

Proyecto: uso de la técnica de fotogrametría para la difusión del patrimonio y su promoción turística en Guanajuato

Alma Lidia Perez Cruz¹, Angie Tatiana Florian Alvarado, Maria Concepcion Perez Hernandez¹, Jacqueline Aguilar Ramirez³, Keylin Johanna Pahuana Castillo⁴, Dr. Rafael Guerrero Rodriguez⁵

¹Universidad Intercultural del Estado de Tabasco, ²Universidad Santo Tomas, ³Colegio de Nivel Medio Superior de la Universidad de Guanajuato, ⁴Politécnico de la Costa Atlántica, ⁵Universidad de Guanajuato.

Introducción

El presente proyecto de investigación se refiere al Estudio de la técnica de fotogrametría para la difusión del patrimonio y su promoción turística en Guanajuato.

El objetivo principal de este proyecto es mostrar el uso de la técnica empleada, analizando las ventajas y limitaciones de la técnica de fotogrametría para su uso en la difusión y promoción del patrimonio cultural material con fines turísticos.

Resumen

La fotogrametría es la ciencia o la técnica cuyo objetivo es el conocimiento de las dimensiones y posición de objetos en el espacio, esto se hace a través de la intersección de dos o más fotografías, y el modelo digital del terreno correspondiente al lugar representado.

La palabra fotogrametría quiere decir que la medida de lo escrito con luz, deriva del vocablo “fotograma” (de “phos”, “photós”, luz, y “gramma”, trazado, dibujo) y “metrón”, medir (Sobrino, 2007). El objetivo principal de la técnica es la reconstrucción de un objeto, a

partir de mediciones realizadas sobre imágenes fotográficas del objeto seleccionado, sin tener ningún contacto físico con él.

1.1 Ventajas

Dentro de las ventajas, tenemos la aplicación de la técnica en la topografía clásica. Esta es destacada por su agilidad y rapidez al momento de la toma de datos, los cuales son utilizados para unir y poder acceder a los terrenos con difícil acceso.

La técnica de la fotogrametría requiere mucha disciplina ya que, esta da como resultado la representación completa del objeto y lo pasa a un documento de mayor practicidad y fácil manejo, demostrando la ventaja del uso de esta técnica. Por otra parte, tenemos los instrumentos utilizados para llevar a cabo esta técnica. Estos ayudan a obtener resultados de carácter instantáneo, demostrando la practicidad e innovación de esta. Esta técnica tiene menor probabilidad de omitir detalles en la recolección de datos espaciales.

1.2 Desventajas

Dentro de las desventajas encontramos las

siguientes causas de error al momento de aplicar la técnica de fotogrametría:

Los instrumentos de medición no se encuentran estabilizados ni calibrados lo cual al no tener control podríamos no obtener una buena imagen. Deficiencia en la utilización de los datos de la cámara, al desconocer los datos completos de la cámara retrasara el proceso de la toma fotográfica.

2. Instrumentos para recolección de la técnica

Según (Jauregui L. 2006). A lo largo del tiempo se han desarrollado varios métodos fotogramétricos que se han ajustados a los diferentes campos de aplicación. Consecuentemente esto llevó a la creación de equipos específicos capaces de aplicar todas estas técnicas especializadas. Agrupando estas técnicas y equipos en torno a sus campos de aplicación, se obtienen tres grandes grupos dentro de la fotogrametría, los cuales se exponen a continuación:

Fotogrametría Aérea:

Es aquella que utiliza fotografías tomadas desde una cámara aerotransportada, lo que implica que la toma casi siempre es vertical. Generalmente, las cámaras usadas son de formato 23 × 23 cm, ya que son las más apropiadas para los trabajos cartográficos a los cuales está destinada.

Para ello los instrumentos utilizados son:

- UAV multirrotor (4 rotores con hélices) para obtener información de la topografía de un terreno.
- Existen distintos tipos de drones, de ala fija o con multirrotores y sensores que cuentan con características necesarias para determinados proyectos.
- Dron de ala fija eBee RTK senseFly
- Dron multirrotor, Inspire 2, DJI.

