

Universidad Tecnológica de El Salvador

FACULTAD: INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS

CARRERA: TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE



TEMA:

“IMPLEMENTACIÓN DEL ESCÁNER 3D PARA GENERAR PIEZAS DE
REPUESTO PARA EL LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS AVANZADAS”.

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

BU OSORIO, ESTEFHANIE YAMILETH.

GÓMEZ FLORES, JOHANNA LISSETTE.

PARA OPTAR AL GRADO DE:

TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE.

SEPTIEMBRE, 2019.

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA.

AUTORIDADES ACADÉMICAS

ING. NELSON ZÁRATE SÁNCHEZ

RECTOR

LIC. JOSÉ MODESTO VENTURA ROMERO

VICERRECTOR ACADÉMICO

ING. FRANCISCO ARMANDO ZEPEDA

DECANO

JURADO EXAMINADOR

ING. MARIO ALBERTO VALLE AGUIRRE

PRESIDENTE

ING. BLADIMIR DÍAZ CAMPOS

PRIMER VOCAL

ING. CLAUDIA LISSETTE RODRÍGUEZ DE DIMAS

SEGUNDO VOCAL

SEPTIEMBRE, 2019

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

ACTA DE EXAMEN PROFESIONAL

HABIÉNDOSE REUNIDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

Ing. Bladimir Díaz Campos, Ing. Claudia Lissette Rodríguez de Dimas, Ing. Mario Alberto Valle Aguirre, a las 12:30m. del día Jueves, veinte de Junio de dos mil diecinueve.

Y LUEGO DE HABER DELIBERADO SOBRE EL EXAMEN PROFESIONAL DE LAS ALUMNAS:

1-Estefhanie Yamileth Bu Osorio Carnet 28-3273-2015

2-Johanna Lissette Gómez Flores Carnet 28-3711-2013

QUIENES PRESENTARON DEFENSA DE SU TRABAJO DE GRADUACION TITULADO:

"Implementación del Escâner 3D para generar piezas de respuesto para el laboratorio de tecnologías avanzadas"

PARA OPTAR AL GRADO DE:

TÉCNICO EN INGENIERIA DE HARDWARE

Y DEL CUAL TAMBIEN EVALUARON LOS CONOCIMIENTOS RELACIONADOS CON EL TEMA DEL MISMO. POR LO QUE ESTE JURADO RESUELVE DECLARAR EL EXAMEN COMO:

Aprobado

YA QUE CUMPLE CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO DE GRADUACION DE LA UNIVERSIDAD.

San Salvador, veinte de junio de dos mil diecinueve.

F. *Bladimir Díaz Campos*

PRIMER VOCAL

Ing. Bladimir Díaz Campos

F. *Claudia Lissette Rodríguez de Dimas*

SEGUNDO VOCAL

Ing. Claudia Lissette Rodríguez de Dimas

F. *Mario Alberto Valle Aguirre*

PRESIDENTE

Ing. Mario Alberto Valle Aguirre

ÍNDICE

No. De Página

Introducción	i
---------------------------	----------

Capítulo I

Planteamiento del Problema

A. Antecedentes	1
1. Definición del Problema	2
2. Objetivos	2
a. Objetivo general	2
b. Objetivos específicos	2
3. Justificación.....	3
4. Limitaciones.....	4
a. Limitaciones temporales.....	4
b. Limitaciones espaciales.....	4
5. Alcances	5

Capítulo II

Marco Teórico

B. ¿Qué es un Escáner 3D?	6
1. Historia del Escáner 3D	7
2. Tipos de Escáner 3D	8
a. Escáner 3D de contacto	8
b. Escáner 3D sin contacto	9
3. Funcionamiento del Escáner 3D por Triangulación.....	10
4. Escáner 3D Ciclop HE3D	12

a. Especificaciones técnicas	13
5. Componentes.....	14
6. Motor Paso a Paso.....	15
7. Cámara Logitech C270 HD.....	16
8. Láser Lineales.....	16
9. Piezas de Plástico Moldeadas por Inyección	17
10. Horus	18
a. Escaneo.....	19
b. Panel de control.....	19
c. Plataforma giratoria.....	20
d. Calibración avanzada	21
11. MeshLab.....	22
a. Características	23

Capítulo III

Metodología

C. Metodología.....	24
1. Descripción General de la Metodología.....	24
2. Justificación de la Metodología	25
3. Participantes	25
4. Método	26
a. Población.....	26
b. Muestra.....	27
5. Instrumentos.....	27
6. Procedimiento	28
7. Estrategia de Análisis.....	29

Capítulo IV

Análisis de Resultados

D. Análisis de Datos.....	30
1. Análisis de Encuesta	30
a. Análisis de encuesta de los alumnos	30
b. Análisis de encuesta de docentes	36

Capítulo V

Conclusión

E. Conclusión	41
---------------------	----

Referencias	43
--------------------------	----

Anexos	46
---------------------	----

Manual de uso para el escáner 3D Ciclop	46
---	----

Manual de Ensamblaje	47
----------------------------	----

Introducción de Ensamblaje	51
----------------------------------	----

Ensamblaje de disco	51
---------------------------	----

Ensamblaje de la estructura.....	54
----------------------------------	----

Estructura del motor	58
----------------------------	----

Estructura de la cámara	59
-------------------------------	----

Manual de Calibración del Escáner 3D Ciclop	63
---	----

Limitaciones de escaneo de objetos	79
--	----

Encuesta	80
----------------	----

Introducción

A continuación, se detalla el contenido del presente trabajo de investigación; el cual, tiene por título: “Implementación del Escáner 3D para generar piezas de repuesto para el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas”.

En el primer capítulo se presenta el planteamiento del problema, iniciando con el apartado de los antecedentes; donde se pone en contexto el ámbito en el cual se desarrollará la investigación. Detallándose áreas claves como los nuevos laboratorios, entre ellos el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas; el cual posee equipos para el desarrollo de prácticas de los estudiantes.

Por medio del problema de investigación, se conoce que la Universidad Tecnológica de El Salvador no cuenta con un escáner 3D; sin embargo, con la implementación de este proyecto, se busca que tanto estudiantes como docentes del campus universitario, se vean beneficiados con esta tecnología. Ofreciendo amplias posibilidades para el desarrollo de modelo en tres dimensiones, enfocadas en las áreas de diseño gráfico, ingeniería y arquitectura.

En el segundo capítulo, se presenta el marco teórico; donde se muestran los diferentes aspectos relacionados al tema principal de investigación: ¿Qué es el escáner 3D?, abarcando desde la historia sobre el desarrollo de los primeros escáneres 3D y su funcionamiento. Otros de los aspectos mostrados, son los dos tipos de escáner 3D que existen; así como el funcionamiento de estos.

Seguidamente se detalla también el escáner 3D a utilizar en este trabajo de investigación, donde se menciona sus especificaciones técnicas y componentes tanto hardware como software que se utilizaron para su ensamblaje y buen funcionamiento; así como también una descripción general de cada uno de los componentes.

El tercer capítulo, puede observarse la metodología de investigación; que se lleva a cabo para la recolección de datos que se obtendrá de los estudiantes y docentes de la Universidad Tecnológica de El Salvador. A continuación, se detallan los instrumentos y procedimientos a utilizar para recolectar la información sobre el conocimiento que tienen del escáner 3D y como este puede ayudar a la elaboración de piezas para los equipos del Laboratorio de Tecnologías Avanzadas.

En el cuarto capítulo se analizan los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los estudiantes acerca del conocimiento del escáner 3D y docentes que tienen conocimiento acerca del laboratorio de Tecnologías Avanzadas.

En el quinto capítulo se encuentra la conclusión del trabajo, donde se menciona la importancia que tiene la implementación de un escáner 3D: ya que será una herramienta útil de utilizar en el laboratorio de Tecnologías Avanzadas.

Capítulo I

Planteamiento del Problema

A. Antecedentes

La Universidad Tecnológica de El Salvador cuenta con diferentes laboratorios dedicados al área de tecnología e innovación entre los cuales podemos mencionar: Redes, Mat Lab, Soporte a la Innovación G'nus, 3D Lab, Diseño Gráfico Tecnología Multimedia y Animación, Cisco, entre otros; en donde se imparten clases prácticas enfocadas a los estudiantes de Diseño Gráfico, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería en Gestión de Base de Datos y las carreras Técnicas dedicadas a las tecnologías.

Las carreras como Técnico en Ingeniería de Hardware y Técnico en Ingeniería de Redes, han utilizado sus propios laboratorios especializados; sin embargo, en el año 2018, ocurrió una serie de cambios tecnológicos en el cual el Laboratorio de Hardware se innovo, convirtiéndolo en un nuevo laboratorio, que tiene por nombre Laboratorio de Tecnologías Avanzadas, en donde se incluirá una nueva área de innovación y desarrollo con el propósito que los estudiantes realicen prácticas y reciban clases prácticas especializadas en cuanto a Nanotecnología, Realidad Aumentada, Robótica, Arduino, Impresión 3D y Escaneo 3D, entre otras áreas, con lo cual se fortalecerá las competencias que se desean fomentar.

Actualmente en el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas se cuentan con dos impresoras 3D, un brazo robótico y dos lentes de realidad aumentada; sin embargo no se

cuenta con un escáner 3D, que es un equipo capaz de recopilar datos de forma rápida de un objeto.

