



ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LA TÉCNICA DE FOTOGRAMETRÍA PARA LA DIFUSIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

Guanajuato patrimonio cultural de la humanidad
Universidad de Guanajuato

Estudiante: Angie Tatiana Florián Alvarado.
Asesor: Rafael Guerrero Rodríguez.
angieflorian@usantotomas.edu.co

Resumen:

En el presente artículo se discutirá la técnica de la fotogrametría como posible herramienta para la difusión del patrimonio cultural en la ciudad de Guanajuato, México. A través de una revisión literaria, se pretenden analizar las características principales de esta técnica y sus aplicaciones, mismas que pueden representar un factor clave para la promoción del turismo a través de la inclusión de tecnología digital dentro de la experiencia turística., Esta técnica tiene el potencial de facilitar el acceso al patrimonio cultural a cualquier tipo de turista, inclusive aquellos que tienen una discapacidad física, y de igual forma permite una mejor apreciación y entendimiento de los recursos patrimoniales existentes en un territorio. Se piensa que esta técnica puede ser usada por gobiernos locales y particulares para mejorar la satisfacción de los visitantes y la experiencia turística en general.

Palabras clave: Fotogrametría digital, patrimonio cultural, turismo cultural, tecnología.

Abstract:

This article will discuss the technique of photogrammetry as a possible tool for the dissemination of cultural heritage in the city of Guanajuato, Mexico. This technique has the potential to facilitate access to cultural heritage to any type of tourist, including those with a physical disability, and also allows a better appreciation and understanding of the heritage resources existing in a territory. It is thought that this technique can be used by local governments and individuals to improve visitor satisfaction and the overall tourism experience.

Keywords: Digital photogrammetry, cultural heritage, tourism, technology

Introducción.

La técnica de la fotogrametría tiene el potencial de ser utilizada como una herramienta de promoción y difusión en cualquier destino turístico, especialmente si éste cuenta con un acervo importante de patrimonio cultural tangible dentro de su territorio. Las ciudades reconocidas por la UNESCO como patrimonio cultural de la humanidad se han convertido en puntos naturales de interés turístico ya que concentran una gran cantidad de manifestaciones que son de gran relevancia para su preservación. La ciudad de Guanajuato en México, por ejemplo, es una de esas ciudades debido a su gran legado histórico que data desde la época de la colonia y que puede constatararse en los múltiples monumentos que existen y que dan significado e identidad a esta ciudad (Gómez & Mejía, 2015). Guanajuato es reconocido por su gran legado minero y el impulso económico de esta actividad le permitió la construcción de los edificios de corte religioso y civil que le dieron forma al patrimonio arquitectónico que es parte del atractivo turístico de la ciudad.

Considerando estos elementos, el interés de esta investigación se basó en explorar si la técnica de la fotogrametría pudiera ser útil para la difusión del patrimonio cultural, como es el caso del arquitectónico que se encuentra en abundancia en la ciudad referida. En ese sentido, uno de los objetivos de este trabajo es conocer cómo se ha aplicado la técnica de la fotogrametría en relación a la documentación digital del patrimonio cultural con fines turísticos.

Arias et al (2015) refieren que la fotogrametría constituye un método de aplicación fácil y bajo costo para la adquisición de conocimiento del estado y la estructura que compone las construcciones, generando una recopilación de información que brinda actuaciones en la reconstrucción, rehabilitación, reutilización de edificios o cambios de ubicación. Dando énfasis al modelo práctico que a su vez percibe el modelo como instrumento para la información genérica

de cualquier construcción que se desee estudiar, la técnica de fotogrametría tiene el potencial de ser un modelo de comunicación e información efectivo para conocer y apreciar el patrimonio cultural tangible disponible. De manera adicional, Ferraby & Powlesland (2019) mencionan que la técnica de la fotogrametría ha sido de gran ayuda en disciplinas como la arqueología y en la geología, pues gracias a la digitalización de los recursos patrimoniales existentes se efectuó un estudio para la preservación del Patrimonio de la Humanidad de la Costa Jurásica siendo un paisaje que ha sufrido una gran presión históricamente derivado del cambio constante.

De acuerdo con Caro (2012), la fotogrametría puede ser utilizada de forma efectiva en la comunicación digital, permitiendo utilizar la técnica para la conformación de videos, publicaciones Web, realidad aumentada, o material fotográfico mismos que pueden convertirse en insumos para la difusión y promoción turística de los atractivos relacionados con el patrimonio cultural. En su estudio, el autor referido presenta un caso práctico de la aplicación de esta técnica a partir de la construcción de un modelo digital 3D de la Fuente de calle Los Cristos, en la ciudad de Málaga, España. Este atractivo es de especial relevancia social y cultural para la ciudad. Ya que fue construida para ser conectada con el acueducto de San Telmo en el año 1790. Dada su antigüedad y deterioro con el paso de los años, se pensó que la digitalización de este patrimonio cultural de la ciudad podía constituir una oportunidad para su preservación y difusión de su importancia histórica tanto para visitantes como residentes.

