

Arqueometría argentina

Metodologías científicas aplicadas
al estudio de los bienes culturales

— Datación, caracterización, prospección y conservación

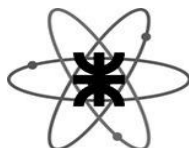
Adrián Pifferetti | Irene Dosztal
Compiladores

Adrián Pifferetti | Irene Dosztal
Compiladores

•

ARQUEOMETRÍA ARGENTINA

METODOLOGÍAS CIENTÍFICAS APLICADAS AL ESTUDIO
DE LOS BIENES CULTURALES
DATACIÓN, CARACTERIZACIÓN, PROSPECCIÓN Y CONSERVACIÓN



Centro de Materiales y Tecnologías, Facultad Regional Rosario Universidad
Tecnológica Nacional | Centro de Estudios de Arqueología Histórica | Departamento
de Arqueología, Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario

Primera edición, 2015

Pifferetti, Adrián Angel

Arqueometría argentina, metodologías científicas aplicadas al estudio de los bienes culturales: datación, caracterización, prospección y conservación / Adrián Angel Pifferetti y Irene Dosztal. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Aspha, 2015.

300 p.: il. ; 24x17 cm.

ISBN 978-987-3851-02-5

1. Arqueología. I. Dosztal, Irene II. Título
CDD 930.1

Fecha de catalogación: 19/06/2015

Diseño y diagramación: Odlanyer Hernández de Lara

Foto de tapa: detalle del corte delgado de una muestra de cerámica de botijas de media arroba, pecio Zencity, Puerto Madero, Buenos Aires. Foto del capítulo XI en este libro, de De Grandis y Martínez.

Foto de contratapa: detalle de una reconstrucción tridimensional del área La Matanza, Buenos Aires. Foto del capítulo XV en este libro, de Ávido y Vitores.

Aspha Ediciones
Virrey Liniers 340, 3ro L. (1174)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina
Telf. (54911) 4864-0439
asphaediciones@gmail.com
www.asphaediciones.com.ar

IMPRESO EN ARGENTINA / PRINTED IN ARGENTINA

Hecho el depósito que establece la ley 11.723

V Congreso Nacional de Arqueometría
Primer Encuentro Latinoamericano de Tecnologías Históricas

*In Memoriam de Alberto Rex González,
pionero en la metodología arqueométrica en la Argentina.
60 años de la Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Rosario.
1953 – “60 años formando ingenieros” – 2013*

Universidad Nacional de Rosario - Universidad Tecnológica Nacional
Rosario, 23 al 25 de octubre de 2013

Índice

EDITORIAL.....	11
PARTE I. CONFERENCIAS	
I. <i>Plateros y herreros en la América andina del siglo XVI</i>	15
Luisa María Vetter Parodi	
PARTE II. ARQUEOMETRÍA DE LA DATACIÓN	
II. <i>Fechados radiocarbónicos y distribuciones arqueológicas en localidades de la Sierra de Comechingones (provincia de Córdoba)</i>	31
Ana María Rocchietti y Flavio Ribero	
III. <i>Análisis dendrocronológico del pecio de Puerto Madero, ciudad de Buenos Aires</i>	55
Mónica Valentini	
PARTE III. PROSPECCIÓN Y OTRAS APLICACIONES EN TRABAJOS DE CAMPO	
IV. <i>Evaluando métodos y técnicas de prospección en un sitio histórico: la batalla de Vuelta de Obligado</i>	67
Matilde M. Lanza, Odlanyer Hernández de Lara y Sandra Alanís	
V. <i>Los vestigios de un antiguo molino harinero a través de la tomografía eléctrica resistiva en 3d. San Antonio de Areco, provincia de Buenos Aires</i>	81
Hidalgo Andrés López, Juan P. Ensinck Atienza, Alicia H. Tapia, Carlos Landa, Virginia Pineau, Emanuel Montanari y Jimena Doval	
VI. <i>Procesos de deterioro en sitios arqueológicos monumentales del parque provincial Tornquist (Sistema Serrano de Ventania, provincia de Buenos Aires)</i>	93
María Cecilia Panizza, Patricia Guiamet y María Gimena Devoto	

PARTE IV. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES (BIOLÓGICOS, METÁLICOS, CERÁMICOS, PÉTREOS, PIGMENTOS, VIDRIOS, ETC.

VII. <i>Estudio tecnológico de diseños “estilo aguada” realizados sobre fragmentos de cerámicos.....</i>	109
Verónica J. Acevedo, Mariel A. López, Adriana Callegari, Emilia B. Halac y María Reinoso	

VIII. <i>Identificación del material de sonajas de cazadores-recolectores: importancia de los lepidópteros en la arqueología andina.....</i>	127
Alicia Fernández Distel	

IX. <i>Análisis petrográfico de artefactos líticos tallados del sitio Campo de Carrizal (dpto. de Belén, Catamarca) correspondientes al período de desarrollos regionales/ Inka.....</i>	139
Marina Cecilia Flores, Martín Morosi y Nora Inés Zagorodny	

X. <i>Análisis de un tramo de cadena proveniente del sitio arqueológico vuelta de obligado, provincia de Buenos Aires.....</i>	155
Mariano Ramos, Alejandra Raies y Marina Rañi	

