

Evento Académico de Fotogrametría Forense para el Servicio Judicial

Arturo José Navarro Do Santos¹

Arturo.navarro@correo.policia.gov.co

<https://orcid.org/0000-0002-2917-4296>

Escuela de Investigación Criminal
Colombia

Gabriel Jaime Salazar García

Gj.salazar@correo.policia.gov.co

<https://orcid.org/0009-0002-9764-0241>

Escuela de Investigación Criminal
Colombia

Diego Armando Pórtela Bolívar

diego.portela4065@correo.policia.gov.co

<https://orcid.org/0009-0006-0776-5438>

Escuela de Investigación Criminal
Colombia

Ángela María Vergara Cubillos

angela.vergarac@correo.policia.gov.co

<https://orcid.org/0009-0006-9105-3504>

Escuela de Investigación Criminal
Colombia

Mayra Alejandra Vega Martínez

mayra.vega@correo.policia.gov.co

<https://orcid.org/0009-0000-7843-9302>

Escuela de Investigación Criminal
Colombia

Hernán Alfredo Azuero Duque

hernan.azuero@correo.policia.gov.co

<https://orcid.org/0009-0000-1277-7421>

Escuela de Investigación Criminal
Colombia

RESUMEN

En la actividad pericial de topografía forense, se ha encontrado que la cantidad de herramientas disponibles para la fijación topográfica y los elementos materiales de prueba no son suficientes. Por lo tanto, se recurre a elementos mínimos, como cinta métrica, cámara fotográfica y distanciómetro, para dar la mejor respuesta posible a los organismos judiciales. Para optimizar estos elementos mínimos, se puede utilizar la fotogrametría, una técnica que permite conocer las dimensiones y la posición de los objetos en el espacio mediante la intersección de dos o más fotografías. A través de una investigación descriptiva con enfoque mixto, se diseñó un evento académico de fotogrametría forense dirigido a técnicos profesionales en topografía forense o personal uniformado/no uniformado que realice funciones de topografía forense, con el objetivo de fortalecer la actividad pericial. Se identificó como resultado principal que la fotogrametría es una técnica poco utilizada por la comunidad de peritos. Por lo tanto, se concluye que se deben desarrollar actualizaciones conceptuales y teóricas por parte de la Escuela de Investigación Criminal para fortalecer las actividades en campo y mejorar los aportes a la administración de justicia.

Palabras Clave. *actividad pericial; evento académico; fotogrametría; topografía forense*

¹ Autor principal

Correspondencia: Arturo.navarro@correo.policia.gov.co

Forensic Photogrammetry Academic Event for the Judicial Service

ABSTRACT

In the forensic topography expert activity, it has been found that the number of tools available for topographic fixation and the material elements of evidence are not sufficient. Therefore, minimal elements, such as tape measure, camera and distance meter, are used to give the best possible response to the judicial bodies. To optimize these minimum elements, photogrammetry can be used, a technique that allows to know the dimensions and position of objects in space through the intersection of two or more photographs. Through descriptive research with a mixed approach, an academic event on forensic photogrammetry was designed for professional technicians in forensic topography or uniformed/non-uniformed personnel performing forensic topography functions, with the aim of strengthening the expert activity. The main result identified was that photogrammetry is a technique little used by the expert community. Therefore, it is concluded that conceptual and theoretical updates should be developed by the School of Criminal Investigation to strengthen field activities and improve contributions to the administration of justice.

Keywords: *expert activity; academic event; photogrammetry; forensic surveying; forensic surveying*

*Artículo recibido 17 setiembre 2023
Aceptado para publicación: 29 octubre 2023*

INTRODUCCIÓN

Desde 1993, se inició el programa de planimetría judicial, que fue el nombre dado a la formación impartida a los peritos que realizaban el levantamiento del lugar de los hechos mediante planos. Este programa ha evolucionado a lo largo de los años y, en una etapa posterior, modificó su denominación a "Técnica Profesional en Topografía Forense", que se ofrece actualmente. Desde 2016, se otorga a los graduados de este programa la tarjeta profesional por parte del Consejo Profesional Nacional de Topografía.

Sin embargo, a pesar de la evolución de los contenidos formativos del programa, la necesidad de servicios en este campo continúa creciendo. Esto se debe a la evolución y el aumento de delitos, lo que requiere un fortalecimiento de las acciones periciales que contribuyen a la administración de justicia en la resolución de hechos punibles.

Además, existe una variabilidad en la cantidad de delitos que requieren la elaboración de bosquejos topográficos, especialmente en la Región 6, donde se observa una alta demanda debido a la gran cantidad de casos de homicidios comunes. Según las estadísticas proporcionadas por la unidad pertinente, en el año anterior se atendieron 2929 casos de este tipo, así como 1042 casos de homicidios en accidentes de tráfico y 7296 casos de lesiones en accidentes de tráfico. Ante esta situación, resulta fundamental que los técnicos topógrafos amplíen sus competencias en este ámbito para fortalecer su desempeño diario y poder así satisfacer la demanda actual.

Aunado a lo anterior, la cantidad de herramientas existentes para realizar la fijación topográfica del lugar de los hechos y los elementos materiales de prueba no es la suficiente. Es por ello que se puede tomar como base para la labor la fotogrametría la cual de acuerdo con el IGAC la fotogrametría es una disciplina que se enfoca en la obtención de información acerca de las dimensiones y ubicación de objetos en el espacio. Esta técnica utiliza la intersección de dos o más fotografías, o de una fotografía con un modelo digital del terreno previamente creado a partir de la intersección de varias fotografías. El objetivo de la fotogrametría es obtener medidas precisas a partir de imágenes para crear una representación en 3D del objeto o área en cuestión.

Es por tanto que se plantea la necesidad de generar un evento académico de fotogrametría forense en pro de dar respuesta a dicha carencia y por lo cual se plantea como interrogante ¿Cuál debe ser el contenido programático a incluir en un evento académico de fotogrametría forense dirigido a técnicos profesionales en Topografía forense o personal uniformado/no uniformado que realice funciones de topografía forense para el fortalecimiento de la actividad pericial?