Existen diferentes clasificaciones para los drones según su fisonomía, el tipo de control o su uso. En lo referente a su fisonomía existen tres grandes grupos:

- Multirrotores: Se suelen clasificar según el número de motores en tricópteros (3), cuadricópteros (4), hexacópteros (6) y octocópteros (8). (Paulino & Backhoff Pohls, 2017). Su uso es el más extendido debido a su gran

estabilidad y la facilidad y cantidad de maniobras que pueden realizar y su desventaja es el gran consumo que necesita para mantener el vuelo y su autonomía que suele estar entre los 15 y los 30 minutos. Son ideales en el sector audiovisual y en la inspección industrial.

- Helicópteros: Su fisonomía es la de un helicóptero convencional, pero de pequeño tamaño. Está compuesto de un solo motor principal y ello le otorga de gran capacidad de carga y autonomía. Existen modelos de combustión interna que pueden volar durante 1 hora sin repostar.
- Ala fija: Son aquellos cuya fisonomía es similar a la de un aeroplano, compuesto con un cuerpo principal unido a dos alas que le permiten planear y un rotor en cola cuya propulsión puede ser eléctrica o de combustión. No obstante, su gran autonomía lo convierte en un candidato ideal para las labores de fotogrametría y agricultura de precisión.

Fotogrametría Terrestre

Es la técnica que utiliza fotografías tomadas sobre un soporte terrestre; debido a esto, la posición geográfica y los elementos de orientación externa de la cámara. Unos de los instrumentos es el Láser escanear es la herramienta de medición indirecta más extendida en las labores de cartografiado y de documentación patrimonial. Básicamente porque permite realizar el mapeado preciso. En este caso se utilizó en el proyecto el escaneado láser, las posiciones del escáner deben planificarse cuidadosamente con el fin de garantizar la plena cobertura del monumento arquitectónico dentro de las resoluciones y nivel de precisión requerido. La adquisición de los datos se llevó a cabo con el láser escáner FARO LS 880HE.

Para la obtención de fotografías se diseñaron fotogrametrías, capaces de nivelar una cámara montada sobre un eje vertical, que proporcionaban una distancia focal conocida e invariable. Después aparecieron los primeros fototeodolitos, que ahorraban aparatos topográficos y permitían efectuar las observaciones necesarias para medir las bases y las triangulaciones.

Fotogrametría digital

El principio de funcionamiento de los instrumentos digitales es similar al de los instrumentos analíticos. Emplean imágenes digitales en lugar de material fotográfico, como negativos

originales o diapositivas. La obtención de imágenes digitales a partir de los negativos o diapositivas se hace mediante el escáner fotogramétrico, que convierte una imagen de un documento o fotografía a un formato digital, de manera que puede ser almacenada y procesada por un ordenador.

Los escáneres manuales no son utilizables en fotogrametría debido a su poca anchura de barrido y los inevitables temblores que la mano humana le trasmite durante la exploración, haciendo que la imagen digital pierda la métrica que se presupone. En cuanto a los escáneres de unidades planas son digitalizados por medio de una cabeza óptica situada encima de ellos, como es el Photoscan 2001

También los 2D Y 3D emplean en el software especializado en fotogrametría digital de rango corto, el cual permite generar un modelo 3D texturizado realista; este modelo se obtiene a partir de un conjunto de imágenes que brindan la información necesaria para que el volumen y profundidades del objeto. Este tipo de objetos permiten una fácil difusión y acceso, además de la generación de ortofotos, las cuales se utilizan para realizar mediciones confiables del objeto tratado. No obstante las cámaras digitales que lleva consigo un aumento en demanda de imágenes digitales de cierta calidad.

Se encarga de aplicar los modelos matemáticos a objetos físicos, para la obtención de coordenadas u otra información métrica del mismo. Los componentes electrónicos sustituyeron a los componentes mecánicos de los restituidores, y a partir de entonces, muchos operadores realizadas manual o mecánicamente se realizan en ordenadores periféricos. Mediante el uso de un mono-comparador o de un estereocomparador integrado en el restituidor, se mide las coordenadas (x, y) de los puntos pertinentes de las fotografías. Coordenadas que son procesadas por los programas del computador del sistema.