Caro et al (2015) plantean que la fotogrametría puede convertirse en una gran herramienta para la difusión e interpretación del patrimonio cultural pues permite la promoción y la interpretación de recursos turísticos a través de la utilización de nuevas tecnologías y aplicaciones que son comunes para la sociedad contemporánea. Cada diseño o propuesta que se utilizando con esta técnica no solo puede contribuir a la promoción y difusión de los atractivos turísticos sino también para la planificación de los destinos y la preservación del patrimonio.

Los autores citados y sus estudios permiten tener un panorama general del potencial del uso de la fotogrametría para la difusión del patrimonio cultural material, ya que los casos abordados permiten identificar la importancia que tiene la creación de propuestas innovadoras de interpretación que permitan a las personas apreciar de mejor manera los atractivos que visitan y tengan una mayor satisfacción en su experiencia de viaje. En última instancia, el uso de esta técnica en la actividad turística puede ayudar incrementar el número de participantes del segmento conocido como turismo cultural.

Turismo, patrimonio cultural y tecnología.

El turismo cultural es una actividad que involucra el conocimiento de diversas culturas, en búsqueda de una experiencia satisfactoria para el visitante (Caro, Luque, & Zayas, 2015). Este tipo de turismo ha crecido de forma considerable en los últimos años, constituyendo un pilar económico de un país, ya que por medio de su captación y obtención de recursos monetarios, es una fuente de ingresos importantes para proyectos de desarrollo económico, siendo una actividad de atención para los países que pretendan un crecimiento en el largo plazo. La Organización Mundial de Turismo (OMT) menciona que para el año 2018 la contribución del turismo al (PIB) a nivel mundial fue del 10% (UNWTO, 2019). Considerando lo anterior, se identifica el importante papel de la integración de políticas que apoyen al turismo y su desarrollo para fomentar el crecimiento económico, incrementando la inversión en actividades relacionadas que incluyan el aprovechamiento óptimo de los recursos turísticos existentes en cada región.

Si bien el turismo representa una actividad importante para el desarrollo de los países, existen diferentes factores que intervienen en la toma de decisión de los viajeros a la hora de elegir un destino turístico. No hay duda que uno de esos factores está relacionado con la existencia de

recursos turísticos relacionados al patrimonio cultural que han dado origen al segmento conocido como turismo cultural. El principal objetivo de este tipo de turismo es turístico la promoción y difusión de la historia, costumbres, creencias, identidades y manifestaciones en los territorios que tienen un interés turístico. Peña (2013) menciona en este respecto que la existencia de patrimonio cultural “no sólo es valioso por sus elementos significativos, sino también porque, debido a su capacidad para conformar identidades, proporcionar conocimientos sobre el pasado y permitir construir el presente y visualizar el futuro, desempeña un papel fundamental en el desarrollo de las sociedades”, En ese sentido, los recursos turísticos relacionados al patrimonio cultural deben ser reconocidos de tal manera que se genere una apreciación por parte de las personas, tanto de aquellas que los visitan como aquellas que los reconocen como parte de su identidad cultural. Por tanto, la promoción y difusión de estos recursos se convierte en una tarea indispensable para el fomento de las actividades turísticas y la preservación de la cultura.

La tecnología, por otro lado, se ha vuelto una herramienta de gran impacto para el desarrollo actual de la humanidad. Por medio de ésta se han generado avances en todas las ramas de la vida social y tiene un impacto profundo en la forma de vivir de las sociedades contemporáneas. En el caso particular del turismo, la tecnología también ha jugado un papel fundamental para el desarrollo de la actividad, no solo para la comercialización de productos y servicios relacionados sino también para la promoción y difusión de atractivos turísticos dentro de los destinos.

Se puede decir que la tecnología ha contribuido a mejorar el acceso a la información sobre los atractivos, a propiciar una mejor conexión de éstos con los visitantes, a facilitar la desintermediación de productos y servicios relacionados así como a fomentar una cultura turística tanto para visitantes como para residentes. A partir de la inclusión de herramientas y soluciones tecnológicas para el aprovechamiento de los recursos turísticos en el turismo se abren nuevas oportunidades de apreciación e interpretación de una realidad que previo al inicio de un viaje es

menos clara (Caro, 2012). Por esta razón, el empleo de nuevas herramientas de difusión y promoción turística basadas en los avances tecnológicos se percibe no solo como deseable sino como indispensable para los destinos.

Una técnica que está cobrando especial relevancia en el tema de la difusión y la promoción turística actualmente se refiere a la fotogrametría. En términos generales, ésta se refiere a la formulación modelos digitales 3D a partir de fotografías 2D para su posterior estudio y análisis. De acuerdo con la Universidad Nacional del Nordeste (2011), la fotogrametría es una técnica útil de medición indirecta ya que el estudio no se efectúa sobre el objeto en sitio, sino sobre imágenes del mismo situación que permite un análisis remoto y más detallado que puede tener distintas aplicaciones, incluyendo la promoción y difusión del patrimonio cultural., En la siguiente sección se discutirá sobre las características de la relación de esta técnica con la actividad turística.