El evento académico aporta de manera significativa al enriquecimiento del servicio de investigación criminal al convertirse en una estrategia que aporte competencias para una labor más técnica por parte de los topógrafos forenses adscritos a las diferentes seccionales de investigación quienes deben dar cumplimiento a los protocolos institucionales para aportar al esclarecimiento del delito investigado. De igual forma, brinda nuevas herramientas para la investigación forense desde la fijación topográfica más aun cuando los funcionarios cuentan con acceso a cámara fotográfica, cinta métrica y aplicaciones de geoposicionamiento como elementos básicos para la aplicación de la fotogrametría.

La fotogrametría se define como el arte, ciencia y tecnología para obtener información confiable sobre objetos físicos y el ambiente a través de procesos de grabación, medición e interpretación de imágenes y patrones de energía electromagnética radiada u otras emisiones. En relación con las aplicaciones de observación terrestre, este campo del conocimiento converge con otras disciplinas tales como geodesia, cartografía y topografía, las cuales constituyen en conjunto una disciplina integrada denominada geoinformática o geomática (ASPRS, 2014).

La obtención de datos en estudios fotogramétricos se realiza generalmente mediante el uso de fotografías digitales en la banda visible y sensores remotos, como cámaras multiespectrales o escáneres láser, en combinación con información proporcionada por sistemas de posicionamiento global (GPS). Estos datos se procesan posteriormente utilizando herramientas de procesamiento y sistemas de información geográfica (SIG) para generar diversos productos, como modelos digitales de elevación (MDE) u otros mosaicos (Cheli, 2011).

La recopilación de datos en estudios geoespaciales se lleva a cabo en diferentes niveles, cada uno asociado con altitudes y coberturas específicas, así como con resoluciones espaciales y temporales particulares. A

nivel global, las imágenes satelitales proporcionan una amplia cobertura, pero con una resolución limitada que varía desde cientos de metros hasta varias decenas de centímetros en las mejores condiciones. Las condiciones atmosféricas pueden afectar este proceso, lo que requiere correcciones como la corrección atmosférica y la ortorrectificación debido a la curvatura terrestre (Caro y Hansen, 2015).

Otros medios para la recopilación de datos incluyen aviones tripulados o globos, que ofrecen resoluciones espaciales y temporales intermedias, pero a un costo relativamente alto. En los últimos tiempos, los drones o vehículos aéreos no tripulados se han convertido en una alternativa popular, especialmente fuera del ámbito militar. Gracias a estas tecnologías, es posible lograr las mejores resoluciones espaciales, ya que permiten operar a baja altura y obtener imágenes y datos detallados de la superficie terrestre (Austin, 2010).

Una de las ventajas de utilizar drones a baja altura es la reducida interferencia atmosférica, ya que las imágenes suelen ser capturadas con poca o ninguna nubosidad. Además, la resolución temporal es alta, ya que las misiones se pueden repetir fácilmente a un bajo costo en comparación con otras alternativas. Sin embargo, los drones también presentan algunos desafíos, especialmente en lo que respecta a la cobertura espacial máxima y las limitaciones del poder de cómputo necesario para procesar la gran cantidad de datos que se obtienen. Estos desafíos son significativos al considerar el uso de tecnologías UAV en estudios geoespaciales y deben abordarse de manera adecuada para obtener resultados precisos y confiables (Austin, 2010).

Según Pérez, et. al. (2017) en su tesis titulada "Estrategias pedagógicas en el aula de clase", una estrategia se define como un elemento fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se trata de una agrupación de procesos a través de los cuales se logra la consecución de una tarea de manera óptima y de acuerdo con las condiciones del entorno en el cual se desarrolla.

De manera similar, Pegudo, et. al. (2012) en su documento titulado "Estrategia pedagógica para desarrollar habilidades investigativas en asesores de trabajo de investigación científico estudiantil" argumentan que una estrategia es un conjunto de operaciones y acciones que abarcan aspectos mentales y físicos con el propósito de facilitar la interacción del aprendiz con los objetivos del conocimiento y la relación con sus pares durante el proceso de aprendizaje.

En su investigación titulada "La actividad lúdica como estrategia pedagógica para fortalecer el aprendizaje de los niños de la institución educativa Niño Jesús de Praga," Gómez, et. al. (2015), señalan que la verdadera importancia al plantear una estrategia pedagógica radica en tener una amplia claridad en la obtención de conocimiento por parte de los estudiantes. Esto, a su vez, colabora con el docente al analizar el comportamiento de los estudiantes frente a la estrategia, con el fin de identificar la metodología de enseñanza más adecuada para fomentar la participación de los estudiantes.

Como se puede observar, lo mencionado por los autores previamente citados sienta las bases y proporciona antecedentes para los conceptos analizados por ellos, lo cual respalda el análisis de la conceptualización del término "estrategia".

Asimismo, Grisales (2012) en el resultado de la investigación "Aproximación histórica al concepto de didáctica universitaria", la didáctica surge en la Edad Media como un método de enseñanza universal, lo que lleva a que en la modernidad se considere como el conjunto de técnicas para lograr la enseñanza efectiva de conceptos y teorías. También Abreu, et. al. (2018), en la investigación "Objeto de estudio de la didáctica: análisis histórico, epistemológico y crítico del concepto," argumentan que la didáctica, en su razón de ser, tiene como objetivo generar los procesos necesarios para enseñar y, por ende, promover el proceso de aprendizaje en los estudiantes.

El papel de los docentes es fundamental en este proceso, ya que requieren de ciertas competencias y habilidades para generar ambientes de aprendizaje virtual que logren los objetivos de la aprehensión del conocimiento, basados en la excelencia educativa. Iniciarte (2008) señala en su investigación "Competencias docentes ante la virtualidad de la educación superior" que la virtualización de la educación superior demanda que los docentes adquieran nuevas habilidades y competencias específicas, como conocimientos de TIC, competencia pedagógica, capacidad para interactuar en el entorno virtual de aprendizaje y habilidades técnicas para utilizar herramientas tecnológicas. Además, los docentes deben demostrar principios éticos y compromiso con el desarrollo tecnológico, científico y cultural del país.

Según Rodríguez (2010), "Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han convertido en pilares fundamentales de la sociedad, debido a su amplio uso en diversas áreas. Por esta razón, es crucial

que la educación tenga en cuenta esta realidad y adopte las TIC como herramientas pedagógicas, para así preparar a los estudiantes para el mundo actual y futuro" (p. 14). Esto refleja la importancia del uso de herramientas tecnológicas, ya que, en la actualidad, las personas están inmersas en el mundo digital, lo que les permite realizar actividades y adquirir conocimientos desde la comodidad de sus hogares o lugares de trabajo.

