

# El uso de la fotogrametría para la digitalización de documentos cartográficos de gran formato: la experiencia de la Planoteca de la Junta de Adelanto de Arica (PJAA), Chile

The Use of Photogrammetry for the Digitalization of Broadsheet Cartographic Documents: The Experience of the Planoteca de la Junta de Adelanto de Arica (PJAA, Cartography Room of Junta de Adelanto, Arica), Chile

Mónica Moreno Falcón

Colección Patrimonial Alfredo Wormald Cruz (CPWC),  
Universidad de Tarapacá (UTA), Chile  
mmoreno@uta.cl

Daniel Castillo Ramírez

Archivo Histórico Vicente Dagnino (AHVD),  
Universidad de Tarapacá (UTA), Chile  
dcastillo@uta.cl

## Resumen

En este INFORME se reflexiona sobre la importancia de valorar la legibilidad, la escala, la proporción y otros atributos definitorios de un documento cartográfico en el marco de un proceso de digitalización con fines de salvaguardia patrimonial. Con base en ello, se realiza un breve análisis sobre los principales problemas que plantea la digitalización de colecciones documentales, particularmente de cartografía, mediante la revisión de la experiencia lograda en la Planoteca de la Junta de Adelanto de Arica (PJAA, Chile). En consecuencia, se pone de relieve el desarrollo de una metodología respetuosa del valor de uso original —geométrico— de este tipo de documentos. Finalmente, se muestran los resultados obtenidos con el uso de fotogrametría digital en la creación de duplicados de planos deteriorados de gran formato en la PJAA.

## Palabras clave

digitalización; gran formato; documentos cartográficos; fotogrametría; toma de decisiones; Chile

## Abstract

This REPORT reflects on the importance of valuing the legibility, scale, proportion and other defining attributes of a cartographic document in the framework of digitalization processes for heritage preservation purposes. Based on this, a brief analysis is carried out on the main problems posed by the digitalization of documentary collections, particularly concerning cartography, through the review



of the experience achieved in Planoteca de la Junta de Adelanto de Arica (PIAA, Cartography Room of Junta de Adelanto de Arica), Chile. Consequently, the development of a methodology, which is respectful of the value of original use—geometrical—of this type of documents, is highlighted. Finally, we present the results obtained with the use of digital photogrammetry in the creation of duplicates of deteriorated broadsheet plans in the PIAA, Chile.

## Keywords

digitalization; broadsheet; cartography; photogrammetry; decision-making; Chile

## Introducción: líneas de trabajo actuales en la digitalización de colecciones documentales

La digitalización de colecciones documentales ha transformado las vías de acceso a la información y la organización del trabajo de los investigadores (IFLA 2014:4). Las tecnologías digitales permiten consultar el contenido informativo de los documentos sin degradar el soporte físico (IFLA 2002:27). Si bien la digitalización no debe considerarse como sinónimo de conservación, ciertamente presenta un gran potencial en el fomento de la visibilización y accesibilidad de la información (cfr. Alberch 2009).

Definir una serie de recomendaciones, pautas o directrices que ayuden a las instituciones que comienzan un proyecto de digitalización ha sido una preocupación constante en los años recientes; así parece indicarlo la abundancia de bibliografía desarrollada por diferentes entidades vinculadas con la preservación del material documental, por ejemplo: la International Federation of Library Associations (IFLA, Federación Internacional de Asociaciones de Bibliotecarios y Bibliotecas) (cfr. IFLA 2002, 2003, 2014); la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) (cfr. UNESCO 2015), y la American Library Association (ALA, Asociación de Bi-

bliotecas de los Estados Unidos) (cfr. ALA 2013), entre otras, que en los últimos cinco años han colaborado en la publicación de guías metodológicas. Sin embargo, al tratarse de propuestas de lineamientos generales, aunque definen los criterios que se han de seguir, no mencionan las características especiales del material cartográfico, tema del que se ocupa este INFORME. Partiremos, por lo tanto, de un breve repaso de los puntos trabajados en estas publicaciones.

Según la IFLA (2002:44), “el objetivo de cualquier programa de digitalización debería ser capturar y presentar en formatos digitales el contenido informativo más significativo de un único documento original o de una colección de tales documentos”. Con la intención de alcanzar esta meta, el debate académico se ha centrado en los elementos que deben considerarse como los más significativos para mantener la legibilidad de un documento digitalizado.

Santos Madrid (2014:104) defiende la fidelidad, la utilidad y la naturalidad<sup>1</sup> como valores significativos que perseguir en un proceso de digitalización, mientras que otras instituciones consideran la fidelidad, la resolución y la profundidad de *bits*<sup>2</sup> como parámetros clave (cfr. Biblioteca de la Universidad de Cornell 2003).

Los diferentes estudios de análisis colorimétricos, vinculados tradicionalmente con el desarrollo de planes de digitalización de obras pictóricas, también han tratado de generar pautas para la gestión del color y, por lo tanto, de asegurar la fidelidad de las

<sup>1</sup> Según la RAE (2017) la fidelidad es definida como “puntualidad, exactitud en la ejecución de algo”; la utilidad, como “el provecho, conveniencia, interés o fruto que se saca de algo”, y la naturalidad, como “la espontaneidad y sencillez en el trato y modo de proceder”.

<sup>2</sup> La resolución ha sido considerada tradicionalmente como indicador de la capacidad para definir los detalles más precisos, mientras que la profundidad de *bit* se ha valorado como la magnitud para registrar una variedad definida de tonos de gris y color (cfr. Biblioteca de la Universidad de Cornell 2003).

imágenes obtenidas; en ese aspecto, destacan los trabajos realizados por el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH), España (cfr. Santos 2014), o los intentos por generar normas de calidad, como el sistema de tres niveles planteado por Metamorfoze (cfr. Dormolen 2012:7-8).

Respecto de la obtención de un duplicado digital fiel a la forma, dimensiones y uso métrico del original, aún es muy escasa la bibliografía existente en relación con la digitalización de acervos documentales pese al interés que ha suscitado en disciplinas como la arquitectura o la arqueología. Por poner un ejemplo, la búsqueda del término *photogrammetry* en la base de datos del Getty Conservation Institute (cfr. GCI 2017) arroja 557 artículos publicados entre 2000 y 2017 que, en su gran mayoría, hacen referencia a proyectos de digitalización de edificios históricos y sitios arqueológicos.