3. Aplicaciones:

Campo de aplicación	Aplicación	Técnica
Cartografía	·Generación de cartografía base ·Generación de cartografía temática como mapas de usos del suelo, tipos de suelo, geomorfológicos y geológicos. ·Generación de cartografía catastral.	Fotogrametría aérea
Topografía	·Levantamientos topográficos a través de fototeodolitos.	Fotogrametría terrestre
Sistema de Información Geográfica (SIG)	·Integración de productos fotogramétricos a bases de datos digitales.	Fotogrametría área, terrestre y de corto alcance
Arquitectura	·Levantamiento de monumentos. ·Levantamiento edificaciones de importancia arquitectónica.	Fotogrametría terrestre y de corto alcance
Arqueología	·Levantamiento de sitios arqueológicos. ·Construcción de modelos digitales tridimensionales de objetos de importancia arqueológica.	Fotogrametría terrestre y de corto alcance
Criminalística	·Reconstrucción de escenas del crimen y choques.	Fotogrametría de corto alcance
Zoología	·Construcción de modelos digitales tridimensionales de seres vivos.	Fotogrametría de corto alcance
Medicina	·Elaboración de modelos digitales de la anatomía humana.	Fotogrametría de corto alcance
Mecánica	·Generación de modelos para aplicaciones automotrices, aeronáuticas, navales e industriales.	Fotogrametría de corto alcance

Fuente: ARMILLARY, Geometría Aplicada, URL <http://armillary-geomatica.blogspot.-com/2014/06/tecnicas-fotogrametricas.html>.

3.1

Las aportaciones que realizan las diferentes disciplinas en la fotogrametría esto nos permite a partir de una fotografía las formas y las dimensiones de algo concreto a través de la digitalización.

La Fotogrametría Arquitectónica se ha utilizado como técnicas para restituir (reconstruir) la geometría y dimensiones de un objeto o edificio arquitectónico a través de una serie de fotografías tomadas del mismo asegurándose de poder seleccionar a posteriori realmente las necesarias para la reconstrucción de edificios que se encuentran en riesgos de deterioro, destrucción o ya sea en pérdidas debido a causas que pueden ser a de un fenómenos naturales o desastres, climas o actuaciones humanas o el uso inadecuado se utiliza para caso de edificios, en patrimonios tangibles, de ahí es la necesidad de contar con archivos digitales, registrados y documentados científicos que permiten estudiar y preservar la información de los valores del patrimoniales (Takase , 2006). (ANEXO 2)

La fotogrametría digital se ha utilizado en las disciplinas de la arqueología en donde a tenidos importantes aplicaciones en el desarrollo de una técnica que en la cual nos permiten obtener propiedades geométricas en sitios arqueológi-

cos y además en todos sus componentes (estructuras, rasgos, excavaciones, superficies, estratos, paneles con arte, artefactos y eco actos, entre otros) y su representación en un sistema de coordenadas tridimensionales se vuelve imprescindible, especialmente si consideramos las cualidades de un objeto mediante la fotogrametría por medio de la digitalización, se ha utilizado destacándose el levantamiento de edificios (en disciplinas como Ingeniería y Arquitectura) y para registrar la topografía a partir de fotografías aéreas.

La fotogrametría cartográfica en el marco de un proceso de digitalización con fines de utilización para el caso de la delectación información sobre el espacio que nos rodea en la cual es el que es aquella que estudian de forma la tradicional a la tierra en especial a la superficie, como es la geofísica, la geología o la Agronomía; y con otras, que estudian la información geográfica en formato digital. En este caso se utilizan para el estudio de los suelos enmarcados en el paisaje, sin disociarles de los restantes elementos del medio. Se trata, de una aproximación global y sintética, especialmente en la geográfica, que permita comprender las relaciones existentes entre las diversas unidades de suelos. Con la fotogrametría esto ayuda a tener más informaciones a través de la digitalización de una forma esquemática, del estudio de la situación cartografía de suelos.

Según (SIMONSON, 1952). Definió la cartografía de suelos como el proceso de inventariar dicho recurso en una zona determinada, incluyendo las características edáficas más importantes, la clasificación de los suelos en categorías establecidas sistemáticamente y la localización y trazado de sus límites sobre mapas. La unidad de estudio de dicho proceso cartográfico, el individuo suelo, es resultado de la combinación de los cinco factores formadores: material original, clima, potencial biótico, fisiografía y tiempo (JENNY, 1945). Sin embargo, debido a la complejidad de las formaciones edáficas, un individuo o suelo, representado por una unidad cartográfica de un mapa detallado de suelo en donde tiene relación con la topografía al realizar el estudio.