Metodología:

Esta investigación planteó hacer una revisión bibliográfica acerca del tema de la técnica de la fotogrametría digital y su relación con patrimonio cultural en el contexto del turismo. Para llevar a cabo la búsqueda de la bibliografía relacionada al objeto de estudio determinado, se siguieron los siguientes criterios: 1) los conceptos de búsqueda principales fueron “fotogrametría”, “fotogrametría digital”, “fotogrametría + patrimonio cultural”, y “fotogrametría + turismo”; 2) la bibliografía a revisar debía estar compuesta por artículos académicos, artículos de investigación y estudios de casos más relevantes, dando énfasis en la aplicación del turismo y patrimonio cultural; 3) el idioma de búsqueda principal fue el idioma español, aunque por la limitación en la cantidad

de bibliografía encontrada se amplió el criterio al idioma inglés; 5) se establecieron como principales buscadores bibliográficos el CRAI de la universidad Santo Tomas, Scielo, Google académico, ScienceDirect, Researchgate, Dialnet, RiuNet, Academia.edu y Radalyc; 6) la temporalidad de búsqueda se limitó a un horizonte de 10 años (2009-2019).

Una vez que se identificó la bibliografía relacionada a los conceptos principales de búsqueda, los estudios se ordenaron en orden cronológico. Posteriormente, se analizaron las características generales de los estudios a partir de la identificación de las principales contribuciones y casos de estudio abordados. Adicionalmente, se identificaron las áreas prácticas propias de la técnica (fotogrametría aérea, terrestre, digital) y, finalmente, se integró una base de datos con el objetivo de concentrar toda la información recabada. Los resultados de estas actividades se encuentran reflejadas en la siguiente sección.

Resultados y discusión:

De acuerdo con la bibliografía consultada, se puede decir que la fotogrametría es la técnica de la fotografía que permite recopilar diferentes nubes de puntos de imágenes y los agrupa mediante un software especializado que sitúa el objeto en un solo componente, de tal manera que permite desarrollar un modelo 3D del objeto de una forma realista, pudiendo ser utilizados para la documentación de un objeto determinado, ya que permite visualizar cada detalle y composición del mismo.

La fotogrametría a través de los años y a los avances tecnológicos ha adquirido mayor utilización en diferentes áreas de las ciencias, ya que permite tener información específica de un objeto, paisaje, lugar, edificio, monumento etc. A partir de ello, han surgido diferentes ramas que permiten la obtención del modelo con distintas herramientas en el plano terrestre, digital y aéreo. Para la aplicación de la fotogrametría terrestre autores como Lerma et al (2011), por ejemplo, utilizaron este modelo con ayuda de un escáner láser terrestre y múltiples imágenes para realizar el levantamiento del pórtico gótico en la Iglesia de Santa María, Requena en la ciudad de Valencia España. Este caso es un ejemplo de documentación patrimonial, donde el uso de esta técnica ayudó a mejorar los registros patrimoniales actuales, a conocer su estado de conservación y a saber su grado de habilitación para la visita turística.

En el mismo sentido, Waele et al (2018) hicieron uso de la técnica de la fotogrametría para el desarrollo de un estudio en una pequeña cueva en yeso mesiniano de los N-apeininos. Para este fin, se utilizaron dos métodos para la observación geomorfológica mediante la exploración de laser terrestre y la técnica de la Fotogrametría 3D, permitiendo examinar todos los elementos que componen la estructura de la cueva. En este mismo estudio, se discute el potencial de los métodos en estudios morfométricos detallados.

En relación a la fotogrametría terrestre y aérea y sus alcances, también se revisó el estudio de un caso en Huanxiu Shanzhuang, Suzhou, China en la investigación de Liang et al (2018). En este caso, se combinaron las técnicas de la fotogrametría digital y el escaneo laser terrestre para analizar los elementos del paisaje Huanxiu Shanzhuang, permitiendo documentar y visualizar los jardines clásicos y discutir la aplicación de la técnica para la preservación y difusión del patrimonio natural y cultural existente.

En el estudio de la aplicación de la fotogrametría aérea, se encontraron estudios como los de Sanjosé et al (2016) donde la aplicación de la técnica permitió realizar un estudio en la playa de Somo, España. A partir de las imágenes documentadas, el estudio evidenció el cambio del paisaje a través de los años mismo que permitió identificar las variaciones específicas dentro del

territorio con una gran exactitud. A partir de ello, se pudo vislumbrar un plan de gestión del recurso para su correcta preservación en los años por venir. Del mismo modo, Ruiz et al (2015) realizan un estudio del patrimonio arqueológico a partir de la aplicación de la fotogrametría aérea con drones. Este caso fue aplicado a yacimientos de los castillos medievales del Campo de Montiel Ciudad Real, España. Los autores señalan que esta técnica les permitió obtener un resultado más satisfactorio respecto de métodos tradicionales de documentación en la medida de la calidad de imágenes y la información son de gran calidad.

Es importante mencionar que la fotogrametría digital permite la interpretación de imágenes de manera analítica, contribuyendo a atender situaciones de importancia como lo discute el estudio de Bari et al (2011) que identifica áreas afectadas por el deslizamiento en la tierra por la deposición o la erosión ocurrido en el territorio de Picerno, región de Basilicata, sur de Italia. En ese mismo sentido, el estudio de Muñoz et al (2014), discute los cambios topográficos en el río de gravas del alto Cinca en el Pirineo Central, Huesca, España a través de la técnica de la fotogrametría digital automatizada.