Además, no obstante la numerosa bibliografía sobre procesos de digitalización fotogramétricos en espacios tridimensionales, es poca la información acerca de los procesos de digitalización de objetos geométricos bidimensionales. Un ejemplo es el trabajo desarrollado recientemente por la Unidad de Documentación e Imagenología de Chile (cfr. Correa et al. 2016), que plantea el empleo de cabezales panorámicos automatizados (del tipo Giga Pan® Pro Epic Pro) para la obtención de imágenes panorámicas, así como el uso de *software* fotogramétrico, aunque este último parece haberse aplicado exclusivamente a la recogida de datos en bienes tridimensionales (cfr. Correa et al. 2016). Asimismo es interesante la iniciativa desarrollada por Adami y Guerra (2012:20-23) para la creación de reproducciones virtuales en 3D para globos terráqueos, un elemento documental propio de archivos y bibliotecas, pero de formato también tridimensional. Una excepción notable sería la propuesta metodológica presentada por Lodeiro (2010) en las actas del curso “Investigación, conservación y restauración de materia-

les y objetos arqueológicos”, realizado en el Instituto del Patrimonio Cultural Español (IPCE, España) en 2010, donde se hace referencia al registro de documentos planimétricos bidimensionales y se plantea la necesidad de recuperar el valor métrico de los documentos geométricos (Lodeiro 2010:113-117).

La fragilidad de los soportes y la necesidad de desarrollar nuevas metodologías de trabajo más respetuosas de los originales y su conservación también han introducido cambios tecnológicos en los últimos años. Dentro de los procesos de digitalización de documentos se han sumado al escáner tradicional los escáneres aéreos de mesa y cámaras réflex Digital Single-Lens Reflex (DSLR) (cfr. Prol 2001; Campuzano y Giménez 2005).

En último lugar, en relación con los conceptos de *utilidad* y *naturalidad* descritos por Santos Madrid (2010), es clave el diseño de políticas de almacenamiento y difusión de la información generada/reproducida. Si bien las líneas de trabajo y las metodologías han tendido, desde la teoría, a restar subjetividad a la obtención de los duplicados digitales, en la práctica se han visto obligadas a valorar la necesidad de optimizar el uso de los recursos y el espacio de almacenamiento. El replantear que es indispensable establecer estándares de resolución que aseguren la máxima calidad de la imagen con el menor peso posible ha sido el objeto de numerosas bibliotecas y archivos (para el caso de Chile, cfr. Aguirre 2006:29). Optimizar las tareas de digitalización consiste en ajustar el proceso de conversión al contenido de información del original y trabajar justo en ese paso (cfr. Aguirre 2006). En otras palabras, no se trata de capturar a la mayor resolución o calidad posible, sino de alcanzar un equilibrio entre calidad, disponibilidad de espacio y uso.

Adaptar estos criterios al trabajo con material planimétrico y normar un protocolo de actuación para obtener duplicados digitales de calidad

fundamentados en la fidelidad, naturalidad y utilidad (cfr. Santos Madrid 2010) requiere primeramente reflexionar acerca de los problemas asociados a estos materiales (cfr. IFLA 2003) y, más particularmente, a los formatos de gran escala, tema al que nos referiremos en el siguiente apartado.

### Problemas asociados a la digitalización de documentos cartográficos y planimétricos

Según la definición de la UNESCO (2015:s. p.), un documento es:

[...] un objeto con contenido informativo analógico o digital y el soporte en el que se consigne. [...] El contenido podrán ser signos o códigos (por ejemplo, texto), imágenes (fijas o en movimiento) y sonidos susceptibles de ser copiados o migrados. El soporte puede tener propiedades estéticas, culturales o técnicas de importancia. La relación entre el contenido y el soporte puede ser desde accesoria hasta esencial.

Los documentos con un contenido informativo *no textual*, como el material fotográfico, audiovisual o cartográfico, se incluyen dentro de esta definición, lo que plantea la necesidad de determinar cuáles son las propiedades esenciales de la información de estos documentos, la primacía de las características estéticas o funcionales de su contenido y la relación que establecen con el soporte. Este tema, que abordaremos a continuación, es el que nos permitirá definir los rasgos que se han de rescatar para asegurar la fidelidad al original cartográfico.

Según indica García (2010:98), si bien los mapas y planos ejecutados hasta finales del siglo XVIII presentaban una función técnica subordinada a la estética —de manera que cumplían más con la misión de reflejar que con la de representar—, fue a partir de este momento cuando gradualmente las formas se ajustaron cada vez más a la realidad, im-

poniéndose el sentido técnico sobre el estético; después, en el siglo XX, la implementación de nuevas tecnologías de reproducción y edición cartográfica aumentó el grado de fiabilidad otorgado a los elementos geográficos representados en planos y mapas asociados a procesos urbanos y/o constructivos. A la par de que las cualidades estéticas del soporte y la representación perdieron relevancia, el valor métrico de los puntos representados se constituyó como el elemento clave (García 2010:98).

Trabajar de manera respetuosa la dimensión geográfica de los documentos cartográficos obliga a valorar no sólo la escala<sup>3</sup> y el sistema de proyección, sino también las relaciones espaciales existentes entre los distintos puntos representados y su entorno; estas peculiaridades hacen que la digitalización de datos geográficos sea algo muy complejo (cfr. Maza Vázquez 2008).

La escala permite al usuario obtener mediciones reales de un espacio mediante la revisión del documento (cfr. Maza Vázquez 2008). De esta premisa, quienes suscribimos el presente INFORME deducimos que la alteración de las proporciones del dibujo original en los duplicados digitales impide el uso de la escala, desvirtuando el valor métrico para el que fue concebido el documento.

En este sentido, resulta sumamente oportuno rescatar las reflexiones de Lodeiro (2010:109) en relación con este concepto: el autor remarca que el uso de la escala ha desaparecido debido al cambio del soporte físico al digital, así como por razón de

<sup>3</sup> La escala es la relación existente entre una distancia en un dibujo y la distancia correspondiente en la superficie terrestre, es decir, es el número de veces que la realidad ha sido reducida para ser representada. Es por esto que una escala grande —por ejemplo 1:100— generalmente pertenecerá a planos con más detalle, mientras que una escala pequeña —1:1.000.000— mostrará mapas con menos detalle, típicos de representaciones nacionales o internacionales (cfr. Maza Vázquez 2008).

que los usuarios emplean el *zoom*, pero no duda que resulta esencial en los procesos de digitalización asegurar la estabilidad de los planos X y Y, permitiendo mantener relaciones de proporción al recuperar el valor de uso métrico del documento cuando así se requiera. Bibliotecas y archivos han solventado esta necesidad mediante el empleo de escáneres aéreos de mesa en las tareas de digitalización para los ejemplares de formato reducido (*cf.* Prol 2011), pero no se ha consensado una metodología de trabajo para ejemplares de gran tamaño, cuando no hay un escáner de dimensión acorde o restituidores analíticos.

En consecuencia, a continuación se presenta una propuesta metodológica para el rescate de los valores métricos en la digitalización de los ejemplares de gran formato pertenecientes a la Planoteca de la Junta de Adelanto de Arica (PJAA), en Chile.