XI. <i>Estudios petrográficos en botijas de media arroba recuperadas en el pecio Zencity. Puerto Madero, Buenos Aires.....</i>	167
Nélida De Grandis y Amancay N. Martínez	

XII. <i>Abundancia y diversidad lítica en concheros de la costa norte de la provincia del Chubut, Patagonia argentina.....</i>	181
María Soledad Goye, Anahí Banegas y Julieta Gómez Otero	

PARTE V. PRESERVACIÓN Y CONSERVACIÓN

XIII. <i>Primera aplicación de la técnica de neutrografía a objetos del patrimonio cultural argentino en el reactor ra-6.....</i>	195
Florencia Cantargi y Mario J. Silveira	

XIV. <i>Deterioro de fragmentos cerámicos por la acción de líquenes.....</i>	207
Daiana Marilé Soto	

PARTE VI. ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA APLICADAS A LA ARQUEOLOGÍA

XV. <i>El archivo fotográfico como fuente para la reconstrucción tridimensional.....</i>	223
Daniela Ávido y Marcelo Vitores	

XVI. <i>Modelización en las estrategias de empleo de materiales líticos y utilización del paisaje del sistema de Ventania (provincia de Buenos Aires) mediante la aplicación de GIS</i>	233
Fernando Oliva, Anabella Sfeir y R. R. Ruíz	
XVII. <i>Análisis petrográfico y por DRX de la cerámica de Peñas Coloradas 3 (Antofagasta de la Sierra, Catamarca). Aportes para la identificación de patrones de manufactura</i>	249
Verónica Puente y José Manuel Porto López	
XVIII. <i>Espectroscopía Raman aplicada al análisis de artefactos de cueros arqueológicos</i>	261
Cristina Bellelli, Paula Marchione y Cristina Vázquez	
XIX. <i>Caracterización química de pinturas rupestres prehispanicas del sitio arqueológico de Oyola mediante sem-eds, drx, ft-ir, frx y gc-ms (Catamarca, Argentina)</i>	271
Lucas Gheco y Andrea Poliszuk	
PARTE VII. TECNOLOGÍAS HISTÓRICAS	
XX. <i>Aprovisionamiento y uso de obsidianas en la cuenca del río Limay (provincias de Río Negro y del Neuquén)</i>	285
Mabel M. Fernández y Marcelo Vitores	

PARTE VI

ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
APLICADAS A LA ARQUEOLOGÍA

EL ARCHIVO FOTOGRÁFICO COMO FUENTE PARA LA
RECONSTRUCCIÓN TRIDIMENSIONAL

Daniela Ávido¹ y Marcelo Vitores²

Resumen

El modelado tridimensional es un procedimiento que puede aplicarse a varios fines arqueológicos: como complemento del registro documental tradicional, para abrir un acceso virtual a las colecciones o en la divulgación de las actividades de investigación. Entre las distintas técnicas disponibles, una de las más accesibles es el modelado basado en imágenes conocido como *Structure from motion* (SfM). Una de sus ventajas más reconocidas es que sólo emplea el equipamiento fotográfico e informático corriente. Otro rasgo importante es que no requiere tomas fotográficas estructuradas. Esta característica nos permite aplicar la técnica a imágenes realizadas sin la previsión de una futura implementación en el modelado tridimensional, ampliando en consecuencia la potencialidad del archivo fotográfico existente. Se presenta la aplicación del procedimiento a registros fotográficos de campo de Norpatagonia y Pampa y se discuten los resultados obtenidos, destacando su utilidad para los arqueólogos.

Palabras clave: Fotogrametría, modelado tridimensional, archivo fotográfico, arqueología.

Abstract

Three-dimensional modeling is a process that can be applied to various archaeological purposes, either as a supplement for traditional recording, for providing virtual access to collections, or for sharing the research results. Among the available methods, Structure from Motion (SfM), an image-based modeling technique, is a friendly and accessible option. A notorious advantage is that it works with ordinary cameras and computers. Moreover, it does not require a structured arrangement during shooting. This feature makes it possible to process photographs obtained for purposes other than tridimensional modeling, thus increasing the potential of

¹ Facultad de Filosofía y Letras - Universidad de Buenos Aires; Museo Histórico de La Matanza; danavido@gmail.com

² Centro de Investigaciones en Antropología Filosófica y Cultural - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; marcelovitores@yahoo.com.ar

the existing photographic archives. The procedure is applied to photographic records of fieldworks in Norpatagonia and Pampa, and results are discussed, highlighting its utility for archaeologists.

Key words: Photogrammetry, tridimensional modeling, photographic archive, archaeology.

