se rescata, además, una característica actualmente poco valorada de las fotografías aéreas y que hace a su resolución temporal y al amplio repositorio desde principios del siglo XX disponible para diversas regiones del país. Para este trabajo representa un valor destacado ya que permite disponer de imágenes entre los años 1960-1970, previo a la cons-

trucción del embalse Paso de las Carretas y la consecuente modificación espacial del área arqueológica. A esta potencialidad propia de las fotografías aéreas, se suma la aportada por los DEM, que actualmente constituyen una herramienta esencial para el análisis y el estudio de la forma del terreno y los elementos que lo componen. Su estructura numérica y continua de datos espaciales, que representa visualmente valores de cota del terreno en relación al nivel medio del mar (Méndez Morales y Jiménez Monge, 2013), permite la obtención de manera ágil y sencilla de una amplia variedad de datos cuantitativos de vital importancia para el registro geográfico. En este sentido, los DEM de alta resolución son cada vez más necesarios en las investigaciones arqueológicas, pero suelen no estar disponibles para estas escalas de trabajo, por lo que surge la necesidad de generarlos. En este trabajo se presentan los resultados de la aplicación de técnicas fotogramétricas en la generación de información digital de referencia básica para la cartografía y obtención de información geomorfológica

con fines arqueológicos a partir del procesamiento de fotografías aéreas, tales como fotomosaicos y DEM. En este sentido, se busca aplicar una metodología novedosa en arqueología para el reconocimiento de la distribución de los sitios en un lugar de difícil acceso.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio forma parte de las estribaciones finales del extremo sudeste de la Sierra de San Luis (Aranda, 2020; González Díaz, 1981), entre los 33°16' y 33°20' de Lat. Sur y los 65°54' y 65°50' de Log. Oeste, se accede al lugar por la Autopista de las Serranías Puntanas y luego por ruta provincial N° 36 (Figura 1). El lugar se encuentra ampliamente modificado por la actividad antrópica, entre las que se destaca la presencia del embalse Paso de las Carretas construido entre los años 1972 y 1982. La obra dispone de una capacidad de llenado de 75 hm³, 756 ha de superficie y una cuenca de aporte con un área de 1.800 km² (Figura 1).

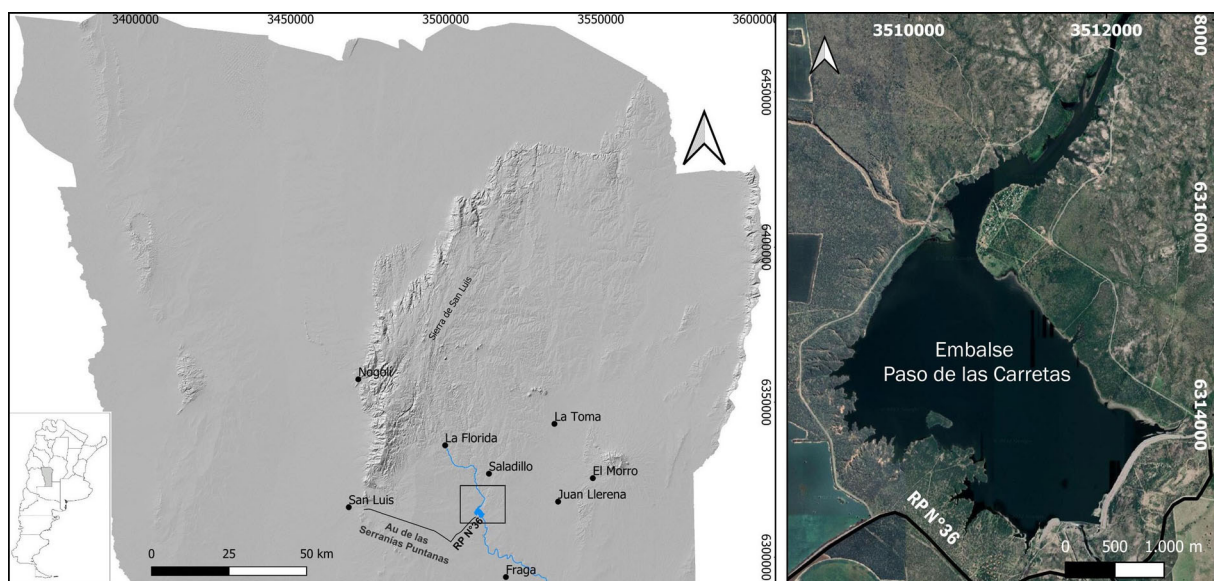


Figura 1. Ubicación de la localidad arqueológica Paso de las Carretas.