## El archivo de la Junta de Adelanto de Arica (JAA)

### Contextualización de la colección

“La ciudad de Arica, ubicada al norte de Chile, experimentó, en la segunda mitad del siglo XX, uno de los procesos de descentralización más notables que llevara a cabo el gobierno de Chile en una zona extrema” (Ruz *et al.* 2015:13). Como consecuencia del otorgamiento de atributos arancelarios se creó, primeramente, el puerto libre de Arica (1953-1958) y, posteriormente, se conformó la Junta de Adelanto de Arica (1958-1976) (Ruz *et al.* 2015:13).

Las funciones de la Junta de Adelanto de Arica se centraron esencialmente en dos tareas: descentralizar los servicios públicos y propiciar el comercio, la industria y el turismo de la zona (Ruz *et al.* 2015:13). A escala social, la ciudad creció exponencialmente y para dar salida a este incremento poblacional se instrumentó una política de planificación urbana que no sólo pretendía solucionar las necesidades genera-

das sino también proyectaría su crecimiento futuro (Ruz *et al.* 2015:14). Este proceso histórico quedó reflejado, por un lado, arquitectónicamente, en los edificios de arquitectura brutalista,<sup>4</sup> y, por el otro, desde el punto de vista documental, en la generación de un archivo. Actualmente el Archivo Histórico Vicente Dagnino (AHVD) de la Universidad de Tarapacá y el Archivo Histórico de la Ilustre Municipalidad de Arica (AHIMA) son los responsables de la custodia de la PJAA, compuesta por más de 700 planos (Ruz *et al.* 2015:13).

Los materiales son, en su mayoría, planos de gran formato realizados entre 1958 y 1974 sobre un soporte de papel sulfurizado,<sup>5</sup> y, tratándose de material cartográfico, presentan necesidades específicas (discutidas anteriormente), situación que se ve aún más compleja debido a la fragilidad de su estado (*cf.* Moreno y Castillo 2017).

### Identificación de necesidades

El programa de digitalización, al igual que el plan de conservación de la planoteca, se puso en marcha para solucionar una necesidad real de conservación y, por lo tanto, requería un estudio previo o diagnóstico que permitiese evaluar la situación existente y proponer un flujo de trabajo acorde con las necesidades específicas del caso.

En este aspecto, la intervención desarrollada en la PJAA durante el año 2017 incluyó la identificación de los atributos asociados a los documentos, el estado de conservación que presentaban, las posibilidades de la institución, el índice de calidad deseado y alcanzable, las necesidades del usuario y las capacidades, a largo plazo, de gestión de la colección digital generada (*cf.* Moreno y Castillo 2017) (Figura 1).

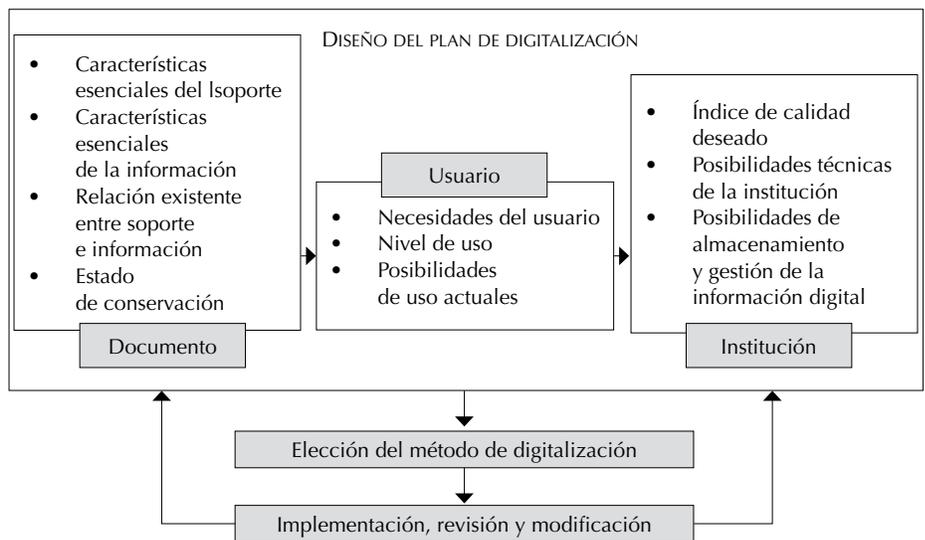


FIGURA 1. Diagrama del flujo de trabajo durante el proceso de digitalización (Esquema: Mónica Moreno, 2017).

<sup>4</sup> Corriente arquitectónica surgida en la década de 1950 que se caracteriza por dejar la estructura compositiva del edificio completamente a la vista (*cf.* Valcarce Labrador 1999).

<sup>5</sup> El papel sulfurizado es aquel fabricado de forma industrial a partir de 1860 como soporte de planos. Poroso, sin encolado, formado por pasta química blanqueada, tratada con ácido sulfúrico y neutralizado con amoníaco (Díaz de Miranda y Herrero 2008:49).

La fragilidad de los documentos, por su parte, obligó a plantear un programa de digitalización que no sólo facilitara su divulgación sino que evitara la manipulación de los originales. Este aspecto, aunado a las necesidades especiales del material cartográfico,<sup>6</sup> obligó a plantear una