Ahora en día, se conoce la fabricación de piezas o también en la realización de un prototipo estructural con la ayuda de las impresoras 3D; sin embargo, se debe tener en cuenta que pueden generarse problemas en estos equipos. Ya que con ellos no se puede obtener datos exactos de un objeto, tanto de su forma como de su apariencia; sin embargo, ahora con el avance tecnológico se puede optar por un escáner 3D, que es bastante práctico y que puede facilitar el modelamiento de objetos 3D.

1. Definición del Problema

La UTEC no cuenta con piezas de repuestos para los equipos tecnológicos, por eso es conveniente la implementación de un escáner 3D; para facilitar la elaboración de piezas de repuesto para el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas en la Universidad Tecnológica de El Salvador.

2. Objetivos

a. Objetivo general

Implementar un escáner 3D para generar piezas de repuesto para el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

b. Objetivos específicos

- Ensamblar un escáner 3D para la realización de modelos físicos en tres dimensiones.

- Elaborar un manual con los pasos necesarios para la utilización del escáner 3D.
- Diseñar un prototipo de repuesto de equipo informático para el laboratorio de Tecnologías Avanzadas.

3. Justificación

Es importante destacar que la tecnología avanza rápidamente en sus diferentes ramas tales como: medicina, educación, diseño, arquitectura, ingeniería en general, entre otros, es por eso que la sociedad está en constantes cambios. Las nuevas tecnologías se involucran cada vez más en la vida del ser humano y puede observarse el impacto que tiene en múltiples áreas, principalmente en el entorno educativo; que son las nuevas generaciones que van adquirir nuevos conocimientos y habilidades que les permiten aplicar las tecnologías en beneficio de la sociedad.

De este modo, por medio de este proyecto de investigación se desea proporcionar al Laboratorio de Tecnologías Avanzadas un escáner 3D; para que dentro del mismo laboratorio puedan elaborarse piezas de repuesto de alguno de los equipos que son utilizados por docentes y estudiantes, permitiendo con ello que se reduzcan los tiempos de espera y costo que genera la compra de nuevos repuestos.

Es importante tener en cuenta que actualmente la universidad no posee un escáner 3D para la realización de actividades; como la fabricación de piezas de repuesto, que cualquiera de los equipos mencionados pueda necesitar en caso de averías o por falta de un repuesto de fábrica. Es por eso, que el escáner 3D tiene como principal

objetivo facilitar la recolección de datos de un objeto real y construir modelos digitales en tres dimensiones.

4. Limitaciones

a. Limitaciones temporales

El proyecto tendrá una duración desde el mes de febrero 2019 hasta junio 2019, ya que es el tiempo que se tendrá para desarrollarlo en la Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC).

b. Limitaciones espaciales

Calle Arce entre 19 Av. Norte y 21 Av. Norte edificio Francisco Morazán quinta planta en el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas.



Figura 1, Ubicación del Laboratorio de Tecnologías Avanzadas, Universidad Tecnológica de El Salvador.

5. Alcances

A continuación, se presentan los alcances que se abordaran sobre la investigación.

Tabla 1, Alcances del proyecto.

PROMESA	PRODUCTO
1. Ensamblar un escáner 3D para la realización de modelos físicos en tres dimensiones.	Entregar un escáner 3D.
2. Elaborar un manual con los pasos necesarios para la utilización del escáner 3D.	Manual paso a paso para el uso del escáner 3D en el modelamiento de objetos.
3. Diseñar un prototipo de pieza de repuesto de equipo informático para el laboratorio de Tecnologías Avanzadas.	Prototipo de pieza de repuesto de un equipo informático para el laboratorio Tecnologías Avanzadas.

Capítulo II

Marco Teórico

B. ¿Qué es un Escáner 3D?

Un escáner 3D es un dispositivo capaz de analizar objetos y recopilar los datos sobre su forma y posiblemente su apariencia (por ejemplo, su color). Estos datos generan nubes de puntos de 360 grados del objeto escaneado y como resultado crea un archivo capaz de construir modelos tridimensionales digitales que se puede guardar y por medio de programas se podrá modificar ya sea su longitud o tamaño.



Figura 2, Escáner 3D.

1. Historia del Escáner 3D

El escaneo 3D se desarrolló durante la última mitad del siglo XX en un intento por recrear con precisión las superficies de diversos objetos y lugares. Esta tecnología es especialmente útil en campos de investigación y diseño. La primera tecnología de escaneo 3D fue creada en la década de 1960. Los primeros escáneres utilizaron luces, cámaras y proyectores para realizar esta tarea. Debido a las limitaciones del equipo, a menudo llevó mucho tiempo y esfuerzo escanear objetos con precisión. Después de 1985, fueron reemplazados por escáneres que podían usar luz blanca, láseres y sombras para capturar una superficie determinada. (Smith, 2018)

Con la llegada de las computadoras, fue posible construir un modelo altamente complejo, pero el problema vino con la creación de ese modelo. Las superficies complejas desafiaron la cinta métrica, por lo que en los años ochenta, la industria de fabricación de herramientas desarrolló una sonda de contacto, que permitió crear un modelo preciso, pero fue muy lento. El objetivo era crear un sistema, para capturar la misma cantidad de detalles, pero a una velocidad mayor, los expertos líderes comenzaron a desarrollar tecnología óptica, porque el uso de la luz era mucho más rápido que una sonda física. (Smith, 2018)

Una de las primeras aplicaciones fue capturar humanos para la industria de la animación. Los Laboratorios Cyberware de Los Ángeles desarrollaron este campo en los años ochenta con su Head Scanner. A mediados de los años noventa se habían convertido en un escáner de cuerpo completo. El primer escáner 3D que titularon

REPLICA se lanzó por primera vez en 1994. Permitió un escaneo rápido y altamente preciso de objetos muy detallados que progresan seriamente en el escaneo de banda láser. Mientras tanto, Cyberware estaba desarrollando sus propios escáneres de alto detalle, algunos de los cuales también podían capturar el color de los objetos, pero a pesar de este progreso, el verdadero escaneo tridimensional, con estos grados de velocidad y precisión, seguía siendo difícil de alcanzar. (Smith, 2018)

En 1996, los escáneres 3D tomaron las tecnologías clave de un brazo de operación manual y un escáner 3D de banda, lo que dio como resultado el primer sistema de captura de realidad increíblemente rápido y flexible del mundo. Las tecnologías avanzadas ahora producen modelos complejos que incorporan texturas y colores, que ahora se pueden producir en minutos. (Smith, 2018)

2. Tipos de Escáner 3D

Existen diferentes tipos de escáneres 3D se pueden clasificar, según su diseño, campos de aplicaciones y algunos son ideales para el escaneo de corto alcance, mientras que otros son más adecuados para el escaneo de medio o largo alcance. Entre los tipos de escáneres podemos mencionar:

a. Escáner 3D de contacto

Este escáner 3D examinan la superficie con un elemento, al que se llama palpador, que se apoya y va recorriendo sobre la pieza capturando la geometría del objeto a escáner, sin embargo, tiene la desventaja que el palpador puede dañar la

superficie de los objetos artísticos, históricos o de valor. Donde son de mayor utilidad son para control dimensional en fabricación ya que su precisión es muy elevada. Como ejemplos tenemos las maquinas tridimensionales que se usan en ingeniería y los brazos del fabricante faro. (GP, 2015)

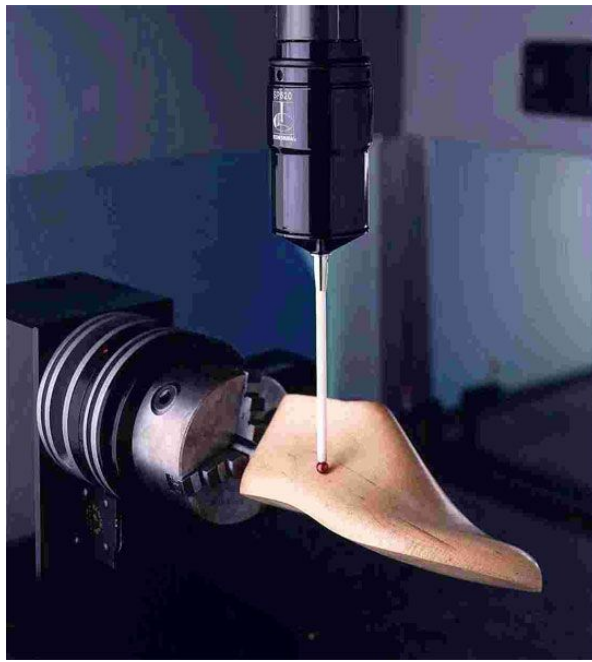


Figura 3, Escáner 3D con contacto.

b. Escáner 3D sin contacto

Se pueden mencionar tres distinciones: Escáneres láser, de luz blanca estructurada y de tiempo de vuelo. El escáner laser funciona por triangulación, esto es proyectando un láser que va recorriendo el objeto y una cámara se encarga de analizar el láser para determinar las coordenadas XYZ.

El escáner de luz blanca estructurada emite un patrón de luz (normalmente de líneas paralelas) sobre el objeto y una cámara analiza la deformación del patrón para formar la geometría. (GP, 2015)



Figura 4, Escáner 3D sin contacto.