El dique Paso de las Carretas embalsa las aguas del río Quinto en su cuenca media, lugar donde además se conectan diferentes regiones biogeográficas y arqueológicas (pampas y sierras, pastizales y monte serrano, Sierras Centrales y región Pampeana). Se constituye como uno de los ríos permanentes más importantes de la provincia, con

nacientes en la sierra de San Luis y diseño en planta que varía entre rectilíneo, meandriforme y entrelazado. Muestra un recorrido general norte-sur y luego toma un rumbo sur-sureste, producto del sistema de fallas o fracturas regionales (González Díaz, 1981). Agua arriba del embalse el río presenta un valle en forma de V, producto de la erosión

vertical, mientras que aguas abajo se produce una disminución de la pendiente que provoca el ensanchamiento del río. En este sector, la erosión lateral expone sedimentos neógenos y cuaternarios en sus laderas (Pastore y Ruiz Huidobro, 1952).

Hasta el momento son realmente escasos los estudios geológicos de detalle llevados a cabo en el área de estudio. Entre los principales antecedentes se encuentra el informe presentado por Tapia y Rigal (1933). El relevamiento fue de importante valor para los objetivos de las actuales investigaciones

interdisciplinarias geológicas-arqueológicas, ya que describe el paisaje natural previo a su modificación. Entre sus aportes se destacan las imágenes que muestran la morfología del río Quinto, hoy bajo las aguas del embalse, y la escasa vegetación en comparación con la actualidad (Figura 2).

Además, se cuenta con investigaciones geológicas más recientes que abordan diferentes temáticas, entre ellas, las de carácter regional (Basaez, 2016; Costa *et al.*, 2005; Milano, 1994) y los abordajes locales que resultaron en el primer mapa geo-

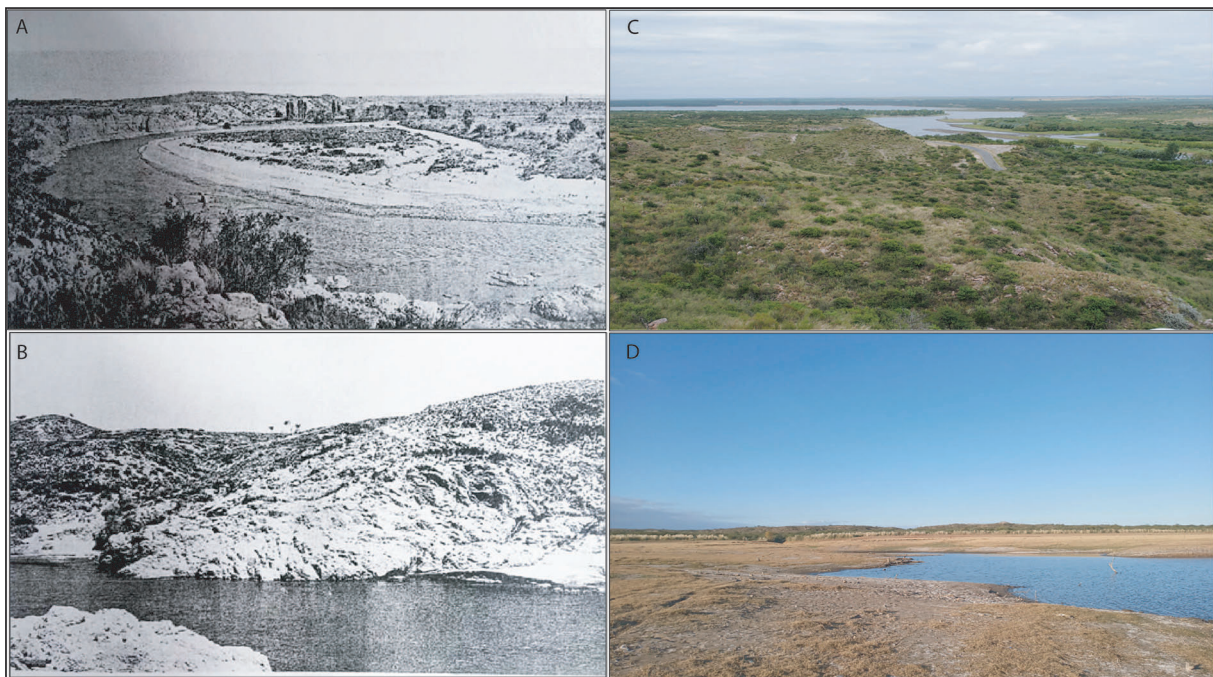


Figura 2. A) Vista al río Quinto desde el margen septentrional (tomado de Tapia y Rigal, 1933, p. 60); B) Margen derecha del río Quinto (tomado de Tapia y Rigal, 1933, p. 72); C) Paronímica con vista hacia el Sur que muestra ingreso del río Quinto al embalse Paso de las Carretas; D) Vista de la costa occidental del río Quinto actualmente.