<sup>6</sup> Insistimos en la importancia de mantener

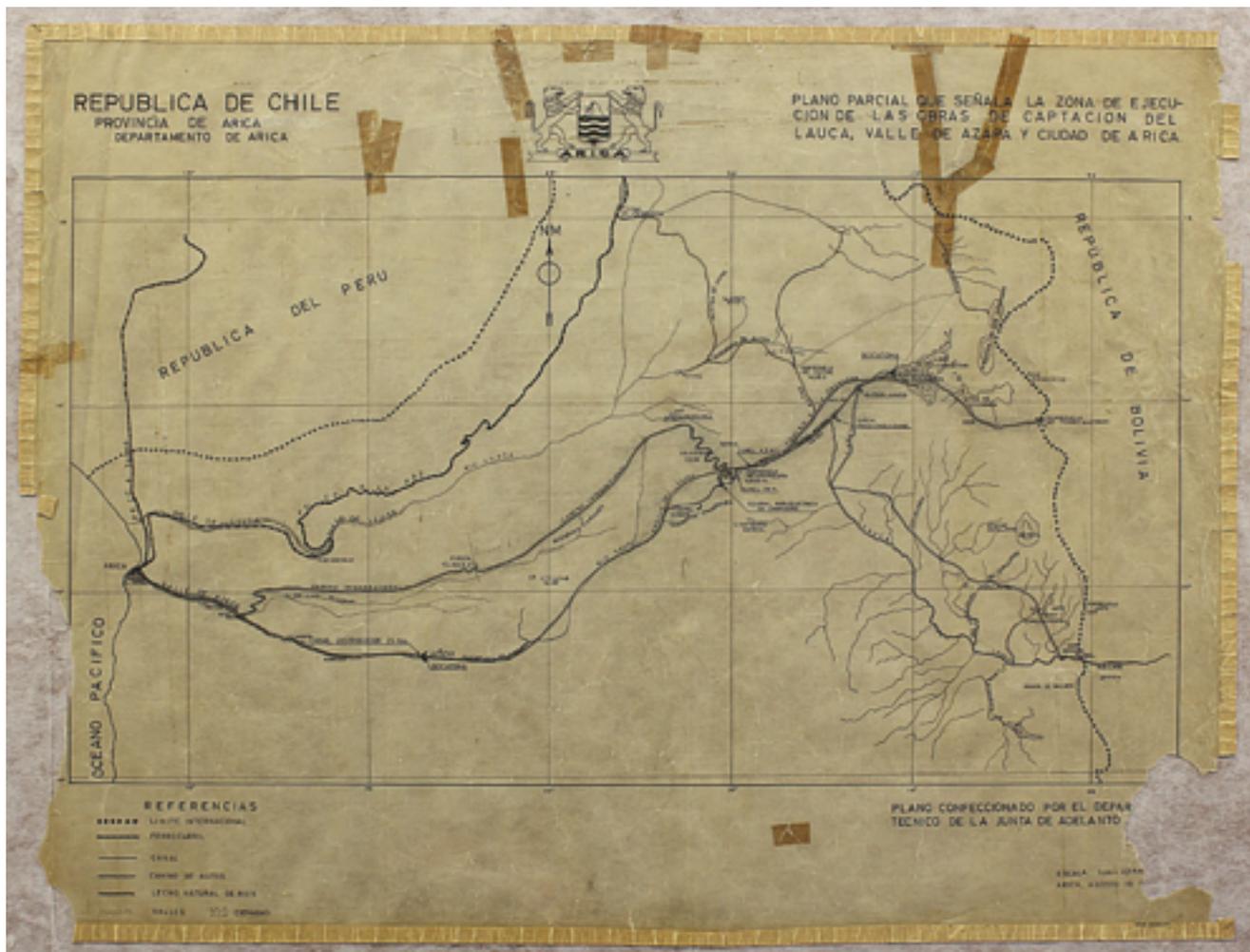


FIGURA 2. Estado de conservación de uno de los planos pertenecientes al Archivo Junta de Adelanto de Arica. Puede observarse el grado de friabilidad del papel, el deterioro causado por el uso y las reparaciones con cinta adhesiva de contacto (Ortofotografía: Mónica Moreno y Daniel Castillo, 2017; cortesía: Universidad de Tarapacá [UTA], Chile).

propuesta de digitalización capaz de mantener el valor de uso métrico de los ejemplares y sin correr el riesgo de deterioro por manipulación en el futuro (Figura 2).

El tamaño de los originales (superior a 1.50 x 1.50 m) dificultaba el uso de escáneres comerciales aéreos de mesa, habitualmente de medidas más reducidas. A su vez, los desgarros que presentan muchos de los ejemplares desaconsejaban el uso de *plotter*, que podría aumentar considerablemente los deterioros existen-

escala y proporciones para poder asegurar la legibilidad métrica de un material cartográfico en el que prima la función de representar sobre la de reflejar (para más información sobre ambos términos revisar García [2010]).

tes. Este factor llevó a concebir una metodología de trabajo fundamentada en el uso de cámaras DSLR.

La reducida dimensión de cotas y anotaciones obligaba a plantear un registro fotográfico de detalle que permitiese recuperar textos milimétricos en originales de más de 1 x 1 m, asegurando la legibilidad de los duplicados digitales. Este factor fue determinante para valorar tanto la cantidad de imágenes que se obtendrían en la toma fotográfica como la distancia entre el documento y la cámara DSLR.

Respecto de la variedad tonal de los soportes, resulta esencial su registro, pero, al tratarse de planos en los que la función técnica prima sobre la estética, se lo consideró un aspec-

to secundario. Por este motivo, no se hizo ninguna modificación respecto de las pautas seguidas por la institución con otros documentos.

### Metodología

La experiencia de trabajo expuesta a continuación —realizada con el uso de cámaras DSLR semiprofesionales (Canon EOS Rebel T3<sup>©</sup> y T5<sup>7</sup> Ø58

<sup>7</sup> La elección de esta cámara digital se fundamenta en una relación costo-beneficio. Dentro de una línea de gama media, el modelo Reflex EOS de Canon resulta accesible. Entre sus méritos está ser una cámara DSLR que permite regular fácilmente ISO, diafragma y velocidad, logrando una captura óptima en formatos RAW y JPEG. A los beneficios de costo, se puede

y distancia de enfoque 18-55 mm) y técnicas fotogramétricas digitales—buscó la digitalización fidedigna y proporcionada de formatos sin un límite de tamaño, asegurando que dicho proceso fuese compatible con el seguimiento de pautas de conservación preventiva en los originales.

En lo que toca a las técnicas fotogramétricas, vale la pena mencionar que, según la American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, “la fotogrametría es la ciencia y tecnología cuyo fin es obtener información cuantitativa fiable relativa a objetos físicos y su entorno mediante procesos de registro, medidas e interpretación de imágenes fotográficas” (McGlone *et al.* 2014:32, trad. del autor).

Desde la perspectiva óptica, la fotogrametría se fundamenta en la identificación de estereopares, es decir, puntos homólogos entre dos imágenes con perspectivas diferentes que enfocan un mismo objeto, permitiendo conocer su posición y orientación en el espacio (Maza Vázquez 2008).

Con el paso de la fotogrametría analógica a la digital, en la década de 1990, se agilizó enormemente la aplicación de esta técnica en numerosas disciplinas (*cf.* Hernández 2016). Al día de hoy, existe una gran

agregar una gran gama de repuestos y accesorios que mejoran sus prestaciones. Entre estos elementos destacan: a) eliminador de baterías o compra de baterías de repuestos a precios económicos, extendiendo el tiempo y flujo de trabajo; b) variedad de lentes y filtros antirreflejos; c) capacidad de realizar una gran cantidad de disparos sin dañar el sensor de captura, consideración necesaria para la digitalización de grandes volúmenes de archivos o depósitos documentales, y d) posibilidad de trabajar de forma nativa capturas remotas por medio de sistemas de disparadores, Wi-Fi o conectando la cámara a una computadora. Esta última característica permite monitorear las fotografías resultantes y corregir posibles fallas durante el proceso de digitalización. La norma técnica ofrecida por Campuzano y Giménez (2005) puede ser de gran ayuda a la hora de seleccionar el equipo que se ha de usar en un proceso de digitalización.