3. Funcionamiento del Escáner 3D por Triangulación

Su funcionamiento se basa en la emisión de un haz de luz láser, el cual incide sobre un elemento y rebota volviendo al escáner, calculando este la distancia al punto. El escáner posee un espejo el cual gira sobre un eje rotacional sobre el que se emite la luz láser. (Fernandez, 2019)

Esto nos permite documentar geométrica y visualmente una realidad física con gran detalle, rapidez y precisión. Si adicionalmente se recoge la información del color en cada punto, se puede determinar y reproducir el color de la superficie representada.

(Castella, 2018)

El escáner captura las coordenadas geográficas de todas las superficies que lo rodean en un radio limitado, en cuestión de minutos y sin contacto con los elementos medidos. Además, cuenta con la incorporación cámaras fotográficas, que registran la información del rango visible, lo que aporta una información infinita del objeto.

(Castella, 2018)

Esto nos devuelve una nube de puntos independientes que registran todo, desde el detalle de la superficie y la textura y algunos escáneres hasta el color para así formar una superficie y obtener una malla del objeto escaneado. El proceso de mallado gracias a programas de digitalización 3D que une estos conjuntos de datos o nube de puntos utilizando la distancia entre la posición de la cámara y la fuente laser y así generar modelos digitales 3D.

Escáner 3D se utiliza en una variedad de campos e investigación académica. Ha beneficiado a diseño de ropa y productos, la industria automotriz y la ciencia médica. Sistema de escaneo láser también puede utilizarse para registrar edificios, especialmente en los lugares que la gente no puede acceder debido a riesgos de seguridad. (Nerlich, 2012)

En este proyecto se desarrollará un escáner 3D basado en la técnica de triangulación, ya que es bastante útil para el escaneo de objetos a corta distancia.

Existen diferentes tipos de escáner por triangulación entre el cual podemos mencionar el Escáner 3D Ciclop que es un escáner de código abierto que el estudiante o docente de la Universidad Tecnológica de El Salvador pueda utilizarlo para generar

piezas de repuesto de algunos equipos del Laboratorio de Tecnologías avanzadas entre los cuales podemos mencionar: algunas piezas de la impresora 3D, Piezas para el brazo robótico e incluso piezas del mismo escáner.

4. Escáner 3D Ciclop HE3D



Figura 5, Escáner 3D Ciclop.

Es un escáner basado en triangulación 3D que incorpora un par de láseres que proyectan dos líneas sobre un objeto que gira en una plataforma rotativa. Mediante una cámara se capturan tanto las texturas como las formas del objeto escaneado. Los datos de la cámara se utilizan para construir una nube de puntos 3D del objeto. (Frutos, 2017)

Para poder procesar toda la información obtenida mediante la cámara y gestionar las opciones y parámetros del escáner, se desarrolló Horus, una aplicación multiplataforma y libre.

El escáner 3D Ciclop permite escanear objetos de hasta 250 mm de diámetro por 205 mm de ancho a una resolución de hasta 500 micras en un tiempo aproximado de 5 minutos. (Frutos, 2017)

a. Especificaciones técnicas

- Precisión de escaneado: 0,5 mm.
- Pasos por rotación: 1600 max (1 / 8th microaspping)
- Peso máximo soportado: 3 KG.
- Tiempo de escaneo típico (configurable): 2-8 minutos
- Volumen de escaneo 3D:
 - Diámetro: 250 mm
 - Altura: 205 mm
- Software:
 - Horus 100% software libre
 - Archivos de salida: PLY
 - Control del firmware por G-code
 - Solución completa multiplataforma: Linux, Windows, Mac (pronto)
- Conectividad
 - Placa controlada por USD. (infornet, 2019)

5. Componentes

En el escáner 3D ciclop se utilizarán los siguientes componentes software y Hardware (HE3D, 2019)

- Motor paso a paso nema 17.
- Cámara HD.
- Fuente de alimentación de 12 V 1.5 A.
- HE3D 3D escáner motherboard integrado de UNO y ZUM.
- Láser Lineales.
- Piezas de plástico moldeadas por inyección.
- Programa Horus
- Programa MeshLab o Blender

Los programas son compatibles para la instalación en sistemas operativos Windows XP, 7, 8, y Windows 10.

Para la instalación de los programas MeshLab, Blender y Horus se utilizará Windows 10 para su correcta calibración, escaneo y conversión de formatos PLY a STL y tener como resultado un modelo 3D que se podrá visualizar en Horus.

6. Motor Paso a Paso



Figura 6, Motor paso a paso.

Un motor paso a paso es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de pulsos eléctricos en desplazamientos angulares, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control. La característica principal de estos motores es que el paso puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de 1.8° . (Mecafex, 2017)

Es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso (90°) y 200 para el segundo caso (1.8°), para completar un giro completo de 360° . (Palazzesi, 2008)

El motor paso a paso se utilizará para darle rotación de 360° grados a la base del escáner 3D y por medio de los láseres lineales y la cámara a utilizar se recopilará los datos de las piezas a escanear.

7. Cámara Logitech C270 HD

La cámara logitech es una de las principales herramientas a utilizar ya que esta permite llevar a cabo la captura de imágenes del objeto a escanear y así poder realizar el proceso de triangulación mediante la discriminación de los pixeles de interés del láser reflejado en el objeto. Al igual que es muy importante a la hora de poder calibrar el escáner.



Figura 7, Cámara Logitech.

8. Láseres Lineales

Los láseres lineales son otro elemento importante tanto para la calibración del escáner 3D como para la captura geométrica y textura del objeto. Utiliza la proyección de 2 láseres, el objeto se coloca en una plataforma giratoria. A medida que gira el objeto, los láseres de dos líneas iluminan el objeto desde dos ángulos diferentes. Cada láser

tiene una lente de difracción giratoria montada en la parte frontal que proyecta una línea láser y al rotar permite enfocar la línea láser.



Figura 8, Láser lineales.

9. Piezas de Plástico Moldeadas por Inyección

El moldeo por inyección de plásticos es el proceso de fundir gránulos de plástico (polímeros termoestables o termoplásticos) que, cuando están lo suficientemente fundidos, se inyectan a presión en la cavidad de un molde, que rellenan y solidifican para crear el producto final. (Protolabs, 2019)

Para las piezas utilizaremos piezas de plástico moldeadas por inyección ya que son mucho más fáciles de instalar y son más duraderas, aunque se puede optar por piezas impresas en 3D.

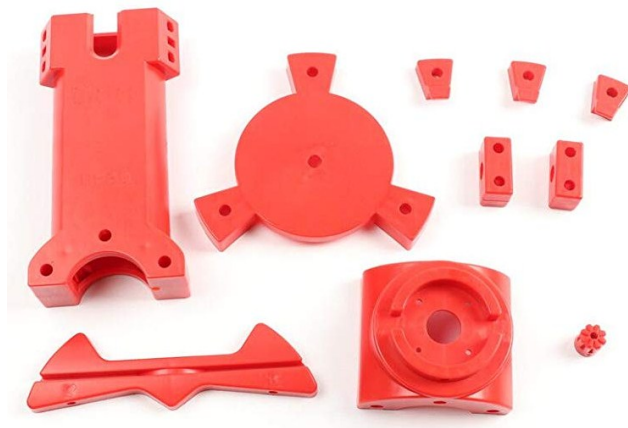


Figura 9, Piezas de plástico moldeadas por inyección.

10. Horus

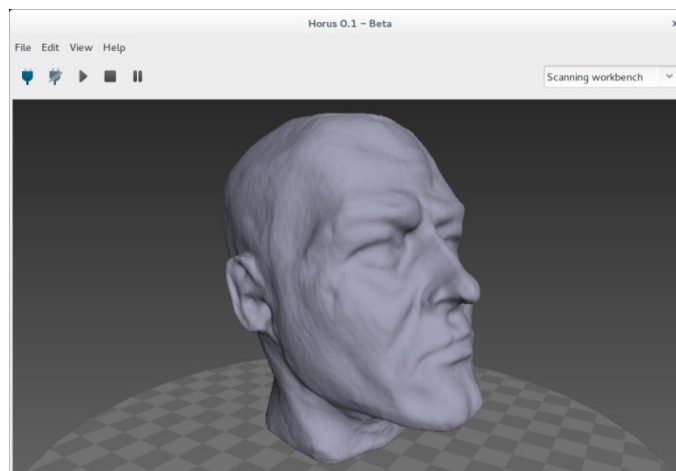


Figure 10, Ventana principal de Horus.

Horus es una aplicación multiplataforma orientada al control de escáneres 3D libres. Proporciona una interfaz gráfica para gestionar las comunicaciones, la captura y

sincronización de datos, el procesamiento de imagen, los procesos de calibración y la generación y visualización de nubes de puntos. (Arroyo, Diwo, 2015)

El firmware se ha desarrollado a partir de GRBL, utilizado en otros proyectos como Marlín (el firmware de las impresoras 3D libres). (Arroyo, Diwo, 2015)

a. Escaneo

Este banco de trabajo es donde se realiza el proceso de escaneado 3D. Este proceso genera una nube de puntos tridimensional a partir de un objeto físico. Tiene tres componentes: (Horus, 2016)

- Panel de ajustes
- Panel de video
- Escena 3D

b. Panel de control

Este banco de trabajo permite un control libre de todos los componentes del escáner por separado: la cámara, los láseres, el motor y finalmente aparece una terminal de comandos G-code, que son los comandos de comunicación con el procesador.