morfológico para el Paso de las Carretas (Aranda y Borgo, 2022; Aranda *et al.*, 2022) (Figura 3). En este último trabajo fue posible identificar tres unidades geomorfológicas: A) Lomas de Paso de las Carretas, que comprende las subunidades paleosuperficie de erosión de la sierra de San Luis (I), labrada sobre granitoides pegmatíticos ricos en calcedonia (Costa *et al.*, 2005; Milano, 1994), a la cual se asocian los sitios arqueológicos más relevantes, y terrazas fluviales del Río Quinto (II), sobre sedimentitas cenozoicas; B) planicie loessoide, una superficie lisa, monótona y homogénea

caracterizada por presentar una cobertura de sedimentos de loess y arenas eólica (Costa *et al.*, 2005; González Díaz, 1981) sobreyacente a rocas que caracterizan a las Formaciones Río Quinto y Paso de las Carretas (Basaez, 2016; Santa Cruz, 1979); C) planicie loessoide, definida como una zona transicional entre las unidades antes descritas, suavemente ondulada, asociada al desarrollo de arroyos efímeros (Aranda *et al.*, 2022).

Desde el punto de vista arqueológico, el Paso de las Carretas es una de las áreas de aprovisionamiento lítico más extensa de la región de Sierras

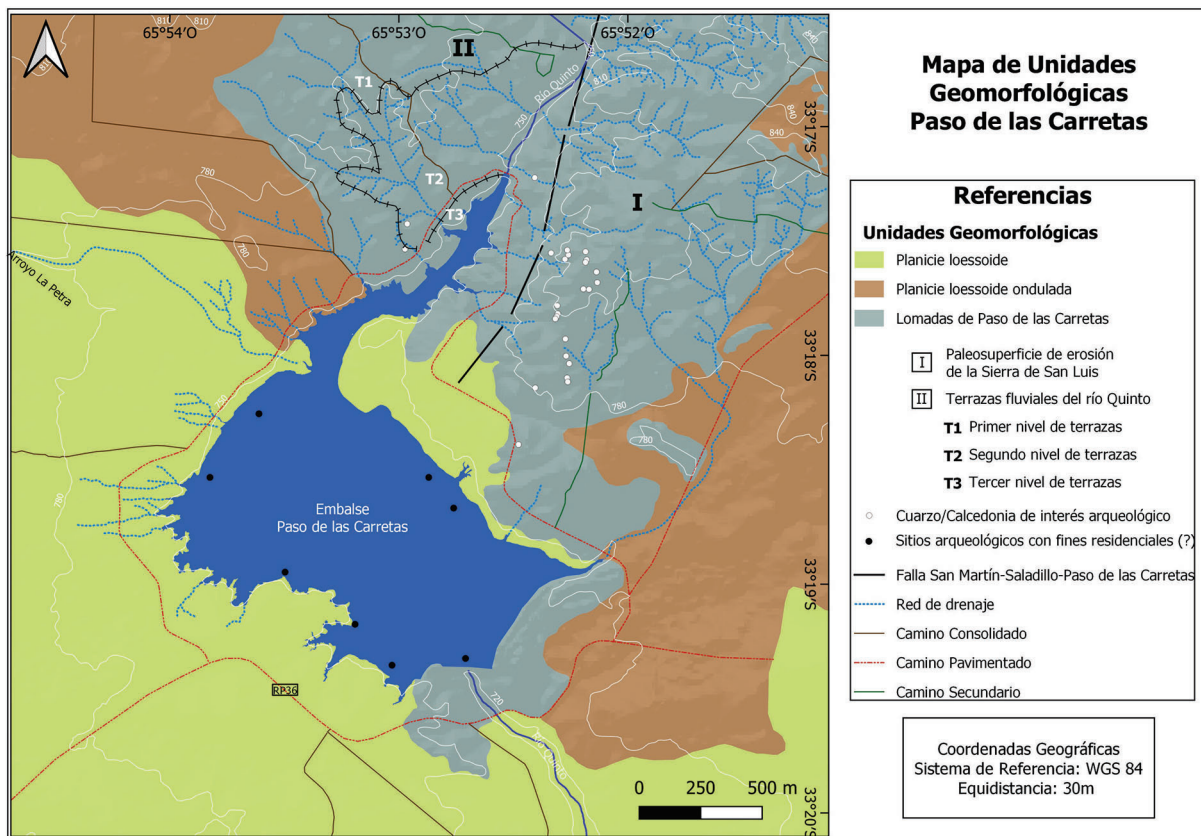


Figura 3. Mapa de unidades geomorfológicas del área arqueológica Paso de las Carretas (Aranda y Borgo, 2022, p. 125).

Centrales (Córdoba y San Luis) (Rivero y Heider, 2020). El lugar posee un importante potencial en el conocimiento de las estrategias y la gestión de la tecnológica lítica. Además, cuenta con antecedentes que fueron relevantes para lograr la identificación de los afloramientos y los contextos arqueológicos, así como también para caracterizar el paisaje previo a la construcción del dique. La referencia realizada por González (1960) señala que cierta variedad de calcedonia presente en la gruta de Intihuasi estarían disponibles en las Serranías de las Carretas (cuenca media del río Quinto). Asimismo, Gambier (1998) menciona la presencia en el área de ocupaciones humanas atribuidas al Prehispanico final. En la actualidad, los relevamientos arqueológicos realizados permitieron detectar, en una superficie de aproximadamente 14,5 km², más de 30 canteras-taller y fuentes potenciales de cuarzo y calcedonia (Borgo, 2020). Los procesos post-depositacionales que afectan los sitios tienen como efecto notorio la generación de un palimpsesto, que se suman a la ausencia de elementos

que permitan obtener dataciones absolutas. Por estos motivos, los contextos arqueológicos pueden considerarse provisoriamente, propios de cronologías divergentes del Holoceno medio y tardío (Borgo, 2020).

