CARACTERIZACIÓN DE LEVANTAMIENTOS FORENSES, MEDIANTE LA CAPTURA DE DATOS MASIVOS Y DISCRETOS.

FABIAN ANDRES PINILLA CAMELO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

PROYECTO CURRICULR INGENIERÍA TOPOGRÁFICA

BOGOTÁ

2019

CARACTERIZACIÓN DE LEVANTAMIENTOS FORENSES, MEDIANTE LA CAPTURA DE DATOS MASIVOS Y DISCRETOS.

FABIAN ANDRES PINILLA CAMELO

Proyecto presentado como requisito para adquirir el titulo de Ingeniero Topográfico

Director Msc. WILLIAM BARRAGAN

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA TOPOGRÁFICA
BOGOTÁ
2019

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS 5
TABLA DE ILUSTRACIONES 6
TABLA DE TABLAS 7
1. RESUMEN 8
2. INTRODUCCIÓN 9
3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 11
3.1 Pregunta de investigación 12
4. JUSTIFICACIÓN 12
5. OBJETIVOS 13
5.1 Objetivo General 13
5.2 Objetivos específicos 14
6. MARCOS 15
6.1 Marco teórico 15
6.2 Marco conceptual 18
6.3 Clases de lugar de los hechos 19
6.4 Marco tecnológico 20
7. DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR 22
7.1 Hipótesis 22
7.2 Formulación de variables 24
7.3 Diseño de la investigación 25
7.4 Procedimientos metodológicos 25
7.5 Calculo del tamaño muestral 26
7.6 Recolección de datos 26
7.7 Diseño preliminar de la entrevista 27
7.8 Procesamiento y análisis de datos. 28
8. CRONOGRAMA **Error! Bookmark not defined.**
9. DESARROLLO INVESTIGATIVO 29
9.1 Datos caracterizantes del universo encuestado. 29
9.2 Preguntas de relevancia que contendrá la entrevista de tipo participativa 29
9.3 Patrocino ofrecido para el desarrollo de la investigación. 30
10. DESARROLLO DE LA INVESTIGACION 30
10.1 Datos técnicos, instrumentos utilizados y variables de investigación. 30
Instrumentos. 30
10.2 Caracterización de la escena y tiempos de Captura 31
10.3 Estudio integral de caso. 31
Fase 1 – Trabajo de campo 31
10.4 Métodos aplicados 33

10.5 Trabajo de oficina 34
10.6 Necesidades para la ejecucion de la fase 2 34
11. DESARROLLO DE LA INVESTIGACION PARTE 2 34
11.1 Datos técnicos, instrumentos utilizados y variables de investigación. 34
Instrumentos. 34
11.2 Caracterización de la escena y tiempos de Captura 35
11.3 Estudio integral de caso. 35
Fase 1 – Trabajo de campo 35
Ficha tecnica de la data capturada 52
11.4 Métodos aplicados 53
12. RESULTADOS DE LA PRESENTE INVESTIGACION 54
12.1 Consideraciones acerda del metodo aplicado. 54
13. AGRADECIMIENTOS 56
14. BIBLIOGRAFÍA 57

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Abreviatura	Término
TLS	*Escáner Láser Terrestre*
LIDAR	*Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging*
MLG	*Modelo Lineal Generalizado*
SX10	*Sistema de medición preciso de Trimble SX10*
3D	*Sistema tridimensional*
EMP	*Elemento Material Probatorio*
EF	*Evidencia Física*
NIJ	*Instituto Nacional de Justicia de los Estados Unidos*

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Interface inicial de Trimble Forensics Capture V1 37
Ilustración 2 Interface de manual integrado de Trimble Forensics Capture V1 38
Ilustración 3 Recordatorios forenses, Trimble Forensics Capture V1 38
Ilustración 4 Configuracion nombre y asignacion de biblioteca de caracteristicas de Trimble Forensics Capture V1 39
Ilustración 5 Configuracion de metodo, Trimble Forensics Capture V1 39
Ilustración 6 Parametros de correccion, Trimble Forensics Capture V1 40
Ilustración 7 Configuracion del objetivo, Trimble Forensics Capture V1 40
Ilustración 8 Recordatorios forenses, Trimble Forensics Capture V1 41
Ilustración 9 Interface grafica, Trimble Forensics Capture V1 41
Ilustración 10 Agregar TS para flujo Topografia Integrada, Trimble Forensics Capture V1 42
Ilustración 11Interface de nivelacion camara1, Trimble Forensics Capture V1 42
Ilustración 12 Configuracion de prisma, zoom 1, Trimble Forensics Capture V1 43
Ilustración 13 Nivel de zoom 2, Trimble Forensics Capture V1 43
Ilustración 14 Nivel de zoom 3, Trimble Forensics Capture V1 44
Ilustración 15 Nivel de zoom 4, Trimble Forensics Capture V1 44
Ilustración 16 Nivel de zoom 5, Trimble Forensics Capture V1 45
Ilustración 17 Nivel de zoom 6, Trimble Forensics Capture V1 45
Ilustración 18 Nivel de zoom 7, Trimble Forensics Capture V1 46
Ilustración 19 Nivel de zoom 8, Trimble Forensics Capture V1 46
Ilustración 20 Interface vista de camara, Trimble Forensics Capture V1. 47
Ilustración 21Interface de escaneo, Trimble Forensics Capture V1. 47
Ilustración 22 Interface de Scan Viewer, Trimble Forensics Capture V1. 48
Ilustración 23 Coloracion de nubes de puntos automatica, Trimble Forensics Capture V1. 48
Ilustración 24 Interface de Scan Coverage Viewer, Trimble Forensics Capture V1. 49
Ilustración 25 Identificacion de areas no cubiertas, Trimble Forensics Capture V1. 49
Ilustración 26 Verificacion de vista atras. (Determinacion de errores de tránsito), Trimble Forensics Capture V1 50
Ilustración 27 Marcacion digital de evidencias, Trimble Forensics Capture V1. 50
Ilustración 28 Exportar proyectos, basados en sistemas de referencias, Trimble Forensics Capture V1. 51
Ilustración 29 Interface de proyectos, Trimble Forensics Capture V1. 51
Ilustración 30 Exportar proyecto final, Trimble Forensics Capture V1 52

TABLA DE TABLAS

Tabla 1Proporciona una descripción de las funciones para ciertos Escáneres láser 3D. (Jeri Ropero , y otros, 2016)21
Tabla 2 Calculo del tamaño muestral 26
Tabla 3 Cronograma de ejecucion ..... **Error! Bookmark not defined.**

1. RESUMEN

Este documento condensa la estructuración de un fuljo de trabajo forense “Forensic Mapping” orientado a la captura integral de información en eventos criminales o sucesos motivos de investigación forense. Todo concentrado y con el único objetivo que permita la toma decisiones de las fuerzas del orden o órganos judiciales, que tiene dentro de sus procesos la labora de Fijación Topográfica. Por otra parte es una propuesta para ambiciosa que tiene como objetivo conexo ser proyecto de investigación para la obtención del título como Ingeniero Topógrafo. La propuesta se deriva de la necesidad de mejorar los procesos de captura, documentación y análisis de diferentes lugares de los hechos en materia de Investigación Criminal, de cara a garantizar que los procesos realizados por el Topógrafo Forense se conviertan en elemento fundamental en la toma de decisiones por parte de los organismos encargados de impartir y administrar justicia en Colombia.

Se resalta que dentro del objeto de estudio se pretende determinar cuál es la caracterización de los procesos que permita llegar a los estándares de alta precisión que demanda este tipo de levantamiento topográfico forense, resaltando que los datos de campo representan criterios determinantes en los análisis transversales que realizan las diferentes ciencias auxiliares de la Criminalística. Adicional y como aporte fundamental, se pretende caracterizar cuales deberían ser los criterios determinantes de un software de campo, orientado a Topografía Forense.

2. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de obtención de datos de escena del crimen se basan en la utilización de varios métodos de captura que ayuden a la determinación de material físico probatorio, además a la reconstrucción y animación de eventos criminales; En la actualidad la tecnología láser está enfocada a la utilización del escáner laser terrestre como herramienta para determinar el estado de conservación de las estructuras arquitectónicas (Borrezas, 2008), levantamientos redes y a la documentación en general de un paisaje.

El uso de los sistemas convencionales de medición como estación total, sistemas TLS usados de manera independiente para el procesamiento del lugar de los hechos, se han orientado a la captura de sus circunstancias fácticas (tiempo, modo y lugar) (BOENTE, 2012), las cuales tienen como fin primordial perpetuar en el tiempo los hechos, garantizando que todo lo hallado recolectado y embalado en el procedimiento corresponde al máximo de información útil para el proceso investigado. Los sistemas tradicionales de captura son utilizados por diferentes entidades y organismos del estado en el mundo como lo es el caso del Instituto Nacional de Justicia de los Estados Unidos, Oficina de Ciencia y Tecnología ente encargado de generar metodologías que permitan las mejores prácticas en Criminalística.

El desarrollo y aplicación de tecnologías de captura masiva de información, contribuye significativamente en una investigación criminal, pues respalda las posibles hipótesis frente a la ocurrencia de un hecho delictivo o accidental. Lo anterior abonando a que los procesos penales lleguen a feliz término.

El enfoque que pretende la presente investigación consiste en que los datos obtenidos en campo no solo se limiten a la documentación, almacenamiento y ajuste, si no que permitan ser garantía de exactitud, optimización de captura y determinación del método estándar para los

levantamientos forenses. Resaltando que para el presente estudio se utilizará el sistema de medición precisa Trimble SX10, que integra sistemas de captura de nubes de puntos discretos, masivos y de imagen.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Desde su lanzamiento en los años 60 la tecnología láser como sistema de percepción remota, ha venido evolucionando hasta convertirse en lo que es hoy un equipo compacto de múltiples aplicaciones (National Institute of Justice, 2016). De la misma manera sucede con los instrumentos de medición terrestre tradicionales de la topografía, quienes integran componentes que optimizan procesos, disminuyen los tiempos de respuesta, pero sobre todo coadyuvan a la adquisición de los datos.

Pero esta misma evolución ha tenido ciertos desaciertos en su correcta aplicación, es importante para las ciencias de medición garantizar que los parámetros de aceptación sean ajustados a la demanda de cada usuario. En la actualidad los fabricantes de estos equipos han definido de forma general su metodología sin profundizar y mucho menos en establecer metodologías que permitan la correcta aplicación en líneas forenses, adicional no existe una propuesta seria orientada a forense.

La combinación de estas dos tecnologías y entre otras, se han convertido para las entidades del estado en herramienta fundamental en materia de investigación, al menos 8000 millones de pesos han sido invertidos en la adquisición de este tipo de sistemas (Fiscalia General de la Nacion , 2018). Todo esto abordado sin antes haber validado entre otras consideraciones, metodología, parámetros de aceptación, tiempos de respuesta, portabilidad, requerimientos de hardware, lo que puede causar un colapso en el sistema judicial colombiano.

La anterior decision puede ser no muy acertada, pues lo constantes errores evidenciados en su aplicación han sido reflejados en múltiples casos, en donde se ha despreciado la tecnología sin antes haber validado su método y su caracterización especifica en levantamientos forenses.

Ahora bien, la misma evolución de la tecnología, ha entendido que los sistemas integrados (Estación total-escáner laser), se complementan (E. Lachat, 2017). Razón por la cual como la compañía norte americana Trimble, decide lanzar al mercado un sistema de medición precisa con altos estándares de productividad, que integra las mejores prestaciones de una estación total robotizada, función de escaneo por bandas y múltiples cámaras calibradas (Trimble Geospatial, 2018) que se componen al sistema de medición que hemos identificado como herramienta fundamental a utilizar para la caracterización en el presente estudio.

Por la anterior esta investigación pretende determinar la caracterización integral de un levantamiento forense, que garantice la validación del método, la exactitud relacional entre datos masivos y discretos y la consecución de los datos, para estudios posteriores dentro de las diferentes ciencias o disciplinas de la criminalística, que puedan correlacionar información determinante ó conducente en el desarrollo de una investigación.

3.1 Pregunta de investigación

¿Qué ventajas tiene la metodología para la caracterización de los levantamientos topográficos forenses, con la implementación del sistema SX10 de Trimble para la Investigación Criminal en Colombia?

4. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad no se ha desarrollado metodología para la caracterización específica, que articule procesos orientados al correcto y objetivo uso del sistema de medición precisa Trimble SX10, mediante la captura de datos masivos y discretos integrados, que sea aplicado a levantamientos topográficos forenses. De la misma manera existen vacíos en los criterios de su

uso, alcance, selección del método, pero sobre todo presentación de los resultados de cara a un proceso penal.

A sí mismo no se ha avanzado en el estudio integral del flujo, herramientas y el comportamiento de la señal orientado a determinar el porcentaje de traslape mínimo entre escaneo, que se articule con los criterios y variables atmosféricas que influyen en la precisión de las mediciones en el área de estudio.

Abonado a lo anterior aun no se ha establecido ni propuesto, los parámetros ni herramientas que debe tener un software Forense, que optimice y articule los resultados de captura en los sucesos de investigación.

Por otra parte, es importante precisar que esta investigación solo se desarrollará basada en el trabajo de investigación de campo, que abarque el método-captura, el ajuste y la disposición de datos con estándares de alta precisión.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Determinar las ventajas que tiene la metodología para la caracterización de levantamientos forenses, mediante la captura de datos masivos y discretos en la Investigación Criminal en Colombia.

5.2 Objetivos específicos

1. Realizar la caracterización de un Levantamiento Topográfico Forense, mediante el uso del sistema de medición preciso SX10 de Trimble para la Investigación Criminal en Colombia.

2. Construir la metodología para realizar un levantamiento forense, que permita llegar a precisiones de alta confiabilidad y cumplir con los requerimientos que demanda un levantamiento de tipo.

3. Con pruebas de campo, establecer los diferentes parámetros y criterios que afectan un levantamiento forense, de cara a la adquisición de los datos.

6. MARCOS

6.1 Marco teórico

La tecnología LIDAR fue desarrollado en la década de 1960 para la detección marítima de submarinos. Se ha convertido en el estándar de oro de la medición y es la base para la tecnología de escaneo láser 3D utilizado en la actualidad en múltiples disciplinas (National Institute of Justice, 2016).

LIDAR combina láser y tecnología de radar para permitir mediciones precisas, exactas y objetivas de la distancia de los objetos mediante la iluminación de un objetivo con un láser y analizando la luz reflejada (Quintino Dalmolin, 2013). LIDAR ha sido utilizado por las fuerzas del orden durante varios años, por ejemplo, para calcular la velocidad de los vehículos. Una pistola de láser de mano emite una corta ráfaga de luz que se refleja por el automóvil y detectado por el dispositivo. El tiempo transcurrido de pulsos a la detección, conocido como tiempo de vuelo, se utiliza para determinar la distancia y, en última instancia, la velocidad del vehículo que se aproxima.

La ventaja importante del uso de las mediciones obtenidas a través de la tecnología de escaneo láser 3D es la exactitud, la precisión, y la recogida de datos objetivos que la tecnología ofrece. Los datos que se recogen sobre los ejes X, Y, y Z, y la exactitud de los datos escaneados se pueden verificar múltiples maneras. Inicialmente, el tamaño, el costo y la complejidad de la tecnología de escaneado 3D han limitado su uso (Quintino Dalmolin, 2013). Sin embargo, los avances tales como la portabilidad, el aumento de la velocidad y la memoria de almacenamiento computacional, y la capacidad de resolución de escaneo han hecho posible más aplicaciones. El escaneado 3D ahora se utiliza en muchos sectores de la industria para diseñar la fabricación de productos, sistemas de inspección de la calidad, y la construcción de edificios además de la

documentación de la escena del crimen, entre ellos los relacionados con la seguridad pública, la investigación de colisión, y reconstrucción de la escena, han implementado la tecnología de escaneo láser 3D para documentar y asegurar la longevidad de la escena del crimen (National Forensic Science Technology Center, 2012).