También es importante señalar que para el correcto tratamiento de imágenes y su posterior análisis es necesario contar con las herramientas informáticas apropiadas. Para la implementación de la técnica fotogramétrica digital normalmente se emplea software especializado que permite el tratamiento y modelación adecuada del objeto estudiado. Algunos ejemplos de este tipo de software son Agisoft Photoscan, Pix4D, Rgald3D, ReconstructMe, solo por citar algunos de los más conocidos. Como lo mencionan Arévalo et al (2015), gracias a este tipo de software es posible generar modelos 3D de calidad aceptable con la ayuda de pocos recursos, enfocando la técnica como instrumento un de difusión, ya que permite tener una información integrada para su estudio.

Lo anterior queda de manifiesto en el estudio de Souto-Vidal et al (2015) donde se utilizaron tres instrumentos digitales diferentes para la documentación de una fachada de un edificio. Se aplicó la fotogrametría en objeto cercano, mediante un software gratuito basado en SFM, software blender, un software libre 3D, el software DraftSight (24) y un software gratuito de CAD con el que se puede vectorizar la Ortofoto para obtener los planos. El uso de este software simplificó la aplicación de la técnica y mostró que puede ser una herramienta útil en el ámbito arquitectónico y cultural. A pesar de ello, este tipo de software presenta algunas carencias sobre todo en trabajos que requieren de gran precisión.

En el caso de la arqueología, por ejemplo, la digitalización automática da mejor alcance y mayor información a partir del avance Fotogramétrico para la documentación de mayor calidad sobre un yacimiento arqueológico en Extremadura (Cordero, 2013). Esta técnica se sitúa también como una herramienta útil ya que permite tener ahorro de tiempo considerable en el campo, cumpliendo con una mayor efectividad y rapidez del estudio para un registro integral (Ballester, 2016). Su costo es relativamente económico y cumple con parámetros de calidad permitiendo la documentación completa y a gran detalle. Del mismo modo en el estudio de Moyano (2017) se aplicó la fotogrametría digital en un recinto arqueológico en Argentina y se utilizó el software Agisoft Photoscan mostrando que el grado de error es poco significativo y su utilización favorece de gran manera el estudio arqueológico.

En aplicaciones más recientes, la fotogrametría digital permitió la reconstrucción completa de edificios como la iglesia de la Merced de Panamá como modelo de estudio arquitectónico con base en un modelado 3D en CAD, proporcionando la visualización de un modelo real y único (Martínez et al 2018) Un ejemplo más se puede encontrar en la modelación 3D e investigación epigráfica realizada por Andreu y Serrano (2019), donde los resultados permiten una mayor documentación y estudio de lecturas romanas, lo anterior con el objetivo de interpretar las lecturas de las inscripciones dañadas. Finalizando con la implementación de la Fotogrametría en el

aumento del proceso arqueológico primario, con ayuda de Drones siendo instrumentos que permiten la recolección y generan una precisión para la generación de modelos 3D (Waagen, 2019).

Sin duda el patrimonio cultural edificado es importante para los países como reflejo de su cultura e historia, además de que constituye un atractivo especial para los turistas, por lo cual es importante tener documentación gráfica de todo el patrimonio existente para su adecuada difusión. La Iglesia de San José en Elche, situada en la provincia de Alicante, España, por ejemplo, fue declarada bien de interés cultural debido principalmente a su importancia histórica. A pesar de ello, no existía documentación detallada de la edificación del patrimonio, por lo cual se presentó una propuesta para documentar el patrimonio arquitectónico a través de una investigación gráfica con ayuda de las nuevas tecnologías y la técnica fotogramétrica (Mora García, Céspedes López, & Cereceda, 2009). Lo anterior da muestra del creciente interés no solo en la documentación digital del patrimonio cultural tangible sino también en la aplicación de las tecnologías disponibles y técnicas para su estudio y preservación.

Muchos ejemplos siguen apareciendo alrededor del tema de la fotogrametría y el patrimonio cultural. Cano (2012) expone la modelación 3D como modelo tridimensional desarrollado en la Universidad de España Málaga, (Fuente de calle Los Cristos, Málaga); importante en el país ya que fue construida para el acueducto de la ciudad, denotando a detalle su estructura. Coder y del Pino (2013), adicionalmente, trabajaron el caso práctico del Templo de Diana (Mérida) en España, considerado patrimonio mundial siendo nombrado Monumento nacional desde 1932. En ambos estudios se concluye que las técnicas son emergentes en la investigación patrimonial y tienen potencial para la difusión de los elementos documentados.

Con el objeto de utilizar la preservación del patrimonio para su gestión, conservación y la difusión del mismo Peinado (2014) aplicó la fotogrametría terrestre y aérea como herramienta por un lado así mismo el láser escáner, con el fin de determinar el estado de conservación del patrimonio en el caso de estudio de la villa de Ágreda (Soria) España. De manera similar Alitany et al (2014), realizaron un estudio de viabilidad acerca del caso en Los miradores colgantes de madera “Roshan” en la ciudad histórica de Jeddah (Arabia Saudita). En este caso se concluyó que la precisión y rapidez de la técnica permite la documentación y conservación de este tipo de atractivos para el disfrute de residentes y visitantes.