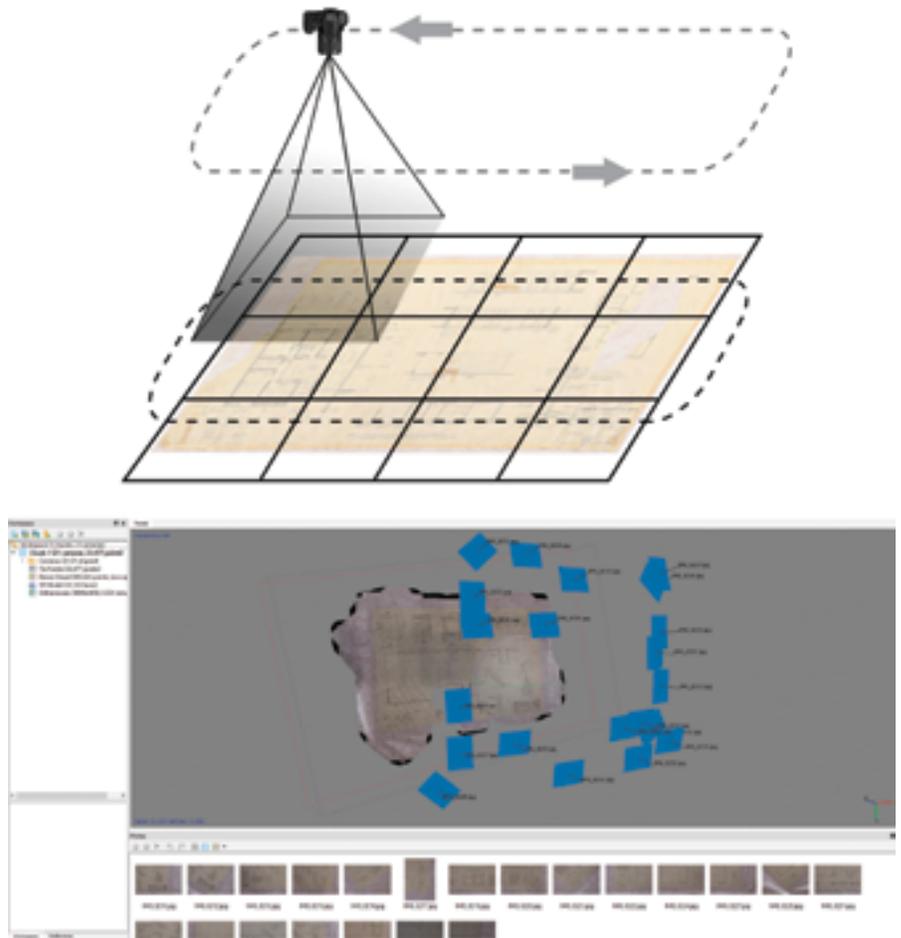


FIGURA 3. Arriba: Esquema de registro fotográfico. Nótese que la imagen captada por la cámara excede la cuadrícula por registrar, lo que genera una zona de solape con la siguiente fotografía en las que el software localiza los puntos estereopares. Abajo: Creación de una nube densa de puntos en el software Agisoft Photoscan®. Los cuadrados azules indican los puntos desde los que se tomaron las fotografías (Esquema: Mónica Moreno y Daniel Castillo, 2017).

cantidad de software fotogramétrico que automatiza el proceso de identificación de estereopares y la creación de una nube de puntos densa (Figura 3), con lo que se ha facilitado el proceso de restitución de imágenes tridimensionales (Autodesk 123D®, Arc3D®, Photomodeler®, Agisoft Photoscan®) (Hernández 2016:312). La automatización computarizada ha resultado determinante, entre otros factores, para que el uso de la fotogrametría se simplifique y pueda incorporarse como una herramienta rentable a la hora de plantear políticas de digitalización de sitios arqueológicos y objetos en 3D (*cf.* Hernández 2016). Este mismo condicionante es el que nos llevó a plantear su uso en colecciones

planimétricas, en las que, estimamos, en muchas ocasiones el valor geométrico prima sobre el estético.

Desde esta experiencia sostenemos que una de las ventajas de la aplicación de software fotogramétrico es, junto con la precisión en las dimensiones, la posibilidad de adaptar la posición de la toma fotográfica a las necesidades de conservación y apoyo del documento. Evitar el uso de bastidores verticales facilita la tarea y disminuye las tensiones generadas durante la digitalización, aspecto esencial en el trabajo con documentos deteriorados.

Con base en las anteriores consideraciones, la metodología se articuló en dos fases: la toma de datos y el trabajo con software.

Durante la toma de datos —proceso que incluye el traslado y desenrollado de los originales, la captura fotográfica y la toma de medidas de los ejemplares en milímetros— resultó fundamental planificar la estrategia en la captura de imágenes. Ello permitió tanto asegurar resultados de buena calidad como agilizar el propio procedimiento, empleando una cantidad menor de tomas fotográficas en la restitución. Se optó por colocar el documento de manera horizontal sobre una plataforma rígida recubierta por un tejido plástico inerte (Tyvek®) y cubrirlo con una mica acrílica que lo mantuviera aplanado durante la digitalización (Figura 4). Para evitar los reflejos, los focos de luz se distribuyeron de manera homogénea alrededor de los originales, a una cierta distancia y cubiertos por difusores de luz. Posteriormente se procedió con el registro fotográfico, desplazando la cámara 360° en dirección de las agujas del reloj.

Si bien el *software* empleado no exige la ortogonalidad de la cámara respecto del documento, una oblicuidad extrema de la imagen podría haber generado problemas en el alineamiento de las imágenes (Hernández 2016:314). De ahí que se modificara el brazo del trípode cenital con la finalidad de mantener la cámara lo más perpendicularmente posible al documento, y que éste se fotografiara en grupos de cuatro filas. Cada una de las fotografías de detalle tomadas abarcó aproximadamente un cuadrado de 20 x 20 cm del original y se solapó con el resto de las fotografías al menos en 30 por ciento.<sup>8</sup>

Una vez generados los correspondientes archivos digitales en formato TIFF (Tagged Image File Format), se inició el trabajo con un *software* fotogramétrico de escritorio (Agisoft Photoscan®), del tipo Structure From Motion (SFM). Esta clase de *software* ofrece la posibilidad de trabajar sin

<sup>8</sup> Éstos son los parámetros de solapamiento indicados por Maza Vázquez (2008) para un proceso fotogramétrico de recubrimiento transversal.

FORMATO DE ARCHIVO	CÁMARAS	PUNTOS DE UNIÓN	PUNTOS DE LA NUBE DENSA	PESO (MB)	MEDIDAS DEL ORIGINAL (cm)	FUNCIÓN/USO
*PSZ	13	3266	1.350.756	110	75x111	Uso interno de la Institución
*PSZ	21	3852	2.403.945	126	101x195	Uso interno de la Institución

FIGURA 4. Especificaciones técnicas de los archivos fotogramétricos (psz) generados (Tabla: Mónica Moreno y Daniel Castillo, 2017).

necesidad de subir el material a la nube, y automatiza los procesos de alineación de fotografías, triangulación, mallado y texturizado de las imágenes resultantes, simplificando el trabajo enormemente. Puesto que la imagen obtenida respeta las proporciones, para reescalar manualmente la copia digital en un *software* tipo Computer-Aided Design (CAD), sólo es necesario almacenar la información relativa a la altura y anchura de los planos originales.