Introducción

Diversos objetivos arqueológicos pueden requerir o beneficiarse de los medios informáticos para el modelado tridimensional. Esto puede incluir el registro de campo y de gabinete, el acceso virtual a colecciones de estudio o la divulgación de las actividades de investigación. Son variadas las técnicas disponibles para realizar el modelado tridimensional, y van desde la mensura manual y el posterior dibujo asistido por computadora, hasta mediciones más directas o sistemáticas, incluyendo dispositivos mecánicos, la proyección de luz estructurada, el escaneo láser o el modelado basado en imágenes. Dentro de esta última opción, la técnica conocida como *Structure from motion* (SfM) es de las más accesibles en cuanto a tiempo, insumos y entrenamiento para el relevamiento. El método se fundamenta en principios fotogramétricos y sólo requiere un conjunto de tomas fotográficas parcialmente superpuestas, que cubran distintas perspectivas de una misma escena. De este modo presenta la ventaja de adaptarse a una diversidad de situaciones, tanto por las escalas abarcables como por el instrumental requerido. En cuanto a lo primero, puede emplearse para modelar desde artefactos y estructuras hasta segmentos del paisaje (por ejemplo, si se cuenta con fotos aéreas). Por lo segundo, queda claro que el único instrumental necesario es una cámara fotográfica corriente y una computadora personal para procesar las imágenes. Pese a la poca inversión requerida, los resultados alcanzan calidades semejantes a las de procedimientos más sofisticados y onerosos (Skarlatos y Kaporissi, 2012; Santagati e Inzerillo, 2012), con el beneficio adicional de tener un rango de aplicación más amplio y flexible.

Una característica particularmente valiosa es que el método no requiere tomas estructuradas (por ejemplo, tomadas con distancias o ángulos prefijados o conocidos). Además de facilitar la ejecución por el usuario no experto, esto permite lograr resultados positivos incluso a pesar de la imprevisión en la generación de los datos; por ejemplo, cuando las fotografías se tomaron con cualquier otro propósito ajeno al modelado tridimensional. En base a esto es que puede hacerse uso de fotografías preexistentes o de archivo, especialmente las de trabajos de campo.

Proceso de trabajo

Para crear modelos tridimensionales (o, más precisamente, réplicas virtuales) existen cada vez más alternativas de SfM. Algunos son complementos en programas propietarios o pagos, pero es destacable que los hay de acceso libre. En ciertos casos se trata de plataformas *online* donde cargamos las fotografías y recibimos el modelo 3D terminado. Es el caso de servidores como *Photosynth* o *123D Catch*¹. Esto tiene sin duda la ventaja de liberar al equipo personal del largo cálculo, pero a la vez se pierde el control del procesamiento y, según el caso, quizá el dominio sobre el producto (Santagati e Inzerillo, 2012). Alternativamente existen programas de escritorio como *VisualSFM* (Wu, 2011; Wu *et al.*, 2011)² o *Python Photogrammetry Toolbox –PPT–* (Moulon y Bezzi, 2011)³. Los casos aquí presentados se elaboraron con el último, que además de tratarse de software libre, es de uso sencillo y efectivo con un mínimo de interacción.

En términos generales, todos los programas implican un proceso similar. Se cargan las imágenes seleccionadas, que deben contar con todos los metadatos *exif* (las propiedades de archivo que señalan el modelo de cámara, tipo de lente y otros parámetros de la toma). Sigue un reconocimiento automático de rasgos y la comparación sistemática de éstos entre todas las imágenes. En base a las coincidencias y los parámetros de la toma, el programa calcula la posición de las cámaras y genera una nube de puntos dispersa en un espacio tridimensional. En una segunda instancia se reingresa el resultado anterior como dato y es calculada una nube de puntos densa, que copia con más detalle la escena registrada. Esta nube de puntos densa es el producto primario del relevamiento. Para obtener una malla o un volumen con textura se debe pos-procesar. En los presentes casos de aplicación se empleó el software libre *MeshLab*⁴.

El cálculo de la posición de las cámaras exige dos tipos de datos: uno interno al archivo de la imagen y otro externo. El primero refiere a los mencionados metadatos, específicamente la longitud focal del objetivo y el modelo de cámara. El modelo de cámara sirve de identificador común para el dato externo. El dato externo es el tamaño de sensor de cada cámara, y se carga en el programa⁵. Para aplicar el método a fotografías analógicas, éstas deben digitalizarse, por ejemplo, escaneando las copias impresas o preferentemente la película original (para evitar recortes o modificaciones del cuadro). Los archivos obtenidos tendrán los metadatos del digitalizador (por ejemplo el escáner) por lo que deben editarse y cargarse con los de la cámara⁶. En cuanto al tamaño del sensor, se reemplaza con la medida de la superficie sensible, que es la película (por ejemplo, un negativo de 135 mm tiene un cuadro de 36x24 mm). Un mismo proceso puede emple-

ar fotos de diversas cámaras a la vez, tanto digitales como analógicas. La Figura 1 sintetiza y ejemplifica ambas línea de procesamiento.