MATERIALES Y MÉTODO

La metodología utilizada implica la generación de un fotomosaico y un DEM, derivado de este, mediante la utilización de técnicas fotogramétricas en base a fotografías aéreas obtenidas para la provincia de San Luis por la empresa *Spartan Air Service* a fines de la década de 1970. El procesamiento consistió en la utilización de 25 fotografías pancromáticas, a escala aproximada 1:20.000, disponibles en el Departamento de Geología de la Universidad Nacional de San Luis (UNSL) en formato analógico (impresas en papel fotográfico). Estas fueron digitalizadas mediante un escáner comercial tamaño A4 con una resolución de 600 dpi, lo que permite obtener copias en un formato

raster con una resolución espacial inferior a 1m y espectral de 8 bits.

En la Tabla 1 se enumeran las fotografías que fueron escaneadas y procesadas con el *software Agisoft Photoscan*. Este utiliza la técnica fotogramétrica conocida como *Structure from Motion* (SfM), que permite obtener datos tridimensionales a muy bajo costo, con fuerte reducción de supervisión de campo y requerimientos expertos (Eltner *et al.*, 2016; Micheletti *et al.*, 2015). La utilización de la técnica SfM difiere de los métodos tradicionales ya que no requiere de un conjunto de puntos de control predefinidos en el terreno para lograr un correcto ajuste de los datos (Westoby *et al.*, 2012), a partir del cual se obtienen los parámetros necesarios de una gran cantidad de imágenes con alto grado de superposición entre ellas (Micheletti *et al.*, 2015) (Figura 4A). Las comparaciones de ortomosaicos y DEM generados en base a fotografías aéreas obtenidas mediante drones, con GPS normal y diferencial (RTK) también muestran que se obtiene productos de aceptable precisión según el propósito, aún sin ingresar los parámetros de la cámara fotográfica (distancia focal), separación de las marcas fiduciales, altura de vuelo, entre otros (Greco y Ojeda, 2016).

| Fotografías aéreas | | | |
|--------------------|--------------------------------------|--|--|
| Línea de Vuelo | 51 | 52 | 53 |
| Nº de Fotografía | 22, 24, 26, 129, 184, 196, 198 | 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26 | 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 |

Tabla 1. Fotografías aéreas utilizadas en la generación del DEM.

La Figura 4 representa el procesamiento de las imágenes para el armado del ortomosaico y el DEM. La imagen 4A muestra la superposición de fotografías y el grado de ajuste en la georreferenciación. En color verde se encuentra el núcleo de fotografías que recibió mejor ajuste relativo y en naranja aquellas donde el ajuste fue menor. La imagen 4B es el mosaico fotográfico ortogeoreferenciado que se obtuvo a través del procesamiento con *Agisoft Photoscan*. Con este mosaico se gene-

ró un modelo fotogramétrico 3D, el que se georreferenció mediante puntos de control x, y, z tomados del MDE-Arv 2.0 provisto por el IGN (www.ign.gob.ar). Por último, en la Figura 4C se muestra el DEM derivado del fotomosaico, que cuenta con una resolución espacial de 1,98 m.

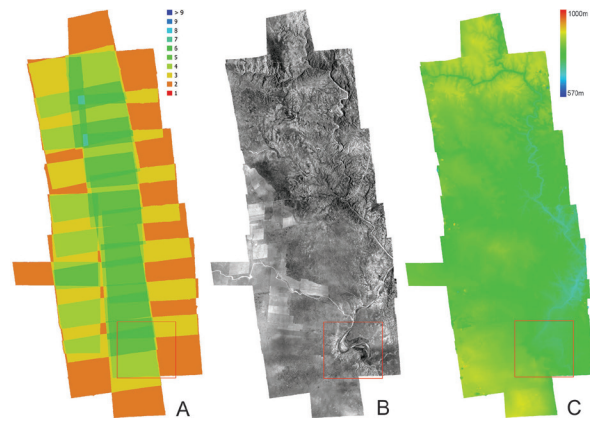


Figura 4. A) Distribución de las 25 fotografías aéreas utilizadas en el procesamiento. B) Ortomosaico; C) DEM de gran resolución espacial, resultado del procesamiento del ortomosaico. Referencias: el recuadro en rojo muestra el área de estudio. En verde núcleo de fotografías con buen ajuste y en naranja un ajuste moderado

RESULTADOS

Las prospecciones realizadas en los últimos dos años, en la localidad arqueológica Paso de las Carretas, resultaron en el hallazgo de materiales arqueológicos en superficie (cerámica, restos óseos y líticos) y diferentes estructuras que corresponden a acumulaciones circulares de cantos rodados. Estos se localizan a lo largo de la actual costa del embalse en sectores que habitualmente permanecen inundados (Figura 5).

