

DIGITALIZANDO EL MUNDO REAL

Carlos Ricardo Ricaño Rea¹

carlos.ricagno@hotmail.com

Ángel Ulises Morales Vázquez²

gen_1188@hotmail.com

Cesar Jordán Rosas Ávila²

cj.rosasavila@gmail.com

Miguel Angel Mendoza Guadarrama²

mguelondo_@hotmail.com

Miguel Gabriel Villarreal Cervantes¹

mvillarrealc@ipn.mx

*¹Departamento de Posgrado, Sección de Mecatrónica,
Instituto Politécnico Nacional-CIDETEC*

²UPIITA, Av. Instituto Politécnico Nacional

Resumen

En el presente trabajo se presenta un prototipo digitalizador, cuyos propósitos son ser una plataforma de desarrollo para implementar algoritmos de reconstrucción a partir de triangulación laser así como una máquina operativa capaz de digitalizar objetos físicos y en última instancia poder realizar mediciones directamente en el modelo virtual previamente digitalizado.

1 Introducción

La digitalización del mundo real es una necesidad creciente y de interés para diferentes sectores industriales. La digitalización es una herramienta eficiente para el control de calidad al revisar múltiples puntos de interés en una pieza sin necesidad de tener diversos aparatos de medición o escantillones también resulta útil al momento de hacer reingeniería sobre productos que no cuentan con suficiente documentación. Las ventajas arrojadas por el proceso de digitalizar no solo se concentran en el sector mecánico, resultan útiles para poder obtener modelos de miembros biológicos que necesiten ser analizados o medidos en lugares remotos, igualmente sus frutos pueden ser usados por especialistas que trabajen con modelos virtuales como pueden ser: diseñadores, animadores o publicistas.

Sin embargo la digitalización de objetos es un problema que puede ser atacado desde diferentes flancos, ya sea mediante herramientas de medición mecánicas y programas de dibujo (CAD) o usando equipos digitalizadores como pueden ser los ofertados por compañías como Next Engine [1] o David Laser Scanner [2]

Con el objetivo de incursionar en este segmento industrial que resulta lleno de oportunidades se desarrolla un prototipo digitalizador 3D basado en una estructura mecánica robusta capaz de realizar digitalizaciones en forma cartesiana o polar. El digitalizador 3D está diseñado para poder

realizar mediciones directamente en el modelo digital (el objeto físico digitalizado) evitando así tomar medidas directamente del modelo mecánico usando herramientas de medición como pueden ser calibradores, micrómetros, entre otros.

Varios resultados de digitalización se muestran en este trabajo así como la composición del sistema digitalizador.

2 Digitalización 3D

La digitalización 3D es el proceso mediante el cual se generan modelos digitales a partir de cuerpos físicos, se lleva a cabo principalmente mediante programas de diseño y por la adquisición y tratamiento de imágenes. Esta última opción presenta a su vez un abanico amplio de posibilidades; la tarea de digitalización 3D mediante reconstrucción de imágenes puede ser lograda utilizando técnicas como son: luz estructurada [3], triangulación láser [4] entre otras [5]. Cabe mencionar que dentro del universo de técnicas de adquisición de imágenes para su reconstrucción tridimensional suele aparecer la opción de usar o no estereoscopía [6]. Entre las técnicas ópticas presentadas se eligió la de triangulación láser para el desarrollo y construcción de un prototipo capaz de digitalizar objetos físicos acotados a un volumen cúbico máximo de 0.5m por lado.

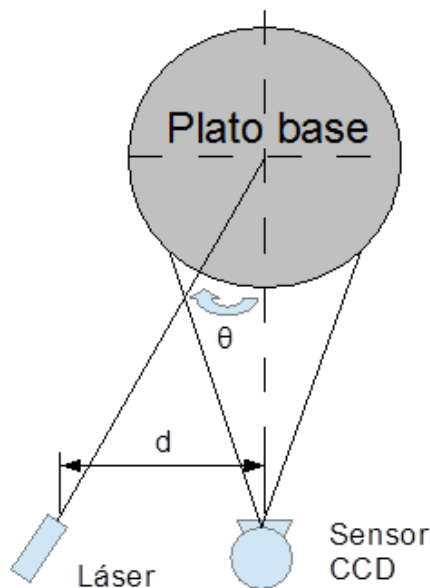


Figura 1 Sistema de adquisición de imágenes (Vista superior)

La triangulación láser, como se ve en la Figura 1 trabaja usando un sensor CCD (siglas en inglés de charge coupled device: 'dispositivo de carga acoplada') y un rayo láser colocado sobre el mismo plano que el CCD y con un ángulo θ y una distancia d conocidos, ambos respecto al eje focal del CCD.