Margotini et al (2015), de igual forma, aplicaron la técnica de la fotogrametría digital para el estudio geomorfológico de los restos de la fortaleza Shahr-e Zohak en Afganistan. Este lugar es una colina empinada famoso por albergar el patrimonio principal de la cultura budista en Afganistán, colapsando por el periodo de guerra. Con la ayuda de la fotogrametría se pudo analizar la cima de la colina afectada principalmente por la erosión difusa y la movilización del suelo. Moya-Maleno et al (2015) mencionan que debido a la falta de documentación y preservación de los monumentos históricos, se deben realizar más investigaciones aplicando recursos modernos. Así lo hicieron ellos en el caso del edificio columnado de Jamila (Villanueva de los Infantes, Ciudad Real, España) con el objetivo de documentar el patrimonio y promover su posterior difusión.

La técnica como método de modelación es significativo permitiendo una mayor uso en las diferentes ramas, por ejemplo, (García, Mozas Calvache, Cardenal Escarcena, & López Arenas, 2011), utilizo la técnica para modelación de bajo coste en edificios históricos, permitiendo observar la técnica como modelo económico para adquirir información completa de los edificios históricos. Así mismo Napolitano & Glisic (2019), ha utilizado este método para para diagnosticar posibles causas de grietas en una pared de cimientos en el Baptisterio de San Giovanni en Florencia,

Italia. Con el fin de utilizar el método fotogramétrico como documentación para comprender las causas de agrietamiento.

La misma rapidez y versatilidad permite el registro e información geoespacial de monumentos patrimoniales en deterioro y simulación de modelos digitales a través de la fotogrametría, como en el caso de la Fachada principal de la Iglesia de San Miguel en la parroquia de Orbazai (España) con resultados satisfactorios de la técnica (Souto-Vidal, Ortiz-Sanz, & Gil-Docampo, 2015). Finalmente, un caso más reciente Ferraby y Powlesland (2019) discute la importancia del enriquecimiento cultural, una correcta comunicación, y difusión de los hallazgos del patrimonio cultural en el caso práctico en la Costa Jurásica (Reino unido) siendo un paisaje en constante cambio. A través de utilizar los métodos actuales como la fotogrametría, se puede lograr construir un archivo geológico que ayude a la investigación y al desarrollo de sitios como el de este caso.

Cuadro descriptivo de autores.

Autor	Turismo y patrimonio	Área
(Gisbert, Regot Marimón, Núñez Andrés, & Buill Pozuelo)	Métodos y procesos para el levantamiento de reconstrucción tridimensional gráfica de elementos del patrimonio cultural. La iglesia de Sant Sever de Barcelona	Arquitectura.

(Mora García, Céspedes López, & Cereceda, 2009)	Aplicación de la fotogrametría en el levantamiento gráfico de la Iglesia de San José en Elche	Arquitectura.
(García, Mozas Calvache, Cardenal Escarcena, & López Arenas, 2011)	Se utilizó la técnica fotogramétrica para generar una modelación que permitiese analizar la información completa de un edificio histórico, de notando el bajo coste como ventaja del instrumento.	Arqueología.
(Caro, 2012)	Fotogrametría y modelado 3D: un caso práctico para la difusión del patrimonio y su promoción turística en Fuente de los Cristos, Málaga, España.	Ciencias de la Computación.
(Coder & del Pino Espinosa , 2013)	Digitalización 3D automática con láser escáner, fotogrametría y videogrametría El caso práctico del Templo de Diana (Mérida)	Arqueología
(Coder, 2013).	La documentación métrica y radiométrica de calidad a partir de la fotogrametría para el patrimonio arqueológico utilizando como caso el yacimiento en Extremadura.	Arqueología
(Peinado Checa, 2014)	Documentación gráfica del patrimonio arquitectónico a partir de la	Arquitectura.

	fotogrametría Structure from Motion terrestre, aérea y láser escáner para la generación de gestión, conservación y difusión: el caso de estudio de la villa de Ágreda (Soria).	
(Alitany, Redondo, & Adas, 2014)	Una nueva metodología para la documentación y modelado 3D de elementos del patrimonio arquitectónico: Un estudio de viabilidad y de caso. Los miradores colgantes de madera "Roshan" en la ciudad histórica de Jeddah.	Arquitectura.
(Margottini, Fidolini, Ladanza, Trigila, & Ubelmann, 2015)	Se ha propuesto una estrategia de mitigación basada en el ecosistema para reducir la erosión severa. Con el análisis los restos arqueológicos de Shahr-e Zohak son parte del valle de Bamiyan, considerado Patrimonio de la Humanidad.	Arqueología.
(Moya-Maleno, Tormejón Valdelomar, Vacas Madrid, & Losa Sánchez, 2015)	Caso de la fotogrametría en modelado 3D: documentación, investigación y difusión en el yacimiento de Jamila. Como recurso para compilar, sistematizar, utilizar y compartir archivos generados mediante la modelación fotogramétrica.	Arqueología.