En la Figura 6 se observa la ubicación los sectores que concentran material arqueológico (polígonos de color violeta) y su distribución en relación a una imagen satelital obtenida de *Google Earth* (Figura 6A) y al MDE-Ar v2.0 provistos por el IGN (Figura 6B). En este caso queda evidenciado que la cobertura del embalse no permite el análisis de las características físicas del terreno, necesarias para comprender y el contexto geomorfológico en el que se emplazan los sitios.



Figura 5. Estructuras y materiales arqueológicos identificados en las costas del embalse.

El ortomosaico resultante del procesamiento de las fotografías aéreas fue restringido al sector del río Quinto que ahora se encuentra cubierto por las aguas del embalse Paso de Las Carretas (Figura 7A). El producto presenta un adecuado ajuste en cuanto a la georeferenciación y permite el análisis de los rasgos geomorfológicos del cauce fluvial

previo a su modificación. Por su parte, DEM derivado del procesamiento del ortomosaico (Figura 7B), mediante la técnica fotogramétrica tiene una considerable mejora en cuanto a la resolución espacial (1,98 m) respecto a los DEM disponibles por el IGN (30 m) (Figura 6B). La superposición de los sitios arqueológicos con los productos obtenidos

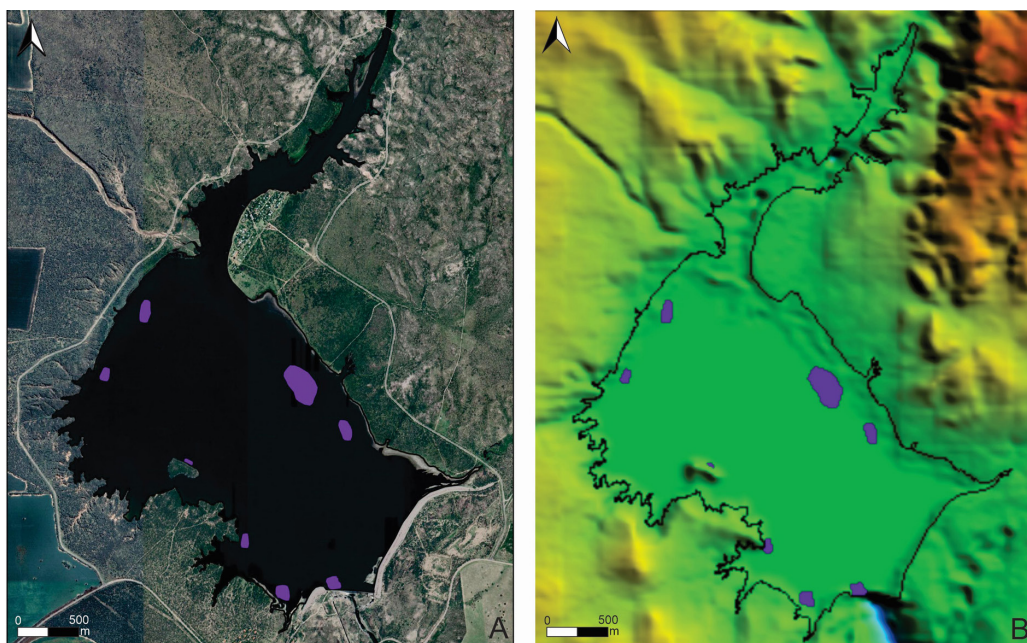


Figura 6. Información digital de base: A) Imagen satelital óptica a color verdadero provista por Google Earth Pro; B) DEM MDE-Ar v 2.0, de 30m de resolución espacial, provisto por el IGN. Referencia: los polígonos de color violeta indican los sectores con concentraciones de material arqueológico.

evidencia que la distribución de los materiales arqueológicos en el terreno tendría una correlación con el espacio físico. Estos resultados muestran, de manera preliminar, una posible relación entre los niveles escalonados identificados en la Figura 7B, la distribución espacial de los contextos arqueológicos, y la unidad geomorfológica Terrazas fluviales del Río Quinto (Aranda y Borgo, 2022; Aranda *et al.*, 2022).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El Paso de las Carretas constituye un área de estudio con un gran potencial para las investigaciones geomorfológicas y arqueológicas, y que hasta el momento contaba con escasos antecedentes. Los trabajos de campo y el análisis de diferentes imágenes digitales han permitido lograr avances en la caracterización geológica y geomorfológica del