Para lograr la triangulación láser primeramente se ubica el objeto a digitalizar sobre un plato base y se proyecta un plano láser sobre la superficie de dicho objeto como se ve en la Figura 2. El plano

láser al incidir al objeto a digitalizar se ve deformado por la topología del objeto mismo, esta deformación es capturada por el sensor CCD como se observa en la Figura 2.

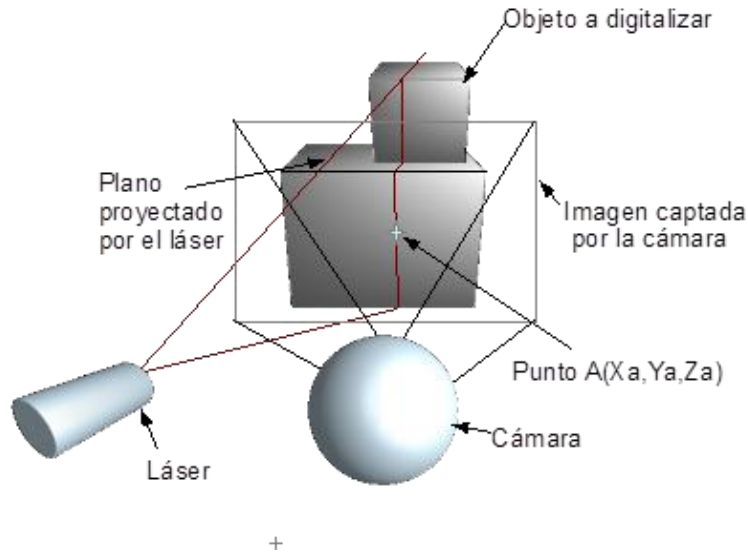


Figura 2 Diagrama de triangulación láser

Los elementos del sistema (cámara y láser), junto con un punto del objeto iluminado por el láser, forman un triángulo. El objetivo de la triangulación láser es encontrar las coordenadas espaciales de este punto (punto A) en un marco referenciado. Cada toma capturada por el CCD generará una imagen como la que se muestra en Figura 3 (b) que es una toma realizada sobre el patrón de la Figura 3(a) vista desde su parte superior.

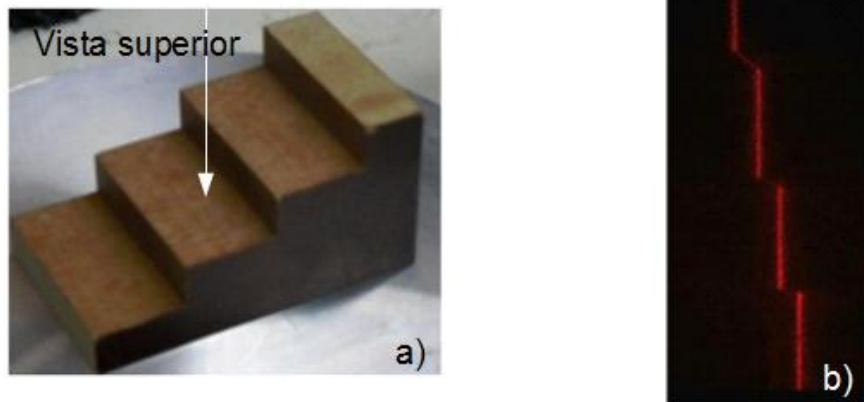


Figura 3 (a) Patrón de medición maquinado, (b) Haz de láser proyectado en patrón maquinado

