



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

Programa de Infraestructura del Transporte  
Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional

**INFORME DE COLABORACIÓN**

EIC-Lanamme-INF-1705-2023

**LEVANTAMIENTO LÍDAR Y DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE  
BUSTO DE CLODOMIRO PICADO**

Elaborado por:

José Francisco Garro y Paulo Ruiz Cubillo

San José, Costa Rica

Noviembre, 2023



Documento generado con base en el Artículo 6, inciso c) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capítulo II, Artículo 14 del Reglamento del Artículo 6 de la precitada ley, publicada mediante Decreto DE-37016-MOPT.

## Introducción

En el presente trabajo, responde una solicitud realizada por el Museo de la Universidad de Costa Rica, donde se le pidió una colaboración a LanammeUCR para generar insumos que les puedan ser de utilidad en la labor de preservación y restauración de la estatua de Clodomiro Picado, emplazada frente a la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. Con el objetivo de proporcionar herramientas fundamentales para futuros procesos de restauración, se llevará a cabo un levantamiento líder con el propósito de obtener una nube de puntos detallada que capture con precisión la geometría tridimensional de la escultura. Esta metodología permitirá una representación digital exhaustiva que servirá como base esencial para intervenciones y análisis posteriores.

Adicionalmente, se realizará una descripción petrográfica minuciosa de la estatua, con el fin de caracterizar el tipo de roca empleada en su elaboración. Este enfoque tiene como finalidad proporcionar una comprensión integral de las propiedades físicas y químicas del material, permitiendo anticipar los desafíos y consideraciones específicas que surgen al abordar la restauración de esta obra. La combinación de datos líder y análisis petrográficos se presenta como un enfoque integral para ayudar a garantizar la preservación a largo plazo de la estatua de Clodomiro Picado, fusionando tecnologías modernas con el conocimiento detallado de los materiales empleados en su creación.

## Objetivos:

- Hacer un levantamiento líder de la estatua de Clodomiro Picado que se encuentra frente a la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica para contar con una nube de puntos que pueda ser utilizada en una futura restauración.
- Hacer una descripción petrográfica de la estatua para caracterizar el tipo de roca que fue utilizada para su confección y así tener claras las características de esta roca a la hora de una restauración.

## Tecnología lidar

El principio con el que funciona la tecnología lidar es simple: hace brillar una pequeña luz en una superficie y mide el tiempo en que tarda la luz en regresar a la fuente. Cuando se hace brillar una luz sobre una superficie, lo que uno realmente está observando es la luz reflejada y regresando a la retina del ojo. Como la velocidad de la luz es igual a  $3 \times 10^8$  km/s = (V), para el ojo humano parece algo instantáneo, aunque no lo es. Por esta razón, el equipo necesario para poder realizar estas mediciones tiene que operar extremadamente rápido. Gracias a los avances tecnológicos y de computación, millones de mediciones se pueden hacer y almacenar en segundos cuando se iluminan diferentes puntos de una superficie con un equipo láser (Campbell & Wynne, 2011).

La fórmula con la que trabajan estos equipos para medir cuán lejos un fotón de luz ha ido hasta un objeto y regresado (Distancia = D), es bastante simple:  $D = (V \times T_v)/2$ , donde  $T_v$  es igual al tiempo de vuelo.

Un escáner lidar emite alrededor de 150 000 pulsos de rayos láser por segundo hacia el objeto o superficie que se quiere estudiar, un sensor mide el tiempo que le toma a cada pulso en llegar y regresar a la fuente emisora. La luz viaja a una velocidad constante y conocida, por lo que el escáner lidar puede medir la distancia entre él y la superficie con muy buena precisión. Al repetir este proceso en una sucesión rápida, el escáner va generando un mapa completo de la superficie que se está midiendo.

La Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGRVN) del PITRA – Lanamme-UCR adquirió en julio del 2012 un escáner láser Leica DC-10, con el objeto de realizar levantamientos de taludes y terraplenes susceptibles a problemas de deslizamiento, en rutas nacionales. Gracias a la tecnología de punta que presenta este instrumento, los modelos creados son más precisos y se obtienen en mucho menos tiempo. Además de taludes e infraestructura, desde el año 2013, Lanamme-UCR ha

colaborado en el escaneado de estructuras que son patrimonio nacional y obras precolombina como esferas o el Monumento Nacional Guayabo.

El equipo Leica C10, es considerado de segunda generación, en el sentido que presenta baterías internas de alta capacidad, y que permiten que el conjunto tenga portabilidad verdadera. Físicamente, tiene el tamaño aproximado de una estación topográfica total, y un peso menor a los 20 kg, lo que permite montarlo en un trípode normal (*Figura 1*).



*Figura 1.* Escáner láser Leica DC-10 utilizado para el levantamiento del busto de Clodomiro Picado. Al fondo a la derecha se puede observar unos de los objetivos de control.

El escáner, presenta un conjunto emisor/receptor láser que es capaz de enviar 50 000 haces de luz por segundo; sin embargo, según el tipo de material superficial del objeto levantado, la tasa de retorno al receptor ronda entre menos de 1%, hasta 5% de los haces emitidos.

### **Resolución del equipo utilizado**

El escáner Leica DC-+10 presenta cuatro niveles de resolución.

Nivel bajo: al escanear un objeto a 50 m de distancia, se obtiene de él una nube de puntos que, en promedio, están separados aproximadamente 5 cm. Es el modo de escaneo más rápido (en promedio, menos de 10 minutos por estación), recomendado para realizar

levantamientos donde el nivel de información que se requiere del objeto o estructura no es muy alto.

Nivel medio: trabajando a una distancia de 50 m, la separación de los puntos del modelo obtenido se reduce a 2 cm. Esta es la configuración usada para la mayor parte de escaneos realizados, dado que brinda un buen balance entre información y tiempo en campo (20 minutos en promedio por estación).

Nivel alto: la separación se reduce a 1 cm aproximadamente, y se recomienda para levantar objetos con mucho detalle, como estatuas. El tiempo por estación de escaneo es de 40 minutos aproximadamente.

Nivel muy alto: la separación es de menos de 5 mm, útil para medir por ejemplo la abertura y longitud de grietas en una pared, o bien obtener pequeños detalles como inscripciones, de esculturas precolombinas. El tiempo por estación de escaneo es de 90 minutos.

## Resultados

### Levantamiento del Monumento de Clodomiro Picado

El monumento a evaluar, se encuentra ubicado frente a la facultad de Biología del campus central. Debido a que por ahí transita gran cantidad de personas, se tomaron las previsiones en la escogencia de los puntos para ubicar el escáner, de tal manera que no impidiera el tránsito de personas, pero que a la vez permitiera obtener una línea de vista sin obstrucciones al objetivo.

Por la experiencia en proyectos similares, se escogieron 4 ubicaciones para el escáner, ubicadas en las diagonales del monumento, de tal manera que se pudiera escanear la totalidad del mismo, sin puntos ciegos o sitios que no se pudieran cubrir. Para amarrar estos 4 puntos, se dispuso de los objetivos de amarre también en 4 puntos, ubicados a los lados del monumento, en una disposición como se muestra en la *Figura 2*.