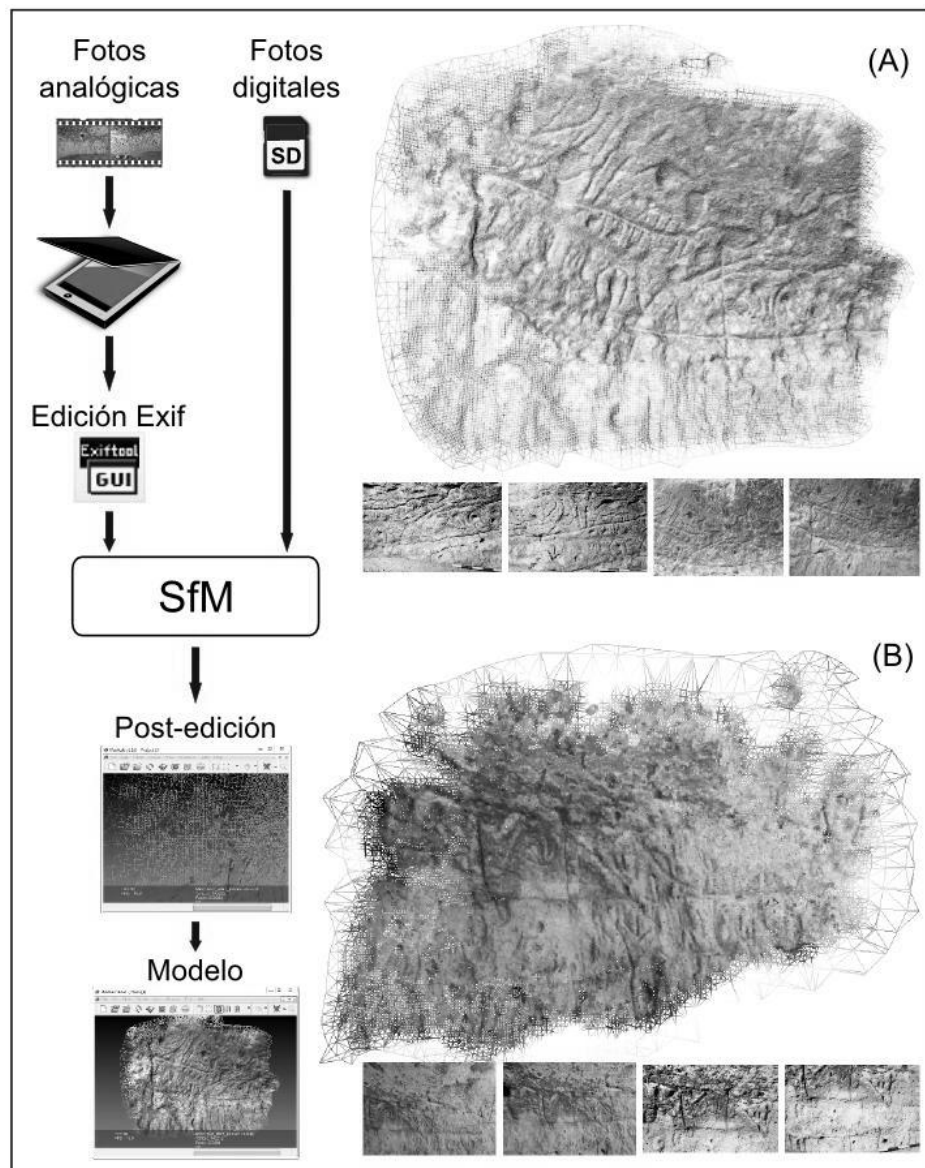


Figura 1: Flujo del proceso de trabajo, ejemplificado con dos paneles de arte rupestre de la cueva Epullán Chica (Neuquén). Se ilustran algunas de las imágenes analógicas y digitales empleadas. A) panel Este (12 fotos: 145000 vértices). B) panel Oeste (12 fotos: 102000 vértices).

Casos de aplicación

El procedimiento expuesto se ha ensayado con documentaciones fotográficas preexistentes, de trabajos de campo realizados en las provincias del Neuquén, Río Negro y Buenos Aires. Por un lado, se trató de casos del registro arqueológico de cazadores recolectores en la cuenca media del río Limay (Crivelli, 2010) y, por el otro, de arqueología histórica en el partido de La Matanza (Ávido, 2013) y en el sitio de Vuelta de Obligado (Ramos *et al.*, 2011).

Dentro del primer grupo se empleó la documentación fotográfica digital de la excavación del sitio Alero Nestares (Río Negro) del año 2003. Asimismo se procesó una combinación de imágenes analógicas y digitales del arte rupestre de la cueva Epullán Chica (Neuquén) que corresponden a campañas de los años 1988 y 2006, respectivamente. Para incluir efectivamente las fotografías analógicas, fue imprescindible contar con la información de las hojas de registro fotográfico (Crivelli y Fernández, 2005). Para el segundo grupo, se usaron imágenes digitales de sondeos en El Pino - Museo Histórico Municipal de La Matanza- y La Elvira (Buenos Aires) correspondientes a los años 2010 y 2011, respectivamente. También se utilizaron imágenes digitales de la campaña al sitio Vuelta de Obligado (Buenos Aires) del año 2009. Con excepción de algunas fotos en El Pino y La Elvira, los autores no realizaron las tomas, y en ningún caso se había previsto la presente aplicación.