A partir de cada imagen capturada podemos determinar las coordenadas (X,Y,Z) de cada punto en el que el haz del láser toca al objeto a digitalizar. La captura de una imagen por triangulación láser

genera una imagen como la mostrada en la Figura 3(b), un objeto sin embargo necesita una colección de este tipo de imágenes para ser recorrido por el haz láser por completo por lo que se requieren hacer múltiples tomas de un objeto con un desplazamiento en alguno de los ejes cartesianos, este proceso se visualiza en la Figura 4 donde observamos que para dos imágenes diferentes las lecturas en el eje Y serán absolutas mientras las hechas en el eje X serán relativas y habrá que sumarles un dx , este dx se obtiene mediante el conteo de pasos realizados por un motor a pasos.

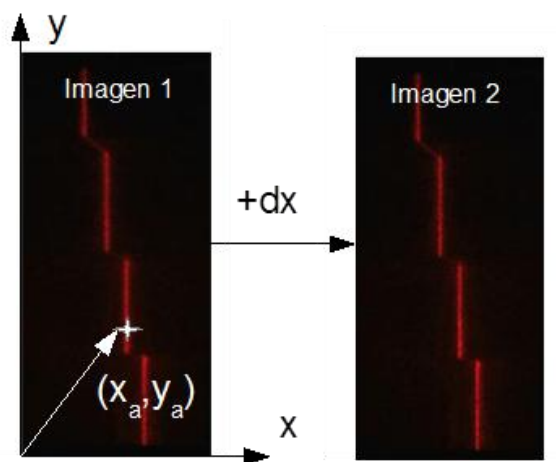


Figura 4 Barrido láser

3 Prototipo de reconstrucción tridimensional

En la Figura 5 se muestra de manera general el procedimiento realizado por el digitalizador, el sistema posicionador ubica a la dupla CCD-Láser en diferentes posiciones para adquirir una colección de imágenes las cuales son filtradas y procesadas por software para generar la nube de puntos que es la representación virtual del objeto físico digitalizado.

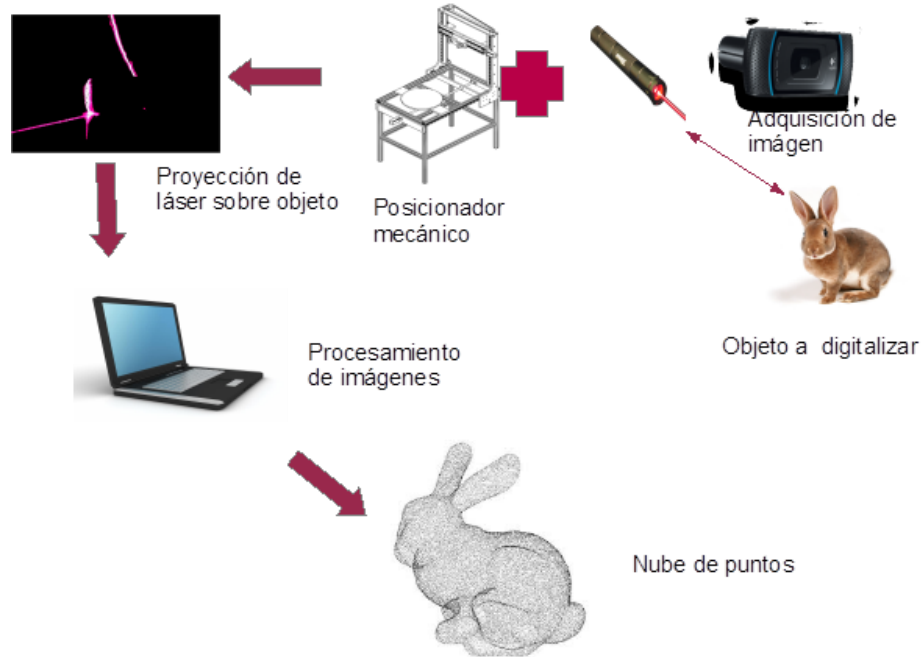


Figura 5 Diagrama de digitalización 3D

El prototipo de digitalización tridimensional para medir objetos en un ambiente virtual debido a su naturaleza mecatrónica se ha dividido en cuatro áreas funcionales las cuales son:

- Posicionamiento cámara objeto.
- Adquisición y pre procesamiento de imagen.
- Análisis de imagen.
- Interfaz.