(Souto-Vidal, Ortiz-Sanz, & Gil-Docampo, 2015).	Implementación del levantamiento eficiente de fachadas mediante fotogrametría digital automatizada y el uso de software gratuito. Permitiendo precisión para el estudio de la técnica.	Arquitectura.
(Waagen, 2019).	Mejora del proceso de registro arqueológico primario en excavaciones mediante fotogrametría UAS.	Arqueología.
(Napolitano & Glisic, 2019)	Metodología para diagnosticar patrones de grietas en estructuras de mampostería, de cimientos en el Baptisterio de San Giovanni en Florencia, Italia. Utilizando fotogrametría y modelación.	Ingeniería.
(Ferraby y Powlesland, 2019)	Para equilibrar y preservar sitios del patrimonio y cambio de paisaje. Desde los modelos 3D para grabar, archivar y participar con la fotogrametría en el sitio del Patrimonio Mundial de la Costa Jurásica.	Geología.

Recopilación de autores, fuente propia.

Autor	Relación fotogrametría y turismo	Área
(Bari, Lapenna, Perrone, Puglisi, & Sdao, 2011).	La fotogrametría digital como herramienta analítica para los estudios geológicos y geomorfológicos para determinar el desplazamiento del territorio de Picerno (región de Basilicata, sur de Italia).	Fotogrametría Digital
(José Luis Lerma, Cabrelles, Seguí, & Navarro, 2011)	Mediante un proyecto de escáner láser terrestre se efectúa como herramienta de medición y el procedimiento de múltiples imágenes para la documentación patrimonial, en el levantamiento de la portada Gótica de la Iglesia de Santa María de Requena.	Fotogrametría Terrestre
(Muñoz-Narciso, y otros, 2014).	Se presenta una investigación de la técnica digital para generar un estudio evolutivo en la superficie del Río de Cinca, mediante la aplicación de las nuevas técnicas automatizadas garantizando una obtención de datos de corto plazo.	Fotogrametría Digital
(Ruiz Sabina, Gallego Valle, Peña Ruiz, Molero García, & Gómez Laguna, 2015)	Para el estudio arqueológico se implementó la técnica de la fotogrametría aérea con Drones como método para la documentación y posibles registros de patrimonio arqueológicos, mostrando el gran éxito de la técnica y la mejora de métodos tradicionales.	Fotogrametría aérea.
(Arévalo Vera, Bayona Ibáñez, & Rincón Parada, 2015)	El artículo presenta la técnica de la fotogrametría empleada con un software que permite la obtención de información necesaria para visualizar un objeto desde todos sus ángulos, siendo una herramienta para la difusión del patrimonio.	Fotogrametría Digital
(Souto-Vidal, Ortiz-Sanz, & Gil-Docampo, 2015)	Se presenta el uso de la fotogrametría digital con software de uso gratuito, con el fin de realizar un estudio en la aplicación de levantamiento de fachada. Mediante la utilización de tres software y denotando los resultados en calidad y sencillez.	Fotogrametría Digital

(Sanjosé, y otros, 2016)	Se presenta un estudio en el periodo 2001-2010, donde se evidencia el avance de la fotogrametría como instrumento clave para fijar un seguimiento constante de la playa de Somo, España. Exponiendo la aplicación de la fotogrametría aérea y terrestre.	Fotogrametría aérea y terrestre.
(Ballester, 2016)	Con un estudio de prueba se analiza la técnica de la fotogrametría como implementación para la documentación del estudio arqueológico denotando sus fortalezas como técnica, que permite gran detalle en el desarrollo de información arqueológica.	Fotogrametría Digital
(Moyano, 2017)	Se exponen tres casos de estudio con diferentes problemáticas y estructuras para determinar si la técnica de la Fotogrametría digital es de gran utilidad, estudiado en: (Yerba Buena, valle del Bolsón, provincia de Catamarca), (Estatuilla zoomorfa recuperada en el sitio Carapunco 1, en el Valle de Tafí) y en (Vista del Recinto 34 de la Unidad 2 del Sitio Mortero Quebrado).	Fotogrametría Digital
(Waele, y otros, 2018)	Se expone un estudio de la exploración láser terrestre y la técnica de la Fotogrametría 3D, en la cueva en yeso mesiniano de los Napeninos, que permite analizar los elementos que componen la cueva dando exitoso el estudio mediante los métodos aplicados.	Fotogrametría Terrestre
(Liang, y otros, 2018)	Se realiza una recopilación de información con la ayuda de la integración del escaneo láser terrestre y la fotogrametría digital de vehículos aéreos terrestres y no tripulados. Permitiendo observar los elementos del paisaje Huanxiu Shanzhuang, como factor de preservación del patrimonio.	Fotogrametría aérea y terrestre.