Investigadores de la escena del delito deben capturar una representación precisa y objetiva de la escena. Todavía la fotografía o videografía combinado con el uso de equipos de medición tradicionales (por ejemplo, cintas métricas y dispositivos de ruedas) proporcionar los datos para los diagramas esbozado a mano o para su importación en los programas de software de diagramas 2D y 3D. Sin embargo, la obtención de los datos para el diagrama es contingente en el equipo de precisión y el número total de mediciones registradas (National Institute of Justice, 2016). Además, estas técnicas son bastante subjetiva y depende de las habilidades del operador. Pero lo más importante, los métodos de grabación son accionados con la mano requiere mucho tiempo y mano de obra, con más frecuencia la limitación de la documentación y de diagramas de única prueba y aspectos de una escena que parecen pertinentes en el momento de respuesta. (Buck, Naether, Rass, Jackowski, & J. Thali, 2013)

El escaneo láser 3D permite al investigador de la escena del crimen capturar toda la geometría de la escena, incluyendo elementos materiales probatorios que pueden adquirir la calidad de prueba, además de aspectos relevantes de la escena que no pueden ser observados a simple vista durante la respuesta original (Guerrero Bermudez, Plata Planidina, Mejia Ospino , & Cabanzo Hernandez, 2010), tal como la evidencia de patrón de quemadura y daños colaterales en casos de post explosión. La posibilidad de ver y capturar la escena a través de la tecnología de escaneo láser 3D garantiza la longevidad y la preservación de la escena y proporciona a los grupos de

criminalística en especial al Topógrafo Forense documentar la escena del crimen con capacidades sin precedentes para evaluar la escena y la evidencia de una manera holística.

Los escáneres láser de largo alcance se pueden importar en múltiples tipos de programas que complementan la exploración escena 3D crimen tecnología. (Davy Jow, B. Lees, & Russell, 2013)

Hay una multitud de paquetes de software que abarcan todas las industrias y utilizan la tecnología de escaneo láser 3D, como la inteligencia militar, medicina forense, aplicación de la ley, la topografía, la producción de la película, diseño gráfico, la ingeniería y la silvicultura (TRIMBLE FORENSICS , 2018). Estos programas aceptan los diversos formatos de los datos de exploración para generar un modelo 3D de la escena. Las características adicionales dentro de las aplicaciones de software permiten su posterior análisis forense que incluye la determinación de la trayectoria de las balas, análisis de patrones de manchas de sangre y análisis de colisiones relacionadas con los accidentes de tráfico.

Los paquetes de software pueden incluir también la posibilidad de enlazar las fotografías fijas, informes policiales, y videos para los datos de exploración, lo que mejora la presentación general y las circunstancias de la escena (TRIMBLE FORENSICS , 2018).

La tecnología de escaneo láser 3D prevé la posibilidad de probar las teorías de los escenarios posibles que pueden confirmar o refutar las declaraciones presentadas, con objeto de optimizar la interpretación de las pruebas presentadas.

La tecnología de escaneo láser 3D también se puede utilizar en situaciones en las que la seguridad pública es de primordial importancia, tales como eventos de contaminación biológicas o radiológicas o presuntos armas de destrucción masiva. Las áreas afectadas pueden ser escaneados con el equipo mientras que el personal se mantiene a una distancia segura, y el

alcance completo de la situación puede determinarse sin la necesidad de entrar en la zona (National Institute of Justice, 2016).

La tecnología reduce el tiempo necesario para recopilar los datos necesarios para la investigación de la escena del accidente, lo que reduce la perturbación del tráfico y la cantidad de tiempo que el tráfico se acumula en el lugar de un accidente (Trimble Forensics , 2018).

6.2 Marco conceptual

Escáner laser terrestre: El láser escáner terrestre es un dispositivo de adquisición de datos masivos, que nos reporta una nube de puntos generada tridimensional, a partir de la medición de distancias y ángulos, mediante un rayo de luz láser. Básicamente es una estación topográfica de medición sin prisma, que realiza observaciones masivas sobre áreas preseleccionadas (Sarmiento, 2017).

Lugar de los hechos: Es todo espacio donde se halla elementos materiales probatorios y evidencia física y que estos tengan relación con el hecho en averiguación, ya sea este mueble, inmueble, abierto, cerrado, nave o aeronave o mixto (Fiscalia General de la Nacion , 2018).

Lugar de los hechos espacio donde se presume la ocurrencia de un hecho punible, donde sea vulnerado los derechos consagrados en ley a un individuo o individuos, sea cegándole la vida, lesionando su integridad personal, hurtándole, o destruyendo sus bienes materiales.

Es el espacio donde se halla la mayor cantidad de EMP y EF de allí la importancia de la labor de acordonamiento y procesamiento del lugar de los hechos, dará como resultado, el esclarecimiento de los hechos ocurridos (Policia Nacional de Colombia, 2017).

6.3 Clases de lugar de los hechos

Abierto: Espacio que no cuenta con protección a los factores ambientales como la luz solar, el viento, lluvia, polvo, como es el caso de calles, parques, jardines, humedales, etc, en este tipo de lugar hay que tener especial cuidado por aquello del deterioro y la contaminación de los EMP y EF, ya que los factores ambientales aceleran la destrucción de la evidencia. Por ello el procesamiento del lugar de los hechos se debe realizar con mucho más cuidado y con la premura de tiempo (Policia Nacional de Colombia, 2017).

Cerrado: Todos aquellos espacios que cuentan con alguna protección, de los factores ambientales, como los inmuebles, ejemplo: casas, bodegas, locales, centros comerciales, almacenes, entre otros (Policia Nacional de Colombia, 2017).

Existen algunas ventajas de este tipo de lugares, como la facilidad del acordonamiento, los límites físicos del lugar de los hechos permite dimensionar de una mejor manera el lugar de los hechos, evita la observación de personas ajenas al a investigación, evita la contaminación por exposición directa a la luz solar, y la humedad por lluvia, la premura de tiempo es un poco más manejable, por la trabajar en un ambiente protegido.

Algunas de las desventajas de estos espacios es que por ser habitados hay mucho más cantidad de elementos que no son de interés para la investigación, como muebles, elementos personales, electrodomésticos, entre otros (Fiscalia General de la Nacion , 2017).

Mixto: Es el lugar de los hechos que se halla compuesto por dos o más lugares, para el caso de inmuebles, vehículos, y la vía publica relacionados en un solo caso, lugar de los hechos mixto es la composición de las diferentes clases de lugares de los hechos que existen.

En este tipo de lugares es necesario la aplicación de toda la experiencia para el análisis y procesamiento del lugar de los hechos (Policia Nacional de Colombia, 2017).

Lugar de los hechos inmuebles o móviles: Espacio que tiene la virtud de estar en movimiento, ejemplo; vehículos, aviones, barcos, motos, vehículo de tracción animal, es todo espacio que se pueda trasladar de un lugar, no importando el mecanismo que se emplee para lograr este fin.

En la mayoría de los casos esta clase de lugar de los hechos, se le debe dar tratamiento como si fuera mixto teniendo en cuenta el espacio circundante donde se halla el lugar de los hechos (Policia Nacional de Colombia, 2017).

6.4 Marco tecnológico

Relative cost for scanner only. Costs associated with accessories and maintenance agreements are not included. $: <$60,000 $$: $60,000–$80,000 $$$: >$80,000	**FARO® Focus3D X 330**	**Leica ScanStation PS40**	**RIEGL® VZ-400**	**Topcon GLS-2000M**	**Trimble® TX8**	**Z+F Imager® 5010C**
						
Relative cost	$	$$$	$$$	$	$$	$$$
Software	FARO SCENE	Cyclone™ SCAN	RiSolve	ScanMaster	RealWorks	LaserControl
Maintenance calibration*	Yearly	Yearly	Every 2 years	Yearly	Yearly	Yearly
Maximum scanning range (reflectivity)	330 m (90%)	270 m (34%)	600 m (90%)	350 m (90%)	120 m (90%)	187 m (unknown)
Scan rate	Up to 976,000 pts/sec	Up to 1,000,000 pts/ Sec	Up to 122,000 pts/sec	Up to 120,000 pts/sec	Up to 1,000,000 pts/sec	Up to 1,000,000 pts/sec
Field of view	360° (H) and 300° (V)	360° (H) and 270o (V)	360° (H) and 100° (V)	360° (H) and 270° (V)	360° (H) and 317° (V)	360° (H) and 320° (V)
Laser class	Class 1	Class 1	Class 1	Class 3R (high speed)/	Class 1	Class 1

				1M (low power)		
Weight	12 lbs	28 lbs	21 lbs	22 lbs.	24 lbs	24 lbs
Battery life	4.5 hrs	5.5 hrs	4 hrs	5 hrs	2 hrs	3 hrs
Data storage	Secure Digital (SD) external card	256 GB internal solid- state drive (SSD) or external USB device	32 GB internal	SD card up to 32 GB capacity	USB external drive	64 GB internal SSD, 2 x 32 GB USB external drive
Interfaces	Wireless local area network (WLAN)	Gigabit Ethernet, WLAN, or USB 2.0 device	Local area network (LAN), WLAN, USB 2.0	None	USB 3.0	Gigabit Ethernet, WLAN, or USB 2.0 device
Warranty	1 yr	1 yr	1 yr	1 yr	1 yr	1 yr

Tabla 1Proporciona una descripción de las funciones para ciertos Escáneres láser 3D. (Jeri Ropero , y otros, 2016)

7. DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR

7.1 Hipótesis

Actualmente en Colombia el uso del escáner laser terrestre no ha demando un correcto uso por los operadores, por lo que no es objetivo referenciarnos de las entidades del estado que en la actualidad lo poseen.

Se resalta que según el estudio publicado por el Instituto Nacional de Justicia de los Estados Unidos (NIJ) determina entre otras consideraciones, cuales equipos de sistemas de escáner laser terrestre que existen en el mercado permiten obtener resultados fiables para el tipo de levantamiento, que es objeto de estudio en la presente propuesta de investigación. Resaltando que para la fecha de la producción del documento, no se había lazando al mercado el desarrollo integrado de un equipo con características similares a las del SX10 de Trimble, donde combina sistemas de adquisición de puntos masivos y discretos.

Las ventajas de la implementación del escáner laser terrestre, se soporta principalmente en la evolución del concepto de fijación topográfica convencional, que hasta el momento se ha limitado a la obtención de las características topográficas en dos dimensiones, no permitiendo la integralidad del contexto que relaciona las circunstancias fácticas de un hecho delictivo.

Lo anterior abonado a que el registro tradicional no es sometido a proceso de riguroso ajuste de sus datos. Hoy los diagramas tradicionales de la escena del crimen se realizan de manera convencional y en algunos casos específicos se utilizan equipos topográficos de precisión como las estaciones totales.

Los instrumentos de escaneo láser ofrecen la posibilidad de dar aplicación a metodologías para documentar la escena del crimen con altas precisiones, considerando el gran volumen de datos capturados que poseen exactitud y precisión.

El alcance que hasta el momento ha permitido los levantamientos forenses convencionales, no van más allá de lo que la misma pericia del topógrafo le da; la implementación responsable de los métodos topográficos convencionales, el escáner laser y las fotografías, permitirá obtener de la escena del crimen toda la geometría, incluyendo material probatorio no percibirle al ojo humano.

La posibilidad de ver y capturar el lugar de los hechos a través de esta tecnología garantiza la preservación de la escena del crimen en el tiempo, permitiendo y proporcionando a los entes encargados de administrar justicia del país, evaluar la escena y la evidencia de una manera holística.

A menudo los tiempos de respuesta versus la calidad y cantidad de información, no podrán ser comparados, debido a que no solo mejorarán los tiempos de respuesta, si no que se podrán generar nuevos productos como animaciones o simulación de los hechos con mayor acercamiento a la realidad, determinación de trayectorias balísticas, análisis de patrones de manchas de sangre, análisis de incidentes con artefactos explosivos, análisis y reconstrucción analítica de accidentes de tránsito, contaminación biológicas o radiológicas, entre otros.

Abonado a lo anterior, dentro del estudio de caso se resalta que algunos de los software nativos del equipo permiten la generación de informes inmodificables que se convierten en respaldo sustancial para el perito, mejorando de este modo la interpretación de las pruebas presentadas (Trimble, 2018).

Dentro del procesamiento y análisis del lugar de los hechos se tiene como fin primordial garantizar, que quien procese la escena manipule lo menor posible su contexto, lo que a la fecha en el país se desarrolla dentro las posibilidades. Pero esta tecnología cuenta con un alcance superior a los 400 metros de radio, que actuaría como sensor remoto para la obtención de su información.

La tecnología de escaneo láser 3D también tiene un gran potencial para impactar en la capacidad de un Laboratorio de Topografía Forense para definir la incertidumbre de medición, un tema de interés en el ámbito forense, que debe ser abordado por laboratorios acreditados según la norma ISO 17025 (véase la norma ISO 17025 Sección 5.4.6). Definición de incertidumbre que proporciona la capacidad de responder a una pregunta en un grado de confianza específico.

A la fecha, muchos laboratorios y peritos que procesan el lugar de los hechos, se enfocan en la captura de información para dar cumplimiento a lo que establece la norma penal colombiana, pero no enfatizan en la incertidumbre de la medida expandiendo a través de estudios adicionales el error e incertidumbre en la ciencia forense.

Son múltiples las ventajas que convergen en una justicia más eficiente y eficaz en su forma de impartir justicia. Se resalta que la adopción requiere de la validación de la metodología con enfoque forense y esta investigación se enfocará en el aporte sustancial para el país, de cara a la implementación de esta tecnología.

7.2 Formulación de variables

A continuación, se relacionan las variables más relevantes a utilizar para el objeto de estudio: y su respectiva clasificación de dependencia:

- Respuesta espectral (Comportamiento de la señal a diferentes condiciones atmosféricas de operación) – (dependiente)
- Modelo de corrección atmosférica – (Dependiente)
- Métodos de captura (Independiente)
- Error medio cuadrático de la nube de puntos (independiente)
- Error medio cuadrático del globo de imágenes (independiente)
- Altura instrumental (dependiente)
- Tipo de superficie a capturar (independiente)
- Software y equipo a utilizar (independiente)
- Datos obtenidos en campo (independiente)
- Número de estaciones de armado (dependiente)

7.3 Diseño de la investigación

Para la realización de la presente investigación se pretende el estudio de caso, que implique un proceso de indagación caracterizado por el examen sistémico y en profundidad, fundamentado en la actividad de campo, que integra áreas de estudio multidisciplinares de actores intervinientes en el análisis de una escena del crimen.

7.4 Procedimientos metodológicos

Para la definición del tamaño muestral, se dio aplicación a la fórmula del universo conocido, teniendo como referente que según cifras estadísticas el ministro de la Defensa, Luis Carlos Villegas, señaló que 2017 cerró con una tasa de homicidios que no superará la de 24 por cada 100.000 habitantes, siendo la tasa más baja en tres décadas.

Ahora bien la tasa de homicidios para la ciudad de Bogotá mucho menor que en todo el territorio nacional, por lo cual nos referimos a la tasa de homicidios de la ciudad de Bogotá, la cual termino con homicidios por debajo de 14 asesinatos por cada 100.000 habitantes.

Posterior a esto se procedió a establecer cuántos de estos homicidios fueron documentados con sistemas laser obteniendo un promedio de 36 casos en la ciudad de Bogotá.

7.5 Calculo del tamaño muestral

ESTIMAR UNA PROPORCIÓN	
Total de la población (N) – Universo conocido	36
(Si la población es infinita, dejar la casilla en blanco)	
Nivel de confianza o seguridad (1-α)	95%
Precisión (d)	5%
Proporción (valor aproximado del parámetro que queremos medir)	5%
(Si no tenemos dicha información p=0.5 que maximiza el tamaño muestral)	
TAMAÑO MUESTRAL (n) – Luego de aplicar universo conocido	33
EL TAMAÑO MUESTRAL AJUSTADO A PÉRDIDAS	
Proporción esperada de pérdidas (R)	15%
MUESTRA AJUSTADA A LAS PÉRDIDAS	28

Tabla 2 Calculo del tamaño muestral

7.6 Recolección de datos

Para la recolección de los datos en la presente investigación se pretende la aplicación de entrevistas a los funcionarios de entidades como el CTI de la Fiscalía General de la Nación, Policía Nacional – Dirección de Investigación Criminal e INTERPOL, quienes en la actualidad aplican este tipo de tecnología con enfoque forense, lo anterior con el fin de determinar las diferentes circunstancias fácticas (Tiempo modo y lugar), en las cuales se ha dado aplicación a el objeto de estudio de la presente investigación. Caracterizando entre otras consideraciones los

medios tecnológicos utilizados, personal, tiempos de respuesta, costos de la actividad, tipo de producto a clientes internos y externos. Parámetros de aceptación del producto generado, entre otros. Que sean conducentes para la determinación de cuantos y bajo qué circunstancias se procederá con la actividad de campo que permita soportar las conclusiones resultantes.

7.7 Diseño preliminar de la entrevista

Se resalta que la entrevista solo se aplicara a funcionarios de Policía Judicial con el cargo de Topógrafo Forense.