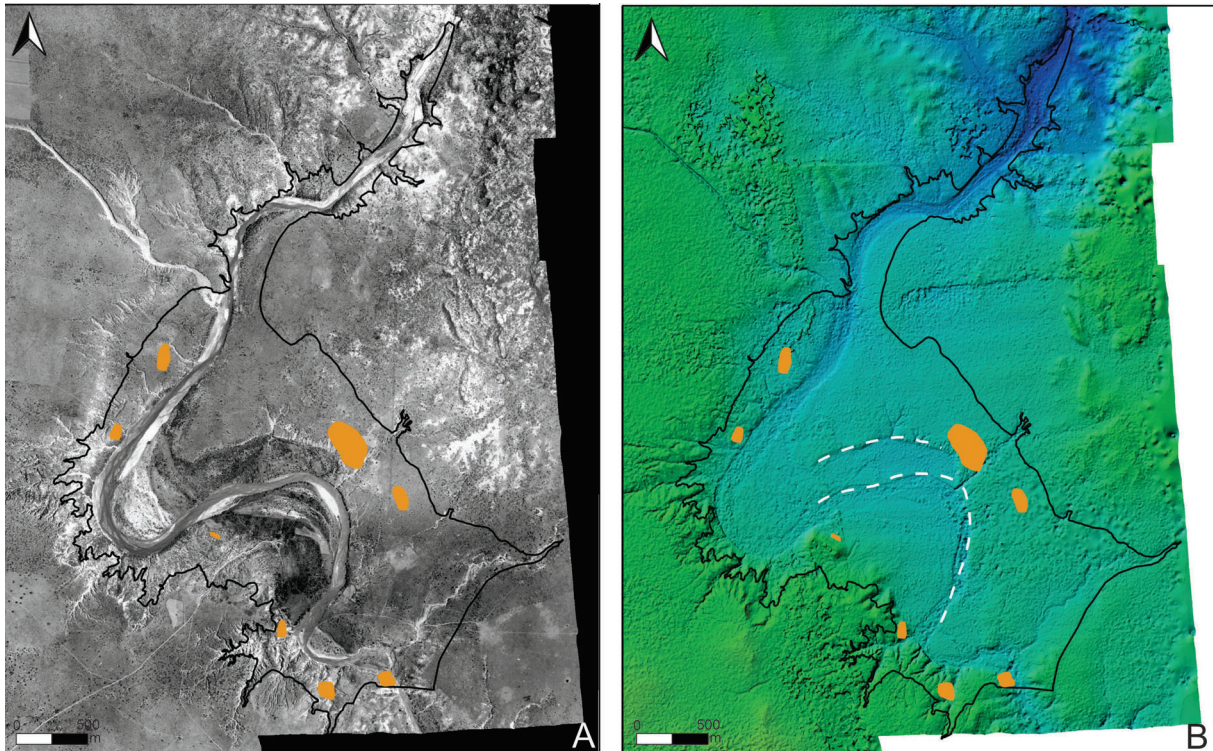


Figura 7. A) Ortomosaico generado a partir de fotografías aéreas de finales de 1970; B) DEM derivado del procesamiento fotogramétrico. Referencias: La línea de color negro representa el contorno del actual embalse Paso de Las Carretas y las blancas muestran los niveles escalonados. Los polígonos de color naranja indican los sectores con material arqueológico.

área, que resaltaron la importancia de lograr trabajos interdisciplinarios sistemáticos para responder los objetivos planteados. Asimismo, estos han derivado en resultados positivos que impulsaron un avance en el conocimiento de la distribución de los contextos arqueológicos de diferente funcionalidad en un paisaje natural con grandes transformaciones (Aranda y Borgo, 2022; Aranda *et al.*, 2022).

La potencialidad y calidad que ofrecen las imágenes satelitales de alta resolución espacial provista por *Google Earth* y los MDE-Ar v2.0 del IGN

(www.ign.gob.ar) fueron aptas para los estudios iniciales. Estos permitieron la caracterización y delimitación de los elementos naturales, actualmente visibles, sobre lo que se asientan los contextos arqueológicos. No obstante, resultan una herramienta con una limitada resolución temporal para el análisis del terreno. La utilización de fotografías aéreas en contraposición con las imágenes satelitales, resultó ser un producto mucho más ventajoso para esta etapa de la investigación. De esta manera, se pudo acceder a una información que era limitada hasta el momento por las parti-

cularidades del área, que incluye su complejidad geomorfológica, la transformación antrópica del paisaje, su riqueza arqueológica y su uso turístico. Las ventajas en el uso de las fotografías aéreas, además, recaen en su disponibilidad gratuita. Sin embargo, con la continuidad de las investigaciones se evaluará adquirir otros productos satelitales que requieran una inversión económica (imágenes satelitales, modelos tridimensionales, entre otros). En el mismo sentido, el material que surge del procesamiento de fotografías aéreas mediante la aplicación de técnicas fotogramétricas como los ortomosaicos y DEM, se presenta como un excelente complemento de base para la producción cartográfica. Además, permiten contar con información indispensable para la reconstrucción del paisaje natural y arqueológico, como también, conocer la evolución geomorfológica del lugar. En esta línea, cabe remarcar la alta resolución espacial (1,98 m) del DEM derivado que se adaptó a la escala de trabajo requerida.

