



**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA**

**MEMORIA FINAL  
PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE:**

**APLICACIÓN DE MODELOS  
FOTOGRAMÉTRICOS 3D A LA DOCENCIA DE  
LAS ASIGNATURAS DE GEOLOGÍA Y OTRAS  
DISCIPLINAS AFINES**

**PROYECTO ID2017/106**

## ÍNDICE

	PÁG.
1.- ANTECEDENTES.....	3
2.- OBJETIVOS.....	3
3.- PARTICIPANTES.....	4
4.- DESARROLLO DEL TRABAJO.....	5
5.- RESULTADOS.....	7
6.- CONCLUSIONES.....	7

### ANEJOS:

ANEJO 1: FOTOGRAFIAS

ANEJO 2: CAPTURAS DE PANTALLA

ANEJO 3: APOYO FOTOGRAMÉTRICO

## 1.- ANTECEDENTES

Las evoluciones tecnológicas, en lo que respecta a la realidad virtual y a los modelos 3D, están proporcionando nuevas herramientas de apoyo en distintos ámbitos y entre ellos en el de la docencia. Diversos estudios están demostrando que su uso incrementa la atención del alumno y aumenta la capacidad de comprensión, lo que finalmente debe traducirse en una mejora del aprendizaje y un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

Gracias a la disponibilidad de software avanzado, de sensores fotogramétricos de bajo coste, así como de plataformas aéreas es posible acceder al mundo de los modelos virtuales sin grandes despliegues tecnológicos y a un coste asequible.

Por otra parte, los resultados obtenidos previamente a nivel profesional, nos ha hecho pensar en la aplicación como apoyo a la docencia en distintas ramas de la ciencia, comenzando en este primer proyecto por la Geología y la Geotecnia, debido su existencia dentro de los planes de estudio de diversos Grados que se imparten en la E.P.S. de Zamora.

En este sentido, se han realizado vuelos fotogramétricos con obtención de modelos 3D georreferenciados y a escala real en zonas degradadas por escombreras mineras, cartografiando su situación y posibilitando su cubicación de un modo preciso, obteniendo resultados que, con métodos clásicos, hubieran resultado muy costosos; otros ejemplos de aplicaciones profesionales, previas a este proyecto de innovación, han sido la realización de vuelos sobre cubiertas arquitectónicas con objeto de evaluar su estado o vaciados de terreno para obtener su morfología y certificación.

## 2.- OBJETIVOS

El proyecto de Innovación, pretende aplicar el uso de modelos virtuales 3D a la docencia de la Geología en general y otras disciplinas afines, como puede ser la Geotecnia.

La Geología es una ciencia para cuyo aprendizaje es esencial la observación directa en campo en sus distintas facetas: litología, estratigrafía con mediciones de direcciones y buzamientos, reconocimiento de facies y estructuras y un largo etc. Tradicionalmente estas salidas de campo de los alumnos se complementan con fotografías clásicas como apoyo a la docencia teórica.

Con el presente proyecto, lo que se pretende es completar este apoyo con modelos virtuales en tres dimensiones, obtenidos a partir de técnicas fotogramétricas en los cuales además puedan realizarse medidas reales

precisas a escala 1/1. Podríamos decir que estamos "trasladando" el campo al aula.

Por lo tanto, los objetivos que planteamos en el Proyecto serían los siguientes:

- Generación de un modelo virtual 3D, a partir de una serie de fotografías, de un afloramiento geológico en campo.
- Aplicación práctica del uso del modelo generado en alguna de las clases magistrales de las materias identificadas.
- Valoración, por parte de los profesores participantes, de las ventajas e inconvenientes del método propuesto.

### 3.- PARTICIPANTES

El presente proyecto de innovación está formado por el siguiente equipo de trabajo.

#### COORDINADOR DEL PROYECTO:

**José Francisco Charfolé de Juan** [charfole@usal.es](mailto:charfole@usal.es)

Departamento de Ingeniería Cartográfica y del Terreno; área de ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría.

#### MIEMBROS DEL EQUIPO DE TRABAJO:

**Mercedes Delgado Pascual** [mercedp@usal.es](mailto:mercedp@usal.es)

Departamento de Ingeniería Cartográfica y del Terreno; área de ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría.