Preguntas de relevancia que contendrá la entrevista de tipo participativa

Preguntas de relevancia que contendrá la entrevista de tipo participativa:

- Entidad a la que representa
- Cargo y función específica en el manejo del lugar de los hechos.
- Cuantas escenas del crimen ha procesado con escáner laser.
- Han sido en recinto abierto o cerrado.
- Que equipo ha utilizado.
- Siempre ha obtenido el mismo cierre angular en todos los casos.
- Qué tipo de producto entrega al cliente.
- Relaciona los parámetros de aceptación de su producto en sus informes.
- En que ciudades aparte de la del lugar de la entrevista ha utilizado esta tecnología.
- Sus equipos cuentan con certificado de calibración vigente.

Ahora bien, la presente entrevista solo será conducente y con fines de determinar un respaldo de los criterios que se deberán profundizar en la captura de datos en el caso de estudio.

7.8 Procesamiento y análisis de datos.

Se pretende dar análisis transversal a las entrevistas con el fin de que apunte esencialmente a verificar si hay replica de resultados entre varios casos o situaciones.

Esto con ocasión de que por la experiencia hay etapas precedentes cuando los datos cualitativos recolectados se refieren a varios casos del fenómeno (situaciones). Si es así se procederá por comparación dónde cada situación es analizada de acuerdo con el o los modos de análisis descritos precedentemente, de manera de captar si los modelos o patrones observados se reproducen. Puesto que muy seguramente los lugares serán solo de tres tipos abiertos, cerrados y mixtos.

Ahora bien para los datos de campo obtenidos con el sistema de medición precisa Trimble SX10, si se validara y se correrán diferentes modelos geométricos que permitan determinar una solución a la pregunta de investigación.

9. DESARROLLO INVESTIGATIVO

9.1 Datos caracterizantes del universo encuestado.

Después de realizar el análisis y entrevistas a el total de las muestras mínimas proyectadas para esta investigación, se encontraron los siguientes resultados.

Total, de encuestas 26 (Corresponde al numero de funcionaros en respondió la totalidad de las preguntas

9.2 Preguntas de relevancia que contendrá la entrevista de tipo participativa

Entidad a la que representa = 13 Direccion de Ivestigacion Criminal DIJIN / 13 Fiscalia General de la Nación CTI

Cargo y función específica en el manejo del lugar de los hechos.

Cuantas escenas del crimen ha procesado con escáner laser.

Han sido en recinto abierto o cerrado.

Que equipo ha utilizado.

Siempre ha obtenido el mismo cierre angular en todos los casos.

Qué tipo de producto entrega al cliente.

Relaciona los parámetros de aceptación de su producto en sus informes.

En que ciudades aparte de la del lugar de la entrevista ha utilizado esta tecnología.

Sus equipos cuentan con certificado de calibración vigente.

Ahora bien la presente entrevista solo será conducente para la captura de datos de campo la cual será sometida según los criterios determinados de las entrevistas.

Cabe resaltar que para la vigencia 2018 y primer semestre de 2019, los organismos del estado únicamente utilizaron estos dispositivos en 32 casos, sumando las dos unidades investigadas.

9.3 Patrocino ofrecido para el desarrollo de la investigación.

Para el año 2017 el equipo de Trimble Forensics con sede en Westminster Colorado, pone a mi disposición todo su equipo tecnológico de hardware y software, para que se lleve a cabo la investigación, planteada en esta tesis de grado. Resaltando que se podrán consolidar todas las necesidades y flujos de trabajo necesarios, que permitan potencializar los flujos de trabajo de los usuarios a nivel mundial. Es por ellos que la presente investigación. Contara con el apoyo de un equipo de expertos de software que se encargaran de concentrar el desarrollo futuro de un software direccionado y derivado de esta investigación. Que permita controlar sistemas de medición precisos como el objeto de estudio.

10. DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

10.1 Datos técnicos, instrumentos utilizados y variables de investigación.

Instrumentos.

Sistema de medición de medicion: Estación Total y escáner, Captura 360 de fotografías Trimble SX10.

Software de campo utilizado: Fase 1: Trimble Access

Software de campo utilizado: Fase 2: Trimble Forensics Capture V1 (en desarrollo para la cigencia 2017-2018)

Software de Procesamiento de datos: Trimble Forensics Realworks

Software de reconstrucción analítica: Trimble Forensics Reveal

10.2 Caracterización de la escena y tiempos de Captura

Basado en los resultados de las entrevistas se determino, que el sitio a analizar debería ser un lugar abierto, en el que se involucraran, entre otras variables, vehículos, personas sin vida (simular maniquís o elementos humanos similares), elementos materiales probatorios como: armas de fuego, elementos cortopunzantes, fluidos corporales y humanos, diferentes tipos de vegetación, construcciones y demás factores del paisaje común de la ciudad.

Las condiciones medioambientales deberían ser, tiempo seco y con condiciones de luminosidad soleado, que ayudaran en la toma de fotografías por parte del instrumento. Frente a la variable **tiempo** de captura en el lugar; no se consideró como sujeto de análisis. Si no se tomó como el valor intangible de la productividad obtenida, versus la cantidad y la magnitud del suceso. Esto quiere decir; el tiempo invertido desde el momento que finaliza el procesamiento del lugar de los hechos, hasta la entrega del producto final.

10.3 Estudio integral de caso.

Fase 1 – Trabajo de campo

Se procedió a realizar captura integral de la escena, con el software Trimble Forensics Access, aplicando los métodos convencionales de la topografía y la estación libre para la captura de elementos materiales probatorios y el contexto de la escena.

De este trabajo de campo se evidenciaron los siguientes resultados:

1. Si bien el software determina, una buena productividad, no todos los operarios al servicio del estado, cuentan con formación profesional como Topógrafos, lo que

determina que el software convencional (Trimble Access) ofrecido por Trimble, es muy completo y robusto para flujos de la ingenieria convencional , pero para el objeto de estudio de esta inventigacion se han evidenciado las siguientes consideraciones:

- Sobredimensiona el trabajo que requieren los forenses.
- El flujo de trabajo no esta orientado a Forense.
- Algunos estilos de levantamiento confunden al operario, al solicitar demasidas integraciones, que por la magnitud, de los levantamientos forenses, no es requerida.
- No tiene reportes rapidos de los resultados obtenidos, que orienten a forense.
- No cuenta con visualizador de nubes de puntos.
- No permite el registro de evidencias, caractarizando e individualizando, los EMP y/o EF que pueden ser halladas en el procesamiento.
- No existen flujos rapidos, para realizar topografia integrada
- Si cuenta con codigos rapidos, pero estos no son integrables a el software de reconstruccion analitica.
- No posee block de notas rapidas que ayuden al forense a describir un suceso integrado o paralelo a la captura de datos.
- No cuenta con recordatorio de procedimientos forenses. Se evidencio que cuando se esta procesando una escena del crimen o accidente de transito, los forenses por la misma presion o premura en el procesamiento suelen olvidar, algunos datos tecnicos, del correcto proceder.

2. Se demanda la integralidad de receptores GNSS en el procesamiento de escenas en zonas, donde no se cuentan con puntos de control o individualizacion de puntos de

referencia, que permitan a futuro una reconstruccion analitica, basada en la alta precision de los datos.

3. Todos los accesorios (Bastones, estuches de transporte, demas accesorio) en forense deben ser, no solo de la mejor calidad, sino tambien, pensando en el peso, esto permite un tramporte y una operabilidad rapida.
4. En casos en los que se requieran documentar trayectorias balisticas se deberan realizar mediciones de ciclos, basados en cara 1 y dos.
5. Todos los instrumentos de medicion deberan contar con certificado de calibracion vigenta, para la fecha de captura, toda vez que este puede ser requerido en cualquiera etapa del proceso.

Los registros de uso deben ser consignados en la vitacora que cada entidad determine.

6. Todos los procedimientos deben ser concertados con los demas forenses que esten procesando el evento motivo de investigacion, teniendo siempre de presente, documentar la evidencia de suceptible de perdida.
7. Siempre durante el desarrollo de la diligencia se tomara de presente todos los tiempos.

10.4 Métodos aplicados

Unicamente se dieron aplicación a los siguiente estilos de levantamiento para la captura de datos

1. Triseccion o estacion libre, utilizando puntos de control comunes en la escena, a partir de este estacionamiento, se realizo captura directa de EMP y/o EF.
2. Estacionamientos de escaneo
3. Auto punto, para elementos omogeneos como cerramientos artificiales, y que no tenian influencia directa.

10.5 Trabajo de oficina

NOTA: Los Flujos de trabajo posteriores a la captura integral de datos, en trimble estan correctamente validades con la comunidad de forenses, tienen los mas altos estandares en productividad y integralidad, lo que para la presente invetigacion seran tomados como ciertos.

Sin embargo se pretende que basados en las presentes sugerencias el, equipo de desarrollo pueda integrar datos de manera directa.

10.6 Necesidades para la ejecucion de la fase 2

Se debe implementar receptores GNSS, para la segunda etapa de campo, en especial para realizar topografia integrada pensando en la integracion de aeronabes no tripuladas.

Adicional de debera evaluar la posibilidad de tener un software de campo que permita subsanar los requerimientos planteados en el trabajo de campo #1.

NOTA: Esta actividad de campo se finaliza en Febrero de 2018.

a. DESARROLLO DE LA INVESTIGACION PARTE 2

11.1 Datos técnicos, instrumentos utilizados y variables de investigación.

Instrumentos.

Sistema de medición de medicion: Estación Total y escáner, Captura 360 de fotografías Trimble SX10.

Software de campo utilizado: Fase 2: Trimble Forensics Capture V1 (Test de prueba)

Software de Procesamiento de datos: Trimble Forensics Realworks

Software de reconstrucción analítica: Trimble Forensics Reveal

11.2 Caracterización de la escena y tiempos de Captura

Para el desarrollo de esta fase a diferencia de la primera ,se determino un ambiente mas complejo, donde se pretendia realizar el uso del software de campo desarrollado por Trimble Forensics.

El lugar de los hechos a capturar fue un luar abierto con ambiente de trafico de personas y suceptibilidad de perdida de informacion (Evidencia EMP y/o EF), vegetacion alta, prioridad de procesamiento incluyendo la variable tiempo orientada a resultados objetivos y en terminos de reconstruccion, se contextualizo en un lugar donde necesariamente se necesitara de la integracion de sistema GNSS.

11.3 Estudio integral de caso.

Fase 1 – Trabajo de campo

Se procedió a realizar captura integral de la escena, con el software Trimble Forensics Capture V1, aplicando unicamente la metodologia de estacion libre, posicionada y orientada mediante correcciones NTRIP, a traves de la red de control de Geosystem Ingenieria.

En este punto es importante resaltar que sustentado en la potencialidad del software de campo Capture. El flujo de captura de EMP y/o EF, no esta sujeto a precisiones GNSS, si no que determina una metodologia geometrica de ajuste, sustentado en flujo de estacion total, lo que garantizará la alta precision, en la documentacion y analisis de la escena objeto de estudio.

De este trabajo de campo se evidenciaron los siguientes resultados:

1. El software de campo Trimble Forensics Capture, supera las espectativas, resaltando que el equipo de trimble Forensics desarrollo el software considerando el 100% de las

recomendaciones. Adicional el flujo de trabajo, planteado incluye herramientas adicionales que aceleran el precesamiento de la escena como:

- Asistentes de guia totalmente en español, que oriental sobre los pasos a seguir.
- Visualizador de nubes de puntos que integra herramientas de medicion en campo, filtros de respuesta de intensida de señal, incremento del tamaño del puntos, notas, elementos de marcado digital de evidencias, asociacion de caracteristicas y descripcion de evidencias.
- Asignacion de multiples imágenes y documentos.
- Integra cambio de metodo de captura de informacion a:

  Determinacion de interserccion de dos lines

  Determinacion de interseccion de dos puntos

  Punto rapido

  Auto estacionamiento

  Auto distancia

  Escaneo

  Punto de control
- Integra la importacion de bibliotecas de caracteriticas personalizables y infinitos codigos rapidos.
- Multiples recordatorios de procesamiento a lo largo de la administracion y captura de la informacion.
- Integra flujos de trabajo con Receptores GNSS, orientado a la conectividad NTRIP.
- Reportes rapidos de errores en la operación del instrumento

- Frima digital de los datos, que permite el seguiento y trazabilidad de la data.
- Exportacion directa de informacion a Trimble forensics Reveal
- Exportacion desde el software de campo a diferentes sistemas de referencia y proyecciones cartograficas.
- Exportacion de archivos de posiscionamiento y calibracion, para los puntos de control capturados. Lo que permite laintegralidad de Aeronaves no tripuladas.