Cuando las tomas convergen sobre el mismo punto, se observó que incluso variaciones mínimas de posición permiten buenos resultados con escasas fotos, como ocurrió en los ensayos de Vuelta de Obligado, La Elvira y El Pino (Figura 3). Donde las perspectivas tienen menos convergencia, pero se dispone de más tomas, se logran igualmente buenos resultados. Es el ejemplo de un perfil de excavación en Alero Nestares (Figura 2) para el que se empleó una serie fotográfica cuyo fin era un mosaico. El caso también ilustra la utilidad del modelo tridimensional para generar vistas virtuales donde no hay espacio para captar la escena en una única foto correctamente orientada y sin deformaciones (algo usual en los perfiles de excavación).

El software empleado es tolerante en cierto grado a las variaciones de objetos o personas de una escena entre toma y toma, omitiéndolos. Las imágenes de la excavación del Alero Nestares lo ejemplifican (Figura 2). Si el objeto aparece en pocas fotos, insuficientes para triangular la posición, o si desaparece totalmente en algunas imágenes, hay más probabilidades de éxito que cuando se reitera abundantemente con apenas un desplazamiento moderado. En menor medida el programa es tolerante a cierta latitud de exposición y variación de tonalidad entre las imágenes (ver, por ej., Figura

3). En el caso de la cueva Epullán Chica (Figura 1) esta tolerancia permitió combinar fotos analógicas, en blanco y negro, y fotos digitales muy posteriores, transformadas a escala de grises. Sin embargo, las variaciones de iluminación de la escena (particularmente la dirección de la luz, notorio al intercalar el flash en tomas a poca distancia) pueden inhibir la obtención de resultados, como ocurrió en otros casos que no se presentan aquí.

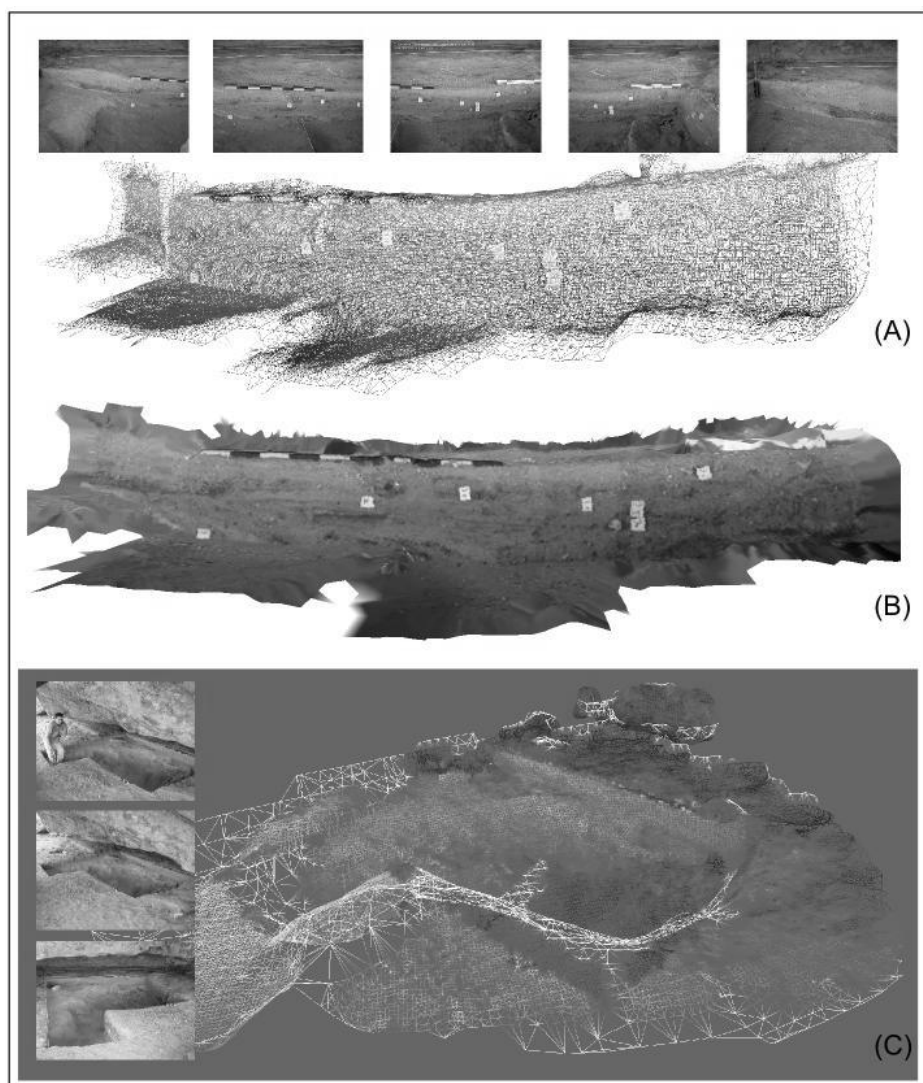


Figura 2. Reconstrucciones tridimensionales del sitio Alero Nestares (Río Negro). Se ilustran algunas de las tomas empleadas. A) perfil estratigráfico (11 fotos: 262000 vértices), vista de malla. B) mismo perfil de excavación con aplicación de textura fotográfica. C) vista general de la excavación (15 fotos: 113000 vértices).