La fotogrametría aplicada en la disciplina de la topografía se han utilizado en levantamiento

fotogramétrico a partir de las realización de fotografías y posterior se análisis de cada uno de ellos y se obtienen un importante material gráficos de los accidentes geográficos ya sea de un determinado espacio a partir de un modelo digital de elevaciones y modelo digital del terreno uno de los elementos básicos de cualquier representación digital de la superficie terrestre son los modelos digitales de terreno con el conjunto de capas que representan distintas características de la superficie terrestre derivadas de una capa de elevaciones a la que se denomina modelo digital de elevaciones.

La aplicación de la fotogrametría en la Orto fotografía es producto cartográfico georreferenciado y corregido de deformaciones, generado por la toma de fotografías aéreas en la cual mantiene toda la información de la fotografía digitalizada que permite además la medición en escala tanto de distancias como de superficies, lo que garantiza el ajuste con los mapas que ya existente sobre una zona de referencia. La generación de Orto fotografías aéreas a partir de las fotografías obtenidas desde plataformas aéreas se realiza mediante un riguroso proceso que comprende diferentes fases: orientación de las fotografías aéreas obtención de un Modelo Digital de Elevaciones en terrenos o suelos, orto rectificación de cada fotografía.

La fotogrametría aplicada al turismo de acuerdo con las diferentes disciplinas en este caso se utiliza en la fotogrametría digital es una técnica que permite modelos de 3D con elementos mueble y inmuebles a partir de una serie de fotografías digitales para el turismo es aplicado para la conservación de patrimonio, y para así mismo brinda información como señaléticas aplicada en la cartografía en el turismo, para realizar la difusión del patrimonio, así mismo brindan información a través de la digitalización y puede ser utilizado para los prestadores de servicios turístico, aplicando, la arqueología, arquitecturas en patrimonios tangibles e intangibles para dar a conocer el proceso de digitalización 3D puede ser costoso desde un punto de vista económico. (ANEXO 3)

Disponemos de soluciones como el diseño 3D que proporcionan modelos ideales (prácticamente dibujos en 3D) y, por otro lado, los escá-

neres láser de tipo faro o escáner de sobremesa que permiten una adquisición de los modelos detallada (Guidi, 2014).

4. Fotogrametría aplicada al turismo y casos.

El patrimonio edificado es importante para los países como parte de su cultura y reflejo de la historia, sin contar que es el encanto cultural para los turistas, por lo cual es importante tener documentación gráfica del patrimonio para su adecuada difusión. A modo de ejemplo La Iglesia de San José en Elche, situada en la provincia de Alicante (España), es declarada bien de interés cultural siendo importante, sin embargo, no existe documentación detallada de la edificación del patrimonio, por lo cual se presentó un estudio para detallar la fotogrametría como herramienta para conocer el patrimonio arquitectónico soportando una investigación gráfica con ayuda de las nuevas tecnologías y la técnica fotogramétrica (Mora García, Céspedes López, & Cereceda, 2009).

Así mismo (Caro, 2012) como caso práctico nos 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. Incluyendo el caso práctico del Templo de Diana (Mérida) España, considerado patrimonio mundial siendo nombrado Monumento nacional desde 1932. Es objeto de estudio para la documentación gráfica utilizando técnicas como la Fotogrametría y Videogrametría, dando por concluido que las técnicas son emergentes en la investigación arqueología y una puesta de valor para la difusión del patrimonio permitiendo visualizar la documentación gráfica (Coder & del Pino Espinosa, 2013).