2. A continuoacion se adjuntan algunas imágenes del flujo de trabajo de Capture.

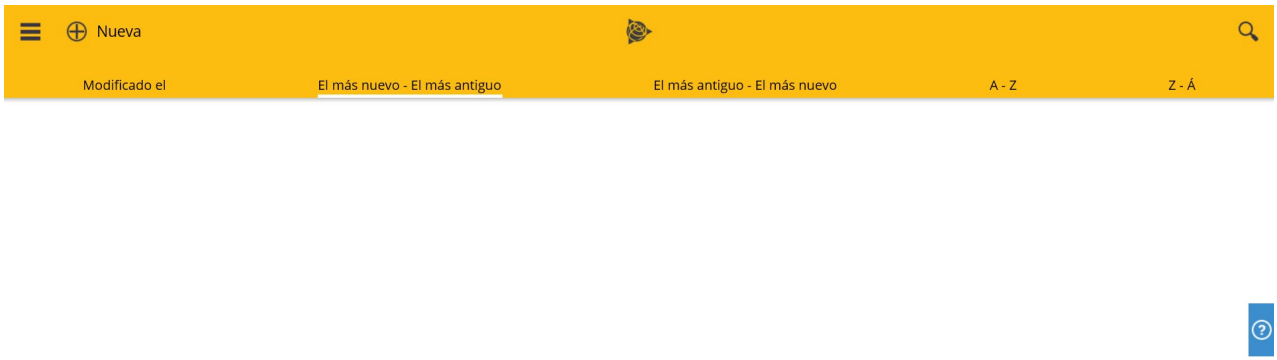


Ilustración 1 Interface inicial de Trimble Forensics Capture V1

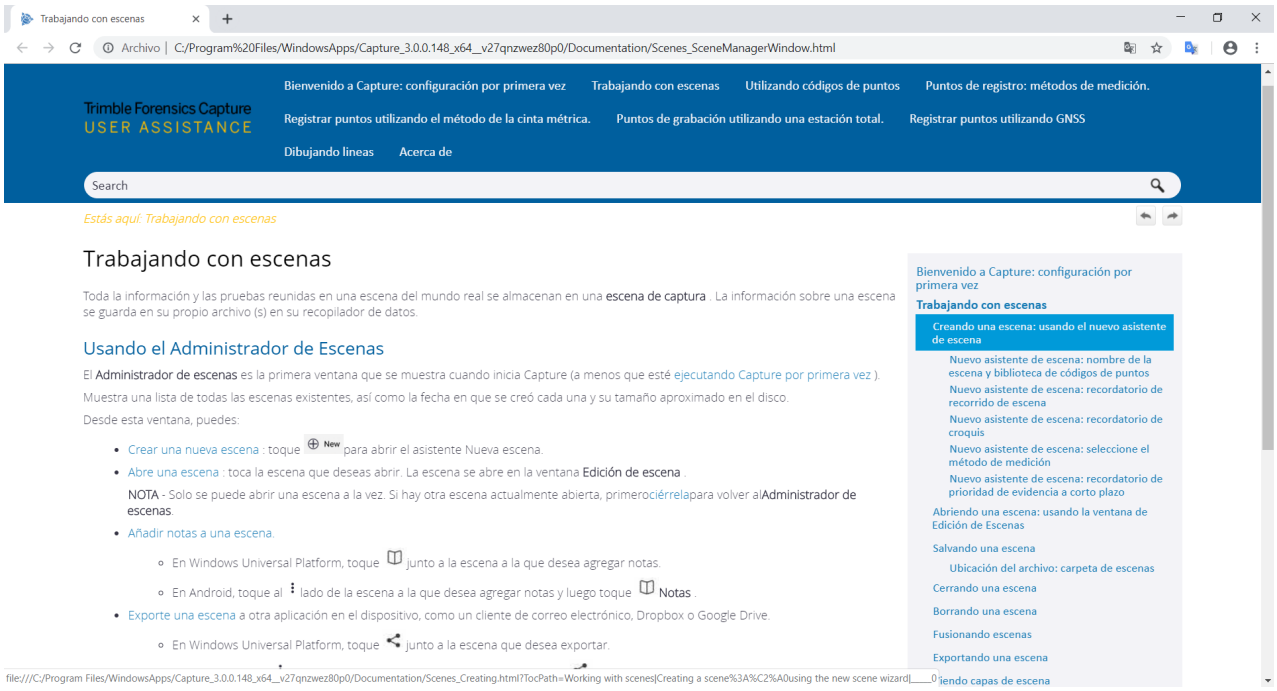


Ilustración 2 Interface de manual integrado de Trimble Forensics Capture V1

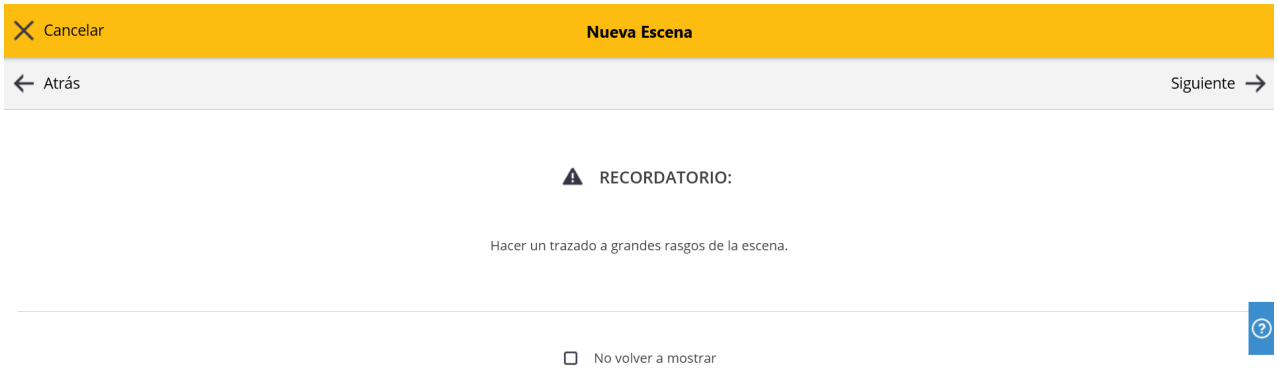


Ilustración 3 Recordatorios forenses, Trimble Forensics Capture V1

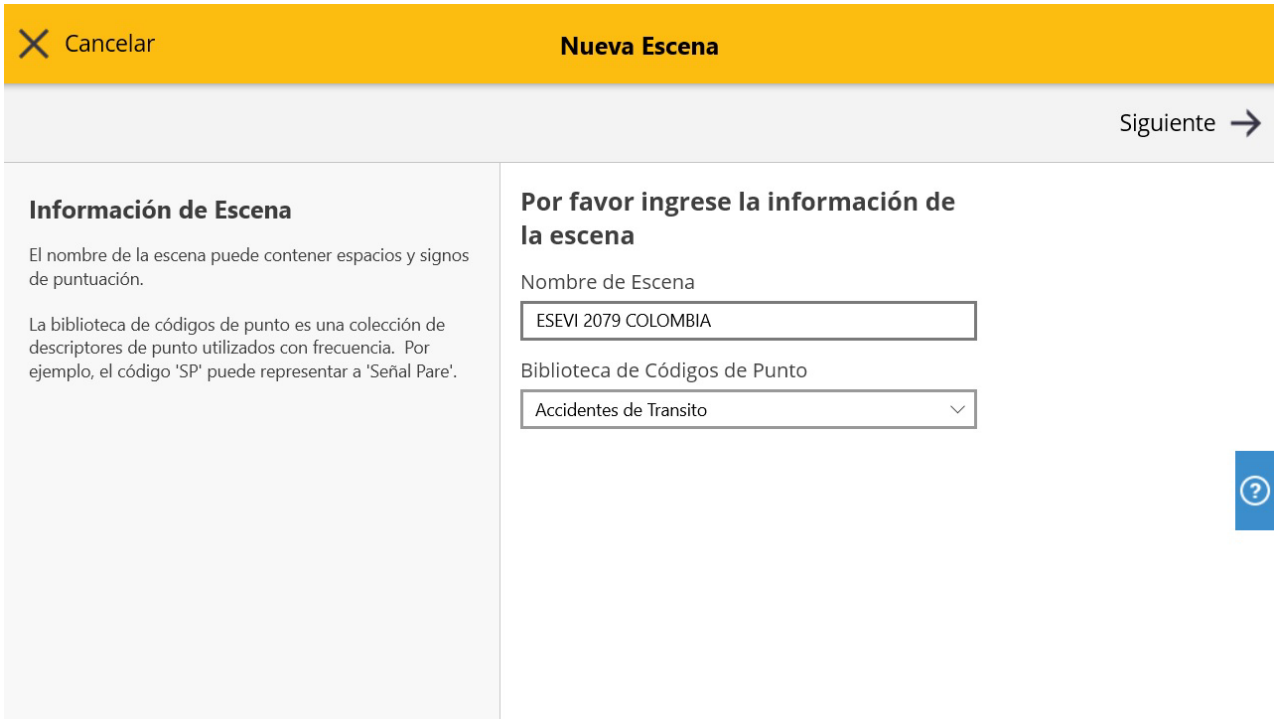


Ilustración 4 Configuracion nombre y asignacion de biblioteca de caracteristicas de Trimble Forensics Capture V1