3.1 Posicionamiento cámara-objeto

Esta área funcional implica la estructura mecánica, etapas de potencia de motores y sistema de control para el posicionamiento del dispositivo de adquisición de imágenes.



Figura 6 Sistema posicionador

En la Figura 6 se muestra el prototipo construido, el sistema posicionador controla la ubicación de la cámara y del objeto con la intención de eliminar todos los puntos ciegos posibles.

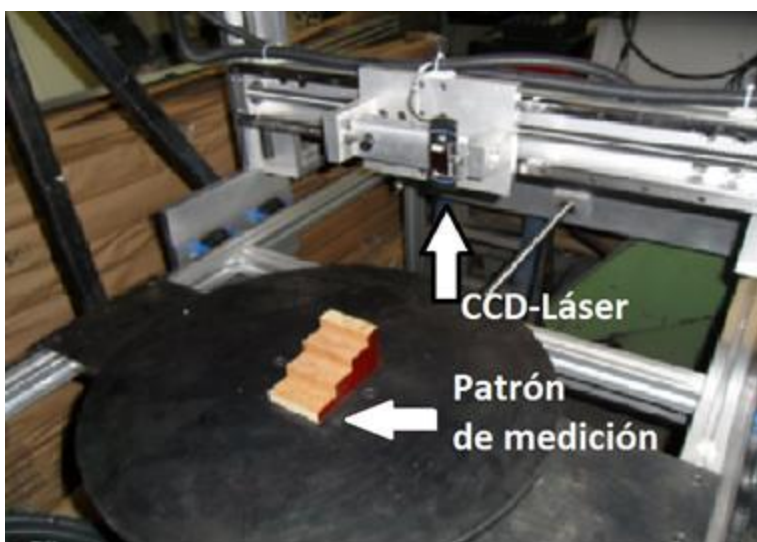


Figura 7 Sistema posicionador (plato de trabajo)

En la Figura 7 se muestra un acercamiento al área de trabajo del prototipo de la Figura 6. La cámara y el láser como se muestran, están montadas en una misma pieza que asegura que la distancia sea constante entre estos elementos así como entre el láser y la cámara.

El prototipo es capaz mantener una posición indefinidamente así como de reportar la posición en que se ubica el conjunto láser-cámara y el objeto a digitalizar en cada toma de imagen para reconstruir posteriormente el cuerpo digitalizado.

3.2 Adquisición y pre procesamiento de imagen

Esta área funcional es la encargada de capturar las imágenes, digitalizarlas y posteriormente transmitir las para su procesamiento. Además trabaja estrechamente con el área de posicionamiento para definir la ubicación de la cámara así como el movimiento requerido para lograr la digitalización. El pre procesamiento que analizará las imágenes capturadas para aislar la línea de láser reflejada se implementa en Matlab como una función dentro del programa de control del sistema.

3.3 Análisis de imagen

Posterior a la adquisición de imagen, se construye una nube de puntos. Esta se crea a partir de asignar una coordenada a cada pixel que ha sido alcanzado por el haz de láser. Así se genera un archivo '*.xyz' que contiene una lista de coordenadas dimensionadas.

3.4 Interfaz

La función de la interfaz será comunicar todas las áreas anteriores entre sí y con el usuario. Deberá controlar el inicio y final del escaneado, el estado de transferencia de la información del dispositivo de adquisición de la imagen, su pre procesamiento y el sistema de análisis de la imagen.