**Begoña Fernández Macarro** [begom@usal.es](mailto:begom@usal.es)

Departamento de Geología; área de Geodinámica Externa

**Serafín Monterrubio Pérez** [seramp@usal.es](mailto:seramp@usal.es)

Departamento de Geología; área de Geodinámica Interna

**José Nespereira Jato** [jni@usal.es](mailto:jni@usal.es)

Departamento de Geología; área de Geodinámica Interna

Todos los miembros estamos adscritos a la E.P.S. de Zamora, e impartimos docencia en los Grados de Arquitectura Técnica, Ingeniería Civil e Ingeniería Agroalimentaria.

## **4.- DESARROLLO DEL TRABAJO**

### **4.1.- LUGAR DE TRABAJO ELEGIDO**

La primera decisión que se tomó para iniciar el proyecto fue determinar un afloramiento adecuado para ser objeto de su virtualización a través de un modelo 3D; después de varias consideraciones en función de su valoración por parte de los profesores que imparten su docencia en el ámbito de la Geología, así como de otros aspectos valorados por los profesores más cercanos al proceso de toma de datos, se eligió como lugar de trabajo un afloramiento situado en el término municipal de Ricobayo, en la provincia de Zamora.

Se trata de un punto de interés geológico, frecuentemente utilizado por los profesores como prácticas de campo con los alumnos. Además, su cercanía a la localidad de Zamora, así como las características del entorno para la toma de fotogramas, hacen de este afloramiento lugar de trabajo adecuado para centrar nuestro proyecto en función de los objetivos previamente fijados.

### **4.2.- TRABAJOS DE CAMPO**

Con fecha de 1 de febrero de 2018 la totalidad del equipo nos desplazamos al lugar elegido con objeto de realizar los trabajos de campo necesarios, que básicamente fueron los siguientes:

- Colocación de dianas reflectantes en el afloramiento, necesarias para apoyar posteriormente el modelo resultante.
- Toma terrestre de los fotogramas necesarios para generar posteriormente el modelo fotogramétrico. Se hicieron varios procesos, en los que cada profesor incidía en los aspectos más interesantes del afloramiento.
- Materialización y observación de las bases necesarias para observar posteriormente las dianas colocadas. Esta operación se realizó mediante un equipo GPS con corrección de datos vía internet y precisión centimétrica.
- Observación, con estación total, de las dianas colocadas; esta operación topográfica es necesaria para realizar posteriormente el apoyo fotogramétrico del modelo.
- Posteriormente a esta salida de campo, se procedió a realizar una nueva toma fotogramétrica, en esta ocasión con la cámara montada sobre un dron. Tenemos que señalar que no se ha podido reconstruir el modelo con la toma aérea, el programa nos da fallo en la aerotriangulación; creemos que hay un problema de solapes en los fotogramas. A lo largo del mes de julio o agosto procederemos a realizar un segundo vuelo para subsanar el

problema y reconstruir un modelo 3D a partir de los datos tomados con el dron.

En el anejo nº 1 puede observarse algunas fotografías realizadas durante el proceso de esta toma de datos.

#### **4.3.- TRABAJOS DE GABINETE**

Una vez realizados los trabajos de campo es necesario proceder al tratamiento de los datos que, básicamente, consiste por una parte en la obtención de la posición georreferenciada de las dianas colocadas y por otra en el tratamiento fotogramétrico de los fotogramas obtenidos.

En el primer caso, para la obtención de las coordenadas X,Y,Z de las dianas en el sistema oficial ETRS 89 el software utilizado ha sido:

- Leica Geoffice, software oficial de la casa Leica proporcionado con la compra del equipo, propiedad de la Universidad de Salamanca.
- Toptrans, programa de la casa Topcon, proporcionado con la adquisición de la estación total utilizada, del mismo modo que en caso anterior, propiedad de la USAL.
- Autocad Civil 3D, programa que trabaja en entornos BIM, de la casa Autodesk, licenciado para la Universidad de Salamanca para fines académicos.

En el caso del tratamiento fotogramétrico, el programa utilizado ha sido ContexCaptur, de la casa Bentley, licenciado para la USAL para uso con fines docentes. Se trata de un moderno y potentísimo software gracias al cual podemos obtener finalmente una serie de productos, entre otros, modelos 3D de malla, a escala real, texturizados con los fotogramas originales.