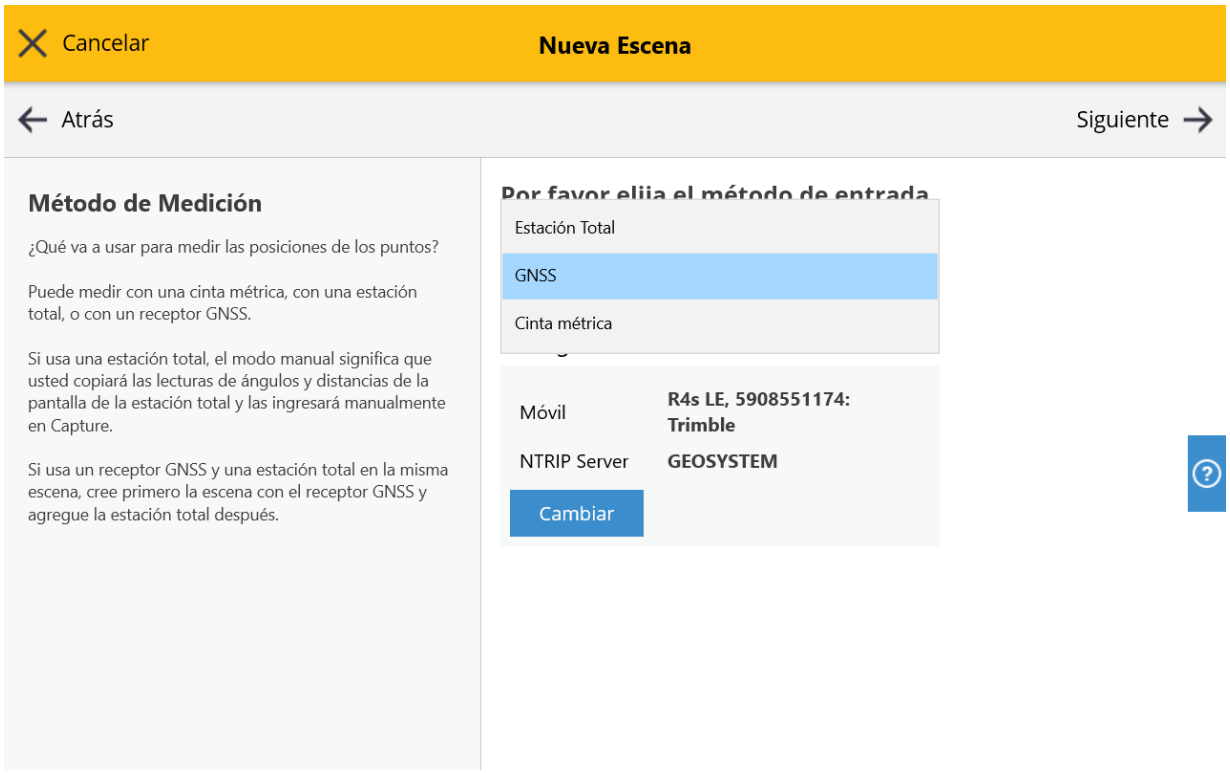


Ilustración 5 Configuracion de metodo, Trimble Forensics Capture V1

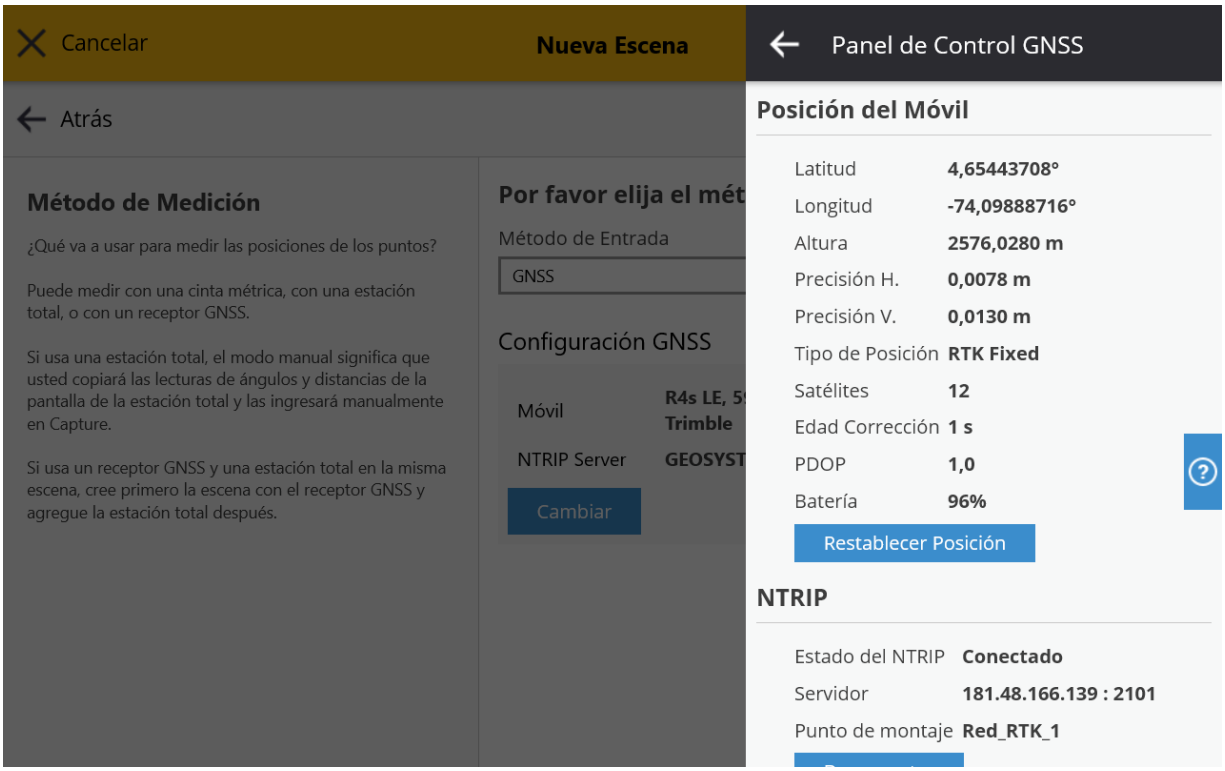


Ilustración 6 Parametros de correccion, Trimble Forensics Capture V1

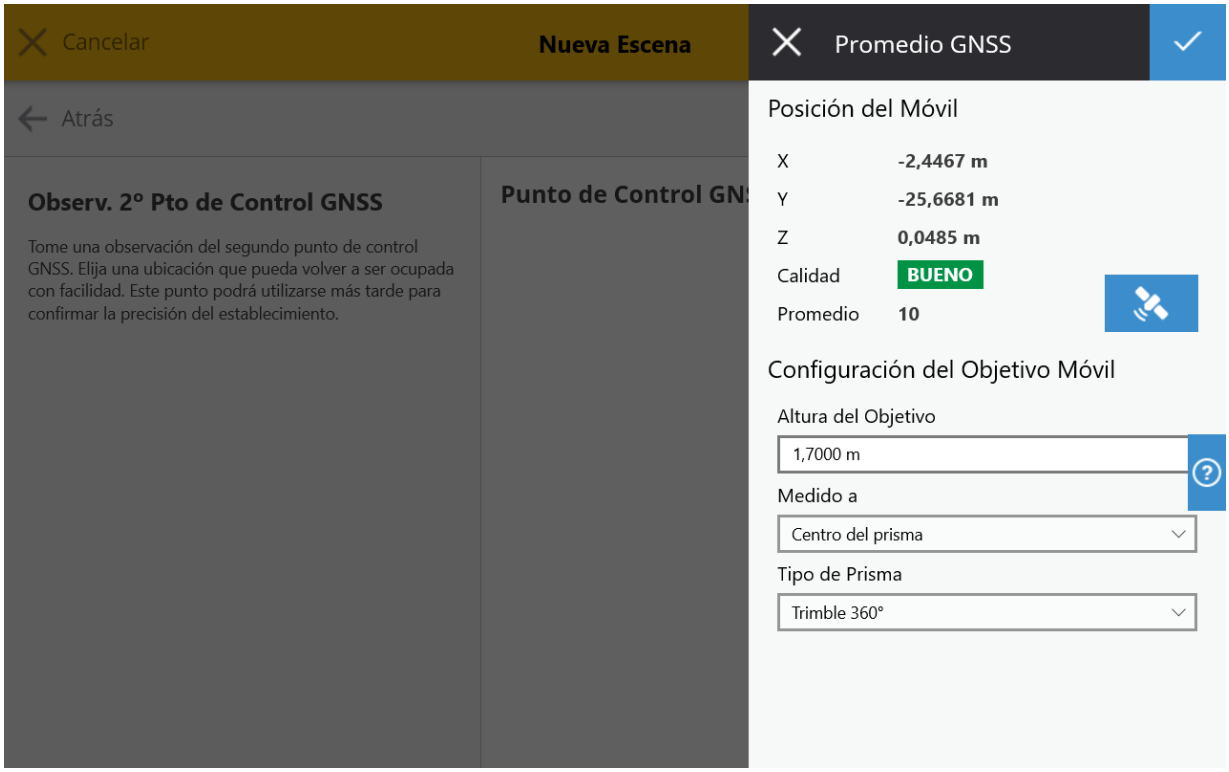


Ilustración 7 Configuracion del objetivo, Trimble Forensics Capture V1



Ilustración 8 Recordatorios forenses, Trimble Forensics Capture V1

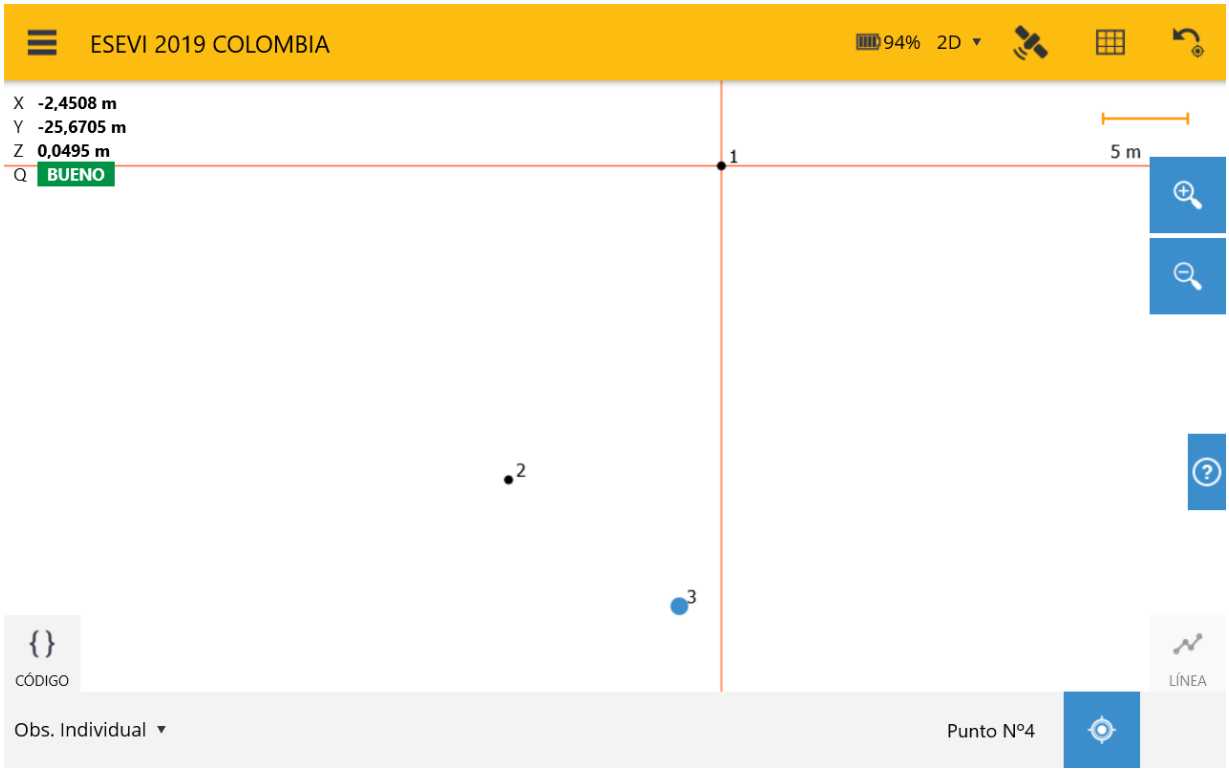


Ilustración 9 Interface grafica, Trimble Forensics Capture V1

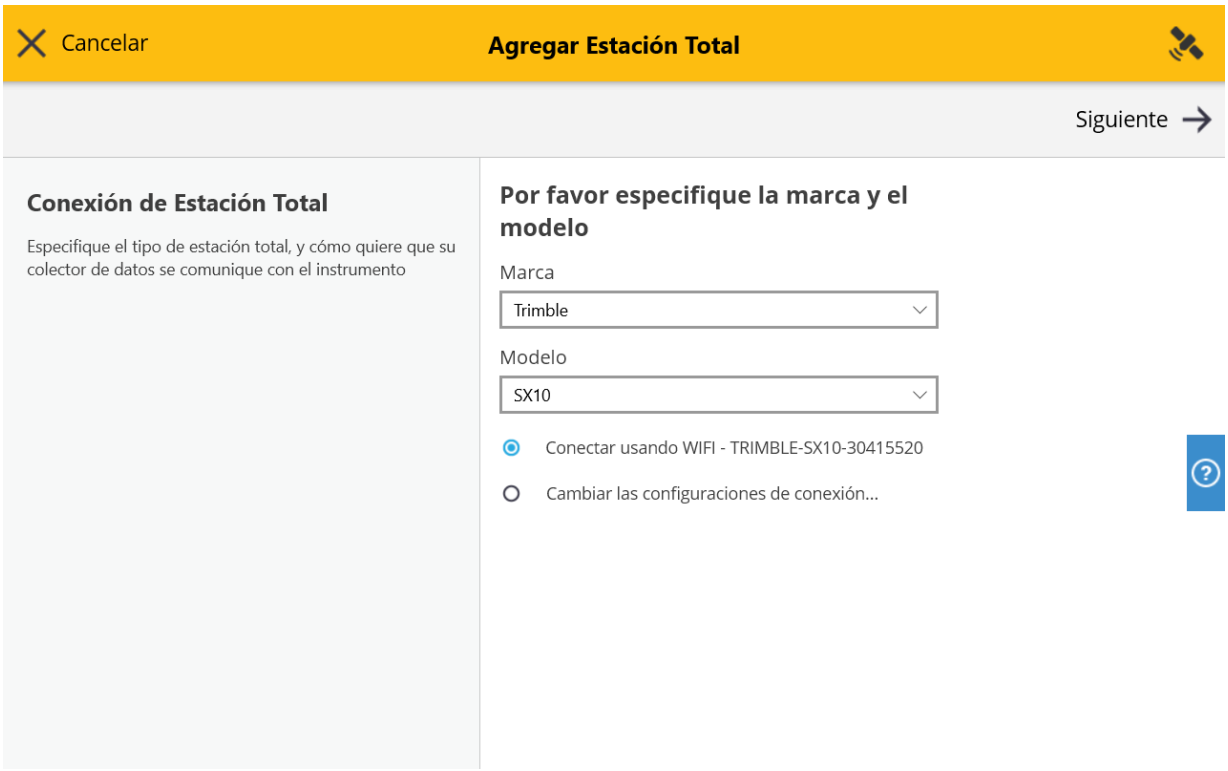


Ilustración 10 Agregar TS para flujo Topografia Integrada, Trimble Forensics Capture V1