Los estudios geomorfológicos, basados en los trabajos de campo, el mapeo en base a las imágenes satelitales, y la recopilación bibliográfica, identificaron y caracterizaron distintas unidades geomorfológicas. En su recorrido, el río Quinto atraviesa sectores de lomadas y planicies, y dejan sistemas de terrazas que pueden ser identificados como remanentes erosivos en el paisaje geomorfológico actual. Sin embargo, parte de estas unidades han quedado cubiertas por el embalse. La fotointerpretación realizada en base al fotomosaico y al DEM derivado, y su relación con la distribución de los materiales arqueológicos, permitieron identificar las terrazas fluviales como unidades del terreno propicias para fines de ocupaciones habitacionales. Ante estos resultados, se estima que la distribución espacial de los contextos arqueológicos se correlaciona con la unidad geomorfológica de Terrazas fluviales del Río Quinto (Aranda y Borgo, 2022).

En este trabajo se presentaron los resultados derivados del uso de un recurso que no ha sido frecuentemente utilizado en la arqueología, prin-

cialmente en esta etapa de la investigación. La aplicación de este tipo de técnicas resulta propicia para el análisis de las evidencias y las interpretaciones acerca del paisaje natural del pasado. De esta manera, el desarrollo de la fotogrametría en el análisis geomorfológico y arqueológico resulta en una opción muy interesante para el avance de estos estudios. Además, derivan en diferentes documentos y modelos que muestran una visualización óptima y de alta calidad del terreno, y sus resultados pueden ser de utilidad en las distintas etapas de investigación. Así, resultan en herramientas valiosas para planificar prospecciones con intereses específicos y permite el manejo de un gran número de datos espaciales. De igual manera, se constituyen como un recurso indispensable en las tareas destinadas al mapeo geomorfológico.

Los resultados aquí presentados constituyen una información de base para la continuidad de los estudios geológicos y arqueológicos asociados al estudio de la configuración de las terrazas del río Quinto en su porción media y su relación con los patrones de ocupación humana. Además, significan un importante aporte al desarrollo de cartografías y las descripciones de la evolución del paisaje natural. Se espera dar continuidad a los estudios interdisciplinarios para dar respuestas a la pregunta que darán génesis a las investigaciones geoarqueológicas en distintas áreas de la provincia de San Luis.

AGRADECIMIENTOS

Al gobierno de la provincia de San Luis y a la secretaría de Patrimonio Cultural por su apoyo. Este estudio se enmarca en los proyectos Geología de Neógeno y Cuaternario de San Luis, Argentina (PROICO 03-20514) Aprovechamiento lítico y circulación de materias primas en la cuenca media del río Quinto y llanuras adyacentes, centro-este de la provincia de San Luis (PICT-2020-SERIE A-00690) e Investigaciones arqueológicas en Sierras y Llanuras de la provincia de San Luis (PICT 2019-2019-03515).