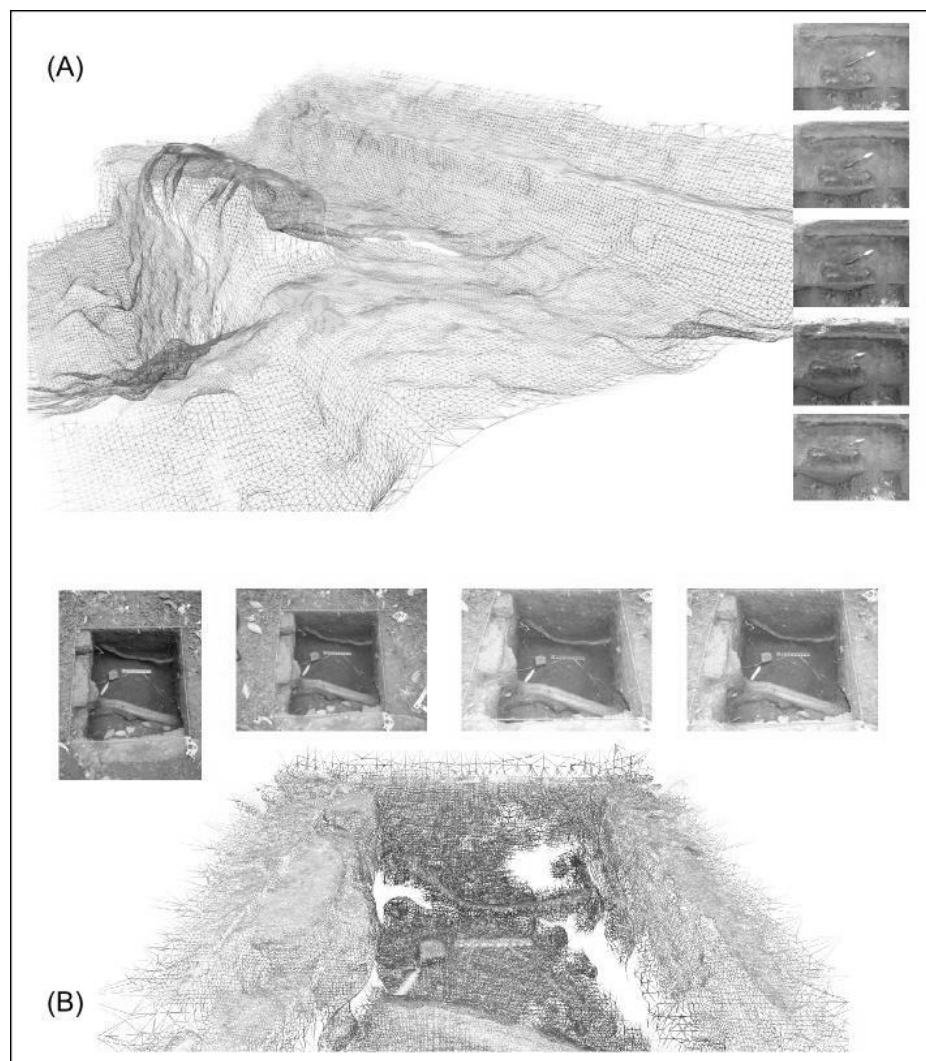


Figura 3. Reconstrucciones tridimensionales del área de La Matanza (Buenos Aires). Se ilustran algunas de las tomas empleadas. A) estructura termoalterada en el sitio La Elvira (5 fotos: 81000 vértices). B) sondaje en el sitio El Pino (4 fotos: 75000 vértices).

La combinación de registros separados en el tiempo para la cueva Epullán Chica, resultó también en una diferencia de densidad de puntos en la franja de los paneles que estaba cubierta por sedimentos en el primer conjunto de fotos y no en el segundo (posterior a la excavación del sitio). El mismo tipo de observación podría usarse para detectar otros cambios menos obvios, como el deterioro de rasgos y estructuras a lo largo del tiempo.

Conclusiones

Se ejemplificó un procesamiento de modelado basado en imágenes que permite utilizar tomas no estructuradas, realizadas con cámaras digitales y analógicas. La técnica tolera un cierto grado de inconsistencia entre las diferentes tomas, aunque necesita un mínimo teórico de tres imágenes que contengan diferentes perspectivas de cada punto a identificar y posicionar. Asimismo requiere suficiente superposición entre las tomas para reconstruir la escena, y que las fotografías individuales tengan suficiente profundidad de campo.

En la aplicación del método al material de archivo, las fotografías de campo resultan propicias porque muchas veces son reiterativas (generalmente para asegurarse de obtener un registro efectivo). Asimismo, las realizadas a mano alzada (por ejemplo, sin la ayuda de trípode) suelen tener pequeñas variaciones de posición entre una toma y la siguiente, que el método aprovecha. Sin embargo, si el número de imágenes o las perspectivas son insuficientes, pueden quedar amplias áreas sin reconstruir. El contexto y procedimiento de la fotografía de gabinete, por el contrario, suele acumular tomas en las que la posición de la cámara es fija y se altera la composición de la escena entre toma y toma (por ej. se rota un artefacto para registrar distintas caras, se mueve una escala, se cambia la posición de la luz, etc.). Esta circunstancia hace menos probable que se disponga de suficientes fotografías aptas para combinar.