Con el objeto de utilizar la preservación del patrimonio para su gestión, conservación y la difusión del mismo (Peinado Checa, 2014), utilizo como herramienta clave para su estudio la fotogrametría Structure from Motion terrestre y aérea por un lado así mismo el láser escáner, con el fin de determinar el estado de conservación del patrimonio como caso de estudio de la villa de Ágreda (Soria) España. Del mismo modo un estudio de viabilidad y de caso en Los miradores colgantes de madera "Roshan" en la ciudad histórica de Jeddah (Arabia Saudita),

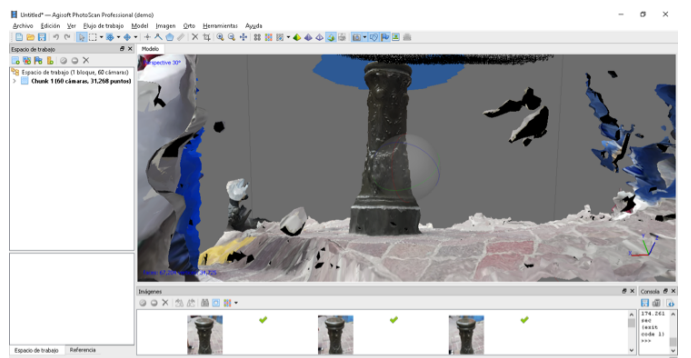
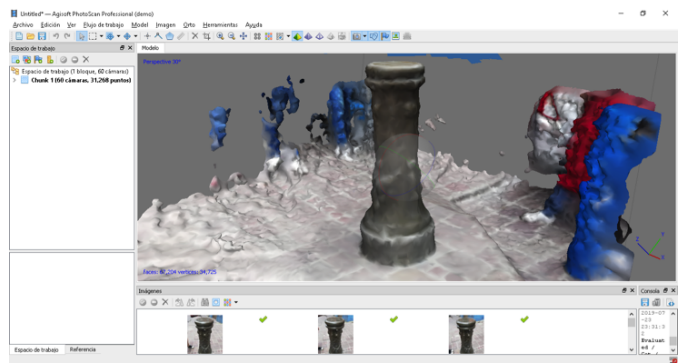
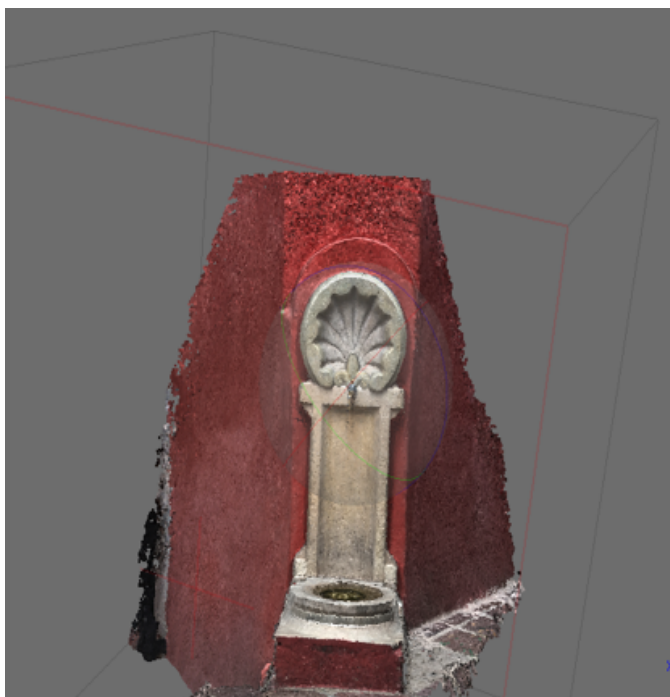
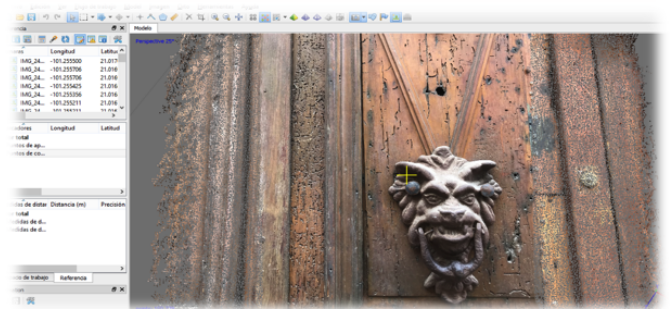
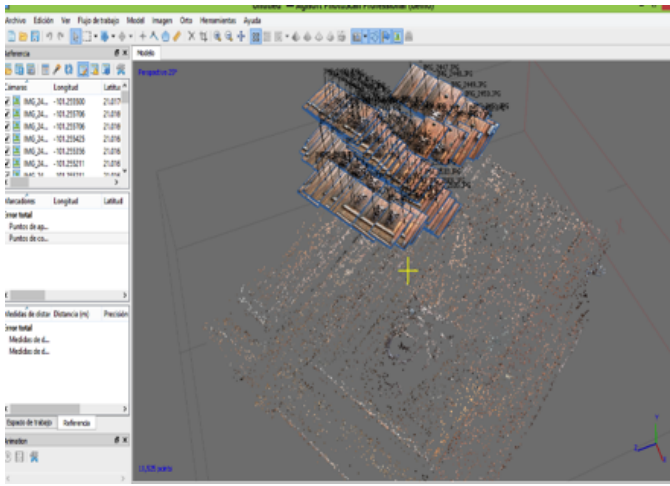
dado por concluido la factibilidad en precisión y rapidez de la técnica permite la documentación y conservación de los miradores colgantes (Alitany, Redondo, & Adas, 2014).