Del mismo modo, Bonifaz (2018) menciona que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) "son consideradas como recursos que se utilizan para procesar, administrar y compartir información con el fin de interactuar con los estudiantes" (p. 35). Esto resalta el valor significativo y la contribución que brinda el estudio de caso al objetivo de la investigación, mostrando la aplicabilidad de los recursos tecnológicos en la transmisión de conocimientos y opiniones de diferentes perspectivas a nivel nacional e internacional.

Muriel (2021), adopta el concepto de Neme y Arias (2019), quienes definen las herramientas tecnológicas como las causantes de una transformación total en la forma en que nos comunicamos con los demás, al proporcionar recursos para conversar y compartir imágenes, archivos, entre otros. Esta publicación es de interés para el presente estudio, cuyo objetivo de investigación es transmitir una actualización de conocimientos en morfología facial en todo el territorio nacional colombiano.

Es importante destacar la normatividad vigente para la regulación de la educación en Colombia, siendo la principal norma rectora el Decreto 1075 de 2015, por el cual se expide el "Decreto Único Reglamentario del Sector Educación". Es esencial que, a la luz de esta norma, se tenga presente lo estipulado en la subsección 2 "Créditos académicos"

Artículo 2.5.3.2.2.1. *Definición.* Las instituciones definirán la organización de las actividades académicas de manera autónoma. Los créditos académicos son la unidad de medida que se utiliza para cuantificar el trabajo académico realizado por los estudiantes en el marco del plan de estudios. En los programas de educación virtual y a distancia, es necesario indicar el número de créditos asignados a cada actividad de forma precisa, para que los estudiantes puedan planificar adecuadamente el tiempo que dedicarán a cada una de ellas.

Este aspecto es complementado por el artículo **2.5.3.2.2.2.3. Horas con acompañamiento e independientes de trabajo**: En programas de educación a distancia y en línea, el tiempo dedicado a trabajar de manera autónoma puede cambiar dependiendo de las características propias de la modalidad, así como de la presencia de sesiones de acompañamiento sincrónico (ya sea en persona o a través de tecnologías de la información y comunicación) y asincrónico. (p.333)

En este contexto, es importante destacar que esta modalidad de enseñanza y aprendizaje se basa en la virtualidad como estrategia de desarrollo. Debido a sus características, como la duración temporal, los objetivos educativos, la ejecución de actividades y el logro de metas, se clasifica como una forma de Educación Informal. Esta modalidad se encuentra regulada en la normativa rectora previamente mencionada en donde se hace énfasis,

Artículo 2.6.6.8. *Educación informal*. La educación informal tiene como propósito proporcionar opciones para ampliar, mejorar, actualizar, renovar o profundizar en conocimientos, habilidades, técnicas y prácticas. Dentro de la oferta educativa informal, se incluyen los cursos cuya duración sea menor a 160 horas, los cuales no necesitan ser registrados ante la Secretaría de Educación de la entidad territorial certificada y solo tendrán como resultado la entrega de una constancia de asistencia al completarlos.

Para su ofrecimiento deben cumplir con lo establecido en el artículo 47 del Decreto— ley 2150 de 1995.

Toda promoción que se realice, respecto de esta modalidad deberá indicar claramente que se trata de educación informal y que no conduce a título alguno o certificado de aptitud ocupacional. (p. 414)

La Policía Nacional de Colombia, a través de la Dirección de Educación Policial, reconoce que la construcción de un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) no se limita únicamente a la infraestructura tecnológica de una plataforma LMS (Sistema de Gestión del Aprendizaje), sino que debe incluir contenidos integrados que respondan a las necesidades del proceso de enseñanza-aprendizaje y estén en línea con los lineamientos de la dirección. Por lo tanto, el Centro de Mediaciones Pedagógicas y Tecnológicas (CEMPE) ha desarrollado un modelo llamado Modelo de Mediaciones Pedagógicas y Tecnológicas (MMPT) para guiar la creación adecuada de un AVA, basado en lecciones aprendidas en el ámbito institucional. Este modelo incluye cuatro dimensiones: Institucional o Teleológica, Pedagógica, Comunicativa y Tecnológica;

donde la articulación de estas dimensiones permite a cada uno de los actores de la educación institucional identificar sus roles, responsabilidades y deberes en relación con la incorporación de las mediaciones pedagógicas y tecnológicas para los procesos educativos desarrollados en el MMPT (Quintero, Díaz & Ortiz, 2015).

Es importante mencionar que la Dirección de Educación Policial, como entidad de Educación Superior, tiene la facultad de construir y modificar sus programas académicos, tal como lo indica la Ley 30 de 1993 en el CAPÍTULO VI sobre la Autonomía de las Instituciones de Educación Superior. En particular, el Artículo 28 de dicha ley establece,

La autonomía universitaria, protegida por la Constitución Política de Colombia y respaldada por la Ley actual, reconoce a las universidades el derecho de establecer y modificar sus estatutos, seleccionar a sus líderes académicos y administrativos, crear y desarrollar programas académicos, definir y organizar sus actividades formativas, académicas, docentes, científicas y culturales, otorgar los títulos correspondientes, elegir a sus profesores, aceptar a sus estudiantes y diseñar sus propias políticas y regulaciones financieras para llevar a cabo su función institucional y su compromiso social. (p.5)

La Ley colombiana otorga a la Policía Nacional, a través de la Dirección de Educación Policial, el derecho de desplegar todas las acciones necesarias para crear estrategias académicas y transferir conocimientos. Esto es especialmente relevante una vez que los miembros de la Policía han completado su formación universitaria, técnica o tecnológica en las diversas escuelas de formación. Este enfoque contribuye al fortalecimiento del profesionalismo y de las actividades policiales, especialmente en áreas específicas de conocimiento, ciencia y tecnología. Esta iniciativa garantiza el cumplimiento de la misión de servicio y posiciona a la Institución a la vanguardia de los procesos de cambio y globalización en materia educativa en el siglo XXI. Por lo tanto, el desarrollo de un evento académico que brinde acceso a los recursos de conocimientos técnicos de manera moderna y actualizada es esencial en este contexto.