Uno de los grandes problemas que plantean este tipo de productos es su utilización por parte de profesionales, en este caso docentes, ajenos a esta tecnología y que no disponen del programa original; por otra parte estos modelos 3D suelen ser pesados y a veces lentos en su manejo.

Para solucionar esta eventualidad se ha hecho necesario buscar un software para el manejo de los modelos obtenidos que tenga las siguientes características:

- Que sea gratuito, para que pueda estar a disposición de cualquier usuario.
- Fácil e intuitivo de manejar con una interface sencilla.
- Debe mover el modelo de un modo ágil, para poder seguir las explicaciones en tiempo real, sin retrasos en los movimientos.
- Del mismo modo, debe de disponer de herramientas de medición sobre el modelo.

Después de probar distintos programas disponibles, nos hemos decantado por uno que cumple perfectamente todas las condiciones requeridas: **Acute3D Viewer**, de la casa Bentley, que ha cumplido sobradamente con todos los requerimientos, que recomendamos después de la realización de este proyecto y que será el que utilizemos para manejar los modelos en la docencia.

## 5.- RESULTADOS

En función de los objetivos previamente fijados en la memoria de solicitud del Proyecto, hay algunos que se han conseguido y otros que quedan pendientes, puesto que dependen de su aplicación dentro del aula.

Dado que el proyecto ha sido finalizado al final del curso, no hemos tenido tiempo de probar su manejo dentro del aula, algo que queda pendiente de realizar en el próximo curso 2018-2019, con las asignaturas de Geología y Geotecnia en las titulaciones de Grado de Ingeniería Civil, Agroalimentaria y Arquitectura Técnica, para, posteriormente evaluar los resultados de su aplicación.

Por otra parte, en lo que respecta a la toma de datos, apoyo del modelo, tratamiento de los fotogramas y obtención del modelo, estamos plenamente satisfechos con los procedimientos empleados, el software utilizado y, finalmente, los resultados obtenidos.

En los anejos 1 y 2 pueden verse distintos momentos del proceso y resultados obtenidos; en lo que respecta a los modelos 3D, las capturas que exponemos no reflejan el realismo resultante. Sería necesario observarlos a través del programa utilizado o con el visor que se ha descrito anteriormente.

## 6.- CONCLUSIONES

A priori, y a falta de tener resultados objetivos que confirmen el grado de aportación, creemos que este tipo de técnicas y tecnologías pueden ser muy útiles para su uso en el aula y como apoyo a la docencia de diversas materias.

Como se comentaba en un punto anterior, la generación y manejo de modelos 3D son económicamente muy accesibles y no es necesario un gran nivel de conocimiento acceder a ellos.

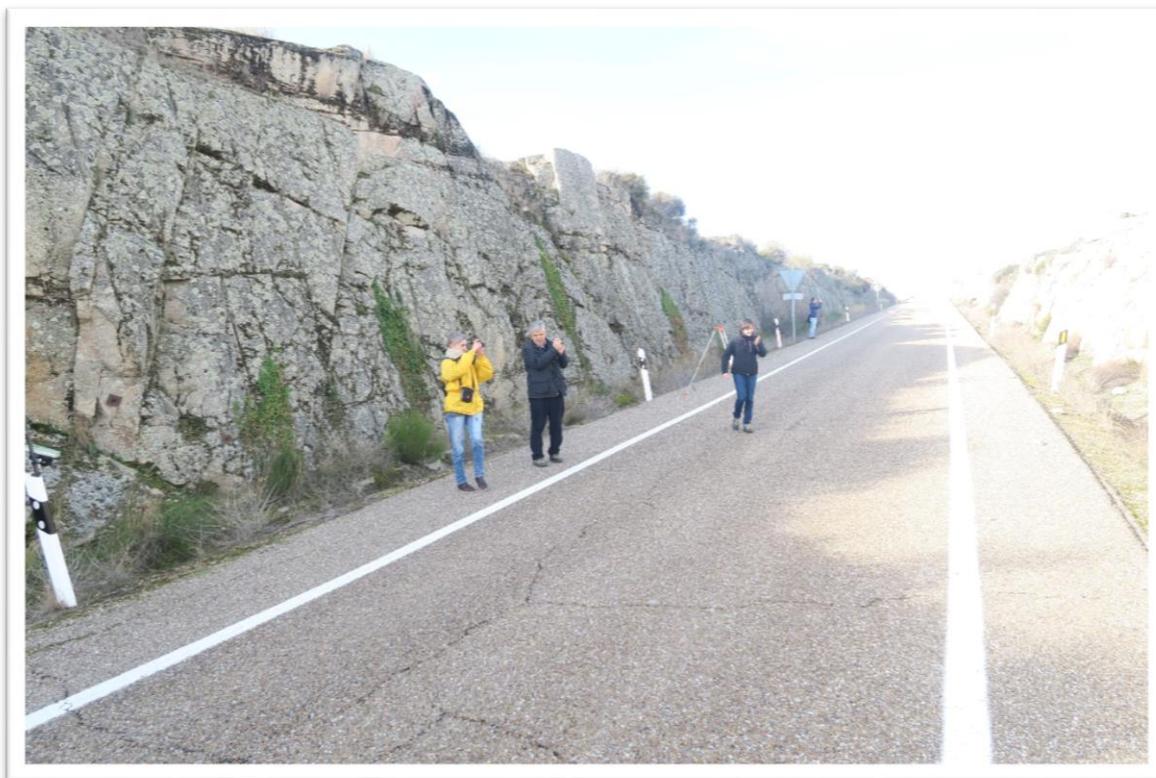
En este sentido, nos comprometemos a valorar su uso en otros ámbitos distintos a los que nos hemos centrado en este proyecto, buscando nuevas líneas de aplicación a la docencia.