REFERENCIAS CITADAS

- Albeck, M. E. y Scattolín, M. C. (1984). Análisis preliminar de los asentamientos de Laguna Blanca (Catamarca) mediante el uso de la fotografía aérea. *Revista del Museo de La Plata*, 8, 279-302. <https://publicaciones.fcnym.unlp.edu.ar/rmlp/article/view/2016>
- Aranda, J. (2020). *Geomorfología del piedemonte suroccidental de la sierra de San Luis*. (Tesis de doctorado inédita). Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis.
- Aranda, J. y Borgo, M. (2022). *Aproximación de un modelo geoarqueológico del área Paso de las Carretas en la cuenca media del río Quinto (centro-este de San Luis): caracterización geomorfológica*. Trabajo presentado en VIII Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, San Juan.
- Aranda, J., Borgo, M., Basaez, A. y Ojeda, G. (2022). *Caracterización geomorfológica del área arqueológica de Paso de las Carretas. San Luis, Argentina*. Trabajo presentado en XXI Congreso Geológico Argentino, Puerto Madryn.
- Basaez, A. (2016). *Geología del Neógeno y Cuaternario de la cuenca del río Quinto, San Luis, Argentina*. (Tesis de doctorado inédita). Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales. Universidad Nacional de San Luis.
- Borgo, M. (2020). *Fuentes de recursos líticos y estrategias de aprovisionamiento en la cuenca alta y media del Río Quinto (San Luis, Argentina)*. (Tesis de doctorado inédita). Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires.
- Borgo, M. (2022). Oferta de recursos y tecnología lítica en la cuenca media del río Quinto (San Luis): el caso de la cantera – taller La Falla 1. *Intersecciones en Antropología*, 23(1), 129-140.
- Borgo, M., Heider, G., Ramos, G., Ortiz Suárez, A. y Curtoni, R. (2022). *Caracterización de los lugares de aprovisionamientos en el área de canteras La Falla, cuenca media del río Quinto (centro-este de San Luis)*. Trabajo presentado en el II Congreso Argentino de Estudios Líticos en Arqueología, Buenos Aires. <http://www.conferencias.unc.edu.ar/index.php/CAELA/ICAELA/rt/printerFriendly/4915/0>
- Costa, C., Ortiz Suárez, A., Miro, R., Chiesa, J., Ojeda, G., Gardini, G., Carugno Durán, A., Guerstein, P., Strasser, E., Morla, P. y Tognelli, G. (2005). Hoja Geológica 3366-IV, Villa Mercedes. Provincia de San Luis. *Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Boletín 348*, Buenos Aires. <https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/194>
- Eltner, A., Kaiser, A., Castillo, C., Rock, G., Neugirg, F. y Abellán, A. (2016). Image-based surface reconstruction in geomorphometry – merits, limits and developments. *Earth Surface Dynamics*, 4, 359–389. www.earth-surf-dynamics.net/4/359/2016/
- Espiro, V. y Papetti, L. (2006). Interpretación de fotografías aéreas y arqueología socialmente útil. *Revista de Ciencia y Técnica*, 12, 3-16.
- Gambier, M. (1998). *Arqueología de la Sierra de San Luis*. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan.
- González, A. R. (1956). La fotografía y el reconocimiento aéreo en las investigaciones arqueológicas del NOA. *Anales de Arqueología y Etnología*, 12, 41-62.
- González, A. R. (1960). La estratigrafía de la gruta de Intihuasi (Prov. de San Luis, R.A.) y sus relaciones con otros sitios precerámicos de Sudamérica. *Revista del Instituto de Antropología*, 1, 5-296.
- González Díaz, E. (1981). Geomorfología. En Yrigoyen, M. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Luis. 8° Congreso Geológico Argentino* (págs. 193-236). Buenos Aires.
- Greco, C. y Ojeda, G. (2016). Generación de modelos 3D mediante UAVS con fines Geoarqueológicos y Geomorfológicos. Valle De Santa María,

- Catamarca, Argentina. En Sione, W. F., Viva Mayer, F. M., Antes, M. E. y Serafini, M.C. (Eds.), *Actas XVII Simposio Internacional SELPER 2016*. (Págs. 3289-3295). Misiones, Argentina.
- Instituto Geográfico Nacional (20 de diciembre de 2022). *Modelo digital de elevaciones* [Mapa interactivo]. <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/ModeloDigitalElevaciones/Mapa>
- Méndez Morales, M. y Jiménez Monge, D. (2013). Generación de Modelos de Elevación Digital (DEM) a partir del análisis fotogramétrico utilizando imágenes CARTA-2005. *Revista Tecnología en Marcha*, 26(4), 26-35. <https://doi.org/10.18845/tm.v26i4.1578>
- Milano, L. (1994). *Caracterización Geológico-Estructural de la zona aldeaña al Paso de las Carretas, Departamento Pringles, Provincia de San Luis, Argentina*. (Tesis de licenciatura inédita). Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales. Universidad Nacional de San Luis.
- Micheletti, N., Chandler, J. H. y Lane, S. N. (2015). Structure from motion (SFM) photogrammetry. En Clarke, L. E. y Nield, J. M. (Eds.), *Geomorphological Techniques* (Online Edition). British Society for Geomorphology. <https://hdl.handle.net/2134/17493>
- Pastore, F. y Ruiz Huidobro, O. (1952). Descripción geológica de la Hoja 24g. Saladillo (Provincia de San Luis). *Dirección Nacional de Minería, Boletín*, 78, 1-63.
- Rivero, D. y Heider, G. (2020). El paisaje social del centro de Argentina durante la transición Pleistoceno- Holoceno (ca.11000-9000 AP). *Arqueología*, 26(1), 109-126. <https://doi.org/10.34096/arqueologia.t26.n1.5803>
- Sampietro Vattuone, M. (2009). La fotografía aérea en la arqueología argentina. *Revista Arakuku*, 1(1), 33-40.
- Santa Cruz, J. (1979). Geología de las unidades sedimentarias aflorantes en el área de las cuencas de los ríos Quinto y Conlara. Provincia de San Luis. República Argentina. *Actas del 7º Congreso Geológico Argentino*, 1, 335-349.
- Tapia, A., y Rigal, R. (1933). Geología del Paso de las Carretas y sus alrededores. Relacionada con la construcción de un dique de embalse. Boletín N°37, Ministerio de Agricultura de la Nación.
- Villegas, M. P. (2009). Un ojo en el cielo. El Valle Calchaquí medio visto desde la fotografía aérea. *Arqueología*, 15, 109-126.
- Westoby, M. J., Brasington, J., Glasser, N. F., Hambrey, M. J. y Reynolds J. M. (2012). Structure-from-Motion photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*, 179(15), 300-314. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.08.021>.