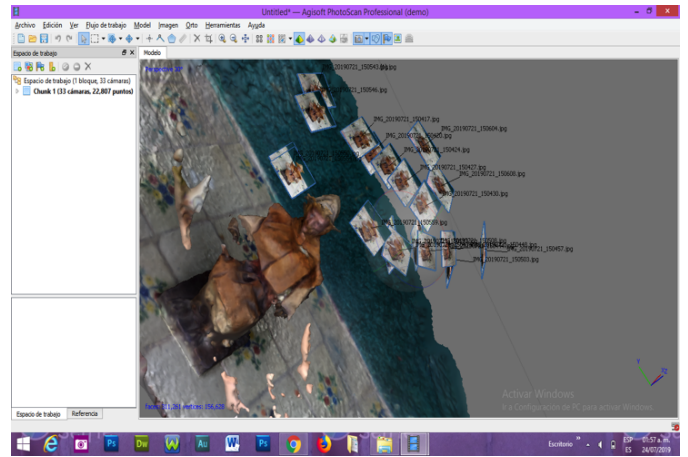
De la misma forma (Margottini, Fidolini, Ladanza, Trigila, & Ubelmann, 2015) como aplicación para el estudio geomorfológico de los restos de la fortaleza Shahr-e Zohak (Afganistán), siendo una colina empinada famoso por albergar el patrimonio principal de la cultura budista en Afganistán, colapsando por el periodo de guerra, con la ayuda de la fotogrametría se permite analizar la cima de la colina afectada principalmente por la erosión difusa y la movilización del suelo. Con la falta de documentación y preservación de los monumentos históricos, se desarrolla una investigación y la aplicación de la fotogrametría como recurso moderno para lograr tener mayor información y precisión expuesto en el edificio columnado de Jamila (Villanueva de los Infantes, Ciudad Real, España) con el fin de documentar el patrimonio y su difusión en un caso práctico (Moya-Maleno, Tormejon Valdelomar, Vacas Madrid, & Losa Sánchez, 2015).

La misma rapidez y versatilidad la fotogrametría permite el registro e información geoespacial de monumentos patrimoniales en deterioro y simulación de modelos digitales, dando como caso de estudio el uso del software gratuito en 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).

Como conclusión se presenta un el caso más reciente (Ferraby & Powlesland, 2019) en el cual se da énfasis en el enriquecimiento cultural, así mismo la importancia de la comunicación, características y hallazgos del patrimonio cultural como caso práctico en la Costa Jurásica (Reino unido) siendo un paisaje en constante cambio, con el fin de utilizar los métodos actuales como la fotogrametría para lograr construir un archivo geológico vital que ayude a la investigación y al desarrollo.

5. Experimentación.





6. Conclusión

Como resultado de la investigación del estudio de la técnica de fotogrametría, es posible concluir que es una técnica muy práctica e innovadora, la cual nos permite demostrar de forma precisa un objeto a través de un modelo 3D.

Por otro lado, al observar los casos en los diferentes países en donde se ha aplicado esta técnica, podemos visualizar aquellas imperfecciones que presenta el objeto evaluado los cuales no se logran observar a simple vista.