Zamora a 14 de julio de 2018

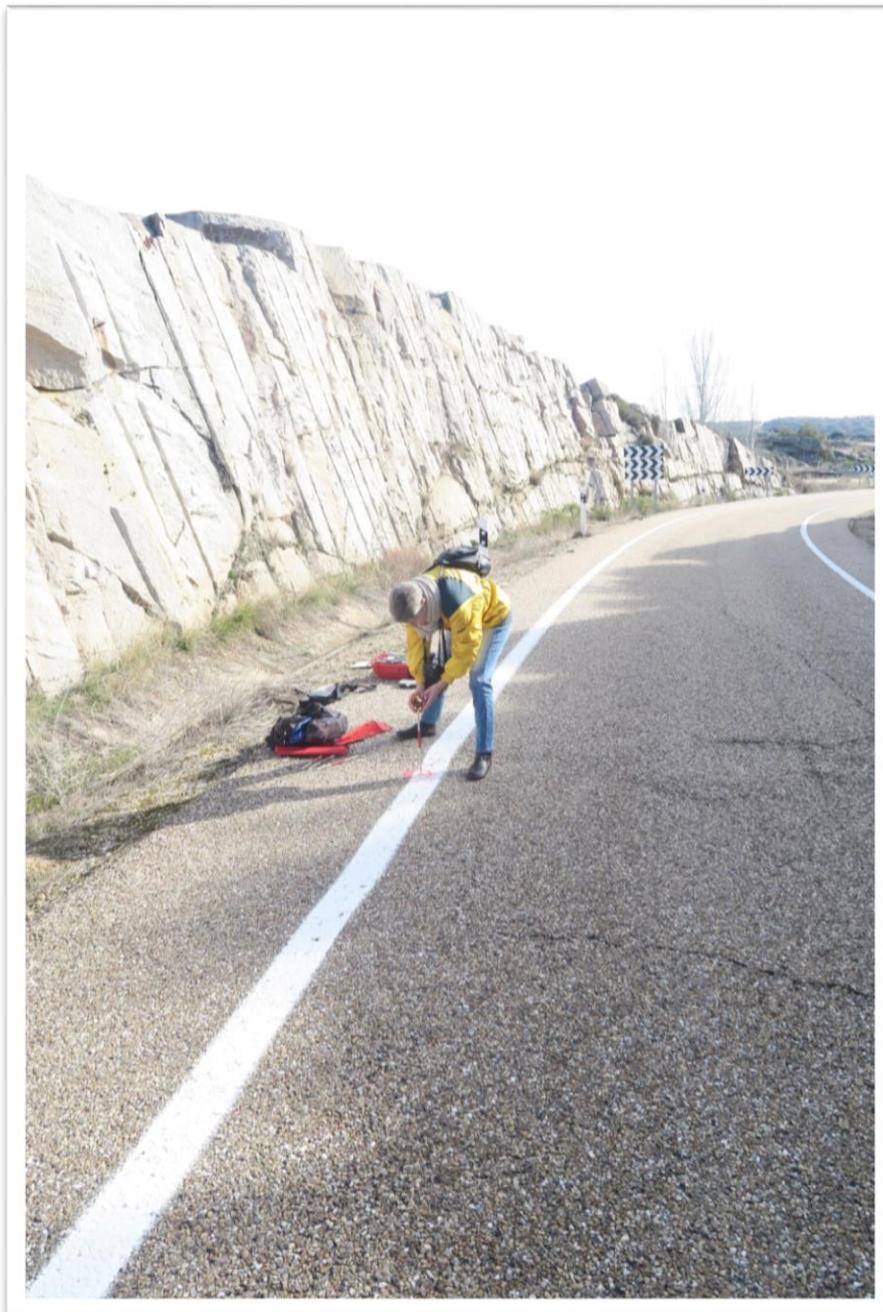
ANEJO Nº 1:  
Fotografías