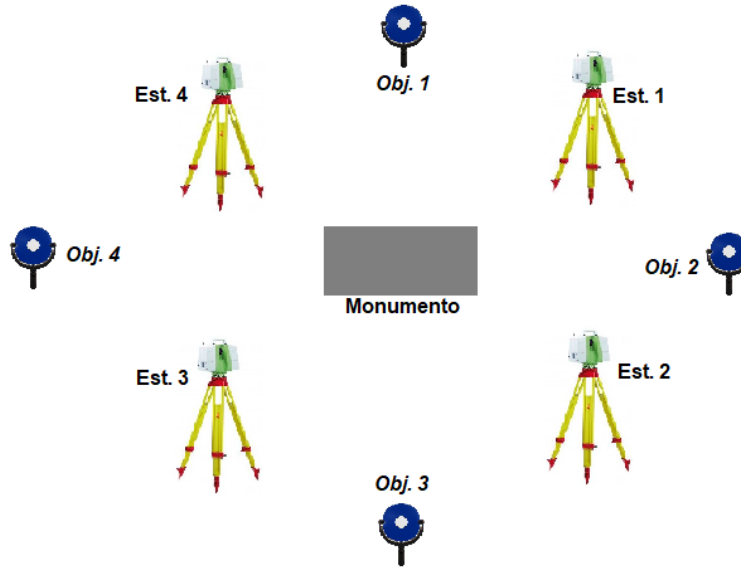


Figura 2. Disposición de los sitios de escaneo y objetivos utilizada en este proyecto.

El levantamiento se realizó el día lunes 30 de octubre, en horas de la mañana. Se fijó el escáner en resolución alta; cada sitio tardó aproximadamente 30 minutos para completarse, para un total de poco más de 2 horas de trabajo en campo. Ya en la oficina, las nubes de puntos obtenidas se descargaron en el programa Cyclone versión 8.0, y se unieron para formar un único modelo. El error de la unión es menor a 1 mm, por lo que la nube de puntos obtenida, representa fielmente el modelo escaneado.

El único inconveniente encontrado en el levantamiento, se relaciona con la altura de la estatua: esto generó un “agujero” en el modelo final, que puede observarse en las imágenes, y que coincide con la ubicación de la parte superior de la cabeza de la estatua. La nube generada, presenta poco más de 4,3 millones de puntos.

A continuación, se presentan ejemplos de las imágenes del modelo obtenido (Figura 3).



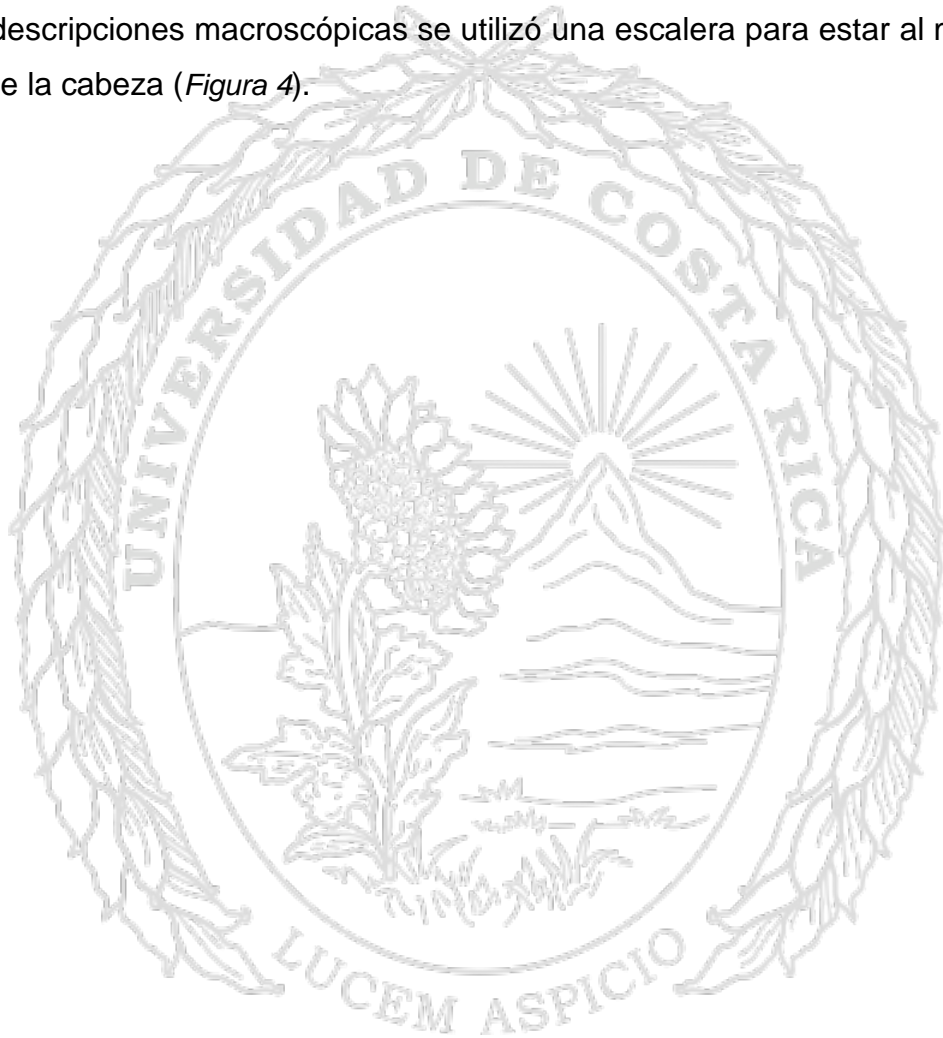
Figura 3 Imágenes del modelo obtenido.