En esta sección se permitirá ajustar los parámetros de la cámara ya sea su brillo, contraste, saturación, resolución, distorsión, entre otros. También permite la configuración del motor paso a paso como la velocidad angular, aceleración angular y el movimiento de giro. (Arroyo, Diwo, 2015)

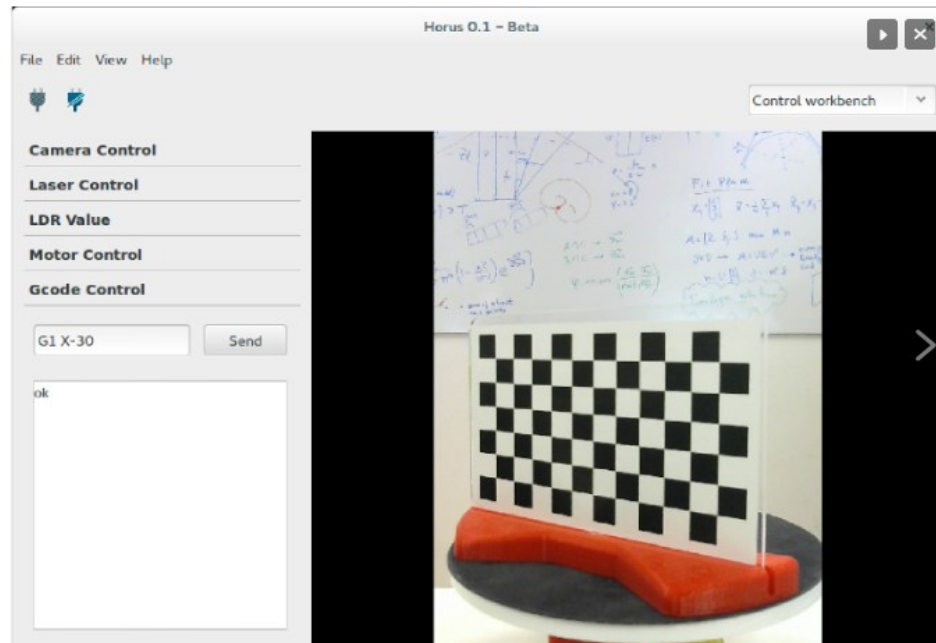


Figura 11, Ventana de panel de control.

c. Plataforma giratoria

- Mostrar centro: muestra el centro de la plataforma utilizando los valores actuales de la calibración.
- Paso: es el ángulo que avanza el motor en cada iteración de escaneado. Cuanto menor sea el paso, mayor será la resolución radial, así como el tiempo de escaneo. El valor por defecto es 0.45° , que se corresponde con 800 pasos por vuelta.
- Velocidad: es la velocidad con la que avanza el motor en grados por segundo. El valor por defecto es $200^\circ/\text{s}$.

- Aceleración: es la aceleración del motor en grados por segundo al cuadrado. El valor por defecto es $200\text{ }^{\circ}/\text{s}^2$. (Horus, 2016)

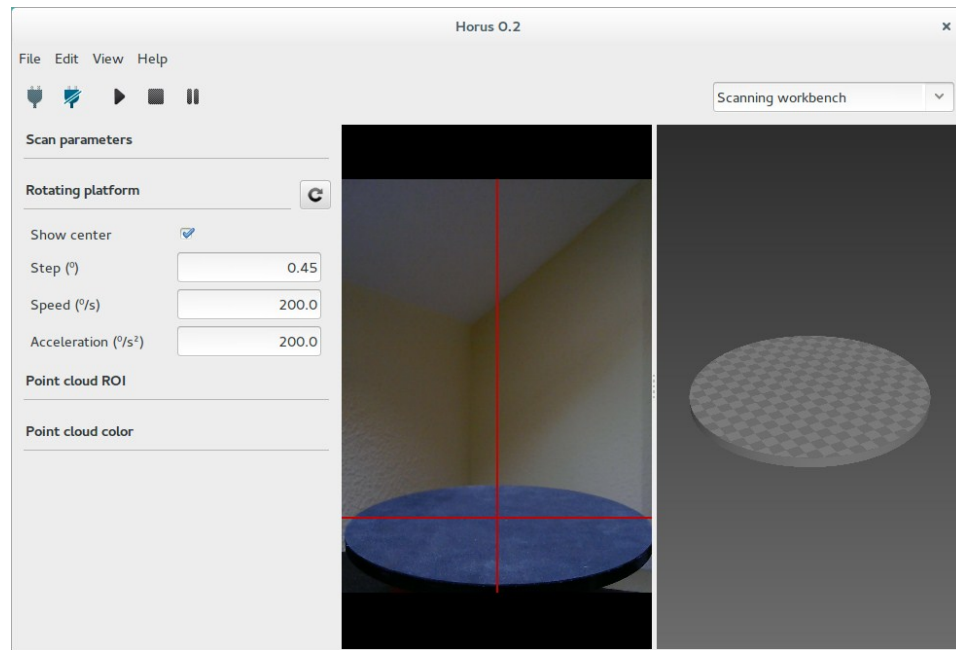


Figura 12, Plataforma giratoria.

d. Calibración avanzada

El banco de trabajo de calibración permite ajustar los parámetros de la cámara para obtener una calibración óptima y realizar los tres procesos que determinan los parámetros fundamentales del escáner: calibración del sensor de la cámara y la lente, calibración entre la cámara y los módulos láser y calibración entre la cámara y la plataforma giratoria. (Arroyo, Diwo, 2015)

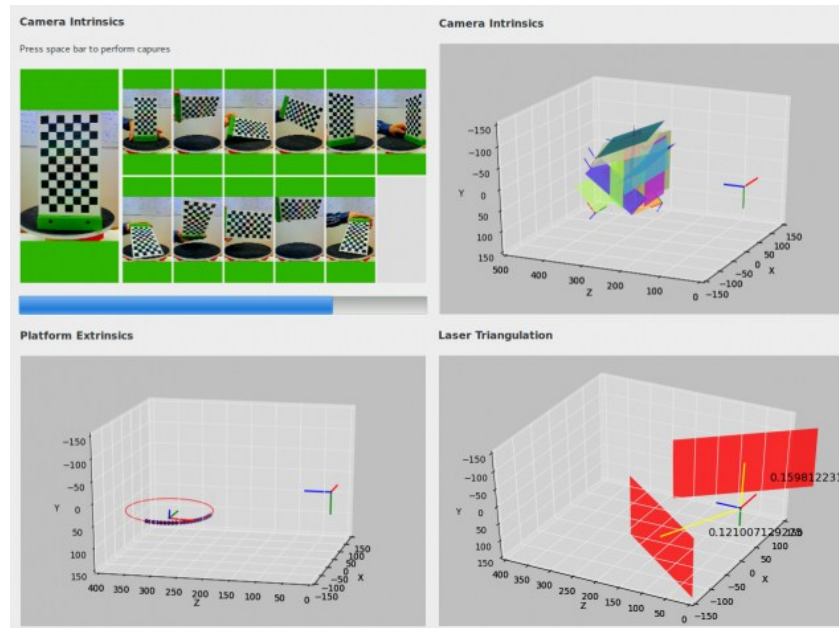


Figure 13, Ventana de calibración.

11. MeshLab

MeshLab es un programa de software libre de procesamiento y tratamiento de mallas 3D. Concretamente se pueden realizar operaciones como eliminar ruido, calcular las normales de los puntos, alinear varias nubes de puntos, reconstruir la malla, aplicar texturas, entre otros. (Arroyo, Diwo, 2015)

MeshLab, puede procesar datos producidos por herramientas de digitalización 3D y preparar modelos 3D para su impresión 3D.

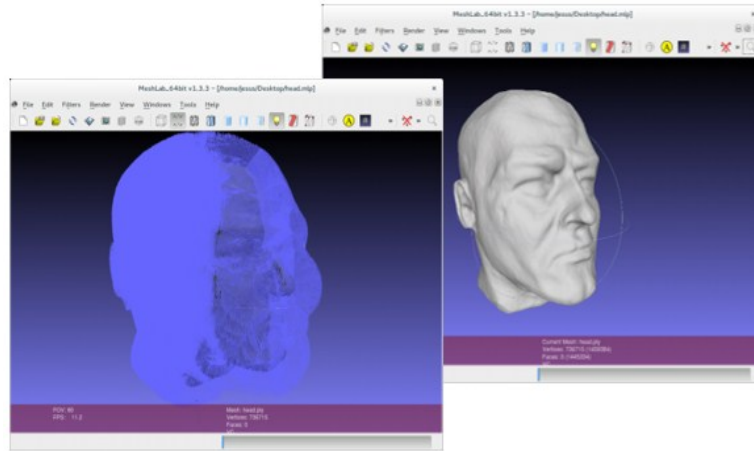


Figure 14, MeshLab.

a. Características

- Adquisición 3D: Alineación: proporciona una herramienta poderosa para mover las diferentes mallas a un sistema de referencia común, capaz de administrar un gran conjunto de mapas de rango. (MeshLab, 2016)
- Adquisición 3D: Reconstrucción: proporciona varias soluciones para reconstruir la forma de un objeto, desde volumétricas (Cubo de marcha) hasta superficies implícitas (Poisson apantallado).
- Adquisición 3D: Mapeo de color y texturas: Se proporcionan varios métodos automáticos y asistidos para obtener una codificación de color de alta calidad, con mapeo por vértice o textura.
- Limpieza de modelos 3D: ofrece una variedad de características para manipular la escala, la posición y la orientación de un modelo 3D.