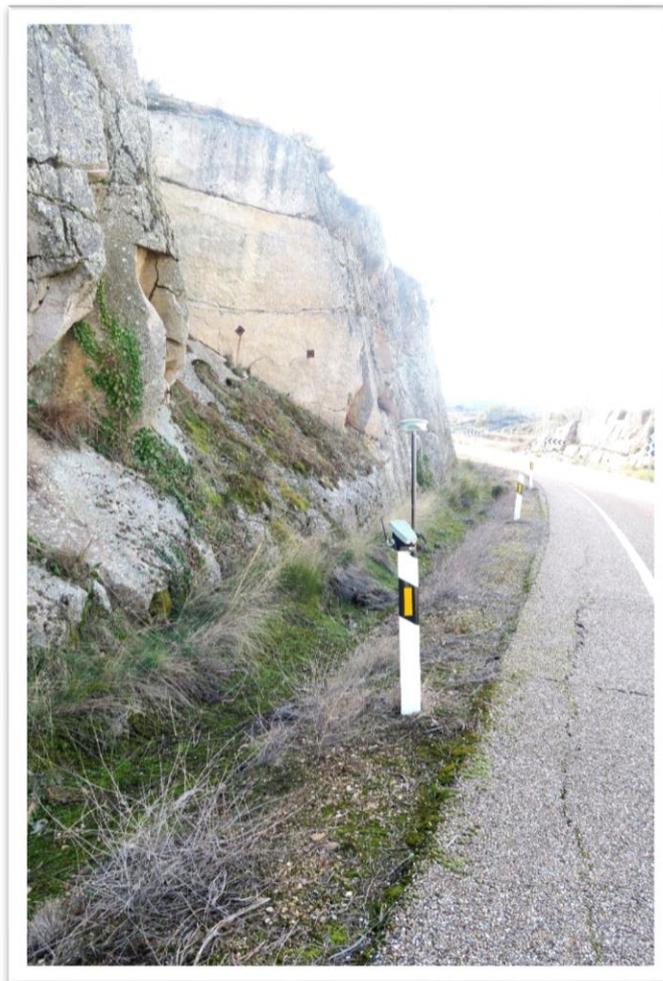
*Fotografía nº 1: preparación para el apoyo fotogramétrico*