Se tienen más de 90 capturas de pantalla del modelo generado con los datos lidar, estas capturas se muestran en los anexos.

La nube de puntos generada, se encuentra en un formato que puede ser utilizado por varias plataformas de software libre, tal como *CloudCompare*.

## Caracterización Petrográfica

Además del trabajo con el escáner ládar, se procedió a fotografiar y describir varios sitios de la estatua, para realizar una descripción macroscópica de la mineralogía de la roca que fue empleada para hacer esta obra. Se trabajó en la sección frontal del busto, el lado derecho viéndola de frente y la parte trasera de la pieza. Para tomar las fotografías y hacer las descripciones macroscópicas se utilizó una escalera para estar al mismo nivel de altura de la cabeza (*Figura 4*).



*Figura 4. Escalera utilizada para poder describir la escultura a nivel de la cabeza.*



La cámara fotográfica que se utilizó para capturas las imágenes corresponde con una Olympus Tough F2.0 con capacidad para hacer tomas macro. Abajo (Figura 5) se presenta un ejemplo de una de las fotografías obtenidas junto con la escala utilizada.





Figura 5. Fotografías del tipo de roca que conforma la estatua. Los cristales blancos son pajioclasas en una matriz de color gris oscuro.

En los anexos de este documento se presentan otras imágenes capturadas en diferentes partes de la estatua. En la Tabla 1 se describe la textura y características de la roca observada en la estatua, así como su clasificación.

**Tabla 1. Descripción macroscópica de la estatua.**

Textura y características generales	Descripción macroscópica	Clasificación
Textura: Porfírica	Matriz microstalina 70 %, no se le pueden reconocer	Andesita, gris oscuro
Roca volcánica extrusiva típica de los volcanes de la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica. Con grano fino (matriz color gris oscuro).	minerales con lupa o a simple vista, solamente con un microscopio se podría hacer. Fenocristales 30 % Fenocristales identificados:	Esta es una roca holocristalina Con una densidad promedio de 2.65 a 2.7 gr/cm <sup>3</sup>

Con fenocristales de Plagioclasas (28%). Color plagioclasa (cristales de blanco lechoso debido a color blanco lechoso, que se encuentran algunos de hasta 0.5 cm de alteradas por procesos largo) y algunos piroxenos normales de meteorización (color negro) milimétricos. Dureza en la escala de Mohs < 6

Son de tipo Idiomórficas (Forma con bordes regulares) rectangulares alargados y algunos dependiendo de su disposición se ven más cuadrados. Con tamaño promedio de 0.5 cm de largo.

Piroxenos o máficos (2 %) Cristales xenomorficos (Sin forma bien definida) de color negro.