Capítulo III

Metodología

C. Metodología

1. Descripción General de la Metodología

La Metodología de la investigación, se refiere a un campo más concreto y limitado dentro del proceso de la investigación; específicamente a la operatoria de este proceso a las técnicas, procedimientos y herramientas de todo tipo que intervienen en la marcha de la investigación. (Hoyos Salazar & Castro Grisales, 1998)

La metodología seleccionada, es la investigación de campo; ya que se recolectarán datos o información empírica directamente con las personas involucradas que utilizarán el laboratorio de Tecnologías Avanzadas. Del mismo modo, se pretende saber si se tiene conocimiento acerca del tema planteado; esto ayudara a comprender y analizar mejor el problema de investigación.

Este documento se enfoca principalmente, en la implementación de un escáner 3D y cómo puede ayudar a obtener réplicas de otros equipos para el laboratorio de Tecnologías Avanzadas en la Universidad Tecnológica de El Salvador; ya que con él se pretende tener de una forma digitalizada las piezas mucho más rápido y exactas a la hora de una impresión 3D.

2. Justificación de la Metodología

La investigación de Campo se caracterizaría principalmente, por la acción del investigador en contacto directo con el ambiente natural o las personas sobre quienes se desea realizar el estudio en cuestión. (El pensante, 2019) .

Al elegir la metodología de campo, se tiene como ventaja llevar a cabo la investigación en el lugar del problema de estudio; que se llevará en el campus de la Universidad Tecnológica de El Salvador y así poder tener una participación directa con las personas que harán uso del escáner 3D en el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas. Del mismo modo, permite tener un conocimiento más a fondo del problema de investigación y se podrán manejar los datos con más seguridad y soporte al momento de manipular la información obtenida; con el fin de poder analizar, lograr los objetivos y resolviendo el problema planteado.

3. Participantes

Los participantes que son parte de la investigación son cuatro, a continuación se detallan sus nombres y la relación con el proyecto:

- Licenciado Luis Palomo coordinador del laboratorio de Redes y Tecnologías Avanzada, quien fue seleccionado ya que posee conocimiento sobre el funcionamiento y distribución de los equipos de los laboratorios que coordina

- Ingeniera Claudia de Dimas asesora del proyecto de tesis, que tiene conocimiento sobre el problema de investigación a presentar; así como también acerca del escáner 3D.
- Johanna Gómez y Estefhanie Osorio responsables del proyecto de tesis a presentar que tiene por tema: “Implementación del escáner 3D; para generar piezas de repuesto para el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas”.

4. Método

La encuesta es una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación, mediante las cuales se recogen y analizan una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características. (Monti, 2013)

a. Población

Para la encuesta se eligió principalmente a los estudiantes de las Carreras de: Técnico en Ingeniería de Hardware, Licenciatura en Informática e Ingeniería en Sistemas; ya que estas son las carreras que contienen asignaturas que son parte del estudio de la investigación, tales como: electrónica, electricidad y algunas asignaturas de programación. Del mismo modo, se eligió al encargado del laboratorio de Tecnología Avanzadas Ingeniero Mario Valdez Navas; ya que tiene un conocimiento más amplio de

los equipos con los que se cuentan actualmente, al igual de las piezas de los equipos que se podrían escanear.

b. Muestra

Para obtener la muestra de estudio se tomó a los estudiantes de las asignaturas de:

- Sistemas Digitales se tiene actualmente 77 estudiantes cursando la asignatura y se tomó en cuenta 24% de la población
- Electrónica actualmente se encuentran 110 estudiantes cursando la asignatura y se tomó el 17% de la población
- Microcontroladores cuenta con 18 estudiantes cursando la asignatura y se tomara la misma población ya que es muy pequeña.

Se determinó un porcentaje de estudiantes por asignaturas, ya que es una cantidad representativa para la investigación.

Estas asignaturas se eligieron por los temas de contenido como las aplicaciones de la electrónica digital, microprocesadores, aplicación de sistemas programables.

5. Instrumentos

Las encuestas consisten en la recopilación de datos utilizadas para obtener información de personas sobre diversos temas. Las encuestas tienen una variedad de

propósitos y se pueden llevar a cabo de muchas maneras dependiendo de la metodología elegida y los objetivos que se deseen alcanzar. (QuestionPro, 2019)

En esta investigación, se utilizará una encuesta cara a cara; esto quiere decir que serán encuestadas directamente con los participantes, para tener los resultados de manera más fácil, rápida y segura; para así proceder a analizar de datos recolectados y poder llegar a una conclusión sobre la investigación.

6. Procedimiento

Es conveniente plantear a través de uno o varias preguntas, el problema que se estudiara. Plantearlo en forma de preguntas, tiene como ventaja de presentarlo de manera directa. A continuación, se presentarán los pasos a realizar:

- El primer paso, es la formulación de las preguntas de la encuesta a presentar y la selección de las personas a las que se les dirigirá; para la recolección de los datos reales.
- El segundo paso, será llevar a cabo la encuesta directamente con las personas involucradas en el campus de la Universidad Tecnológica de El Salvador.
- Luego se expondrán los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a dichos estudiantes y docentes.
- Se hará un análisis de los resultados de los datos obtenidos en la encuesta por medio de gráficas.

7. Estrategia de Análisis

El análisis de datos es la ciencia que se encarga de examinar un conjunto de datos, con el propósito de sacar conclusiones sobre la información; para poder tomar decisiones, o simplemente ampliar los conocimientos sobre diversos temas.

(QuestionPro, 2019)

Los datos fueron adquiridos a base de una encuesta, para ayudar a la población estudiantil y catedráticos de la Universidad Tecnológica de El Salvador a tener conocimiento acerca del tema propuesto; ya que es de suma importancia tener en cuenta que dichos resultados darán la oportunidad de una mejor metodología en el futuro.

Por lo tanto, se tomó en cuenta que la implementación de un escáner 3D es necesaria para la Universidad ya que con él se puede obtener réplicas de piezas de otros equipos fácilmente. Esta herramienta es muy útil para la obtención de datos y así poder tener de forma precisa y exacta una pieza que falte en las instalaciones del laboratorio de Tecnologías Avanzadas.

Esta estrategia será un análisis cuantitativo, ya que se utilizará la encuesta como objeto principal; que mostrará la recolección de datos obtenidos de las personas encuestadas y como último punto se interpretará de forma clara por medio de tablas y gráficas.

Capítulo IV

Análisis de Resultados

D. Análisis de Datos

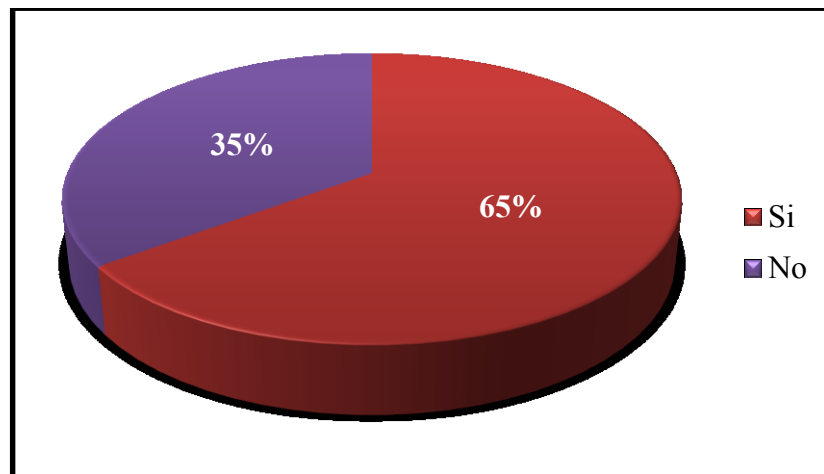
1. Análisis de Encuesta

A continuación, se detalla el análisis de cada una de las preguntas que forman parte de la encuesta:

a. Análisis de encuesta de los alumnos

Tabla 1, Análisis de resultados pregunta 1

1. ¿Conoce usted lo que es un escáner 3D?			
Categoría	Códigos	Frecuencia	Fr%
Si	a	35	65%
No	b	19	35%
Total		54	100%

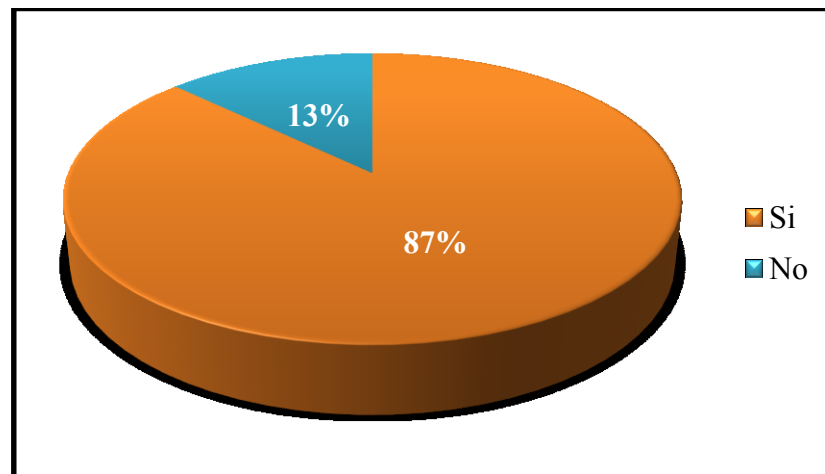


Grafica 1, ¿Conoce usted lo que es un escáner 3D?