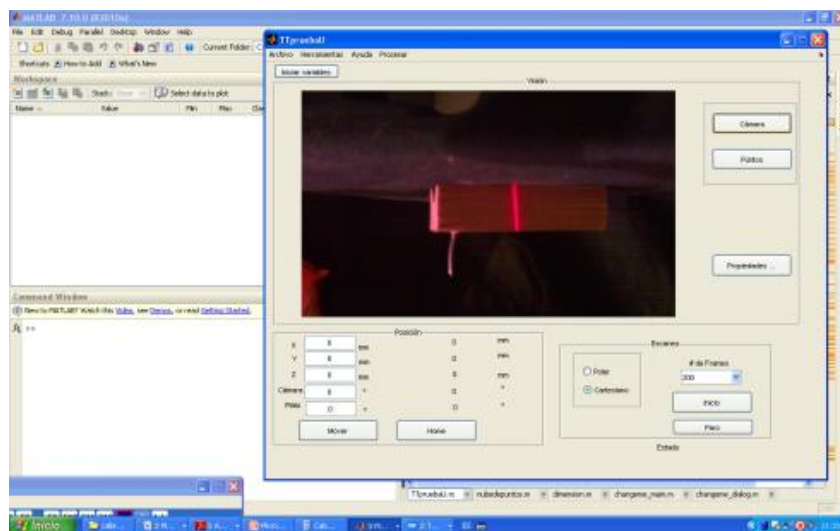


Figura 8 Interfaz gráfica con el usuario

En la Figura 8 se muestra la ventana que sirve al usuario para comunicarse con todo el sistema digitalizador.

La interfaz también debe comunicar el sistema de posicionamiento con el de adquisición de imágenes y comprobar que los estados de cada área funcional correspondan con las instrucciones dadas por el usuario.

Para comunicar el analizador de imágenes con el sistema de posicionamiento se desarrolló el circuito electrónico mostrado en la Figura 9, el circuito mostrado administra también límites de carrera y botón de paro de emergencia.

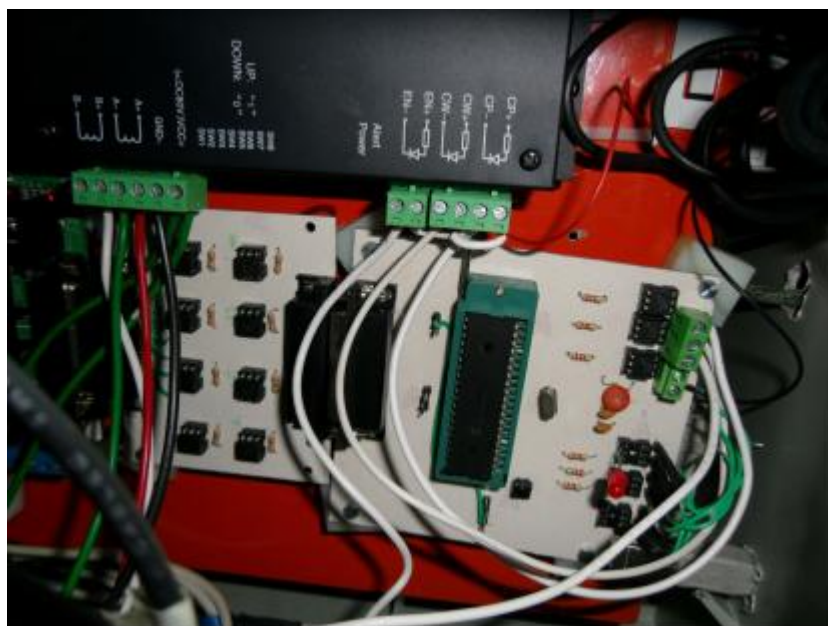


Figura 9 Comunicación electrónica

4 Resultados

Una vez todas las áreas funcionales están trabajando en conjunto se realizaron varias digitalizaciones. En la Figura 10 se muestra la carcasa de una dirección automotriz, debido a la forma de la pieza se opta por mantener el plato fijo y desplazarse sobre un eje cartesiano.



Figura 10 Digitalización de dirección

La nube puntos asociada a la Figura 10 se ve en la Figura 11 .