Además, la Dirección de Educación Policial se compromete a cumplir con lo establecido en la Ley 115 de 1994, que define la educación como un proceso continuo y amplio de formación en aspectos personales, culturales y sociales, basado en una visión integral de la dignidad, derechos y responsabilidades de las personas. La educación en la Policía Nacional se rige por los principios de la Constitución Política, que reconocen el derecho de todas las personas a la educación, la libertad de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra, y el carácter de servicio público de la educación. Estos aspectos se internalizan en el ámbito educativo de la Policía Nacional, con un enfoque en la excelencia académica para cumplir con los altos estándares de calidad exigidos por las autoridades de educación en Colombia.

Por lo tanto, el objetivo general planteado es diseñar un evento académico de fotogrametría forense dirigido a técnicos profesionales en Topografía forense para fortalecer la actividad pericial. Para lograr este objetivo, se establecen objetivos específicos que incluyen identificar los parámetros necesarios para la creación del evento académico de fotogrametría forense, definir los componentes de la fotogrametría que se incluirán en el evento y establecer el contenido programático de cada uno de los temas y subtemas.

METODOLOGÍA

Esta investigación se clasifica como un estudio descriptivo propositivo, cuyo objetivo principal es caracterizar o describir un individuo, objeto o fenómeno. Este enfoque se adapta perfectamente al propósito del estudio, ya que busca proporcionar un análisis detallado de los parámetros de un evento académico dirigido a una población específica. La investigación tiene una naturaleza mixta, combinando elementos cuantitativos y cualitativos. La dimensión cuantitativa se refleja en la medición de variables numéricas y el uso de estadísticas para su análisis. La dimensión cualitativa se manifiesta a través del método de observación, que permite identificar y comprender las problemáticas en el área de documentología con el objetivo de proponer mejoras. Los instrumentos utilizados para recopilar datos en este estudio incluyen grupos focales y encuestas.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

De acuerdo con la metodología propuesta, se llevó a cabo un grupo focal que incluyó a tres participantes, entre ellos el señor Mayor Weimar Cárdenas, Decano de la Facultad de Especialidades de la Policía

Nacional, y su equipo de trabajo, quienes están adscritos a la Vicerrectoría Académica de la Dirección de Educación Policial. Durante la interacción con estos participantes, se indagó sobre las características necesarias para la creación de un evento académico y se exploró la normatividad vigente que regula este tipo de eventos, obteniéndose la siguiente información:

Instructivo 000001 DINA VIACA del 20/01/2015, mediante el cual se establece la contextualización de programas académicos de extensión, educación continua y educación para el trabajo y el desarrollo humano en la Policía Nacional.

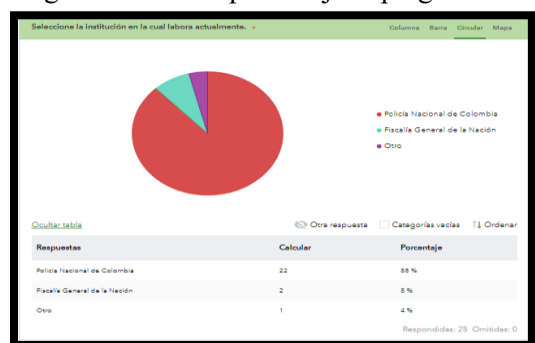
Instructivo 000011, que realiza la contextualización de los componentes educativos de la Dirección de Educación Policial.

Instructivo 011 DINA VIECO, que proporciona pautas para la contextualización y estructuración de Programas de Capacitación informal en la Dirección de Educación Policial.

Con estos insumos y en respuesta a las necesidades institucionales identificadas en relación con el personal de Técnicos Profesionales en Topografía Forense, la investigación se enfoca en fortalecer los roles y competencias laborales de los funcionarios que forman parte de la Dirección de Investigación Criminal. Esto se hace teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en los instructivos mencionados anteriormente. Como resultado, se proyecta la ficha académica del diplomado en fotogrametría forense. Asimismo, con respecto a la encuesta aplicada se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 1.

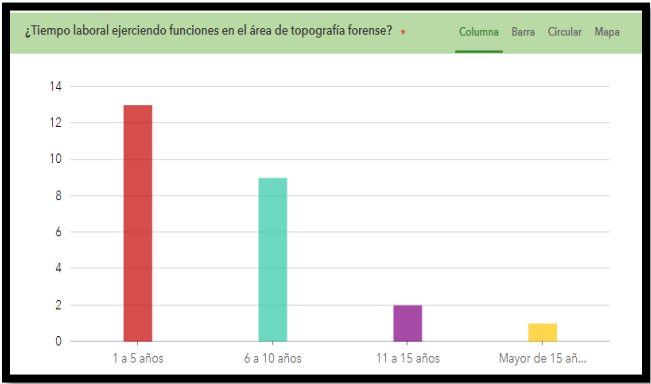
Diagrama circular que refleja la pregunta: Institución en la cual labora actualmente el personal encuestado.



Nota. Descripción 1 fuente de datos elaboración propia de esta investigación, en la figura se observa que el 100% del personal encuestado pertenece el 88% pertenece a la Policía Nacional, el 8% pertenece a la fiscalía general de la Nación y el 4% a otra institución diferente.

En relación con la encuesta propuesta, se seleccionó una muestra de 25 participantes. Entre los encuestados se incluyen personal titulado como Técnicos Profesionales en Topografía Forense, funcionarios de la Fiscalía General de la Nación y peritos no uniformados, como se muestra en el figura 2.

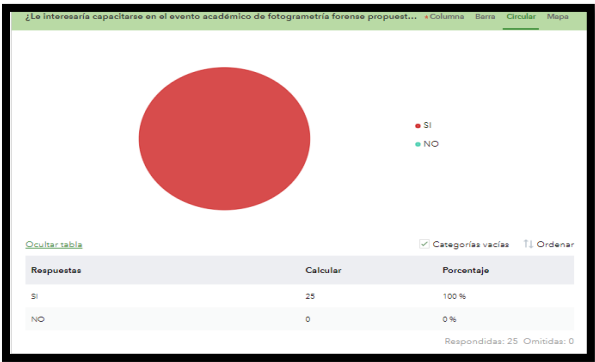
Figura 1.
Diagrama de barras que refleja la pregunta: Tiempo laboral de los participantes ejerciendo funciones como Topógrafo Forense.



Nota. Descripción 2 fuente de datos elaboración propia de esta investigación, en la figura se muestra que el 52% de la población encuestada tiene de 1 a 5 años de experiencia, el 36% tienen de 6 a 10 años de experiencia, el 8% tiene de 11 a 15 años de experiencia, y el 4% tiene más de 15 años de experiencia.