Con los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes se observa que el 65% saben sobre lo que es el escáner 3D. Sin embargo, hay un 35% de los participantes que desconocen este equipo; esto se debe a que, en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de El Salvador, no se posee uno y no se tiene un conocimiento muy amplio acerca del tema.

Tabla 2, Análisis de resultados pregunta 2

2. ¿Sabe lo que son modelos digitales en tres dimensiones?			
Categoría	Códigos	Frecuencia	Fr%
Si	a	47	87.0%
No	b	7	13%
Total		54	100%



Grafica 2, ¿Sabe lo que son modelos digitales en tres dimensiones?

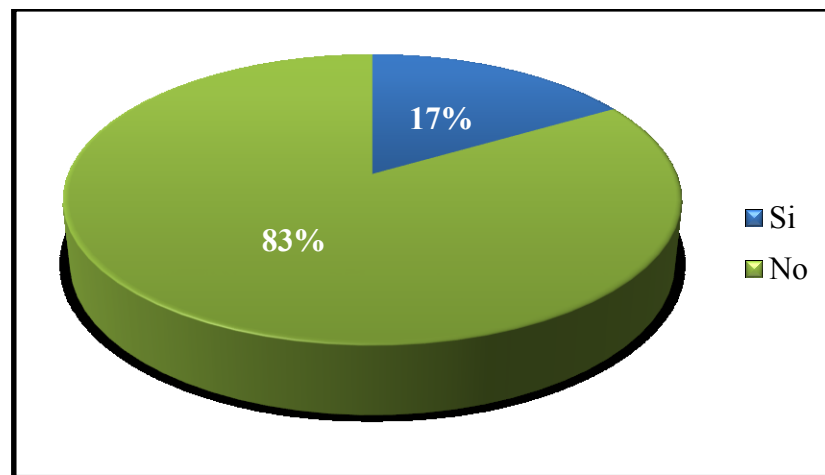
El resultado de esta pregunta indica que un 87% de los participantes, conocen sobre los modelos digitales en tres dimensiones. Esto se debe, a que cada vez estos

modelos se van incluyendo en la vida cotidiana; ya que la tecnología se va innovando y a su vez, se van beneficiando diferentes sectores de interés social.

El 13% restante no cuentan con conocimiento acerca del tema.

Tabla 3, Análisis de resultado pregunta 3

3. ¿A convertido alguna vez un objeto real a un modelo en tres dimensiones?			
Categoría	Códigos	Frecuencia	Fr%
Si	a	9	16.6%
No	b	45	83.33%
Total		54	100%

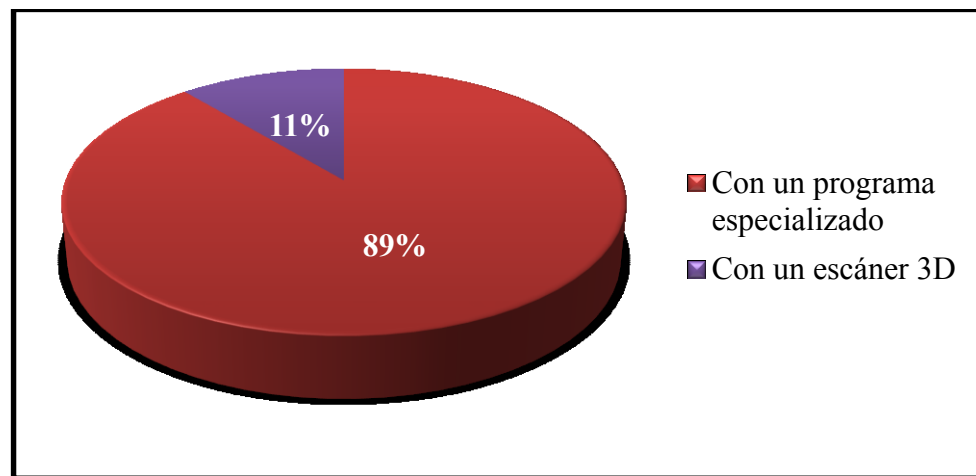


Grafica 3, ¿A convertido alguna vez un objeto real a un modelo en tres dimensiones?

Según los datos obtenidos, el 83% de los participantes, no ha tenido la oportunidad de convertir un objeto real a un modelo en 3D; ya que, por el momento en el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas, no se cuenta con la herramienta para poder generar dicho proceso. Mientras que el 17% menciona que si ha tenido la oportunidad de poder realizarlo.

Tabla 4, Análisis de resultados pregunta 4

4. Si su respuesta fue si ¿Qué procedimiento utilizo para la conversión a modelo 3D?			
Categoría	Códigos	Frecuencia	Fr%
Con un programa especializado	a	8	89%
Con un escáner 3D	b	1	11%
Total		9	100%



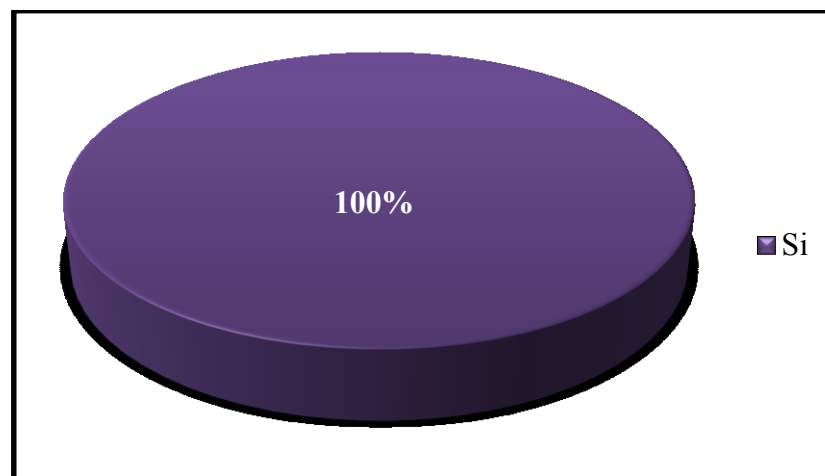
Grafica 4, Si su respuesta fue si ¿Qué procedimiento utilizo para la conversión a modelo 3D?

Cuando se habla de modelar 3D, es el proceso por el cual se crean objetos tridimensionales de forma virtual usando tecnología de cómputo. (INFAIMON, 2018).

Verificando los resultados, el 89% de los estudiantes que contestaron si, han generado en alguna ocasión este procedimiento con un programa especializado; ya que es más accesible poder encontrarlo y así poder generarlo. Mientras que solamente un 11% ha tenido la oportunidad de haber utilizado un escáner 3D.

Tabla 5, Análisis de respuesta pregunta 5

5. ¿Cree que la implementación de un escáner 3D serviría como una herramienta de apoyo para la impresora 3D?			
Categoría	Códigos	Frecuencia	Fr%
Si	a	54	100%
No	b	0	0%
Total		54	100%



Grafica 5, ¿Cree que la implementación de un escáner 3D serviría como una herramienta de apoyo para la impresora 3D?

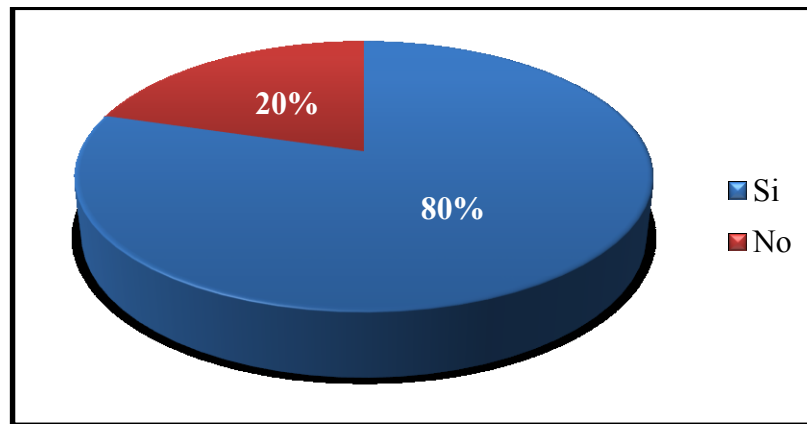
La impresión 3D, es un proceso por el cual se crean objetos físicos colocando un material por capas en base a un modelo digital. (AutoDesk, 2019)

En los resultados de esta pregunta pone en evidencia como la implementación de un escáner 3D puede ser de gran ayuda para la impresora 3D. Es necesario mencionar que la implementación del escáner 3D ayudaría de gran manera a la elaboración de piezas u objetos ya que puede ser mucho más rápido y fácil tener un modelo digital en tres dimensiones. Hay que reconocer la importancia de este equipo ya que el escáner 3D

es ideal para una impresora 3D usa triangulación láser o luz estructurada. Estos métodos producen un archivo STL digital. Este formato es importante para enviar un escaneo 3D directamente a una impresora 3D. (Mashambanhaka, 2019)

Tabla 6, Análisis de resultados pregunta 6

6. ¿Cree que con la ayuda de un escáner 3D sería mucho más rápido y preciso generar piezas de repuesto para equipos?			
Categoría	Códigos	Frecuencia	Fr%
Si	a	43	79.6%
No	b	11	20.4%
Total		54	100%



Grafica 6, ¿Cree que con la ayuda de un escáner 3D sería mucho más rápido y preciso generar piezas de repuesto para equipos?