(Martínez Rubio, Fernández Martín, & San José Alonso, 2018)	Con la implementación de modelos digitales se desarrolla un modelo 3D de la iglesia de la Merced de Panamá, con el fin de dar una documentación amplia en la utilización de la fotogrametría como intervención en el patrimonio edificado.	Fotogrametría Digital
(Andreu & Serrano, 2019).	La aplicación de la fotogrametría ha permitido el estudio de la investigación epigráfica, con gran potencial para realizar estudios en documentación del patrimonio, realizado el estudio en lecturas dañadas de la Hispania Tarraconensis (Castiliscar, Zaragoza).	Fotogrametría Digital
(Fawzy, 2019).	Se exponen el estudio de la técnica digital mediante PhotoModeler, con pruebas de laboratorio y así mismo se comparan los métodos tradicionales con los actuales evaluando la precisión del monitoreo de la longitud y la medición del tamaño, la observación de las coordenadas.	Fotogrametría Digital
(Galantucci & Fatiguso, 2019).	La investigación es directamente en el análisis de la técnica digital para detectar daños tridimensionales, expuestos en el caso (Palazzo Palmieri, Monopoli - Italia). Con el fin obtener información específica como las alteraciones del caso.	Fotogrametría Digital

Recopilación de autores, fuente propia.

Conclusión:

Como posible herramienta para la difusión del patrimonio cultural en la ciudad de Guanajuato, la técnica de la fotogrametría podría tener gran éxito para la comunicación y documentación del patrimonio arquitectónico resaltando su estructura colonial. Ya que permite una visión más cercana de su infraestructura, obteniendo la promoción del turismo como factor clave. Así mismo permite la integración de la tecnología digital para complementar la experiencia turística, esta técnica tiene el potencial de facilitar el acceso al patrimonio cultural a cualquier tipo de turista, inclusive aquellos que tienen una discapacidad física, y de igual forma permite una mejor apreciación y entendimiento de los recursos patrimoniales existentes en un territorio.

Referencias

- Alitany, A., Redondo, E., & Adas, A. (2014). Una nueva metodología para la documentación y modelado 3d de elementos del patrimonio arquitectónico: Un estudio de viabilidad y de caso. Los miradores colgantes de madera “Roshan” en la ciudad histórica de Jeddah. *Expresión gráfica arquitectónica*, 176-187.
- Andreu, J., & Serrano, P. (03 de 2019). *ScienceDirect*. Obtenido de Contributions of the digital photogrammetry and 3D modelling of Roman inscriptions to the reading of damaged tituli: An example from the Hispania Tarraconensis (Castiliscar, Saragossa): <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212054818300419>
- Arévalo Vera, B., Bayona Ibáñez, E., & Rincón Parada, I. K. (2015). Metodología para documentación 3D utilizando fotogrametría digital. *Revista Tecnura*, 113-120.
- Arias, P., Caamaño, J., Lorenzo, H., & Badaoui, A. (15 de 10 de 2015). *Fotogrametría digital de objeto cercano: una técnica alternativa para el conocimiento y conservación del*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Pedro_Arias/publication/266606572_fotogrametria_digital_de_objeto_cercano_una_tecnica_alternativa_para_el_conocimiento_y_conservacion_del_patrimonio_rural/links/562015e208aed8dd194044ea.pdf
- Ballester, A. M. (2016). Práctica y usos de la fotogrametría digital en arqueología. *Dama*, 139-157.
- Bari, C. d., Lapenna, V., Perrone, A., Puglisi, C., & Sdao, F. (2011). Digital photogrammetric analysis and electrical resistivity tomography for investigating the Picerno landslide (Basilicata region, southern Italy). *Geomorphology*, 34-46.
- Caro, J. L. (2012). *Fotogrametría y modelado 3D: un caso práctico para la difusión del patrimonio y su promoción turística*. Mágala: TuriTec'2012.

- Caro, J. L., Luque, A., & Zayas, B. (2015). Nuevas tecnologías para la interpretación y promoción. *Revista de Turismo y Patrimonio Cultural.*, Vol. 13 N.o 4. Special Issue Págs. 931-945.
- Coder, P. O. (2013). Digitalización automática del patrimonio arqueológico a partir de fotogrametría. *Virtual Archaeology Review*, 46-49.
- Coder, P. O., & del Pino Espinosa, B. (2013). Digitalización 3D automática con láser escáner, fotogrametría y videogrametría. El caso práctico del Templo de Diana. *Instituto de Arqueología de Mérida-CSIC*, 90-94.
- Dinero. (13 de 07 de 2018). *Dinero*. Obtenido de Turismo: la prometedora industria que no contamina: <https://www.dinero.com/pais/articulo/balance-del-sector-turismo-en-colombia-2018/260070>
- Fawzy, H. E.-D. (2019). Study the accuracy of digital close range photogrammetry technique software as a measuring tool. *Revista Alexandria Engineering*, 171-179.
- Ferraby, R., & Powlesland, D. (2019). Heritage and landscape change: Recording, archiving and engaging with photogrammetry on the Jurassic Coast World Heritage Site. *Proceedings of the Geologists' Association*, 483-492.
- Galantucci, R. A., & Fatiguso, F. (2019). Advanced damage detection techniques in historical buildings using digital photogrammetry and 3D surface analysis. *Journal of Cultural Heritage*, 51-62.
- García, J. L., Mozas Calvache, A. T., Cardenal Escarcena, F. J., & López Arenas, A. (2011). Fotogrametría de bajo coste para la modelización de edificios históricos. *Virtual Archaeology Review*, 121-125.
- Gisbert, A. d., Regot Marimón, J., Núñez Andrés, M. A., & Buill Pozuelo, F. (s.f.). Métodos y procesos para el levantamiento de reconstrucción tridimensional gráfica de elementos del patrimonio cultural. *Expresión grafica arquitectonica*, 83-89.
- Gómez, J. G., & Mejía, R. M. (2015). Turismo y Patrimonio. Caso: Ciudad de Guanajuato. *Verano de la Investigación Científica*, Vol. 1 no. 2.,.