A continuación, se consultó al personal encuestado acerca del tiempo que han dedicado a desempeñar funciones en el área de topografía forense. Es fundamental evaluar la experiencia de los participantes en este campo, como se refleja en la figura 3.

Figura 2.
Diagrama circular que refleja el Interés por parte de los funcionarios encuestados en capacitarse en el evento de fotogrametría forense.

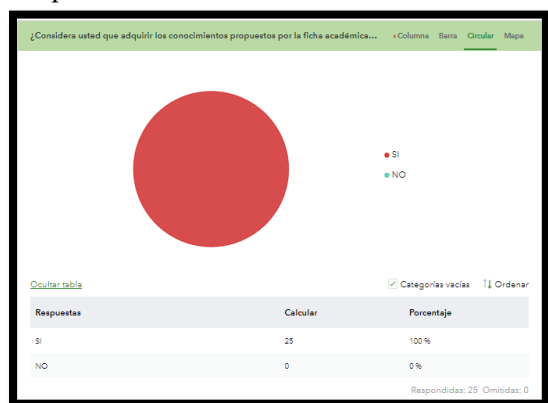


Nota. Descripción 3 fuente de datos elaboración propia de esta investigación, en el diagrama se muestra que el 100% de los funcionarios encuestados presentan interés por capacitarse en el evento académico de fotogrametría forense.

Seguido, se planteó la pregunta a los participantes "¿Le interesaría capacitarse en el evento académico de fotogrametría forense propuesto para ser ofrecido por la Escuela de Investigación Criminal?" A esto, el 100% de los encuestados respondió "Sí", como se evidencia en la figura 4.

Figura 3

Diagrama circular que ilustra lo que los encuestados piensan sobre si la ficha académica fortalece sus competencias laborales

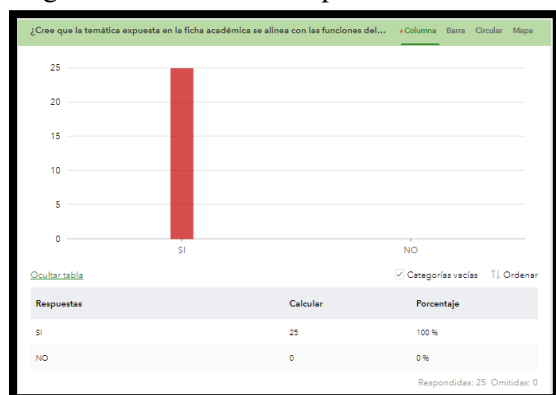


Nota. Descripción 4 fuente de datos elaboración propia de esta investigación, en la imagen se muestra que el 100% del personal encuestado considera que adquirir los conocimientos propuestos en la ficha académica de fotogrametría forense sería útil para fortalecer sus competencias laborales.

Adicional, se preguntó a los participantes: "¿Considera usted que adquirir los conocimientos propuestos por la ficha académica fortalecería sus competencias laborales?" El 100% de los encuestados respondió "Sí", como se puede apreciar en la figura 5.

Figura 5.

Diagrama de barras con respecto a si la temática propuesta se alinea con las funciones del cargo.



Nota. Descripción 5 fuente de datos elaboración propia de esta investigación, en la imagen se muestra que el 100% del personal encuestado considera que la temática expuesta en la ficha académica se alinea con las funciones desempeñadas como topógrafo forense.

Con relación a la práctica fotogrametría terrestre y aérea

Como se ha mencionado previamente, la fotogrametría es una técnica que tiene como objetivo estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto utilizando medidas obtenidas a partir de una o varias fotografías de dicho objeto (Ibero).

A nivel institucional, se han llevado a cabo levantamientos fotogramétricos, tanto aéreos como terrestres. La fotogrametría terrestre implica la obtención de evidencias a través de imágenes capturadas con diversas cámaras fotográficas, a partir de las cuales se pueden generar modelos digitales que permiten, incluso, la reconstrucción de la escena del incidente.

En cuanto a la fotogrametría aérea, la técnica puede variar según las necesidades, y se puede realizar a partir de 2 o más fotografías. Sin embargo, estos casos comparten similitudes en su preparación, que incluyen los siguientes pasos expuestos en la tabla 1.

Tabla 1
Etapas de Fotogrametría aérea

Etapas	Descripción
Lista de chequeo	Es fundamental elaborar un listado de comprobación de los equipos necesarios para llevar a cabo el vuelo fotogramétrico, tales como la condición de las hélices, la carga de las baterías del dron, del control remoto y dispositivo móvil, así como el estado y espacio disponible de la memoria de la cámara.
Condiciones climáticas:	Además, es crucial considerar las condiciones climáticas, como la probabilidad de lluvia, la velocidad del viento, la nubosidad y el tiempo de luz y distancia de visibilidad, para garantizar la seguridad del vuelo y la calidad de las fotografías.
Georreferenciación	Para realizar la georreferenciación local, se deben identificar cuatro puntos dispersos en el área de interés y levantar y georreferenciar estos puntos utilizando el método topográfico más apropiado.
Toma de fotografías	Asimismo, se toman fotografías aéreas a baja altura para obtener detalles precisos del terreno, y se asegura que haya solapamiento entre las fotografías, de preferencia del 70% al 80% de recubrimiento por fotografía. Tanto si se lleva a cabo como parte de una investigación o como una tarea independiente, la técnica de la entrevista sigue los mismos pasos y características.

Nota. La tabla presenta las etapas para la realización de fotogrametría aérea.

En lo que respecta al procesamiento de la información en la fotogrametría terrestre y aérea, se lleva a cabo mediante software que permite la creación de modelos digitales a partir de las fotografías. El proceso implica cargar las imágenes, identificar detalles reconocibles en varias fotos y marcarlos de manera ordenada. Luego, es esencial realizar el procesamiento de las imágenes capturadas con el fin de obtener un modelo tridimensional y ajustar la escala de acuerdo con las mediciones realizadas en el terreno.