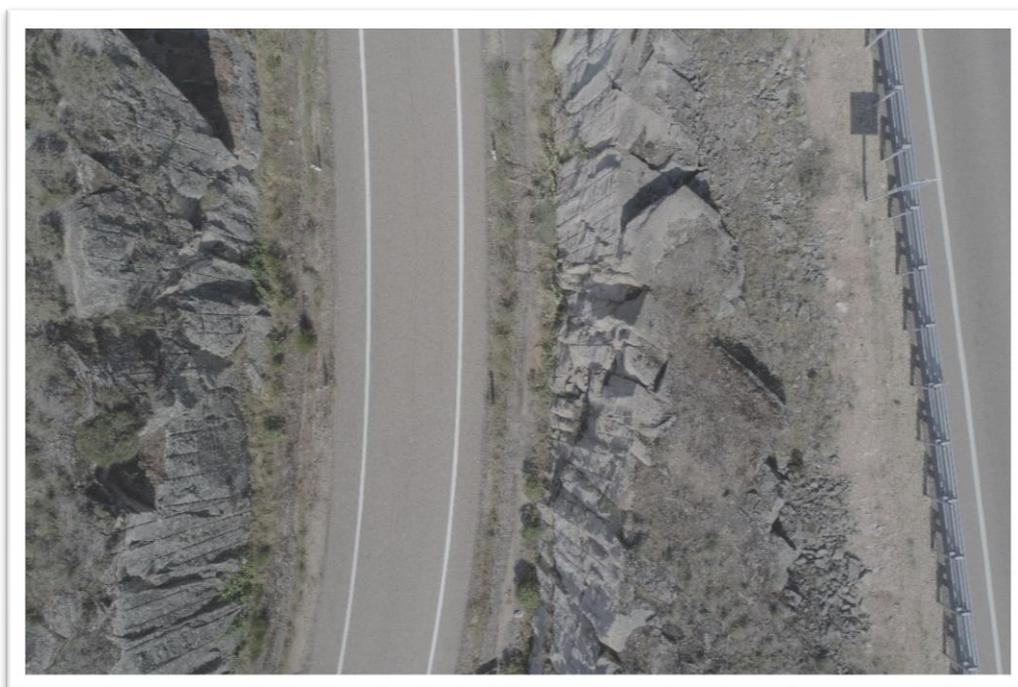
*Fotografía nº 2: proceso de la toma de datos*



*Fotografía nº 3: materialización