### Resultados

Los resultados obtenidos son imágenes digitales con un grado de resolución milimétrica<sup>9</sup> (Figura 4).

El *software* usado corrigió automáticamente, mediante la identificación de puntos estereopares en las imágenes, las desviaciones de perspectiva en la toma fotográfica y mantuvo las proporciones métricas del original con un margen de error inferior a 1 mm (Figuras 5 y 6).

Aunque la escala que contenían los originales se desvirtúa en los duplicados generados (cfr. Lodeiro 2010), mantener estables las proporciones y almacenar metadatos<sup>10</sup> asociados a las dimensiones originales<sup>11</sup>

<sup>9</sup> Al tratarse de imágenes fotogramétricas, la calidad de la imagen ha sido indicada en puntos de unión y puntos de nube densa en relación con las dimensiones del original.

<sup>10</sup> Al entender los metadatos como un conjunto de “Datos sobre el dato” (cfr. Senso y De la Rosa 2003).

<sup>11</sup> Por defecto, la cámara DSRL genera una serie de metadatos en archivos Exif (Exchangeable image file format) en los que fue incluida la

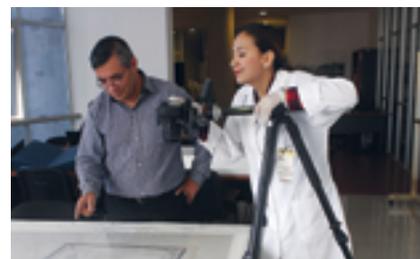


FIGURA 5. Proceso de toma de datos y registro fotográfico (Fotografía: Mónica Moreno, 2017; cortesía: Universidad de Tarapacá [UTA], Chile).

permite recuperar fácilmente la escala por medio de la herramienta “reescalar” en un *software* de tipo CAD.

Respecto de la gestión y almacenamiento posterior de los archivos, mientras que institucionalmente se ha procedido a almacenar en archivos TIFF las ortofotografías generadas así como las imágenes restituidas (archivos PSZ [Compressed PostScript File], propios del *software* fotogramétrico), los duplicados facilitados para la consulta se han transformado a un formato JPG (Joint Photographers Experts Group), que, aunque genera pérdidas por compresión, no supera los 25 MB para los documentos de mayores dimensiones (Figura 7). La

información métrica. Estos pueden ser complementados con programas de edición fotográfica de tipo *freeware* como Fastone Imagen Viewer® e IrfanView®. Por otra parte, la creación de bases de datos en programas como Access® y Filemaker® permitió crear catálogos de imágenes que incluyen mayor información textual según la Norma Internacional General de Descripción Archivística (ISAD[G]) (cfr. Consejo Internacional de Archivos 2000 [1999]).

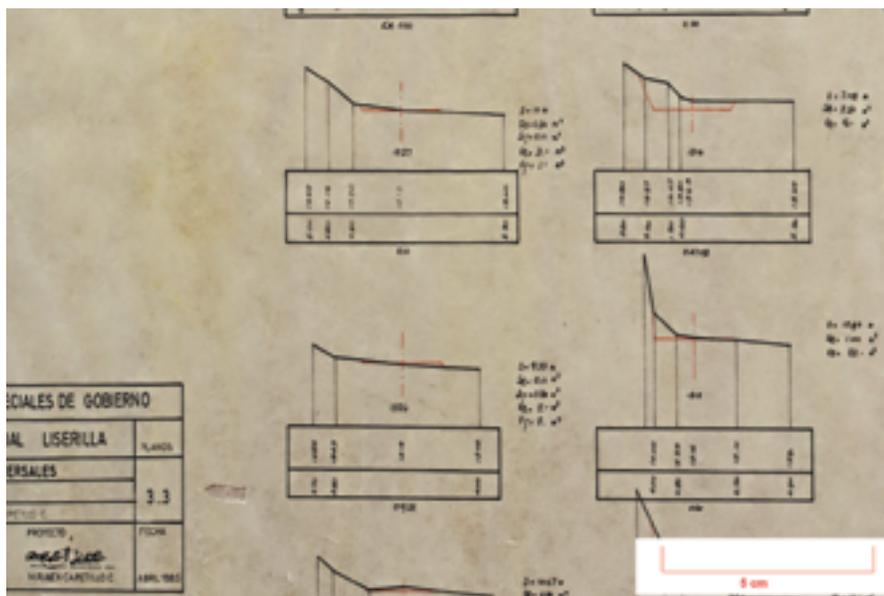


FIGURA 6. Detalle del duplicado digital del plano cortes transversales del camino peatonal Liserilla. Dimensiones: 37 x 691 cm (Ortofotografía: Moreno & Castillo, 2017; cortesía: Universidad de Tarapacá [UTA], Chile).

FORMATO DE ARCHIVO	PIXELES	PROFUNDIDAD DE BITS	PESO (MB)	MEDIDAS DEL ORIGINAL (cm)	FUNCIÓN/USO
*TIFF	10000x6432	32	112	75x111	Uso interno de la institución
*TIFF	10000x7245	32	152	101x195	Uso interno de la institución
*JPG	4131x2782	24	6	75x111	Consulta en sala
*JPG	7632x4399	24	16,5	101x195	Consulta en sala

FIGURA 7. Especificaciones técnicas de los archivos digitales TIFF y JPG generados; nótese la diferencia de calidad y peso en función del uso (Tabla: Mónica Moreno y Daniel Castillo, 2017).

reducción del tamaño de los archivos hasta un mínimo que asegure su legibilidad facilita que el usuario los manipule y fomente el acceso libre a la información que contienen (Figura 6). A su vez, parte de los ejemplares se han subido a internet con un grado de resolución muy bajo para facilitar la difusión de la PJA (cfr. UTA s. f.).

En cuanto a los tiempos de trabajo y, por ende, a la eficiencia de la metodología propuesta, la digitalización y posprocesado de un ejemplar de aproximadamente 1 x 1 m conllevó una inversión de una hora de trabajo. Si bien los tiempos pueden va-

riar enormemente según el equipo de profesionales y los equipos informáticos, consideramos que estos resultados demuestran que la fotogrametría puede ser una opción eficiente en la digitalización de grandes volúmenes documentales.

## Conclusiones

La ampliación del concepto de *documento* en los últimos años y la descentralización de las políticas de digitalización de colecciones patrimoniales obligan a plantear nuevas metodologías de trabajo y a reflexionar

acerca tanto de las necesidades específicas de cada documento como de las posibilidades técnicas de cada institución.

Aunque la convicción de que un plan de digitalización para colecciones audiovisuales será muy distinto al que requiere una colección de monografías es algo consensado, desde este INFORME sostenemos que discutir acerca de las peculiaridades propias de mapas, planos y demás material cartográfico permitirá normar una metodología de digitalización que ofrezca duplicados digitales fidedignos.