Al tratar con imágenes de archivo, se torna imprescindible atender a los metadatos de las mismas. Cuando una fotografía es recortada, comprimida, o modificada en sus valores de contraste, brillo, color, saturación, etc., sus datos y metadatos pueden verse comprometidos. Como consecuencia, sin los valores de exposición, distancia focal o formato del sensor, el proceso de *structure from motion* no funciona. Es fundamental resguardar los archivos originales de todas las fotografías, y realizar modificaciones sólo sobre copias debidamente identificadas como tales. En el caso de las fotografías analógicas, se torna urgente sistematizar el archivo y recabar toda la información posible sobre los objetivos empleados, si no se había registrado previamente.

El uso más evidente del modelado tridimensional es la visualización de volúmenes complejos que son difíciles de apreciar en la fotografía bidimensional, y de relevar en una planimetría manual (incluso actualmente, si se cuenta con una estación total). Aplicado al archivo, permite, por ejemplo, refinar parcialmente el registro tridimensional de una excavación. En un sentido más general, permite apreciar las relaciones contextuales en tres dimensiones.

En ciertas circunstancias puede agregarse una cuarta dimensión. Cuando la colección de fotos es extensa y abundante, pueden ensayarse series temporales para explorar, mediante los modelos 3D, los cambios o deterioros de un sitio o estructura; o recrear distintos momentos de la excavación, como se hace con los relevamientos *ex profeso* (Callieri *et al.*, 2011; López Lillo y Charquero Ballester, 2012). Cada modelo puede someterse a diversos análisis o combinarse con el resultado de otros procesamientos de imágenes, como los empleados para resaltar texturas (por ej. el aplicado por Acevedo y Franco, 2012).

En síntesis, la técnica permite ampliar el aprovechamiento de los registros existentes, y potenciar los productos de una práctica común de las intervenciones arqueológicas: la fotografía en todas sus instancias y escalas.

Notas

1. *Photosynth* (<http://photosynth.net/>), *123D Catch* (<http://www.123dapp.com/catch>)
2. *VisualSFM* está disponible en <http://ccwu.me/vsfm/>
3. *Python Photogrammetry Toolbox* está disponible en <http://184.106.205.13/arcteam/ppt.php>
4. *MeshLab* es un producto del Visual Computing Lab, ISTI – CNR (<http://meshlab.sourceforge.net>).
5. Esta información es provista por los fabricantes o se encuentra en sitios web de fotografía como *Digital Camera Database* (<http://www.digicamdb.com>).
6. Generalmente está vedada la modificación de los metadatos, pero hay programas específicos para este fin. En los casos trabajados se empleó *ExifTool* (<http://www.sno.phy.queensu.ca/~phil/exiftool>).