- José Luis Lerma, Cabrelles, M., Seguí, A. E., & Navarro, S. (2011). Aplicación de la fotogrametría terrestre al levantamiento de alzados de edificios singulares. *Revista electrónica de Patrimonio Histórico*, 127-129.
- Liang, H., Li, W., Lai, S., Zhu, L., Jiang, W., & Zhang, Q. (2018). The integration of terrestrial laser scanning and terrestrial and unmanned aerial vehicle digital photogrammetry for the documentation of Chinese classical gardens – A case study of Huanxiu Shanzhuang, Suzhou, China. *Journal of Cultural Heritage*, 222-230.
- Margottini, C., Fidolini, F., Ladanza, C., Trigila, A., & Ubelmann, Y. (2015). The conservation of the Shahr-e-Zohak archaeological site (central Afghanistan): Geomorphological processes and ecosystem-based mitigation. *Geomorfología*, 73-90.
- Martínez Rubio, J., Fernández Martín, J. J., & San José Alonso, J. I. (2018). Implementación De Escáner 3D Y Fotogrametría Digital Para La Documentación De La Iglesia De La Merced De Panamá. *Revista de EGA*, 208-219.
- Mora García, R. T., Céspedes López, M., & Cereceda, M. L. (06 de 2009). *Universitat politècnica de catalunya barcelonatech*. Obtenido de Aplicación de la fotogrametría en el levantamiento gráfico de la Iglesia de San José en Elche: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/11364>
- Moya-Maleno, P. R., Tormejón Valdelomar, J., Vacas Madrid, D., & Losa Sánchez, R. (2015). Interoperabilidad de la fotogrametría en modelado 3D: *Virtual Archaeology Review*, 51-63.
- Moyano, G. (2017). El uso de fotogrametría digital como registro complementario en arqueología. Alcances de la técnica y casos de aplicación. *Comechingonia*, 333-351.
- Muñoz-Narciso, E., M, B., A, T., D, V., E, R., J, B., . . . R.J, B. (2014). Generación de modelos topográficos a partir de fotogrametría digital automatizada en un río de gravas. *XIII Reunión Nacional de Geomorfología*, (págs. 335-338). Cáceres, España.
- Napolitano, R., & Glisic, B. (2019). Methodology for diagnosing crack patterns in masonry structures using photogrammetry and distinct element modeling. *Engineering Structures*, 519-528.

- Peinado Checa, Z. (21 de 11 de 2014). *TDX*. Obtenido de Documentación gráfica del patrimonio arquitectónico aplicado a su gestión, conservación y difusión : el caso de estudio de la villa de Ágreda (Soria): <http://hdl.handle.net/10803/284715>
- Peña, J. M. (2013). El patrimonio cultural, bibliográfico y documental de la humanidad. Revisiones conceptuales, legislativas e informativas para una educación sobre patrimonio. *Cuicuilco*, v. 20, n. 58, p. 31-57. Obtenido de Cuicuilco.
- Ruiz Sabina, J., Gallego Valle, D., Peña Ruiz, C., Molero García, J., & Gómez Laguna, A. (24 de 11 de 2015). *Fotogrametría aérea por drone en yacimientos con grandes estructuras. Propuesta metodológica y aplicación práctica en los castillos medievales del Campo de Montiel*. Obtenido de RiuNet: <https://riunet.upv.es/handle/10251/97707>
- Sanjosé, J., E, S., F, B., J.J, G.-T., M, G.-L., M, G.-G., & M, G.-C. (2016). Evolución histórica y actual de la línea de costa en la playa de Somo (Cantabria), mediante el empleo de la fotogrametría aérea y escáner láser terrestre. *Cuaternario y Geomorfología*, 119-130.
- Souto-Vidal, M., Ortiz-Sanz, J., & Gil-Docampo, M. (2015). *Implementación del levantamiento eficiente de fachadas mediante fotogrametría digital automatizada y el uso de software gratuito*. Lugo: Informes de la Construcción.
- Universidad Nacional Del NORDESTE. (2011). *Principios de fotogrametría*. Obtenido de Centro de Geociencias Aplicadas: <http://ing.unne.edu.ar/dep/goeciencias/fotointer/pub/teoria2011/parte01/fotom.pdf>
- UNWTO. (2019). *UNWTO Organización mundial del turismo*. Obtenido de <http://www2.unwto.org/es>
- Waagen, J. (2019). New technology and archaeological practice. Improving the primary archaeological recording process in excavation by means of UAS photogrammetry. *Journal of Archaeological Science*, 11-20.
- Waele, J. D., Fabbri, S., Santagata, T., Chiarini, V., Columbu, A., & Pisani, L. (2018). Geomorphological and speleogenetical observations using terrestrial laser scanning and 3D photogrammetry in a gypsum cave (Emilia Romagna, N. Italy). *Geomorphology*, 47-61.