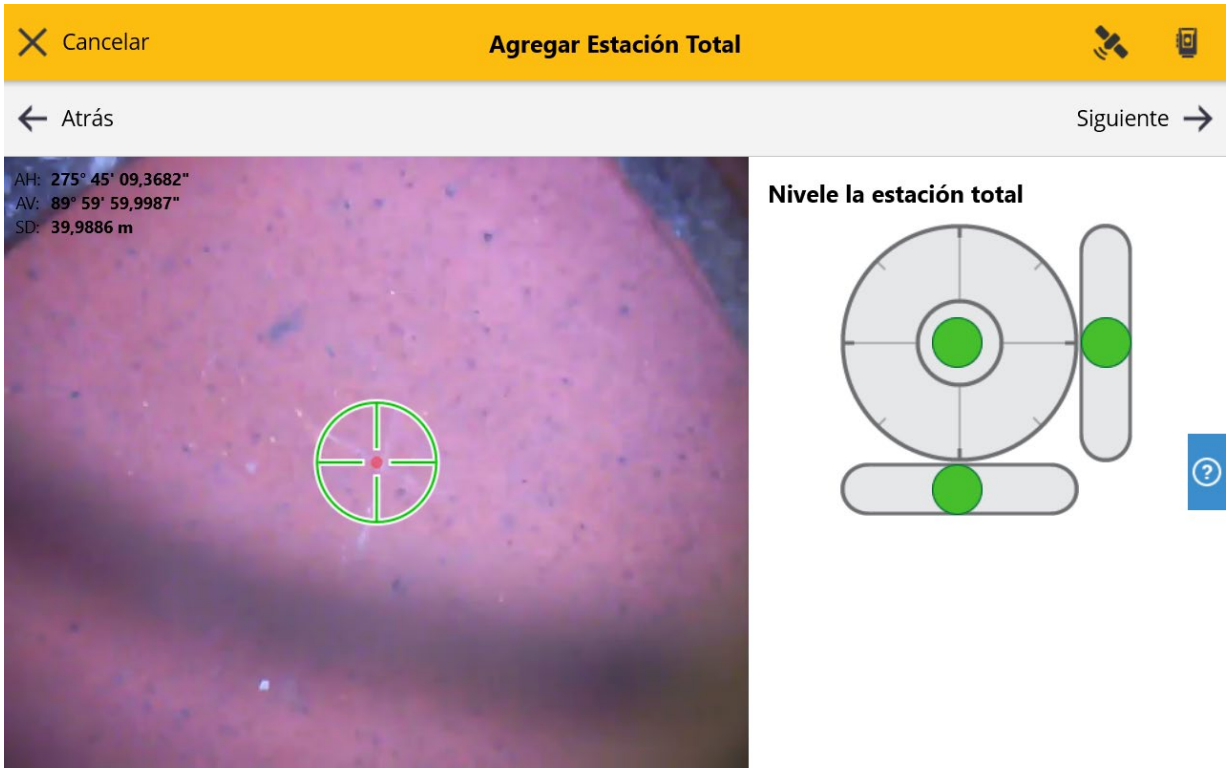


Ilustración 11Interface de nivelacion camara1, Trimble Forensics Capture V1



Ilustración 12 Configuracion de prisma, zoom 1, Trimble Forensics Capture V1

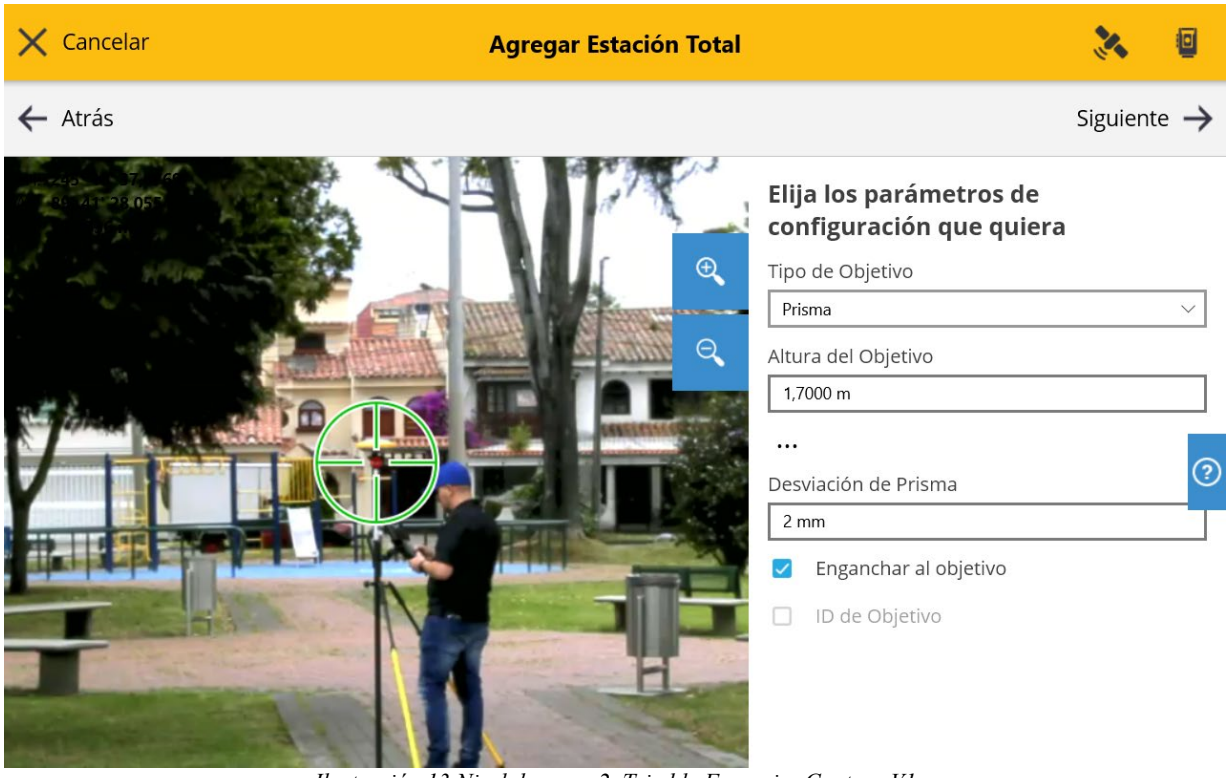


Ilustración 13 Nivel de zoom 2, Trimble Forensics Capture V1

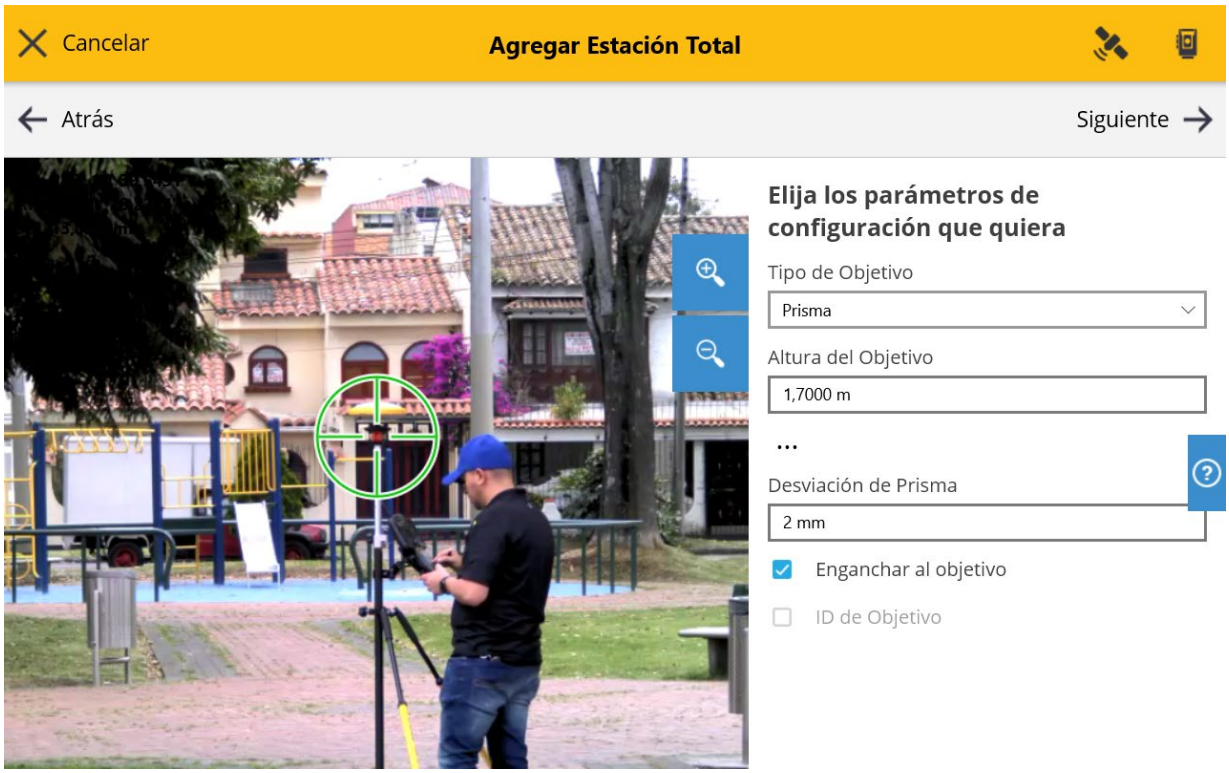


Ilustración 14 Nivel de zoom 3, Trimble Forensics Capture V1

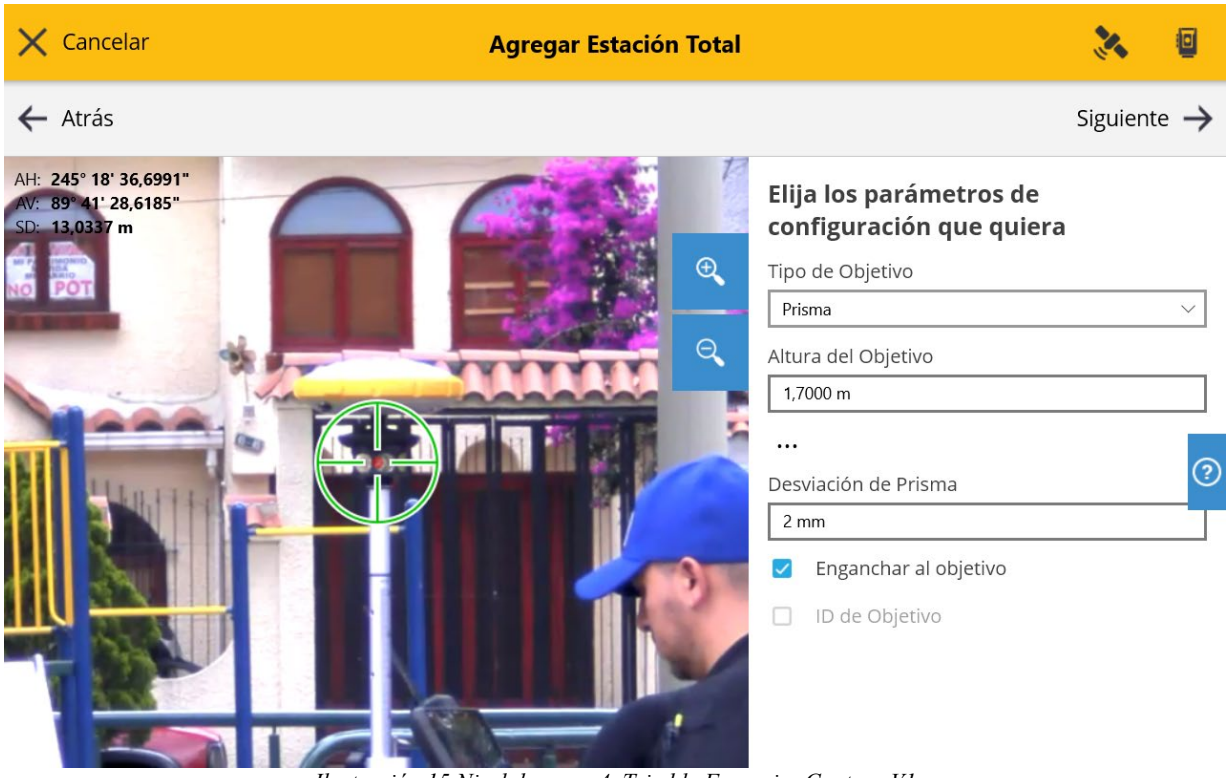


Ilustración 15 Nivel de zoom 4, Trimble Forensics Capture V1

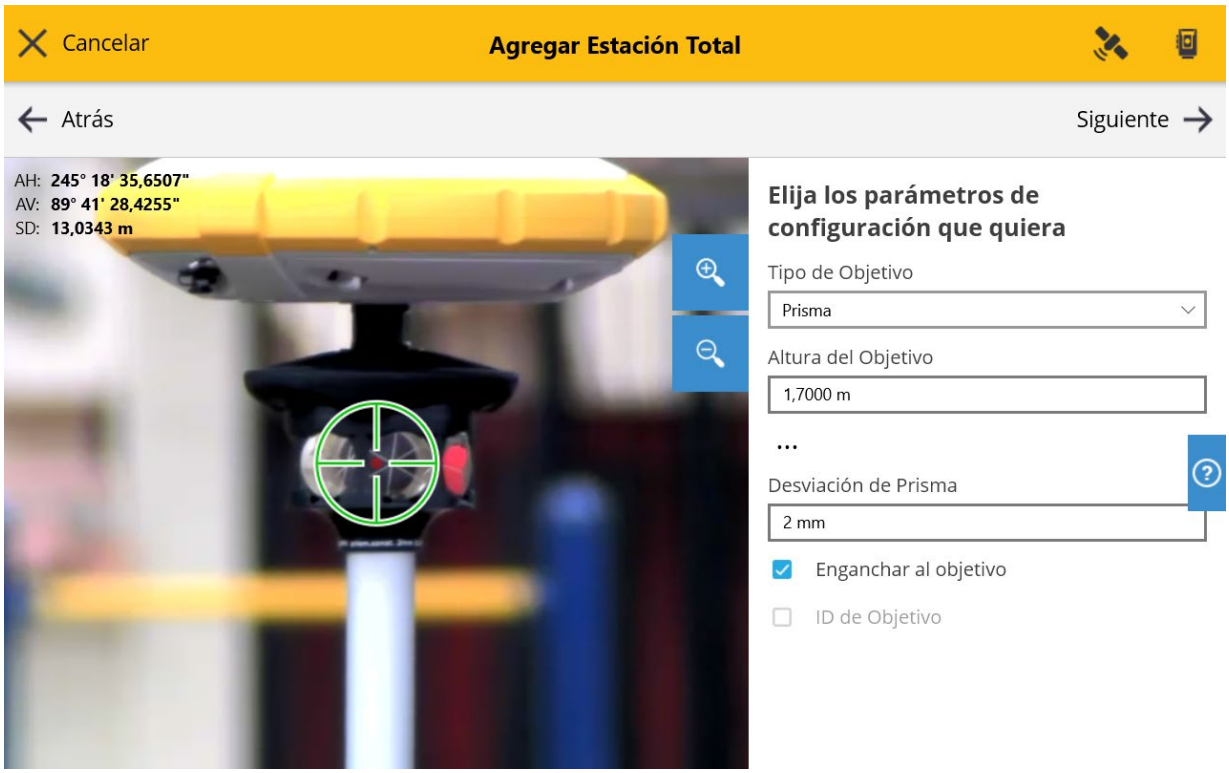


Ilustración 16 Nivel de zoom 5, Trimble Forensics Capture V1

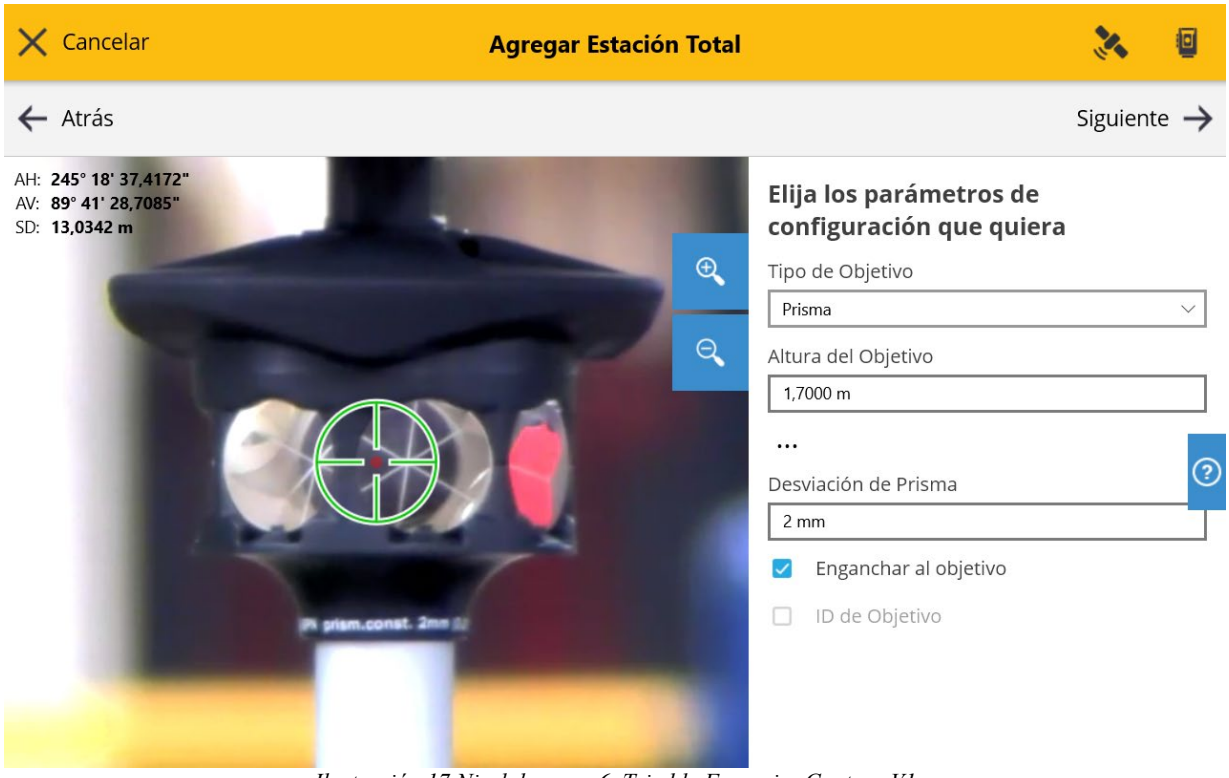


Ilustración 17 Nivel de zoom 6, Trimble Forensics Capture V1



Ilustración 18 Nivel de zoom 7, Trimble Forensics Capture V1

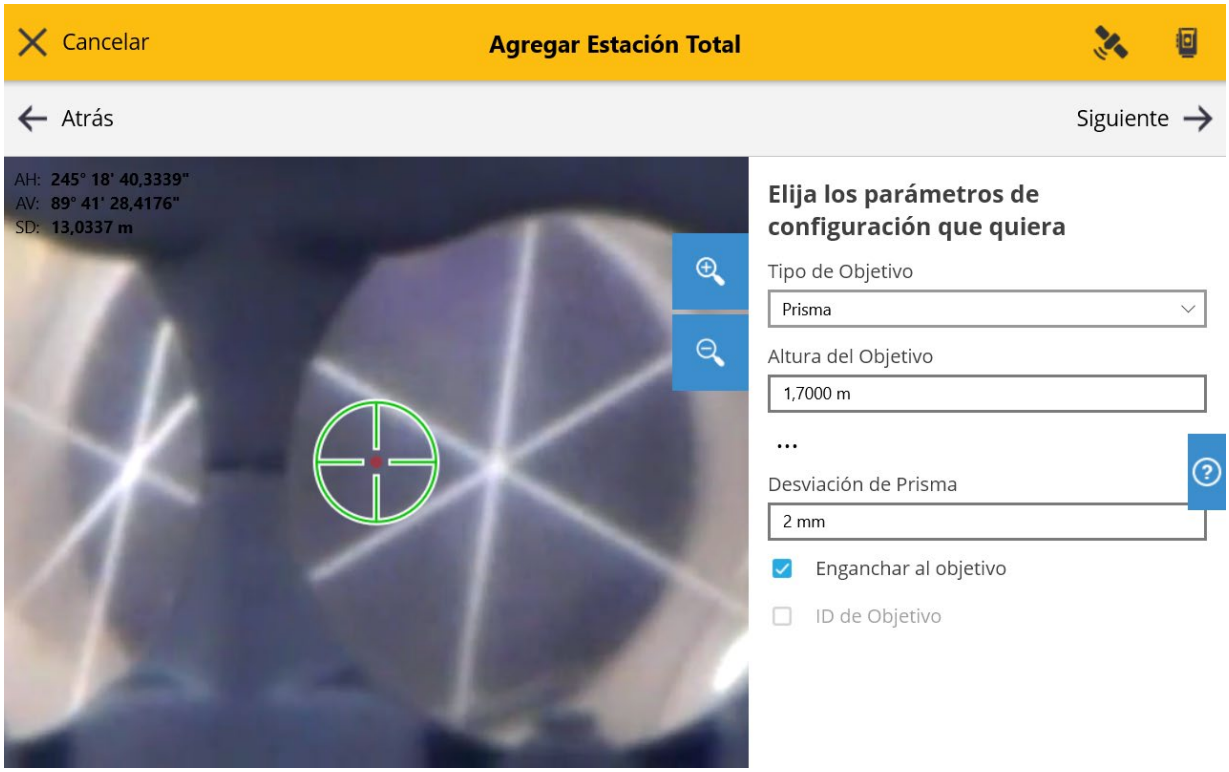


Ilustración 19 Nivel de zoom 8, Trimble Forensics Capture V1

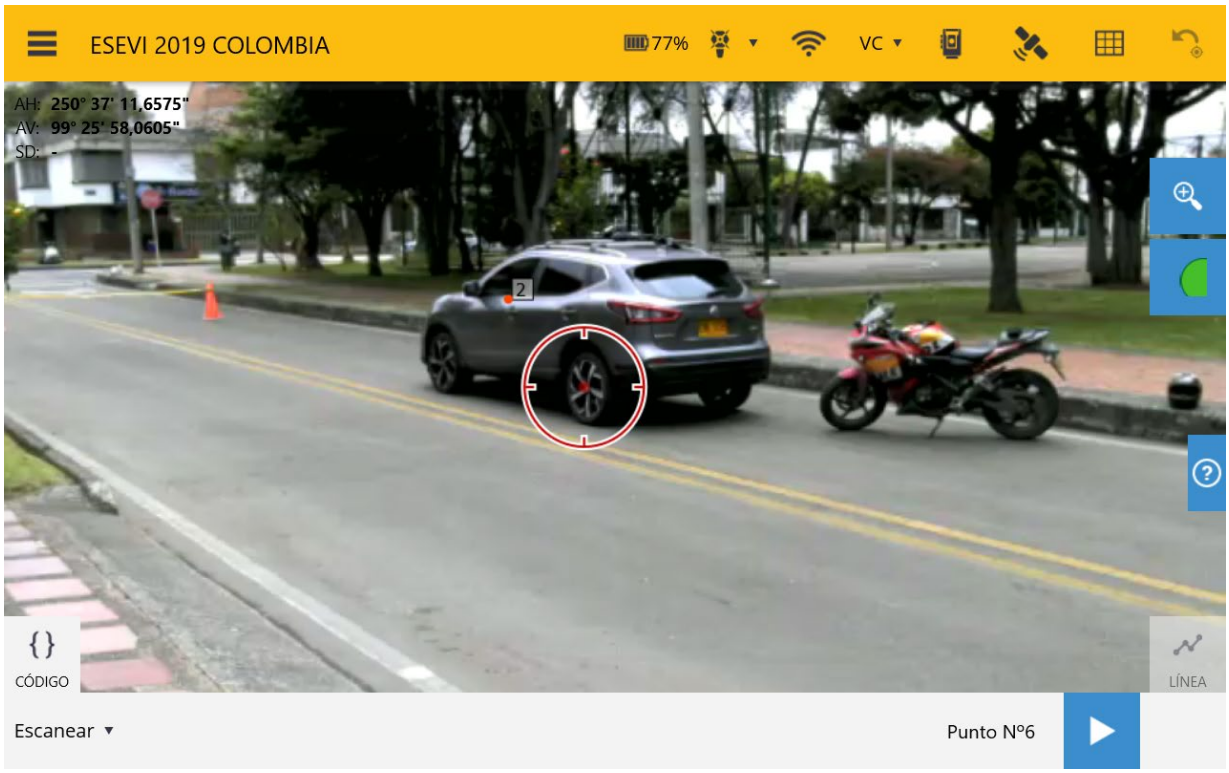


Ilustración 20 Interface vista de camara, Trimble Forensics Capture V1.

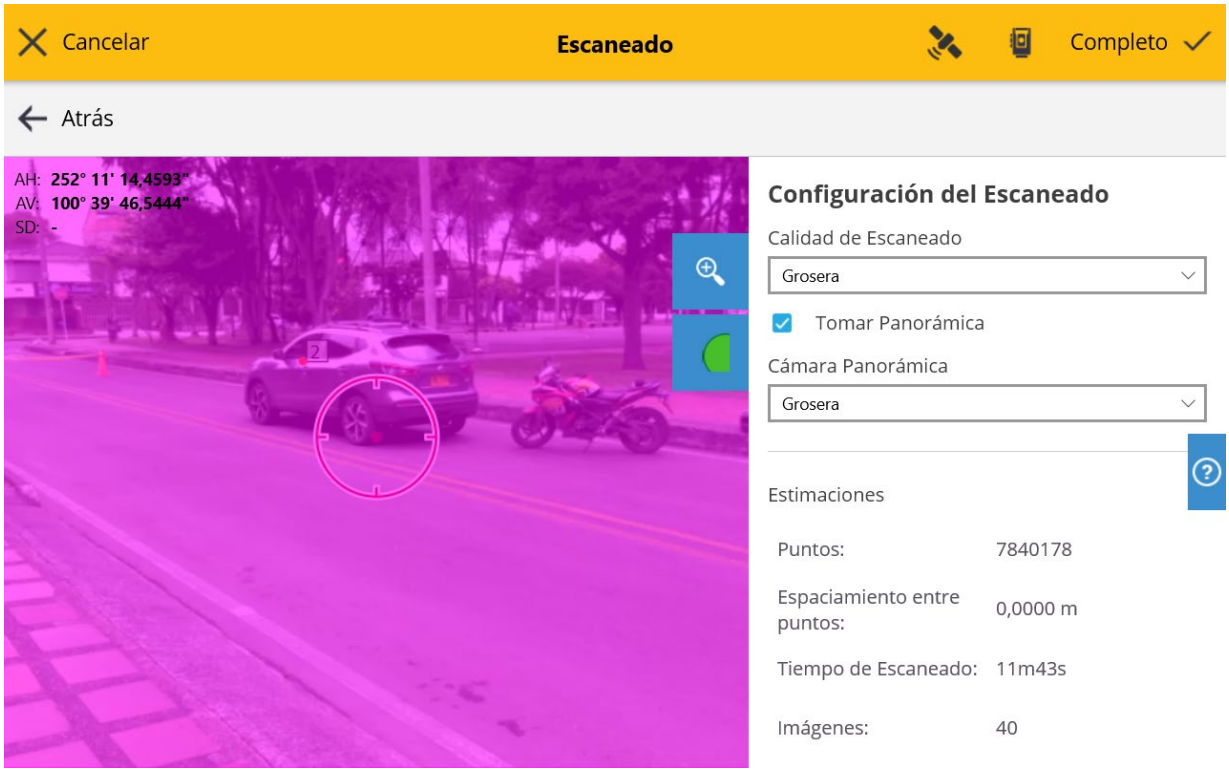


Ilustración 21Interface de escaneo, Trimble Forensics Capture V1.