El 80% de los estudiantes menciona, que si ayudaría de una manera efectiva un escáner 3D; ya que el proceso de generar piezas de repuesto para equipos, sería más rápido, ágil y preciso. Esto comparado con a un programa especializado, que tardaría un poco más de tiempo poder generarlo. Y el otro 20% porque nunca utilizado un escáner 3D.

b. Análisis de encuesta de docentes

1- ¿Qué tiene como fin el laboratorio de Tecnologías Avanzadas?

La información obtenida de los docentes encuestados, pueden determinar que el fin del Laboratorio de Tecnologías Avanzadas; es contar con un desarrollo de competencias de tecnologías con respecto al área de robótica, domótica, electrónica, impresoras 3D, internet de las cosas, programación, entre otras, y así poder tener nuevas áreas de innovación y desarrollo por medio de prácticas necesarias para las nuevas carreras.

Ahora en día las innovaciones tecnológicas son importantes para el desarrollo de la sociedad, pero el hecho de que veamos nuevas aplicaciones y desarrollos de la tecnología hace que muchas veces olvidemos que el objetivo principal de la industria 4.0; es crear ambientes de trabajos dinámicos y ágiles dónde las personas estén motivadas a través del uso de las tecnologías. Es por eso que es importante, tener un lugar de desarrollo donde las personas puedan aprender diversos temas sobre las nuevas tecnologías tomando decisiones; empujando el conocimiento y ser capaces de hacer evolucionar la tecnología hacia el siguiente nivel. (Digital Research S.L, 2016)

2- ¿Cuáles son las carreras que utilizaran el laboratorio de Tecnologías Avanzadas?

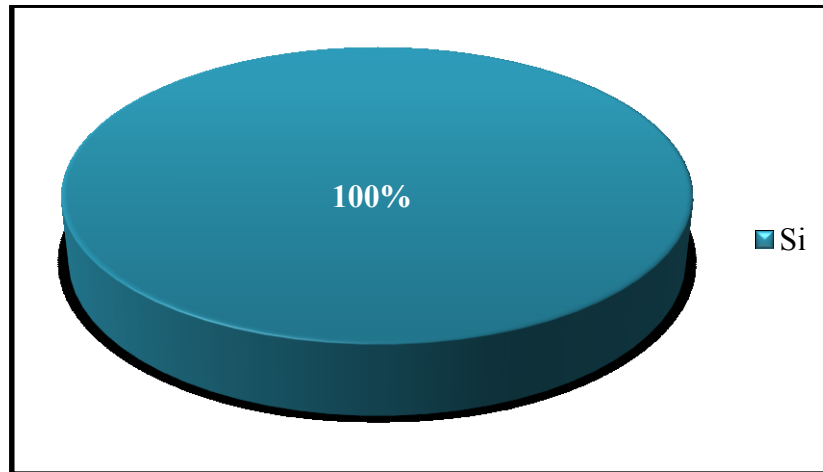
Las carreras que principalmente utilizaran este laboratorio son Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Industrial, las carreras de base de datos e informática y Técnicos en

Hardware. Uno de los encuestados menciona que “buscan que todas las carreras de la Universidad participen en el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas”.

Con este nuevo laboratorio lo que se busca es tener, un espacio donde los estudiantes de distintas carreras; se beneficien y que tengan un interés en realizar una práctica o un proyecto de investigación de alguna área específica. Esto permite mejorar la competencia en habilidades transversales, conectar aprendizajes de distintas materias y por consiguiente; incrementar la autonomía del alumno en su propio aprendizaje. De la misma forma, los docentes detectan un mayor interés por parte de los alumnos en las clases, las cuales se hacen más divertidas, dinámicas e interesantes. Además, también se observaría una mayor colaboración entre los estudiantes, un mayor esfuerzo por aprender, un mejor ambiente y, sobre todo, una mayor sencillez para adquirir los conocimientos establecidos por el docente. (Rivera, 2016)

Tabla 7, Análisis de resultados pregunta 3

3- ¿Cree usted que un escáner 3D pudiera ser utilizado por los estudiantes de distintas carreras? Sí o No ¿Por qué?			
Categoría	Códigos	Frecuencia	Fr%
Si	a	3	100%
No	b	0	0%
Total		3	100%

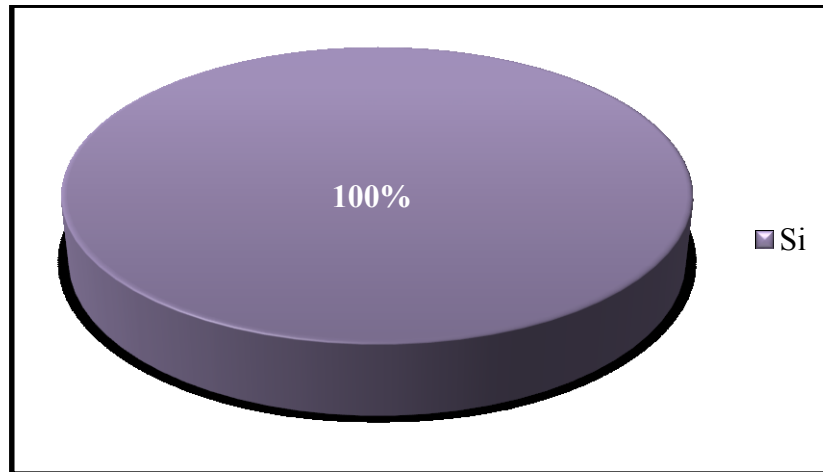


Grafica 7 ¿Cree usted que un escáner 3D pudiera ser utilizado por los estudiantes de distintas carreras? Sí o No ¿Por qué?

La información obtenida de la encuesta, los participantes indicaron que un escáner 3D si ayudaría a los alumnos de distintas carreras; ya que esto facilitaría el desarrollo de prácticas para el uso de las impresoras 3D. Como por ejemplo; la elaboración de partes de material de trabajo o una maqueta; así como también hay que hacer mención que la tecnología 3D tiene muchas más aplicaciones.

Tabla 8, Análisis de resultados pregunta 4

4- ¿Cree usted que la Universidad Tecnológica de El Salvador le beneficiaría tener un escáner 3D para generar piezas de repuesta de otros equipos? Si o no, ¿Por qué?			
Categoría	Códigos	Frecuencia	Fr%
Si	a	3	100%
No	b	0	0%
Total		3	100%

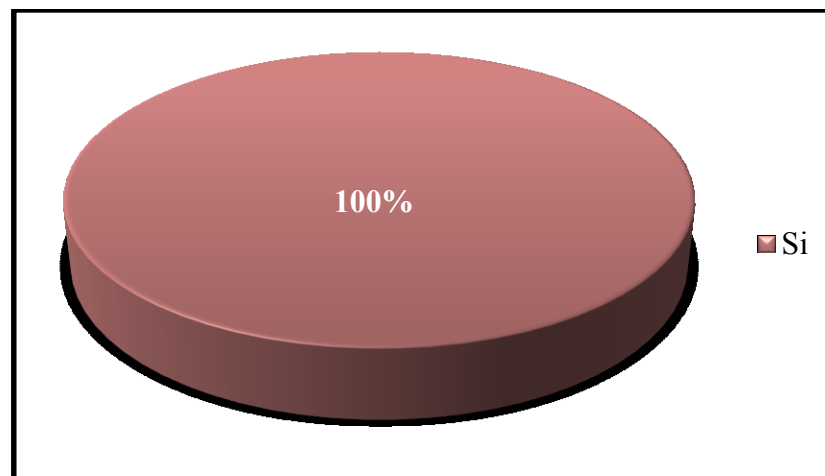


Grafica 8 ¿Cree usted que la Universidad Tecnológica de El Salvador le beneficiaria tener un escáner 3D para generar piezas de repuesta de otros equipos? Si o no, ¿Por qué?

El escáner 3D es una herramienta de gran utilidad para la impresora 3D, gracias a este equipo se facilita y reduce el tiempo en generar modelos en tres dimensiones; así elaborando réplicas exactas de un objeto real en este caso piezas pequeñas o medianas de algunos equipos por ejemplo partes de un robot o un brazo robótico. Coincidiendo con la opinión de los participantes el escáner 3D si tendría beneficios, ya que con la ayuda este equipo se podría imprimir fácilmente los repuestos desde las impresoras 3D que se tienen en el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas; así como también serviría como una forma de aplicar a un uso práctico a un equipo que se llevaría a beneficio.