Para ambos casos, es necesario utilizar software como Agisoft Metashape Pro, Pix4D Mapper, Photomodelador u otro programa de preferencia que permita el procesamiento de datos. Además, se debe llevar a cabo la corrección de la distorsión del lente y la calibración de la cámara desde el software elegido, ya que estas son tareas fundamentales. La corrección del lente se utiliza para eliminar la distorsión que a menudo se presenta al usar lentes gran angulares, como el efecto de cojín u ojo de pez. La calibración de la cámara, por otro lado, se realiza utilizando patrones específicos y software especializado, lo que implica capturar imágenes de una placa de calibración radial Halcon desde diferentes ángulos y procesarlas para corregir la deformación del lente. También se lleva a cabo una corrección de la orientación utilizando puntos y software de georreferenciación para obtener una ortoimagen precisa.

La realización de un vuelo fotogramétrico requiere una planificación adecuada para garantizar la cobertura fotográfica de la zona de interés, cumpliendo con las especificaciones necesarias (Álvarez, 2001).

Continuando, antes de abordar los componentes del evento académico propuesto en el presente estudio, se llevó a cabo un ejercicio práctico en el ámbito de la fotogrametría, tanto terrestre como aérea. Como resultado de este ejercicio, se obtuvo lo siguiente.

Fotogrametría terrestre

Elementos necesarios

- a) Equipo celular con monope.
- b) Cinta métrica.
- c) Equipo de cómputo.
- d) Software Agisoft Metashape Professional.

Objetivo

- 1) Crear modelado 3D de simulación de occiso en el lugar de los hechos.
- 2) Crear modelado 3D monumento de explosivos DIJIN.

Paso 1

Equipos para utilizar

a) 01 monopie profesional de aproximadamente 2 metros. En primer lugar, se utiliza un monopie para celular, que proporciona soporte y una altura mayor que la del funcionario. Si no se dispone de uno, se puede emplear un soporte para selfis o se puede elevar el dispositivo a una superficie más alta. Lo esencial es conocer la altura total desde la cual se tomarán las fotografías. Para el primer objetivo, el funcionario se puede colocar sobre unas escaleras, mientras que, para el segundo objetivo, se emplea un trípode.

Teléfono celular

Hay una gran variedad de teléfonos celulares que cuentan con una cámara principal con una cantidad considerable de megapíxeles, geoetiquetado (que es el proceso de agregar información geográfica en los metadatos de los archivos de imágenes) y una buena resolución. En otros casos, se puede optar por cámaras digitales que se encuentran en las unidades de investigación criminal. Estos equipos permiten captar fotografías de alta calidad. Para este caso, se utilizó un teléfono celular con especificaciones técnicas como se explica en la tabla 2.

Tabla 2.

Ficha técnica equipo celular utilizado

XIAOMI REDMI NOTE 11S	
Pantalla	AMOLED 6,43 pulgadas
	Resolución FullHD+ (2.400 x 1.080 píxeles)
	Tasa de refresco: 90 Hz
Procesador	Helio G96
RAM	6 GB LPDDR4X
Almacenamiento	128 GB UFS 2.2
	MicroSD hasta 1 TB

Software	MIUI 13 basado en Android 11
Cámara trasera	Principal: Samsung HM2 108 MP f/1.9 Gran angular: 8 MP f/2.2 Macro: 2 MP f/2.4 Profundidad: 2 MP f/2.4
Cámara frontal	16 MP f/2.4
Batería	5.000 mAh Carga rápida 33 W
Conectividad	Dual SIM, 4G/LTE, WiFi ac, Bluetooth 5.0, NFC, USB-C, jack 3,5 mm
Otros	Sensores infrarrojos Altavoces duales Lector de huellas lateral Certificación IP53
Dimensiones y peso	159,87 x 73,87 x 8,09 mm 179 g

Nota. La tabla presenta la ficha técnica equipo celular utilizado.

Paso 2

Toma de fotografías

Se inicia programando el celular en modo automático o modo manual según la destreza y conocimiento del operador:

Para el objetivo 1 se utiliza el modo automático, las primeras fotografías se toman a 90 grados en forma horizontal el equipo y con una distancia de 2 metros del occiso, después se realiza tomas un poco más cerca de 360 grados en forma vertical para obtener mayor detalle de la escena.

Para el objetivo 2 se utiliza el teléfono celular antes descrito, modo automático, distancia entre fotografías 20 cm, todas las fotografías fueron tomadas en forma vertical encuadrando todo el monumento de explosivos, a la misma altura, y en el mismo sentido.

Paso 3

Descargue de datos

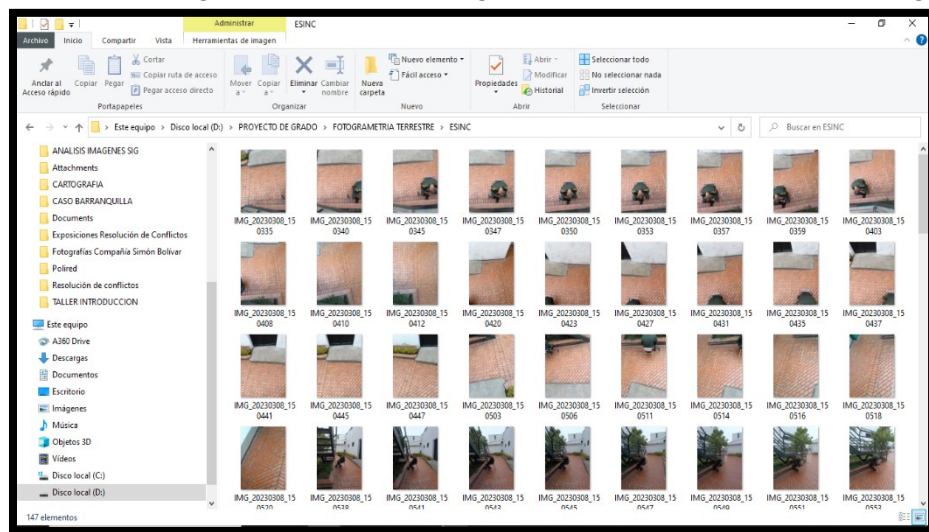
Se puede utilizar distintos medios para descargar las fotos, el más recomendado es conexión con cable USB

desde el teléfono celular al equipo de cómputo o cargar las fotografías en una nube y luego descargarlas desde el equipo de cómputo. Para esta práctica utilizaremos el primer método descrito.

Objetivo 1 (145 fotografías en total)

Figura 6.

Cantidad de fotografías tomadas en el lugar de los hechos “Escuela de Investigación Criminal”.