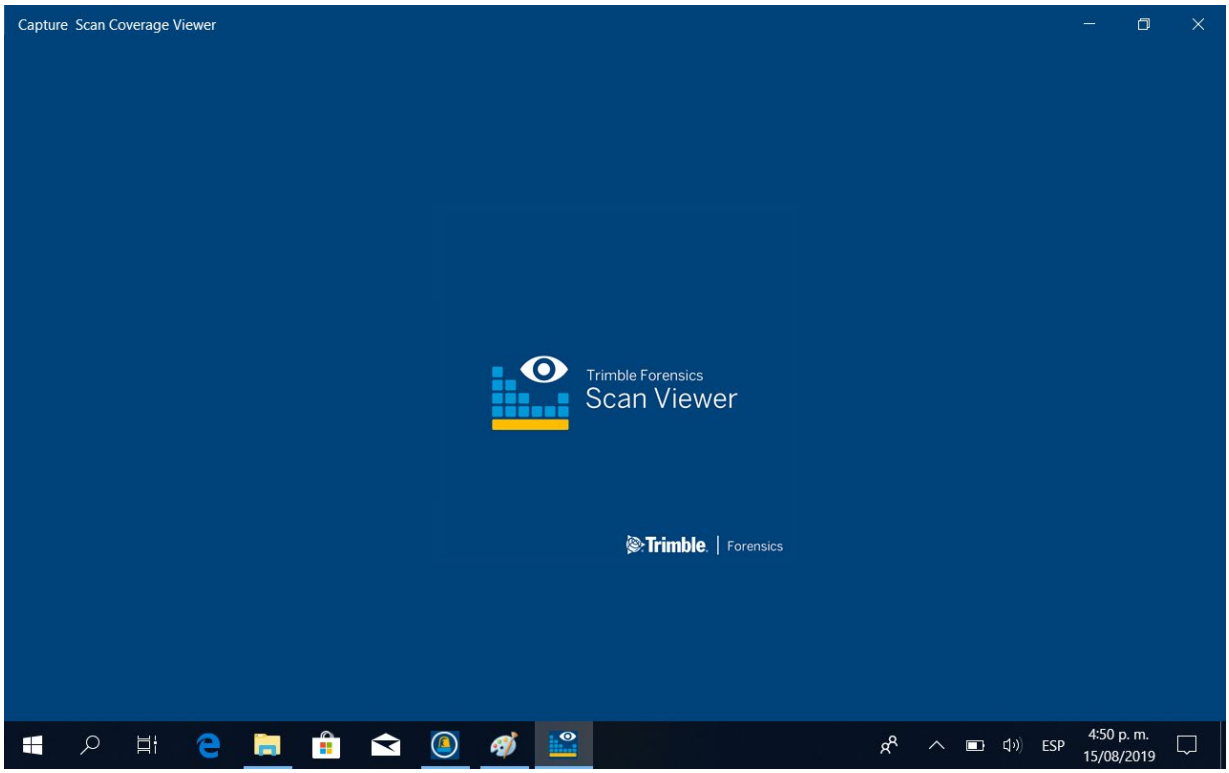


Ilustración 22 Interface de Scan Viewer, Trimble Forensics Capture V1.

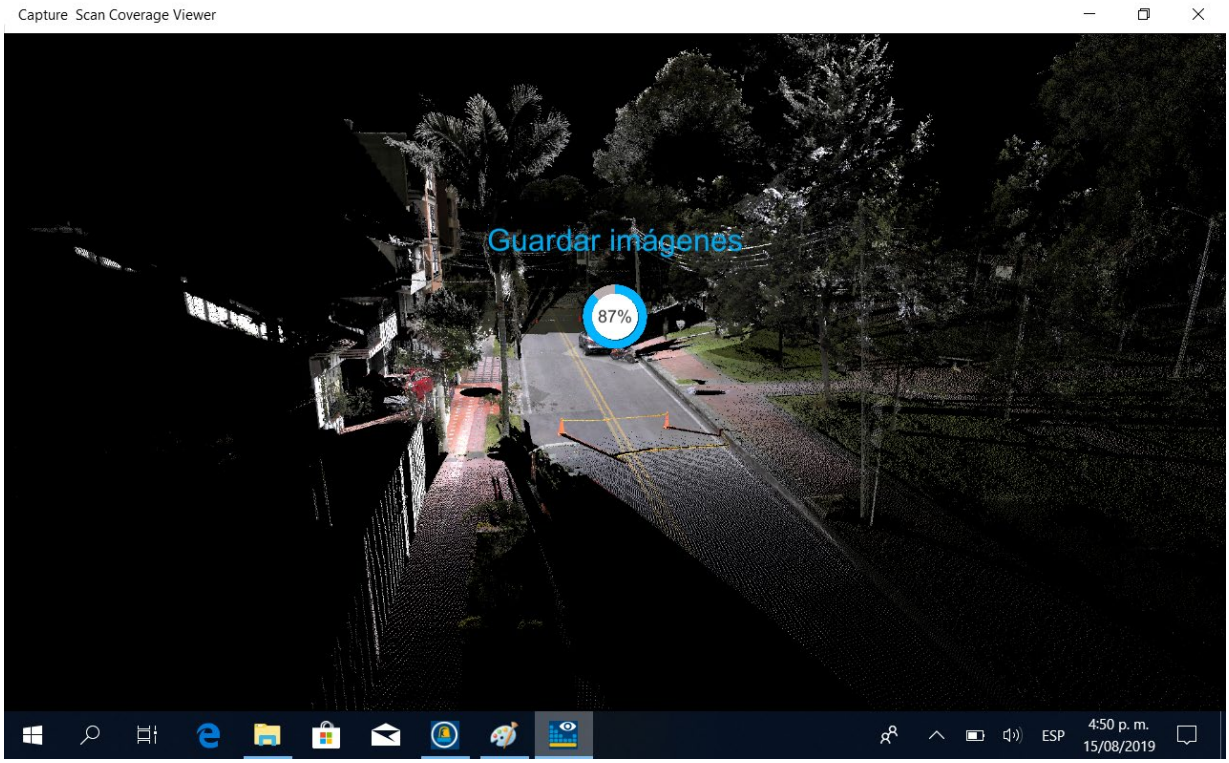


Ilustración 23 Coloracion de nubes de puntos automatica, Trimble Forensics Capture V1.

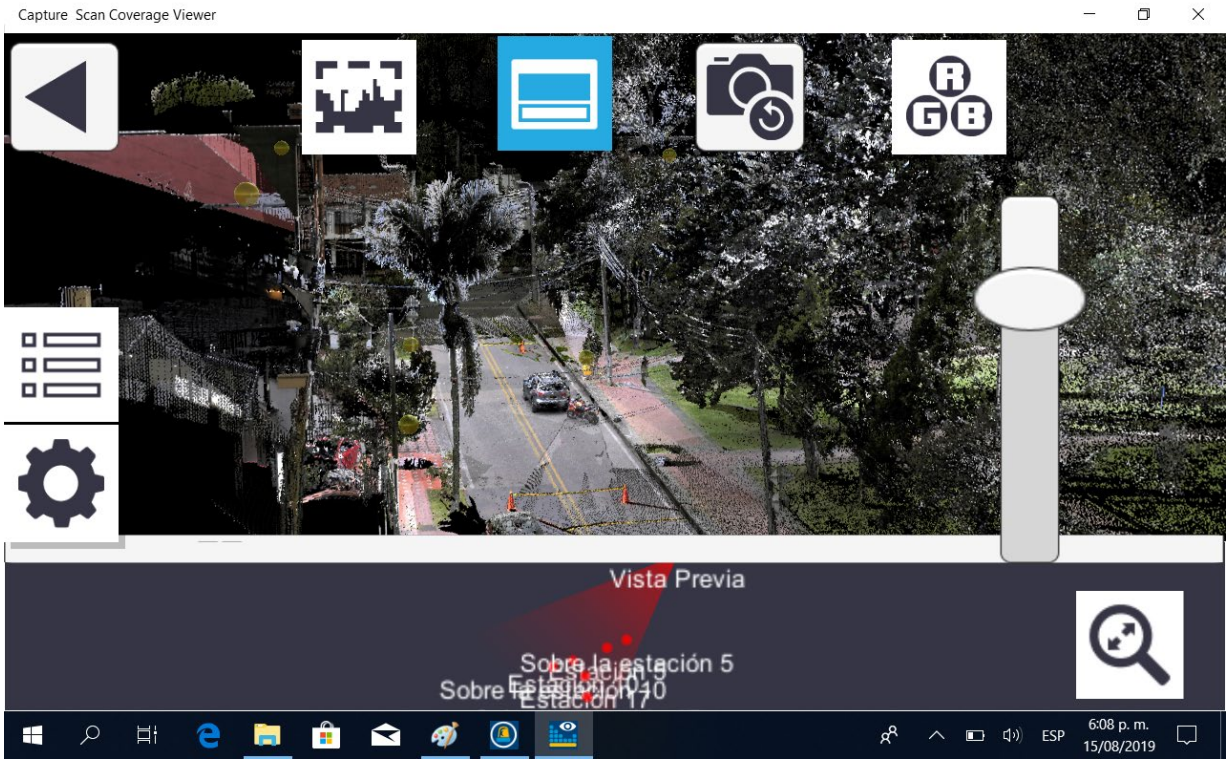


Ilustración 24 Interface de Scan Coverage Viewer, Trimble Forensics Capture V1.

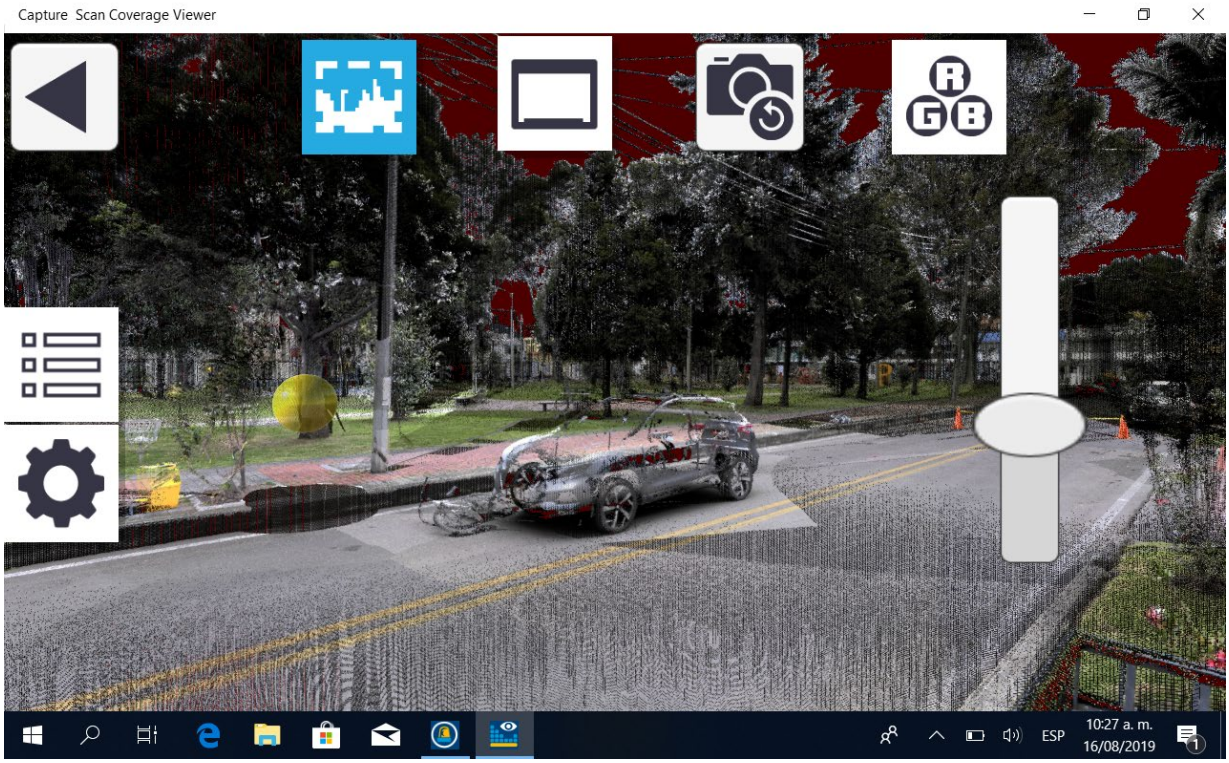


Ilustración 25 Identificacion de areas no cubiertas, Trimble Forensics Capture V1.

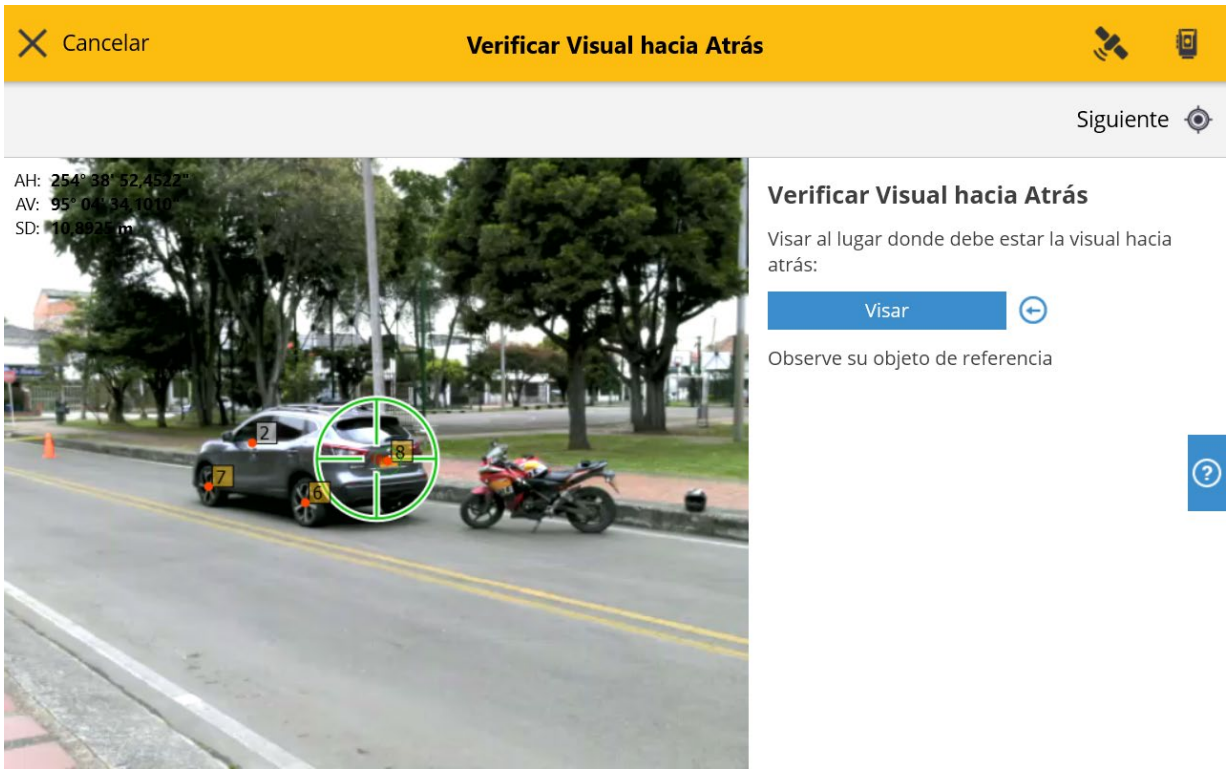


Ilustración 26 Verificacion de vista atras. (Determinacion de errores de tránsito), Trimble Forensics Capture V1.



Ilustración 27 Marcacion digital de evidencias, Trimble Forensics Capture V1.

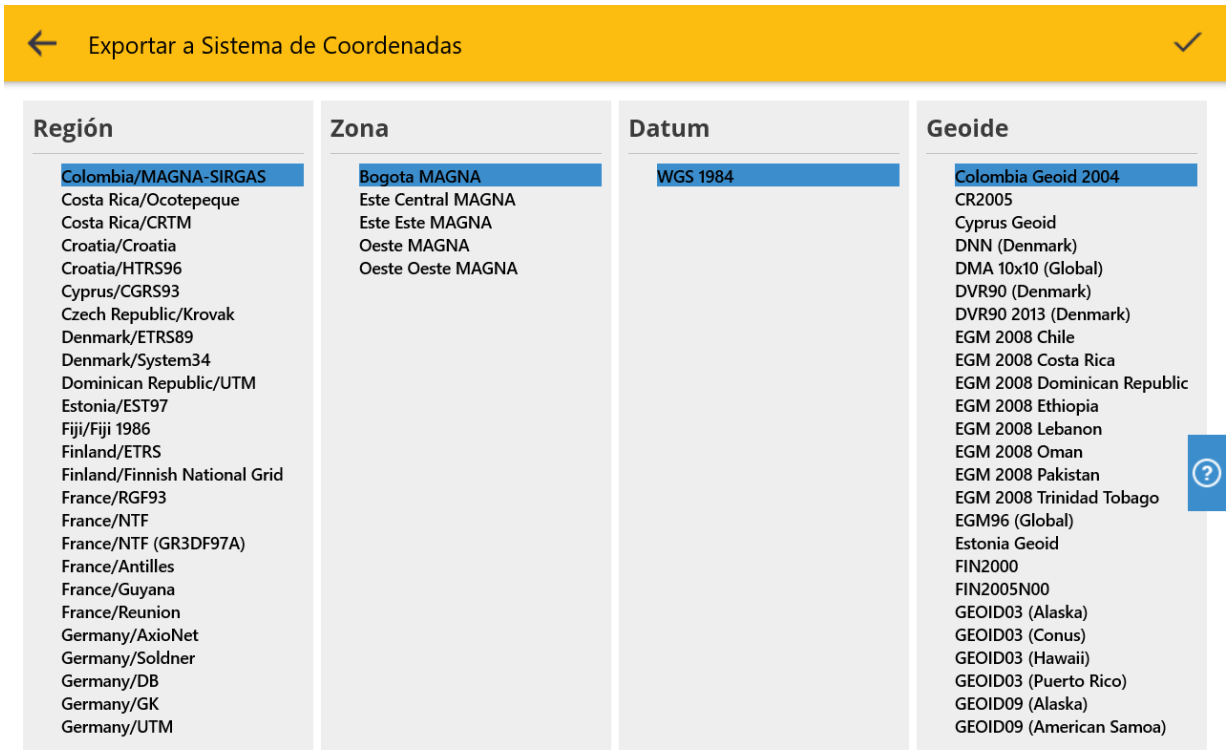


Ilustración 28 Exportar proyectos, basados en sistemas de referencias, Trimble Forensics Capture V1.