Se observan algunas porosidades probablemente terciarias por abrasión mecánica

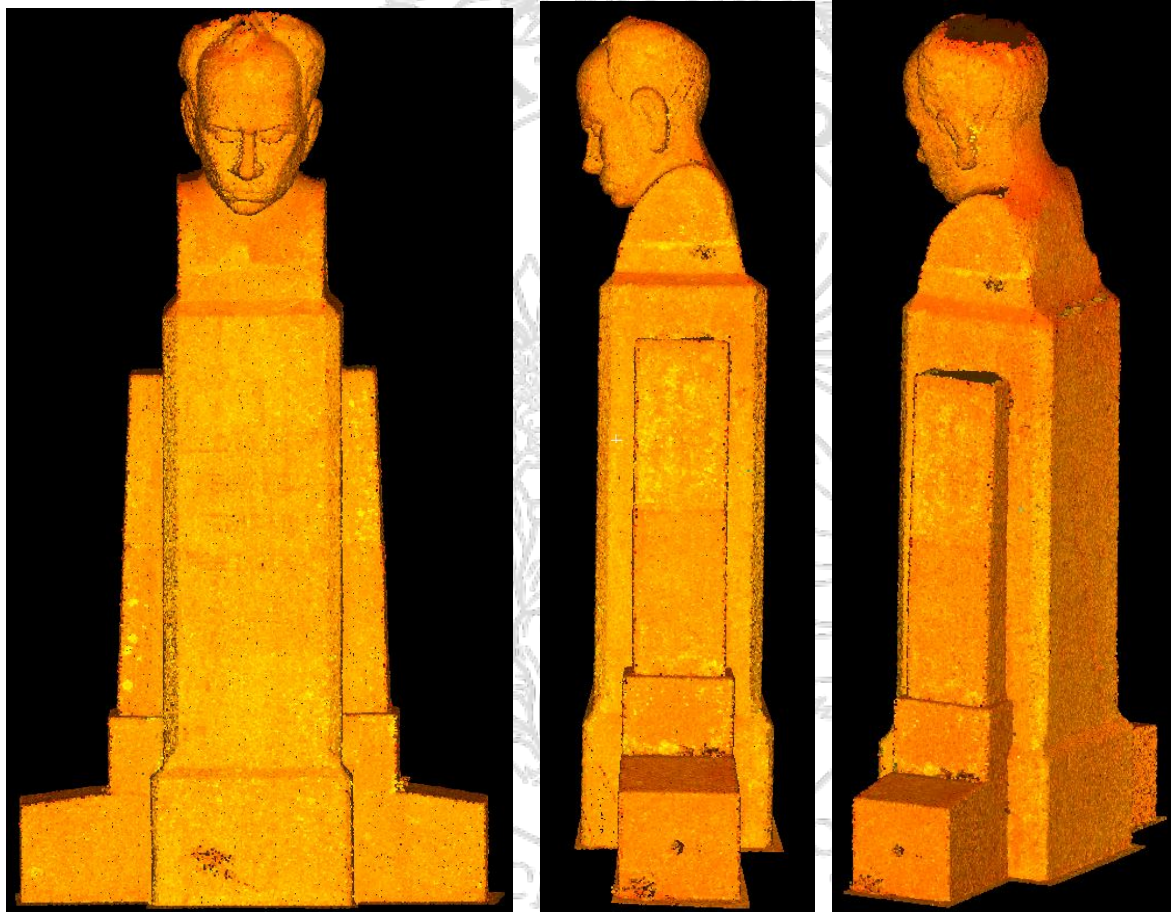
## Conclusiones

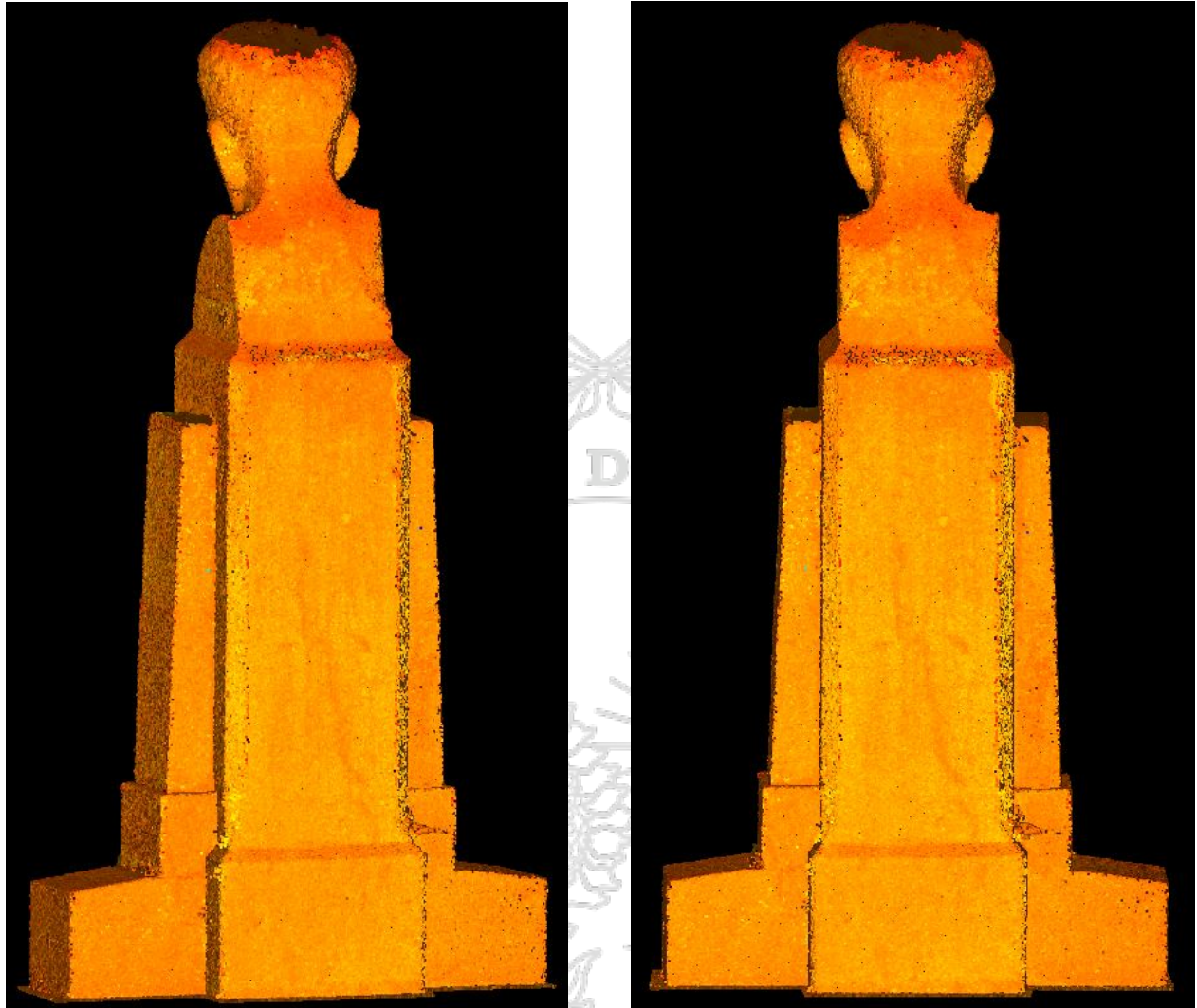
Se pudo hacer un levantamiento exitoso de la estatua de Clodomiro picado con el escáner Leica, DC-10, la única parte que no se pudo levantar es la coronilla de la cabeza por la altura a la que se encuentra y debido a que no hay ángulo de visión con el láser. Se pudo hacer un modelo con muy buena precisión de la geometría tridimensional de la escultura. Esta permite una representación digital detallada que puede ser utilizada como base esencial para las intervenciones y análisis que planea hacer el Museo de la Universidad de Costa Rica.

Se hizo una caracterización petrográfica general de la roca que compone la estatua, proporcionando una comprensión integral de las propiedades físicas y químicas del material, esto va a permitir anticipar los desafíos y consideraciones específicas que surgen al abordar la restauración de esta obra. La roca corresponde con una andesita de color gris oscuro, compuesta por una matriz microcristalina y fenocristales en su gran mayoría de plagioclasas. Este tipo de roca es típico de los volcanes de la Cordillera Volcánica Central que se ha formado en el último millón de años. Mediante análisis químico de fluorescencia de rayos x, con una pistola se podría caracterizar de forma no destructiva la geoquímica de esta roca y esto ayudaría a poder ubicar a cuál de los volcanes podría pertenecer esta lava.