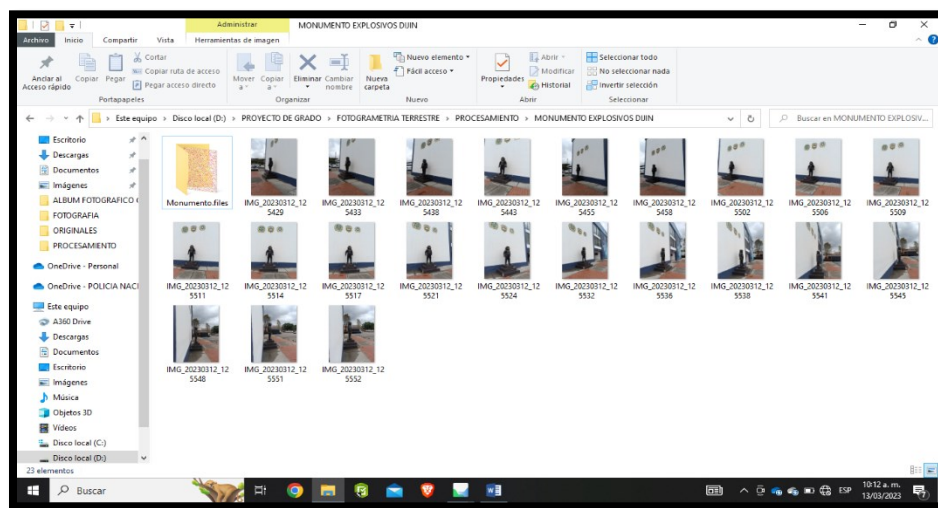


Nota. En la imagen se observa el total de 145 fotografías tomadas en la Escuela de Investigación criminal, haciendo el montaje práctico de un lugar de los hechos, posteriormente fueron descargadas las imágenes en el equipo de cómputo para posteriormente ser procesadas.

Objetivo 2 (22 fotografías en total)

Figura 7

Cantidad de fotografías tomadas en el Monumento de explosivos ubicado en la Dirección de Investigación Criminal.



Nota. En la imagen se observa el total de 22 fotografías tomadas en la Dirección de Investigación Criminal al monumento de explosivos posteriormente fueron descargadas las imágenes en el equipo de cómputo para posteriormente ser procesadas.

Paso 4

Procesamiento de datos

Para el procesamiento de las fotografías, existen varios programas disponibles, como Regard 3D (software gratuito), Meshroom (software gratuito), Agisoft Metashape Professional (requiere licencia), Photomodelador (requiere licencia), Agisoft Photoscan (requiere licencia) y PIX4Dmapper (cuenta con licencia proporcionada por la Policía Nacional). En este caso, se utilizará Metashape.

Para ambos objetivos propuestos, se seguirá la misma metodología de procesamiento, que se describe a continuación:

Se continúa cargando las fotografías a través de la pestaña "Flujo de trabajo".

Luego, se debe dirigir a la pestaña "Orientar fotografías" y haz clic en "Calidad media" para realizar un procesamiento básico de los puntos de referencia. Al finalizar el proceso, aparecerá un cuadro de diálogo que indicará que algunas fotografías no se han podido orientar. En este caso, vuelve a hacer clic en "Flujo de trabajo" y, a continuación, en "Orientar fotografías". Asegúrate de desactivar todos los parámetros y seleccionar la máxima calidad, ya que las imágenes pueden tener diferentes ángulos y generar conflictos en el sistema. Espera a que el proceso termine y obtendrás una nube de puntos dispersa (nube de puntos preliminar y básica).

Proceder a crear una "Nube de puntos densa" en la pestaña "Flujo de trabajo". Se puede seleccionar una calidad alta o media y, a continuación, haz clic en "Aceptar". Además, se debe comprender que este proceso puede llevar más tiempo según la cantidad de fotografías y el equipo de cómputo que estés utilizando. Una vez completado, se generará un mapa de profundidad y la nube de puntos densa, lo que te permitirá realizar mediciones precisas sobre la nube de puntos densa.

Luego, se debe dirigir a la pestaña "Flujo de trabajo" y haz clic en "Crear malla", lo que permitirá obtener un modelo 3D. Esta capa se puede exportar para crear maquetas u otros fines relacionados.

En este punto del proceso, es fundamental guardar el proyecto, ya que pueden surgir problemas y podrías perder información.

Una vez que se haya completado todo el proceso de manera satisfactoria en el software Metashape, se podrá exportar los resultados según las necesidades del perito. Se tendrá varias opciones disponibles, como el modelo 3D, la nube de puntos para su uso en otros programas de diseño o la generación de informes que incluyan el error cuadrático de las medidas y otros datos relevantes del procesamiento. Existen diversas formas de utilizar esta información para ilustrar el lugar de los hechos y tener los datos necesarios para futuras reconstrucciones

Paso 5

Presentación de resultados

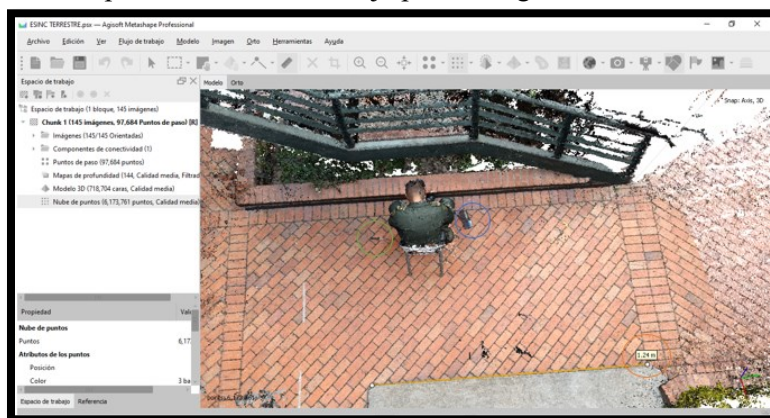
Según la necesidad del técnico profesional en topografía forense podrá presentar distintos productos por medio de los distintos softwares de diseño asistido por computador, ortomosaicos, bosquejos topográficos, planos topográficos, software de los distintos sistemas de información geográfico ante el ente investigador, para este caso solo mostraremos que se puede tomar medidas sobre la nube de puntos y un ejemplo del modelado 3D que se puede obtener.

Objetivo 1

A continuación, se muestra la nube de puntos densa (Se trata de un método para representar cualquier superficie mediante un grupo de puntos específicos en un sistema de coordenadas en tres dimensiones) sobre la cual se realiza medición en el lugar de los hechos.