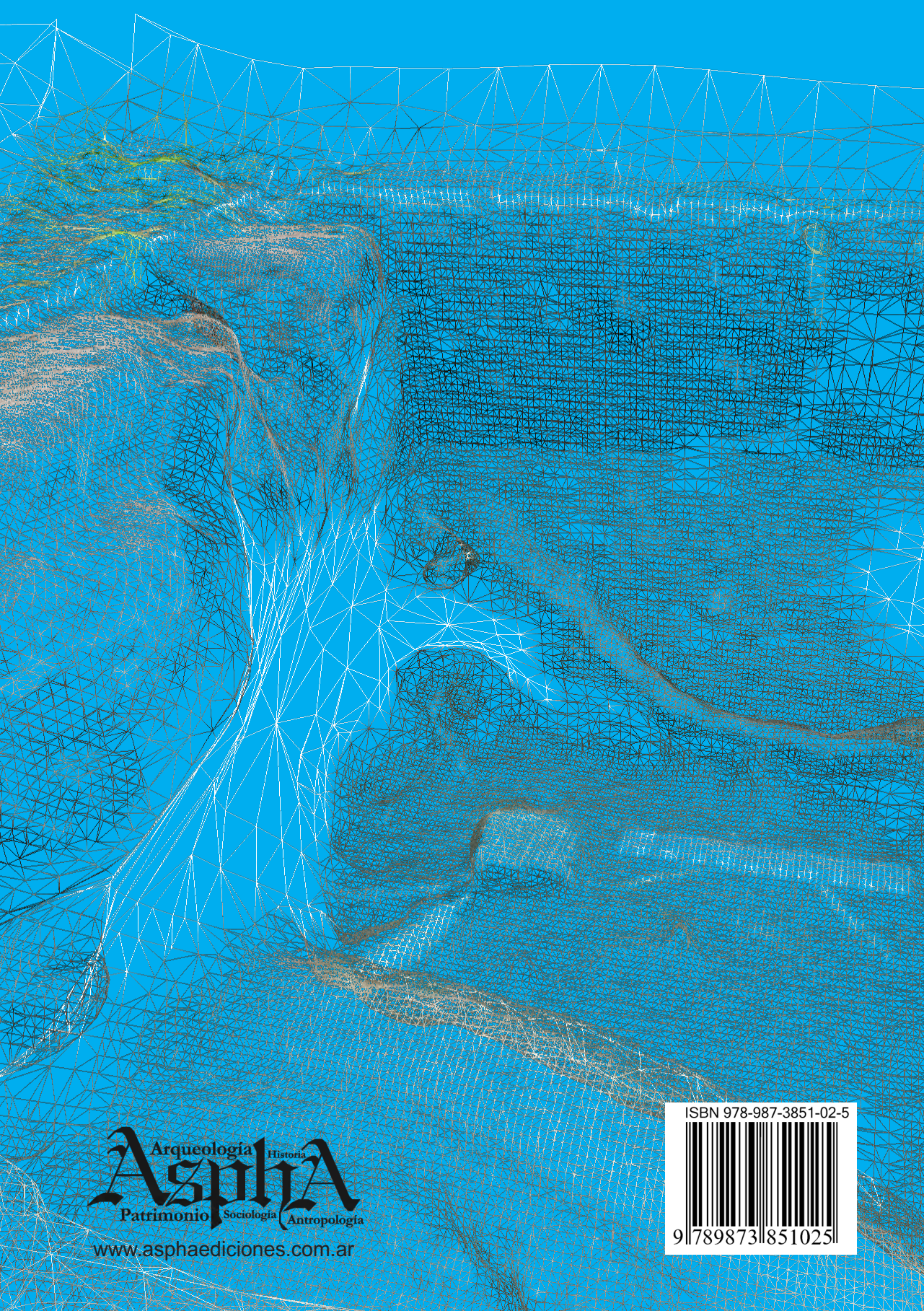
Agradecimientos

Agradecemos a Eduardo Crivelli, Mabel Fernández y Mariano Ramos por las imágenes e información de los trabajos de campo. Este artículo pudo realizarse en el marco de una beca doctoral de CONICET y de los proyectos UBACyT F066 (UBA), PIP 1605 (CONICET) y PICT 2011-0776 (APCyT).

Referencias bibliográficas

- ACEVEDO, A. y N. FRANCO 2012. Aplicación de DStretch-ImageJ a imágenes digitales de arte rupestre de Patagonia (Argentina). En: *Comchingonia Virtual*, núm. 6, vol. 2, pp.152-175.

- ÁVIDO, D. Los materiales vítreos del sitio 'La Elvira' (Virrey del Pino, La Matanza, Pcia. de Buenos Aires). En: Rodríguez Leirado, E. y D. Schávelzon (eds.), *Actas del V Congreso Nacional de Arqueología Histórica*, Tomo 2, pp. 373-391. Saarbrücken, Editorial Académica Española.
- CALLIERI, M., N. DELL'UNTO, M. DELLEPIANE, R. SCOPIGNO, B. SODERBERG y L. LARSSON. 2011. Documentation and Interpretation of an Archeological Excavation: an experience with Dense Stereo Reconstruction tools. En: *The 12th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST*.
- CRIVELLI, E. 2010. Arqueología de la cuenca del río Limay. En R. F. Maserá (ed.): *Los ríos mesetarios norpatagónicos. Aguas generosas del Ande al Atlántico*. Gobierno de Río Negro, Viedma, pp. 261-338.
- CRIVELLI, E. y M. FERNÁNDEZ 2005. Un sistema de documentación de campo para las investigaciones arqueológicas en la cuenca del río Limay. En *Actas del Vº Congreso Argentino de Americanistas*, pp. 487-516.
- LÓPEZ LILLO, J. A., CHARQUERO BALLESTER A. M. 2012. Registro tridimensional acumulativo de la secuencia estratigráfica: Fotogrametría y SIG en la intervención arqueológica de lo Boligni (Alacant), *Virtual Archaeology Review*, vol. 3, n° 5, pp. 81-88.
- MOULON, P. y A. BEZZI. 2011. Python Photogrammetry Toolbox: a free solution for three-dimensional documentation. En: *ArcheoFoss. 6º Workshop Open Source, Free Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica*, Nápoles.
- RAMOS M., F. BOGNANNI, M. LANZA, V. HELFER, O. HERNÁNDEZ DE LARA y R. SENESI. 2011. El sitio arqueológico de Vuelta de Obligado, San Pedro, Argentina. *Cuba arqueológica*. Año 3, núm. 1, pp. 69-72.
- SANTAGATI, C. y L. INZERILLO. 2012. 123D Catch: Efficiency, Accuracy, Constraints and Limitations in Architectural Heritage Field. En: *International Journal of Heritage in the Digital Era*, núm. 2, vol. 2, pp. 263-289.
- SKARLATOS, D. y S. KIPARISSI. 2012. Comparison of laser scanning, photogrammetry and SFM-MVS pipeline applied in structures and artificial surfaces. En: *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, núm. 1, vol. 3, pp. 299-304.
- WU, Ch. 2011. *VisualSFM: A Visual Structure from Motion System*. <<http://ccwu.me/vsfm/>> [1 de junio de 2014]
- WU, Ch., S. Agarwal, B. Curless y S. Seitz. 2011. Multicore Bundle Adjustment. En: *IEEE CVPR 2011 Conference Colorado Springs*.



Arqueología Historia
Aspha
Patrimonio Sociología Antropología

www.asphaediciones.com.ar

ISBN 978-987-3851-02-5



9 789873 1851025