de las bases georreferenciadas*

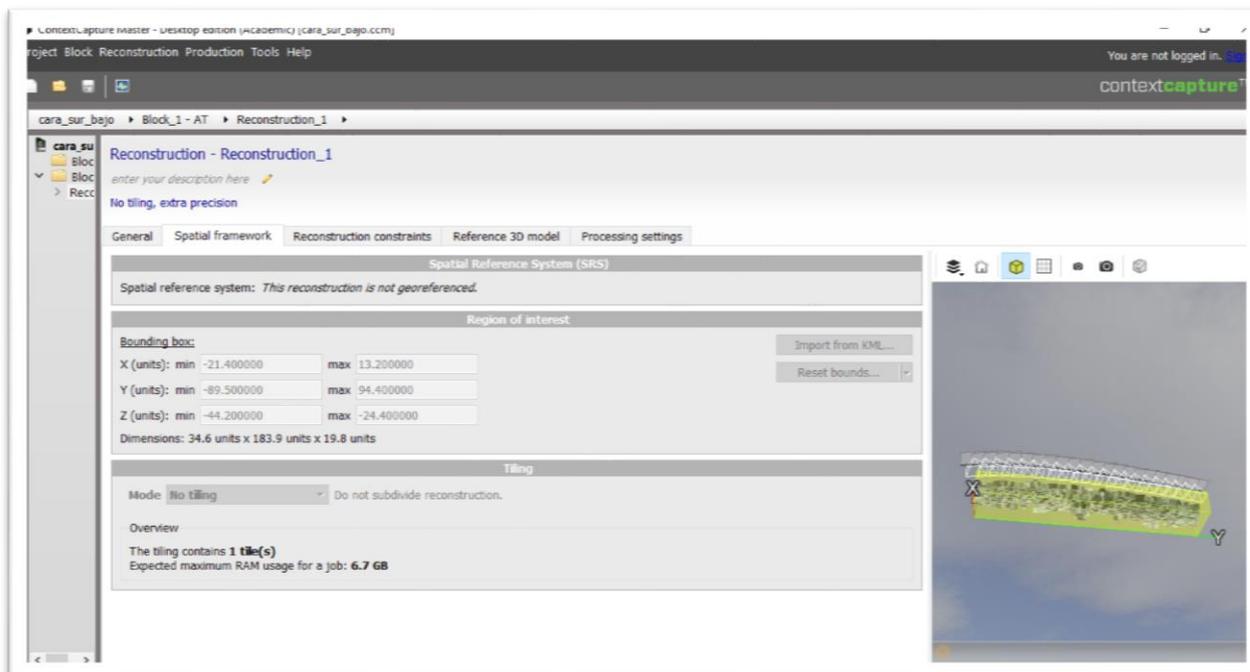
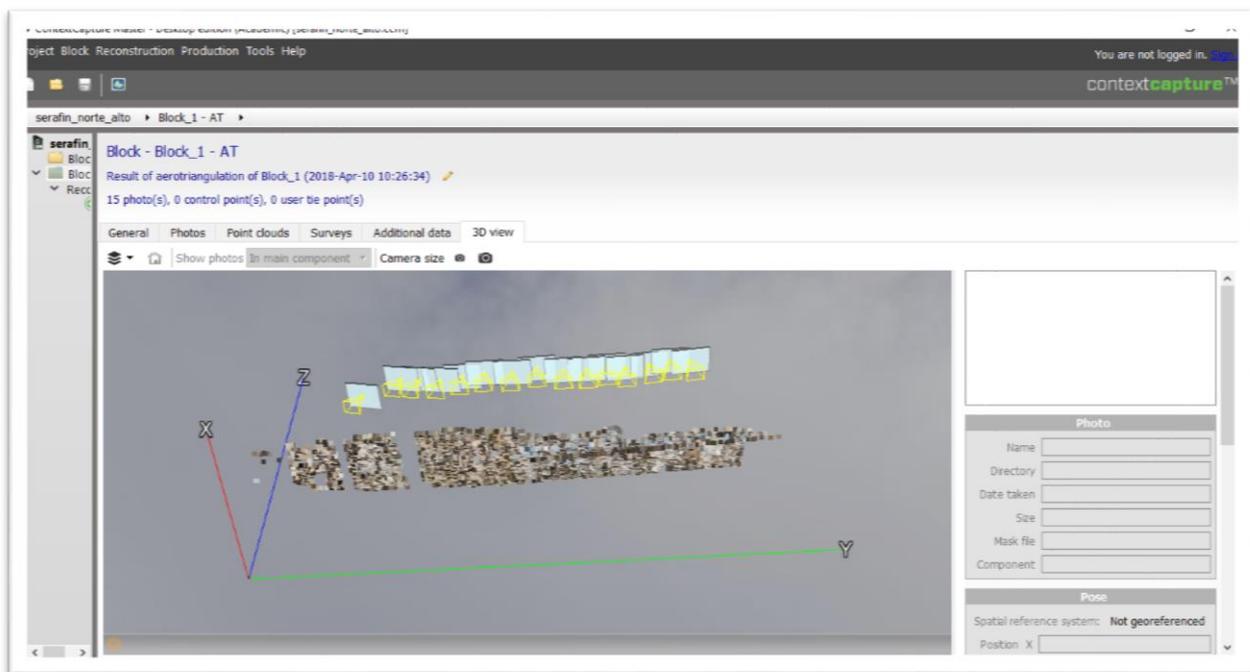