Figura 8

Nube de puntos densa de montaje posible lugar de los hechos Escuela de Investigación Criminal



Nota. En la imagen se observa la nube de puntos densa, (sistema de representación de cualquier superficie a través de un conjunto de vértices en un sistema de coordenadas tridimensional).

Convenciones

Ilustra una distancia tomada en el lugar de los hechos de 1,24 m, mediante el programa agisoft metashape professional, se pueden tomar las que necesite el técnico, error promedio 3 cm por medida.



Ilustra un EMP-EF encontrada en el LH (billetera).



Ilustra un EMP-EF encontrada en el LH (arma cortopunzante-navaja).



CONCLUSIONES

De acuerdo con el objetivo planteado, se ha concluido que la creación de un evento académico sobre fotogrametría forense implica varias etapas. Inicialmente, se evalúa la necesidad del evento, se identifica la población objetivo, se define la modalidad del evento, se estructuran los módulos temáticos y se determina la intensidad horaria para cada uno de ellos. Posteriormente, se procede a gestionar los trámites administrativos necesarios en la Dirección de Educación Policial para difundir y convocar al evento.

En este contexto, se recomienda continuar con la implementación de este proyecto a modo de piloto, dirigido a peritos ya titulados, con el propósito de actualizar sus conocimientos y desarrollar nuevas técnicas periciales aprovechando las herramientas tecnológicas disponibles en cada seccional de investigación criminal.

Con respecto a la definición de los componentes de la fotogrametría que deben incluirse en el evento, se ha concluido que es fundamental iniciar con conceptos generales e históricos de la fotogrametría para una mejor comprensión de la temática. Además, es necesario abordar tanto la fotogrametría terrestre como la aérea. Cada una de estas áreas se ha detallado en módulos específicos que contemplan los componentes temáticos relevantes. También, se recomienda incluir un módulo de fotografía para comprender en detalle los parámetros necesarios para utilizar la fotogrametría en los dictámenes periciales.

Finalmente, se ha logrado determinar un contenido programático completo con temas y subtemas para el evento académico, que se ha proyectado con una duración de 100 horas. Si bien este enfoque cumple con los requisitos para ser considerado un diplomado, se sugiere para futuras investigaciones explorar la

posibilidad de proyectar el evento como una especialización técnica. Esto permitiría abarcar otras áreas de la topografía forense y beneficiaría no solo a los topógrafos forenses, sino también a fotógrafos forenses y a investigadores criminales, ampliando así el impacto en diversas instituciones gubernamentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, O., Rhea, S., Arciniegas, G., & Rosero, M. (2018). *Objeto de estudio de la didáctica: análisis histórico epistemológico y crítico del concepto*. Formación universitaria, 11(6), 75-82.
- Álvarez, J. A. (2001). Apuntes de fotogrametría 3.
- American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS). (2014). The Imaging and Geospatial Information Society, <https://www.asprs.org/organization/what-is-asprs.htm>
- Austin. (2010). "Unmanned Aircraft Systems, UAVS Design, Development and Deployment", Wiley Aerospace Series.
- Bonifaz, J. R. (2018). *El uso de las herramientas tecnológicas y su influencia en la práctica docente*. Guayaquil: Universidad estatal del milagro.
- Caro, J. L., & Hansen, S. (2015). De la fotogrametría a la difusión del patrimonio arqueológico mediante game engines: Menga un caso de estudio. *Virtual archaeology review*, 6(12), 58-68.
- Cheli, A. E. (2011). Introducción a la Fotogrametría y su evolución.
- Davies, M. (2019). davies media design. Obtenido de ¿Qué es la distorsión de la lente y cómo corregirla en gimp?
- Gómez Rodríguez, T., Molano, O. P., & Rodríguez Calderón, S. (2015). *La actividad lúdica como estrategia pedagógica para fortalecer el aprendizaje de los niños de la institución educativa niño Jesús de Praga*.
- Grisales Franco, L. M. (2012). *Aproximación histórica al concepto de didáctica universitaria*.
- Hamui Sutton, A., & Varela Ruiz, M. (2013). *La técnica de grupos focales. Metodología de investigación en educación médica*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v2n5/v2n5a9.pdf>
- Ibero, I. (s.f.). plan nacional de ortofotografía aérea
- IGAC. (2018). ¿Qué es la fotogrametría? Bogotá. Colombia

- Muriel y otros. (2021). *Identificación de herramientas tecnológicas usadas por la comunidad Wayuu en la Guajira (Norte de Colombia)*. Revista espacios
- Pegudo Sánchez, A., Cabrera Suárez, M., López Gómez, E., & Cruz Camacho, L. (2012). *Estrategia pedagógica para desarrollar habilidades investigativas en asesores de trabajo de investigación científico estudiantil*. Edumecentro, 4(1), 95-103.
- Pérez, T. V., Blanco, E. E. E., & Gómez, G. G. (2017). *Estrategias pedagógicas en el aula de clase*. Revista colombiana de tecnologías de avanzada (RCTA), 2(28), 124-131.
- Policía Nacional. (2019). *Resolución 01087*. Policía nacional. Bogotá
- Quintero, S., Díaz, Ángela., & Ortiz, G., (2015) *Modelo de mediaciones pedagógicas y tecnológicas para entender e incorporar adecuadamente procesos pedagógicos-comunicativos-tecnológicos de ambientes virtuales de aprendizaje en la Policía Nacional de Colombia*. Revista Logos, Ciencia & Tecnología, 6(2), 188-197
- Reyes, M. P. (2015). La encuesta. *Obtenido de*
<https://www.pedagogia.edu.ec/public/docs/00e6ef17b56df0bb52e7e74c1331bbc2.pdf>
- Rodríguez, M. D. L. E. I. (2008). Competencias docentes ante la virtualidad de la educación superior. Télématique: Revista electrónica de estudios telemáticos, 7(2), 19-38.
- Rodríguez, C. R. (2010). *Las TIC en el aula*. Granada: Innovación y experiencias educativas.
- Sen. (2016). Developing an unmanned aerial vehicle-based rapid mapping system. Australian Journal of Forensic Sciences, 465-468.
- Valverde, S. A., Appel, A. F., & Rimolo-Donadio, R. (2018). Fotogrametría terrestre con sistemas aéreos autónomos no tripulados. Investiga. Tec, (31), 4-4.