Agisoft PhotoScan, fue el programa utilizado en nuestro proyecto, para poner en practica la técnica de fotogrametría. Este programa no solo nos permitió obtener resultados si no que nos demostró que es posible crear un diseño 3D del objeto seleccionado a través de varias fotografías.

Finalmente, con este proyecto queremos dar a conocer la importancia de la técnica, sus ventajas y diferentes aplicaciones para futuros proyectos en los cuales se requiera la utilización de esta.

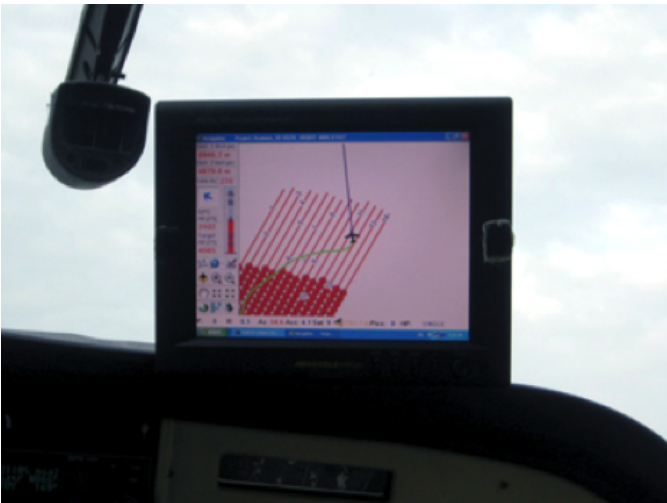


**ANEXOS
(ANEXO 1)**

CAMARA IDM 200, instalación interior en el C-206



Monitor del sistema IDM-200 en vuelo

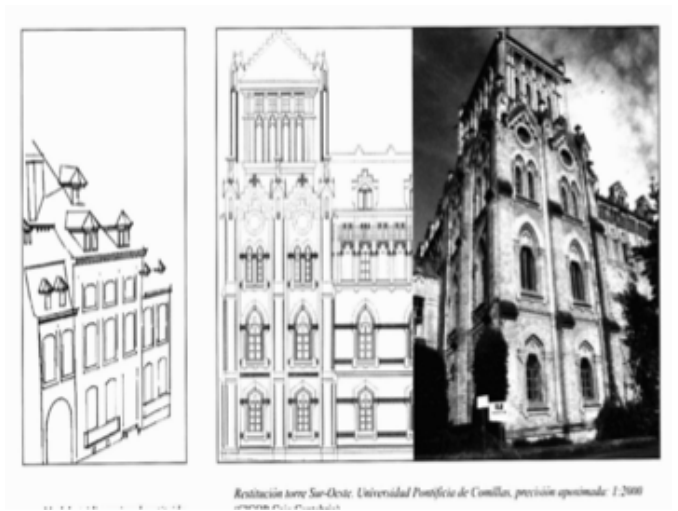


Sistema de tres sensores IDM-600



Sensor térmico.

(ANEXO 2)



(ANEXO 3)



Referencias

(s.f.).

Alitany, A., Redondo, E., & Adas, A. (2014). UNA NUEVA METODOLOGIA PARA LA DOCUMENTACION Y MODELADO 3D DE ELEMENTOS DEL PATRIMONIO ARQUITECTONICO: Un estudio de viabilidad y de caso. Los miradores colgantes de madera "Roshan" en la ciudad histórica de Jeddah. *Expresión gráfica arquitectónica*, 176-187.

Caro, J. L. (2012). *Fotogrametría y modelado 3D: un caso práctico para la difusión del patrimonio y su promoción turística*. Mágala: Turi-Tec'2012.

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.

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.

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.

Mora García, R. T., Céspedes López, M., & Cereceda, M. L. (06 de 2009). UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONA-TECH. 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.

Paulino, J. C., & Backhoff Pohls, M. (2017). Procesamiento geo-informático de datos generados mediante drones. Obtenido de <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt490.pdf>

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>

Sobrino, J. A. (2007). INTRODUCCION A LA

FOTOGRAMETRÍA. E.T.S.I. Caminos, canales y puertos, 1-58.

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*.