*Fotografía nº 4: equipo GPS empleado*

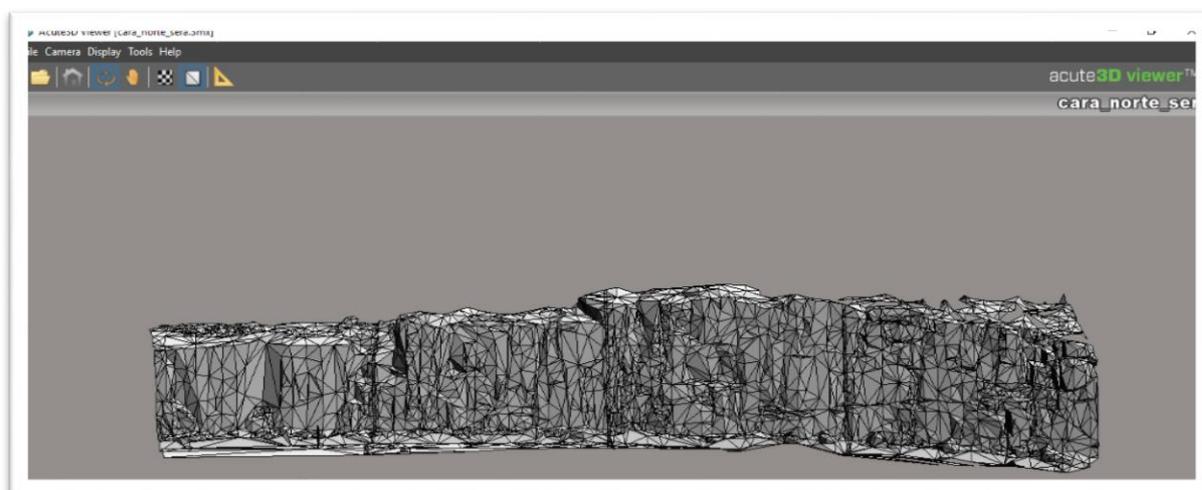


*Fotografía nº 5: fotograma aéreo obtenido con el dron*

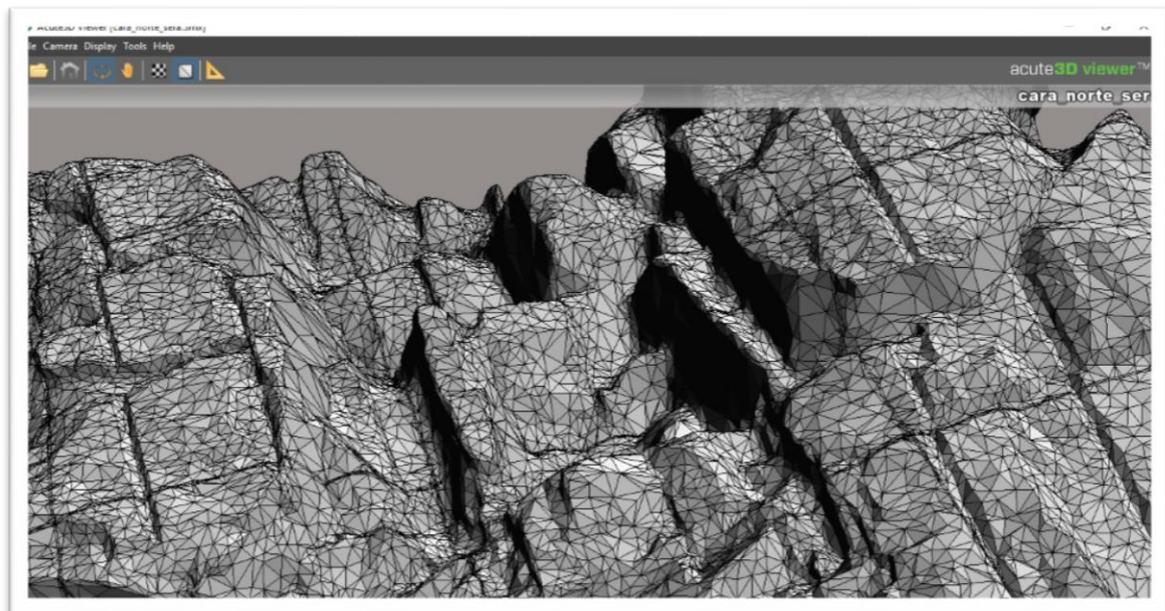
ANEJO N° 2:  
Capturas de pantalla



Capturas 1 y 2: proceso de tratamiento fotogramétrico con ContextCapture



*Capturas 3 y 4: Modelo obtenido: sin textura y con textura*



*Capturas 5 y 6: detalle del modelo 3D, el primero con textura el segundo solamente con la malla 3d de triángulos.*



*Fotografía nº 6: modelo de dron empleado para la toma aérea*



*Capturas 8: ejemplo de un modelo 3D obtenido a partir de un vuelo fotogramétrico con dron en una escombrera minera*

ANEJO Nº 3  
Apoyo Fotogramétrico

<b>Punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Código</b>
1	250416.790	4602648.581	800.828	base 1
2	250450.190	4602641.702	799.334	base 2
3	250402.976	4602645.499	801.266	base 3
4	250435.675	4602641.598	799.698	base 4
5	250414.660	4602653.671	802.316	apoyo
6	250420.609	4602653.069	802.031	apoyo
7	250444.417	4602648.666	801.676	apoyo
8	250394.488	4602640.910	802.786	apoyo
9	250401.097	4602640.457	802.775	apoyo
10	250412.615	4602638.752	803.201	apoyo
11	250415.931	4602638.854	802.798	apoyo
12	250424.181	4602638.029	801.972	apoyo
13	250430.466	4602637.403	802.195	apoyo
14	250437.874	4602635.604	801.981	apoyo
15	250402.976	4602645.499	801.266	apoyo
19	250416.782	4602648.580	800.828	apoyo
20	250393.877	4602654.678	802.043	apoyo
21	250402.242	4602654.030	801.334	apoyo
22	250408.573	4602653.966	802.178	apoyo