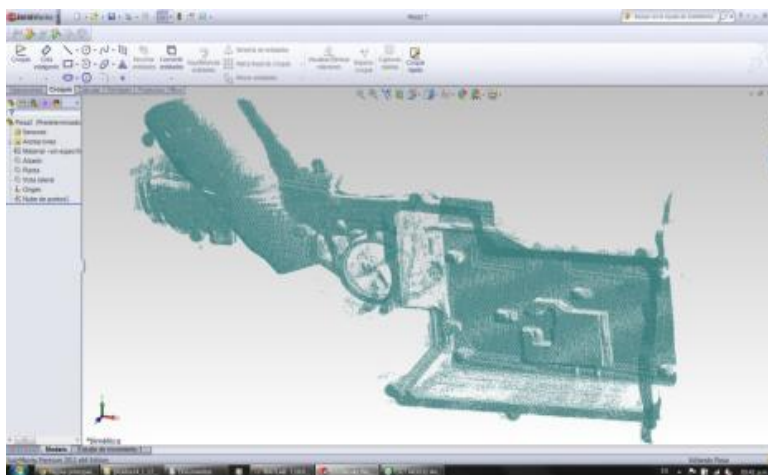


Figura 11 Nube de puntos de dirección

En la Figura 12 se muestra el proceso de digitalización para un hueso, en comparación con la dirección mostrada, el material del hueso refleja menos el láser.

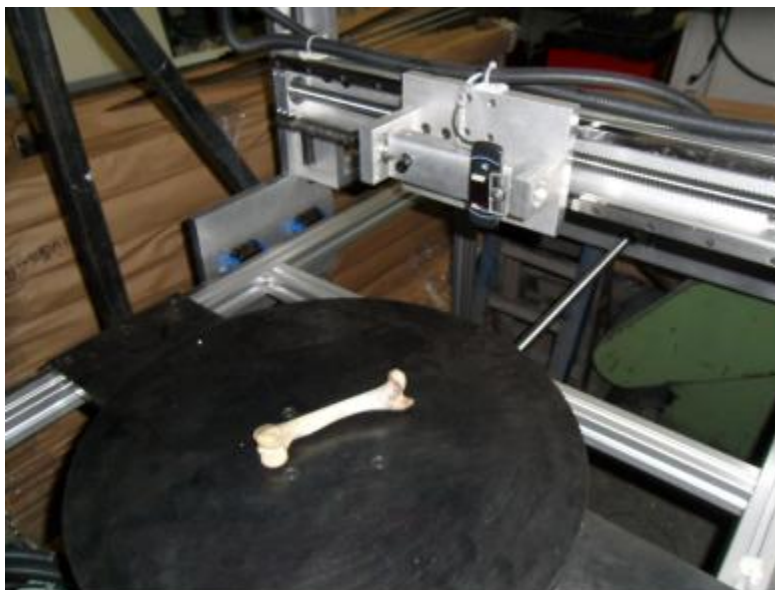


Figura 12 Digitalización de hueso

En la Figura 13 se muestra la nube de puntos resultante del proceso de digitalización de la Figura 12.