En este aspecto, la introducción de técnicas fotogramétricas digitales en los procesos de digitalización de colecciones documentales se ha mostrado como una herramienta útil en la recuperación del valor métrico. Igualmente, es importante poder contrastar su uso con otras metodologías de trabajo, generando debate en torno de las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.

Desarrollar un espacio de trabajo transdisciplinario y abierto a la colaboración con geógrafos, arquitectos, arqueólogos, conservadores y otros especialistas acostumbrados a operar con datos geográficos y geométricos es el camino para asegurar que los valores de fidelidad se mantengan en la migración digital de los documentos cartográficos.

## Agradecimientos

Agradecemos el apoyo incondicional de Diana Céspedes y Valentina Hernández en la toma de datos e inventariado de los originales, así como el de la Ilustre Municipalidad de Arica (IMA, Chile) por su colaboración a lo largo de todo el proceso de digitalización.

## Referencias

- Adami, Andrea y Francesco Guerra  
2012 "Coronelli's Virtual Globe", *International Preservation News. A Newsletter of the IFLA Core Activity on Preservation and Conservation*, 58:20-23,

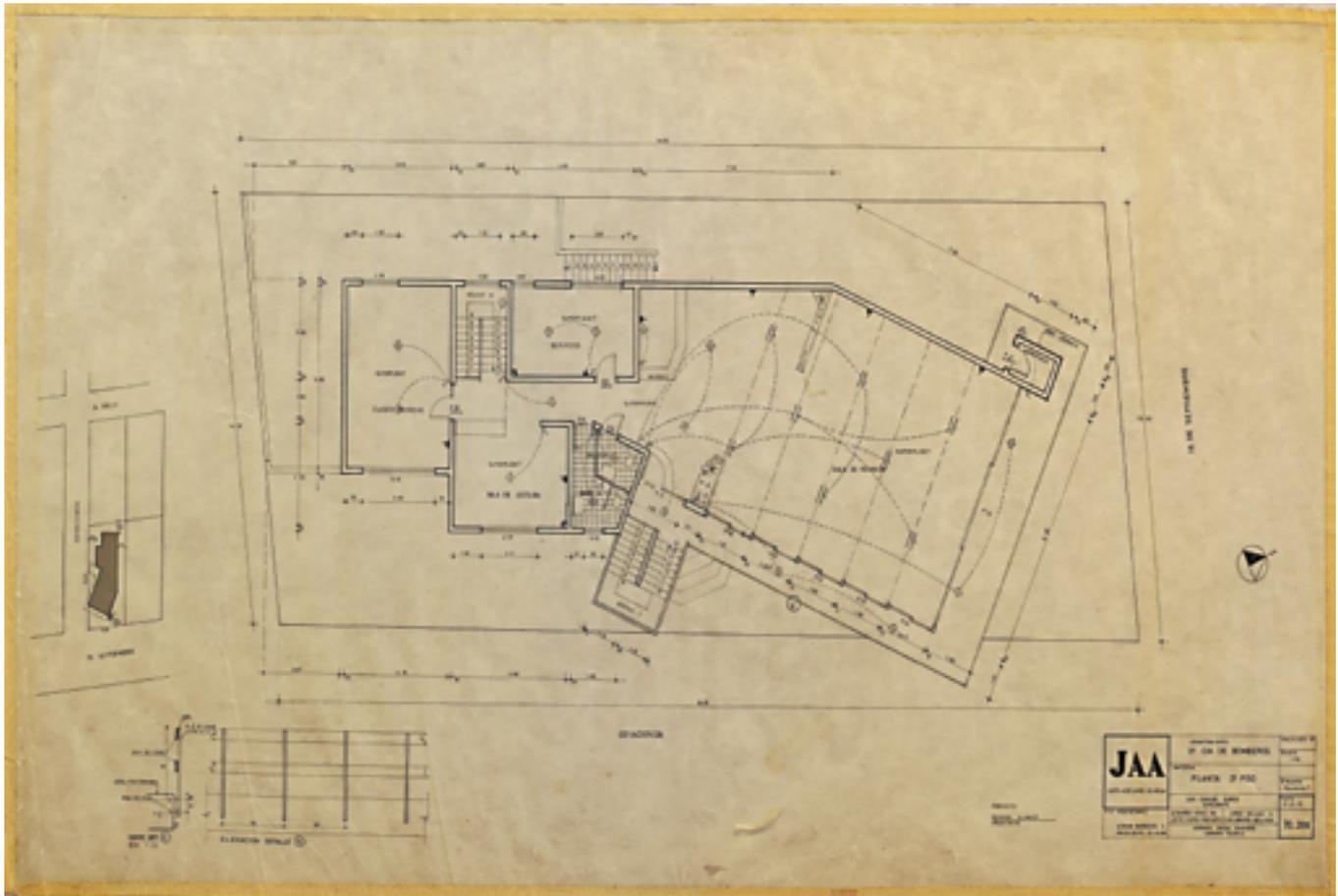


FIGURA 8. Duplicado digital del plano *levantamiento 3ª CIA Bomberos*, disponible en la web del archivo JAA (UTA s. f.). Dimensiones: 61 x 110 cm (Ortofotografía: Mónica Moreno y Daniel Castillo, 2017; cortesía: Universidad de Tarapacá [UTA], Chile).

documento electrónico disponible en [https://www.ifla.org/files/assets/pac/ipn/ipn-58.pdf], consultado el 4 de septiembre de 2017.

Aguirre Bello, Roberto

2006 "Estandarización de procesos de captura digital en la Biblioteca Nacional de Chile", *Conserva*, 10:27-36, documento electrónico disponible en [http://www.dibam.cl/Recursos/Contenidos/Centro%20de%20Conservaci%C3%B3n/archivos/04%20estandarizaci%C3%B3n.pdf], consultado el 4 de septiembre de 2017.

ALA

2013 "Minimum Digitization Capture Recommendations", American Library Association (ALA), documento electrónico disponible en [http://www.ala.org/alcts/resources/preserv/minimum-digitization-capture-recommendations], consultado el 4 de septiembre de 2017.

Alberch, Ramón

2009 *Digitalización del patrimonio: ar-*

*chivos, bibliotecas y museos en la red*, Barcelona, Editorial UOC.

Biblioteca de la Universidad de Cornell  
2003 "Llevando la teoría a la práctica: tutorial de digitalización de imágenes", documento electrónico disponible en: [http://preservationtutorial.library.cornell.edu/tutorial-spanish/preface.html], consultado el 5 de febrero de 2018.

Campuzano Juan, Francisco y Vicent Giménez Chornet

2005 "Recomendaciones técnicas para la captura y digitalización de fondos de archivos", documento electrónico disponible en [http://www.ceice.gva.es/documents/161634402/163458806/Recdigitalizacion.pdf/25e1526f-2a04-4326-b08b-0acfd5728011], consultado el 9 de febrero de 2018.