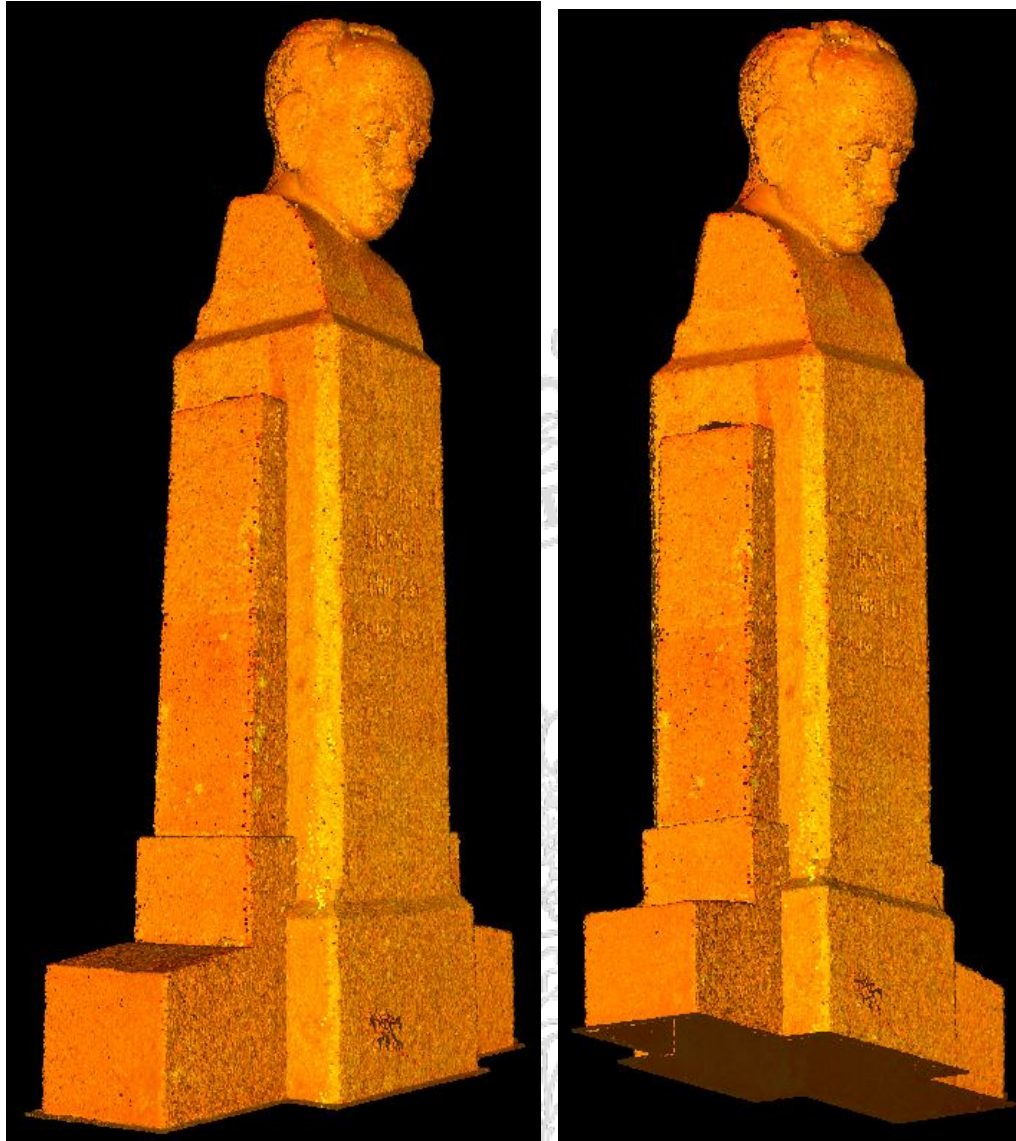
## Anexos

### Capturas de modelo lídar











Fotografías macro del tipo de roca de la estatua



UCEM ASPICI