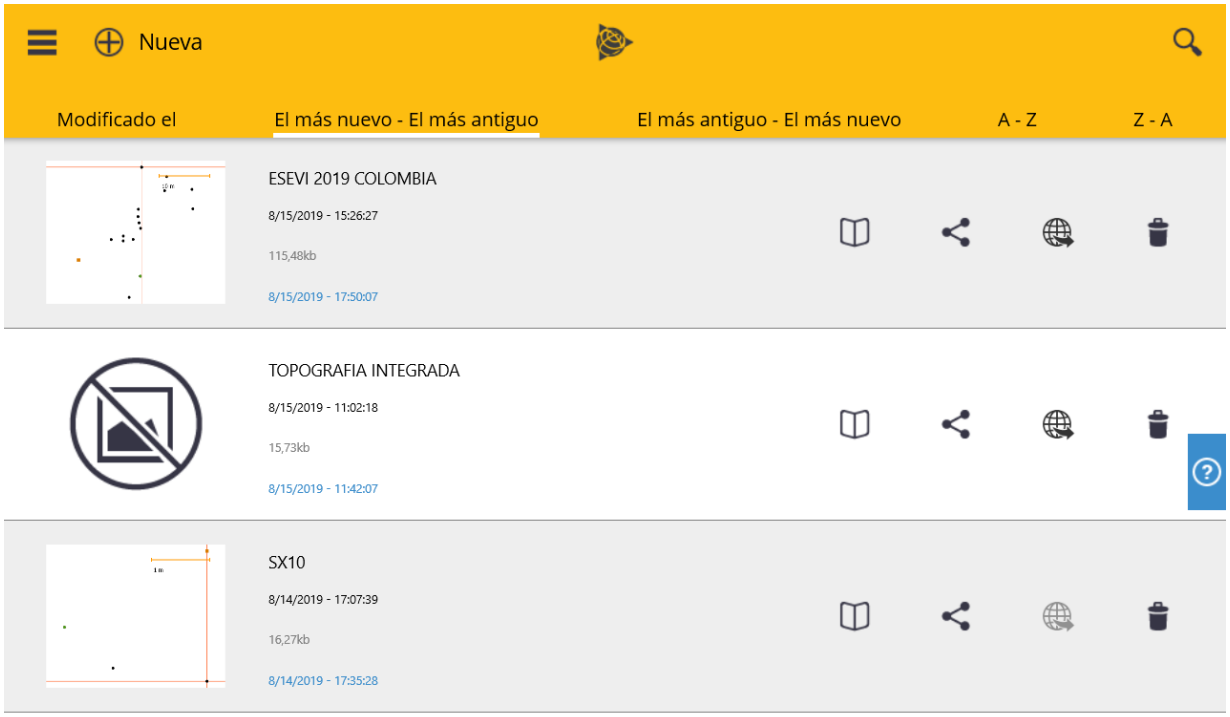


Ilustración 29 Interface de proyectos, Trimble Forensics Capture V1.

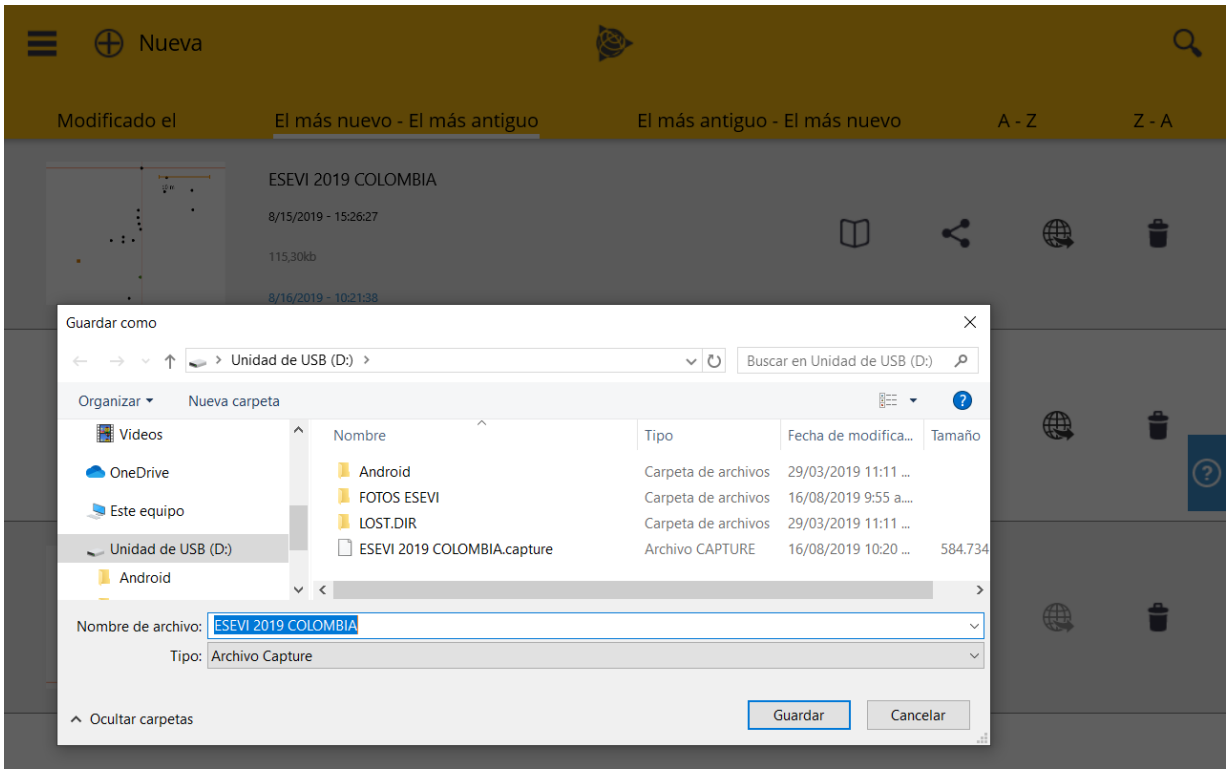


Ilustración 30 Exportar proyecto final, Trimble Forensics Capture V1.

3. Dentro del flujo de trabajo basado en estacion libre o triseccion. Se obtuvieron las siguientes datos.

Ficha tecnica de la data capturada

Peso total de la información: 5.6 Gb

Numero de estacionamientos: 4, combinando captura de flujo GNSS. TS y Scaneo.

Total, puntos discretos 26 puntos

Total, puntos masivos 46.345.6987 millones de puntos

Numero de fotografias capturadas:

Tiempo de procesamiento: 3 horas

Evidencias documentadas: 19 evidencias

Tiempo de procesamiento: Automatico

Numero de personas realizando el levantamiento Forense: 1

11.4 Métodos aplicados

Unicamente se dieron aplicación a los siguiente estilos de levantamiento para la captura de datos, usando Trimble Forensics Capture.

- Triseccion o estacion libre, utilizando puntos de control comunes en la escena, a partir de este estacionamiento, se realizo captura directa de EMP y/o EF.
- Estacionamientos de escaneo
- Auto punto, para elementos omogeneos como cerramientos artificiales, y que no tenian influencia directa para la reconstruccion forense, si no unicmente la contextualizacion.
- Auto estacionamiento, definiendo parametros de sensibilidad altos, que determinan que unicamente se grabara el puntos si el estacionamientos, dura tres segundos con el nivel de burbuja correctamente orientado con el centro de gravedad (Nivelado)

Trabajo de oficina

NOTA: Los Flujos de trabajo posteriores a la captura integral de datos, en Trimble Forensics estan correctamente validades con la comunidad de forenses. Poseen los mas altos estandares en productividad y integralidad, lo que determina que para la presente invetigacion seran tomados como ciertos.

b. RESULTADOS DE LA PRESENTE INVESTIGACION

12.1 Consideraciones acerda del metodo aplicado.

Los levantemientos Topograficos forenses determinan un elemento fundamental en la Investigacion Criminal y de Accidentes de Transito. Es asi que la presente investigacion, basada en los resultados relacionados, determina que:

El metodo que permite la mayor productividad cuando se aborde un lugar de los hechos abierto a cerrado, con sistemas de captura hibridos como la SX10 de Trimble es la estacion libre, simempre y cuando se consideren las siguientes recomendaciones:

1. Se debera realizar un riguroso proceso de posicionamiento y orientacion del intrumento, considerando el azimut arbitrario lo mas distante posible. Esto aumentara el vectos de referencia y por consiguiente, la captura de datos para este tipo de levantamientos, se mantendra en cierres geometrico cercanos al milimetro.
2. Los puntos de control o de paso que se utilizaran para el cambio de estacionamiento, no deberan ser basados en GNSS, si no en puntos identificables en la escina teniendo de presente, que los angulos de transito de la estacion, esten dentro del area de captura de las evidencias o elementos materiales probatorios a registrar.
   Esto significa que si existen algulos muy agudos, la precision dismiye considerablemente.
   Adicionalmente la punteria precisa a estos puntos de control o de paso, se deberan realizar utilizando las camaras, siempre teniendo de presente, no realizarlo sobre superficies curvas. Entendiendo que la percepcion del posicionamiento cuando se cambia de estacionamiento puede variar debido a efectos propias de la fisica.
   Adicional recuer de que este instrumento podee un EDM de alta potencia para

obtener mediciones hasta 600 metros, Lo que determina que el tamaño del laser posea demasiad potencia, y pueda obtener ruida en este tipo de superficie.

Adicional siempre capture estos puntos de paso en superficies demasiado reflectivas, para esto teenga en cuenta la ficha tecnica del sensor, esto ayudara en la decision de cada superficie. Aun asi reitero que no haga punteria en superficies que sean sensibles de facil movimiento al viento como: ramas de arboles, o puntos o superficies vivas con presencia de humeda o vegetacion espesa.

En lo ideal no vise a puntos donde la luz artificial tenga una relfeccion directa como superficies metalicas expuestas (Barandas de aluminio).

3. Todos los accesorios a utilizar como tripodes, bastones, prismas se deberan verificar tiempo antes de la salida a campo, evaluando siempre que estos se encuentren dentro de los estandares .
4. No combine accesorios de marcas diferentes a las que provee la marca fabricante. Recuerde que el solo hecho de trabajar con una estacion de 1 segundo de precision tambien demanda incluso de posicionamientos forzados.
5. Asegurece que aplicar los principios de una correcta nivelacion, de la base nivelante del instrumento. A un asi durante la presente investigacion se comprobo, la tecnologia SurePoint de Trimble, que autocompensa hasta 6 minutos de desviacion.
6. Siempre utilice el metodo de comprobacion de instrumento que se encuentra en el menu de capture y determine si los errones obetnidos en la verificacion de este posicionamientos son aceptados dentro de los estanderes o los objetivos de investigaciones forenes.

7. Recuerde que toda la informacion que capture debe ser objetiva, el direccionamiento del manejo del lugar del hecho, tambien es evaludo por la cantidad de informacion. Con esto se pretende que el operador no redunde en datos que pueden colapsar el sistema de almacenamiento de las fueza del orden que utilizen el flujo de trabajo planteado en esta investigacion.
8. Con base en las condiciones ambientales determine que tipo de camara de las que posee el instrumentos, es mas conveniente, para colorear la nube de puntos. Recuerde que el principio fisico ditancia-luminosidad-reflectividad. Determinara que tamaño de pixel obtendra en cada captura. Imágenes que asu vez van a colorear la nube de puntos.

c. AGRADECIMIENTOS

A mi familia quien siempre han visto en la Topografia Forense una forma diferente de interpretar y estudiar el mundo que nos rodea, porque confian en mi y entienden que los sueños y las ideas de esta ciencia auxiliar de la Criminalistica nos ha ayudado a cumplir sueños.

A todo el equipo de **Trimble Forensics**, que entendieron que los flujos de trabajo forenses son tan rigurosos como cualquier otro estudio de la Ingenieria, porque desarrollaron hasta hoy el unico software de Topografia Forense disponible del mercado. Porque conviertieron los procesos de ingenieria entendibles a usuarios y mercados antes no explorados.

A la Univerdiad Distrital, en especial a todos y cada uno de los docentes que en algun momento de sus horas de trabajo, transfirieron para mí, algo de su experiencia y conocimiento, que me coadyudo a enterder de mejor manera como integrar la Ingenieria Topografica a flujos florences. Hoy doy gracias tambien a los multiples errores y casos que enfrente durante mi carrera

como servidor publico, porque cada uno de ellos fue una experiencia que hoy me llevan por el mundo.

d. BIBLIOGRAFÍA

Borrezas, P. M. (2008). Una experiencia en la aplicación del Láser Escáner 3D a los procesos de documentación y análisis del Patrimonio Construido: su aplicación a Santa Eulalia de Bóveda (Lugo) y San Fiz de Solovio (Santiago de Compostela). *Laboratorio de Patrimonio, CSIC*, 15-32.

BOENTE, S. E. (2012). *La justificación de la premisa fáctica en supuestos penales: un estudio empírico.* Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela.

National Institute of Justice. (2016). *Landscape Study on 3D Crime Scene Scanning Devices.* Washington, DC : Forensic Tecnology Center of Excellence.

Fiscalia General de la Nacion . (03 de Mayo de 2018). *Fiscalia General de la Nacion* . Obtenido de Plan Anual de Adquisiciones: https://www.fiscalia.gov.co/colombia/plan-de-compras/#1521647751879-fe4d6432-a66b

E. Lachat, T. L. (2017). *FIRST EXPERIENCES WITH THE TRIMBLE SX10 SCANNING TOTAL STATION.* Nafplio, Greece: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.

Trimble Geospatial. (04 de 05 de 2018). *Trimble*. Obtenido de Trimble Geospatial: https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/sx10

Quintino Dalmolin, D. R. (2013). *Sistema Laser Scanner Conceptos y Principios de Funcionamiento.* Bogota: Editorial UD.

National Forensic Science Technology Center. (2012). *Crime Scene Investigation A Guide for Law Enforcement.* Forida USA: nfstc.

Guerrero Bermudez, J., Plata Planidina, A., Mejia Ospino , E., & Cabanzo Hernandez, R. (2010). Caracterizacion espectral de un escanner a partir de las señales RGB y HSV. *Universidad Nacional de Colombia sede Medellin* .

TRIMBLE FORENSICS . (08 de 05 de 2018). *Trimble Forensics.* Obtenido de www.trimble.com

Trimble Forensics . (10 de 05 de 2018). *Trimble Forensics*. Obtenido de https://forensics.trimble.com/resource-center/support

Sarmiento, J. A. (16 de 02 de 2017). Experiencias con Escanner Laser Leica . (F. A. CAmelo, Entrevistador)

Policia Nacional de Colombia. (2017). *Guía para la inspección y el procesamiento del lugar de los hechos.* Bogotá : Planeacion Policia Nacional.

Fiscalia General de la Nacion . (30 de agosto de 2017). Por medio del cual se elaboran guias, formatos y se actualizan otros para la inspeccion al lugar de los hechos, por parte de la Policia Judicial. *Acuerdo 002 de 30 de agosta de 2017*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Cansejo Nacional de Policia Judicial.

Trimble. (10 de 05 de 2018). *Trimble Geospatial.* Obtenido de http://www.trimble.com/Survey/index.aspx