Consejo Internacional de Archivos

2000 [1999] *ISAD (G): Norma Internacional General de Descripción Archivística. Adoptada por el Comité de Normas de Descripción*. Estocolmo,

*Suecia, 19-22 de septiembre 1999*, Asunción de Navascués Benlloch (trad.), Madrid, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, documento electrónico disponible en [https://www.mecd.gob.es/cultura-mecd/dms/mecd/cultura-mecd/areas-cultura/archivos/recursos-profesionales/normas-archivisticas/isad.pdf], consultado en febrero de 2018.

Correa Orozco, Carolina, Pía Monteverde Puig, Lorena Ormeño Bustos y Antonio Suazo Navia

2016 "Preservación de la información mediante herramientas de virtualización: fotogrametría y panorámicas de alta resolución", *Conserva*, 21:135-144, documento electrónico disponible en [http://www.cncr.cl/611/articles-4961\_archivo\_1.pdf], consultado el 4 de septiembre de 2017.

Díaz de Miranda Macías, María Dolores y Ana María Herrero Montero

2009 *El papel en los archivos*, Gijón, Trea.

- Dormolen, Hans van  
2012 "Metamorfoze Preservation Imaging Guidelines. Image Quality, version 1.0, January 2012", National Library of the Netherlands, documento electrónico disponible en [https://www.metamorfoze.nl/sites/metamorfoze.nl/files/publicatie\_documenten/Metamorfoze\_Preservation\_Imaging\_Guidelines\_1.0.pdf], consultado el 4 de septiembre de 2017.
- García, Pedro  
2010 "La conservación de mapas y planos contemporáneos", en *Investigación, conservación y restauración de materiales y objetos cartográficos. Actas del curso celebrado en el Instituto del Patrimonio Cultural de España en noviembre de 2010*, Madrid, Ministerio de Educación Cultura y Deporte de España, 108-118, documento electrónico disponible en [http://en.calameo.com/read/0000753354ed3b00aef1d], consultado el 4 de septiembre de 2017.
- Maza Vázquez, Francisco  
2008 *Introducción a la topografía y a la cartografía aplicada*, Madrid, Servicio de Publicaciones, Universidad de Alcalá.
- McGlone, Chris, Edward M. Mikhail, James S. Bethel y American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (eds.)  
2004 [1980] *Manual of Photogrammetry*, Bethesda, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
- Moreno, Mónica y Daniel Castillo  
2017 "Diagnosis y propuesta de actuación para la PJA", informe inédito, Arica, Archivo Interno de la Colección Patrimonial Alfredo Wormald Cruz, Universidad de Tarapacá.
- Prol Castro, Aurelio  
2011 "Digitalización y archivos", en María de las Nieves Peiró Graner y Viviana Fernández Marcial (coords.), *Nuevas tecnologías en bibliotecas y archivos*, A Coruña, Servizo de Publicacións, Universidade da Coruña, 57-87, documento electrónico disponible en [https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4666548], consultado el 5 de febrero de 2018.
- RAE  
2017 [2015] *Diccionario de la lengua española*, Real Academia Española (RAE), documento electrónico [página web] disponible en [http://dle.rae.es], consultado el 8 de febrero de 2018.
- Ruz Zagal, Rodrigo, Luís Galdames Rosas y Alberto Díaz Araya  
2015 "Junta de Adelanto de Arica, gestión y evocación regional. Introducción", en R. Ruz Zagal, L. Galdames Rosas y A. Díaz Araya (comps.), *Junta de Adelanto de Arica (1958-1976). Experiencia, documentos e historia regional*, Arica, Ediciones Universidad de Tarapacá, 13-18, documento electrónico disponible en [http://archivojaa.uta.cl/2015/07/05/ruz-r-l-galdames-a-diaz-2015], consultado el 4 de septiembre de 2017.
- Santos Madrid, José Manuel  
2014 "El color en la reproducción fotográfica en proyectos de conservación", *Revista ph*, 86:102-123, documento electrónico disponible en [www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/download/3511/3500], consultado el 4 de septiembre de 2017.
- Senso A. José y Antonio De la Rosa Piñero  
2003 "El concepto de metadato. Algo más que descripción de recursos electrónicos", *Ciência da Informação*, 32 (2):95-106.
- UNESCO  
2015 "Recomendación relativa a la preservación del patrimonio documental, comprendido el patrimonio digital y el acceso al mismo", Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), documento electrónico disponible en [http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL\_ID=49358&URL\_DO=DO\_TOPIC&URL\_SECTION=201.html], consultado el 4 de septiembre de 2017.
- UTA  
s. f. *Archivo Junta de Adelanto de Arica (JAA)*, Universidad de Tarapacá (UTA), documento electrónico [página web] disponible en [http://archivojaa.uta.cl], consultado el 4 de septiembre de 2017.
- Valcarce Labrador, María Teresa  
1999 "El nuevo brutalismo: una aproximación y una bibliografía", *Cuaderno de notas*, 7:131-144, documento electrónico disponible en [http://polired.upm.es/index.php/cuadernodenotas/article/view/822], consultado el 5 de febrero de 2018.

## Síntesis curricular de/los autor/es

### Mónica Moreno Falcón

Colección Patrimonial Alfredo Wormald Cruz (CPWC),  
Universidad de Tarapacá (UTA), Chile  
mmoreno@uta.cl

Egresada de estudios superiores en conservación y restauración (Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales [ESCRBC], España), licenciada en historia (Universidad Autónoma de Madrid, [UAM], España) y magíster en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección (Universidad de Extremadura [UNEX], España). Actualmente cursa el magíster Diagnóstico del estado de conservación del patrimonio histórico (Universidad Pablo Olavide [UPO], España). Sus intereses son los temas vinculados con la conservación preventiva y la gestión de riesgos en colecciones patrimoniales. Ha colaborado en la codirección de proyectos de cooperación internacionales en el norte de Perú y la zona centro de España. Actualmente reside

en el norte de Chile y se desempeña como encargada de la Colección Patrimonial Alfredo Wormald Cruz (CPWC) de la Universidad de Tarapacá (UTA), en Chile.

### Daniel Castillo Ramírez

Archivo Histórico Vicente Dagnino (AHVD),  
Universidad de Tarapacá (UTA), Chile  
dcastillo@uta.cl

Licenciado y magíster en educación (Universidad de Tarapacá [UTA], Chile), actualmente cursa el magíster en historia de la UTA. Ha definido su línea de trabajo hacia la creación, gestión y manejo de archivos digitales, así como en la realización de actividades vinculadas con la digitalización y el posprocesado del material documental en soporte papel. Reside en Chile y es el encargado del Archivo Histórico Vicente Dagnino (AHVD) de la UTA, en Chile.

**Postulado/Submitted:** 06.09.2017

**Aceptado/Accepted:** 13.02.2018

**Publicado/Published:** 28.02.2018