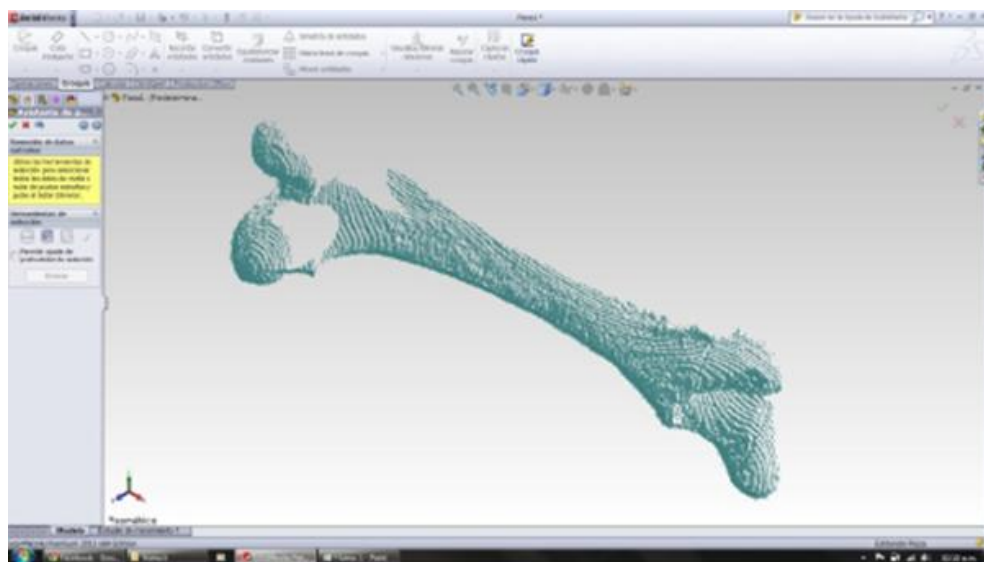


Figura 13 Nube de puntos de hueso

En la Figura 14 se muestra la digitalización de un busto de madera barnizada, esta pieza muestra gran cantidad de relieves y brillos.



Figura 14 Digitalización de busto

En la Figura 15 se muestra la nube de puntos resultante de la digitalización mostrada en la Figura 14.

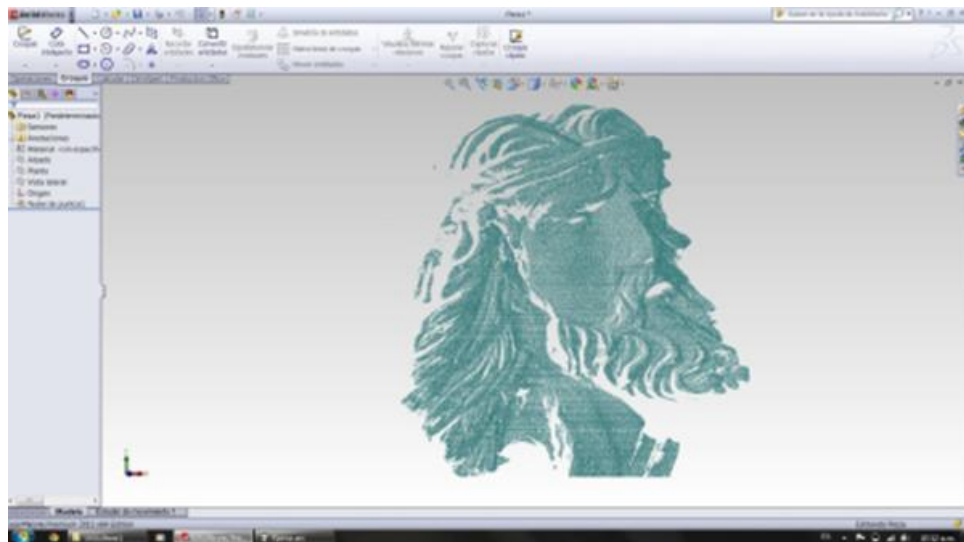


Figura 15 Nube de puntos de puntos

5 Conclusiones

El digitalizador construido muestra su versatilidad mientras es usado en piezas con diferentes formas y materiales. La escalabilidad del sistema es pieza fundamental del prototipo construido pues sus características pueden ser mejoradas mediante la sustitución directa del sistema de visión. Este prototipo gracias a las características mecánicas que integran tornillos de alta precisión y

sistema de bandas dentadas es una plataforma poderosa para el trabajo con nube puntos e implementación de algoritmos de reconstrucción de objetos a partir de triangulación laser.

6 Referencias

- [1] «Next Engine,» [En línea]. Available: <http://www.nextengine.com/>.
- [2] «David Laser Scan,» [En línea]. Available: <http://www.david-3d.com/>.
- [3] F. W. DePiero, «3-D Computer Vision Using Structured Light: Design, Calibration, and Implementation Issues,» *Advances in Computers*, pp. 243-278, 1996.
- [4] M. J. Contreras R., «Dispositivo Óptico De Medida 3-D Con Simetría Cilíndrica: Aplicaciones En Balística,» *Bistua:Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, vol. 7, n° 2, pp. 1-10, 2009.
- [5] E. S. U. Basilio Ramos Barberoa, «Comparative study of different digitalization techniques and their accuracy,» *Computer-Aided Design*, pp. 188-206, 2011.
- [6] S. H. D. J. V. V. A. C. R. Federico Cristina, «Desarrollo de un escáner 3D mediante,» *XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, pp. 689-697, 2007.