Tabla 9, Análisis de resultados pregunta 5

5- ¿Cree que la implementación de un escáner 3D servirá como herramienta útil para los estudiantes y docentes? Si o no ¿Por qué?			
Categoría	Códigos	Frecuencia	Fr%
Si	a	3	100%
No	b	0	0%
Total		3	100%



Grafica 9 ¿Cree que la implementación de un escáner 3D servirá como herramienta útil para los estudiantes y docentes? Si o no ¿Por qué?

Como ya mencionado en las preguntas anteriores y gracias a la información obtenida en la encuesta se demuestra que la implementación del escáner 3D, si ayudaría tanto a los alumnos de las distintas carreras como a los docentes. Se obtuvieron respuestas que describe que es indudable una herramienta útil haciendo uso de él, como apoyo de enseñanza-aprendizaje; ya sea para nuevas prácticas de la tecnología actual o incorporar nuevos contenidos a las asignaturas y mencionando también que se facilitaría el escaneo de objetos para luego imprimirlo en una impresora 3D.

Capítulo V

Conclusión

E. Conclusión

En la actualidad las tecnologías avanzan rápidamente y estos avances que hemos venido observando en la última década aplican a una de las diferentes ramas que es la educación; ya que la educación juega un rol fundamental, no sólo porque permitirá que los estudiantes adquieran habilidades necesarias para desenvolverse en esta sociedad

En la presente tesis se tuvo en cuenta como objetivo principal la implementación de un escáner 3D, para generar piezas de repuesto en el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas; con el propósito que los estudiantes y docentes puedan utilizarlo para su beneficio o para la creación de alguna pieza de algún equipo que se encuentre en el laboratorio.

La investigación realizada en estos 4 meses dejó resultados positivos. Con el escáner 3D se demostró, que la elaboración de objetos reales a modelos digitalizados en tres dimensiones es mucho más rápida. Actualmente en la Universidad Tecnológica de El Salvador, este proceso se realiza manualmente gracias a programas especializados que permiten este proceso, pero existen ciertas desventajas con respecto al tiempo de elaboración y posiblemente en la exactitud de la réplica.

El escáner 3D ayudará a generar réplicas con un mínimo margen de error de los objetos (pequeños y medianos), a escanear y tener un modelo digital capaz de imprimirlo en una impresora 3D. Así como también con la elaboración del manual, se obtendrá un material de apoyo apropiado para que indiquen el uso de las herramientas y las diferentes configuraciones que se utilizarán como guía; esto último se dejará dentro de las instalaciones de la Universidad en el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas.

Finalmente, con esta investigación se puede concluir que la implementación de un escáner 3D; tendrá como finalidad la realización de piezas de repuestos que algún equipo pueda necesitar y así poder obtener de forma digitalizada las piezas mucho más rápidas y exactas.

Referencias

- Arroyo, J. (2015). *Horus liberado con licencia GPL*. Recuperado de <http://diwo.bq.com/horus-released/>
- Arroyo, J. (2015). *Presentación: Ciclop y Horus*. Recuperado de <http://diwo.bq.com/presentacion-ciclop-horus/>
- AutoDesk. (2019). *Impresión 3D*. Recuperado de <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-printing>
- Castella, E. (01 de febrero de 2018). Qué es un escáner láser 3D [Entrada en el blog]. Recuperado de <http://blog.instop.es/qu%C3%A9-un-escaner-laser-3d>
- Digital Research S.L. (2016). *Los 9 pilares tecnológicos de la industria 4.0 que todo CEO debe conocer*. Recuperado de <https://papelesdeinteligencia.com/pilares-tecnologicos-de-la-industria-4-0/>
- El pensante. (2019). *La investigación de campo*. Recuperado de <https://educacion.elpensante.com/la-investigacion-de-campo/>
- Fernandez, J. (2019). *Nube de puntos: El escáner, una herramienta completa*. Recuperado de <http://www.kubbs.es/articulos/nube-de-puntos-escaner-herramienta/>
- Frutos, T. (2017). *Analizamos el escáner 3D bq ciclop*. Recuperado de <https://www.hwlibre.com/analisis-escaner-3d-bq-ciclop/>
- GP, L. (2015). *¿Qué es y para que sirve un escáner 3D?*. Recuperado de <https://www.digitizacion-3d.com/que-es-y-para-que-sirve-un-escaner-3d/>

- HED3. (2019). *Kit de escáner de sistemas 3D para impresoras 3D con láser avanzado y moldeado por inyección*. Recuperado de https://www.amazon.com/HE3D-Systems-Advanced-Injection-Plastics-x/dp/B076B9SXX8?language=es_US#Ask
- Horus. (2016). *¡Bienvenido a la documentación de Horus!*. Recuperado de <https://horus.rea-dthedocs.io/es/release-0.2/index.html#>
- Hoyos Salazar, J. G. y Castro Grisales, G. (1998). *Algunas consideraciones de la cátedra de metodología de la investigación* [versión de Adobe Acrobat Reader]. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6186159.pdf>
- INFAIMON. (16 de enero de 2018). *Cómo modelar 3D y formas de modelado 3D más comunes* [Entrada en el blog]. Recuperado de <https://blog.infaimon.com/modelar-3d/>
- Infornet. (2019). *Escáner BQ 3D Ciclop*. Recuperado de <http://www.infornetonline.com/es/informatica/infornet/3d-printing/bq-3d-scanner-ciclop/80955.html>
- Mashambanhaka, F. (2019). *Escáner 3D para impresoras 3D: Qué considerar y cuáles comprar*. Recuperado de <https://all3dp.com/2/3d-scanner-for-3d-printing-what-to-consider-and-which-to-buy/>
- Mecafex, F. (2017). *Motor paso a paso ¿qué es y cómo funciona?*. Recuperado de <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/motor-paso-a-paso/>
- MeshLab. (2016). *MeshLab*. Recuperado de <http://www.meshlab.net/>
- Monti, C. (2013). *La encuesta como método de investigación*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/CarolinaMonti/presentacion-encuesta-26353634>
- Nerlich, B. (13 de mayo de 2012). *Historia del escaneo láser 3D* [Entrada en el blog]. Recuperado de <http://artescan.net/blog/3-d-laser-scanner-history/>

Palazzesi, A. (2008). *Motor paso a paso*. Recuperado de <https://www.neoteo.com/motores-paso-a-paso/>

Protolabs. (2019). *Moldeo por inyección de plásticos*. Recuperado de <https://www.protolabs.es/servicios/moldeo-por-inyeccion/moldeo-por-inyeccion-de-plasticos/>

QuestionPro. (2019). *¿Qué es una encuesta?*. Recuperado de <https://www.questionpro.com/es/encuesta.html>

QuestionPro. (2019). *Análisis de datos*. Recuperado de <https://www.questionpro.com/es/analisis-de-datos.html>

Rivera, N. (2016). *Del lápiz al stylus: Cómo la tecnología está transformando la educación*. Recuperado de <https://hipertextual.com/especiales/tecnologia-en-educacion>

Smith, K. (2018). *Historia de los escaneres 3D*. Recuperado de <https://www.modena.co.za/history-of-3d-scanners/>

Anexos

Manual de uso para el escáner 3D Ciclop



Manual de Ensamblaje

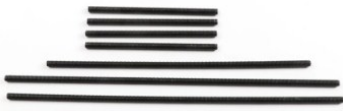
En la siguiente secuencia se presentarán los pasos para el correcto ensamblaje del Escáner 3D Ciclop HE3D.

En la siguiente imagen se muestran todas las piezas del escáner que se utilizará en este proceso. Es importante que antes de comenzar se verifique que no falte ninguna pieza para no tener ningún inconveniente durante el ensamblaje; así como también, se recomienda ordenar todas las piezas, principalmente las más pequeñas (tuercas y tornillos)



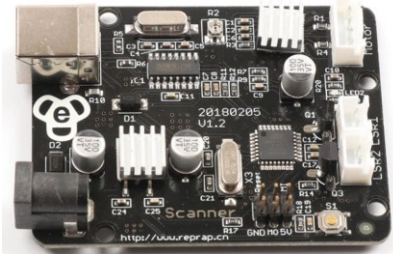
Figura 1, Componentes de ensamblaje del escáner 3D

A continuación, se muestra un listado de todas las piezas que se requiere para ensamblar el escáner 3D

Nombre de pieza	N° de pieza	Imagen
Varillas roscadas	M8 x4 de 15cm M8 x2 de 38cm M8 x1 de 30cm	
Tuercas	M3 x6 M8 x28	
Arandelas	M8 x18	
Tornillos	M8 x3 de 3cm M3 x4 de 1.5cm M3 x2 de 2cm M3 x10 de 1cm	
Llave Allen	1 de 2.5mm	
Llave española	1 de 1/4	

Nombre de pieza	N° de pieza	Descripción	Imagen
Soporte principal	1	En esta pieza se colocara en la parte superior la camara, en los lados de ella iran los soportes para los lasers y en su interior contendra la parte electronica.	
Soporte del motor	1	Este soporte conectara el motor con el rodamiento, asi como tambien conectara el soporte del disco y el disco acrilico .	
Acoplamiento del eje	1	Esta pieza tiene la funcion de conectar al motor y dar movimiento al soporte del disco.	
Pestaña de anclaje	3	Su función es sostener al rodamiento de bolas	
Soporte de disco	1	Este soporte conecta el rodamiento de bolas con el disco acrilico mediante las pestañas de anclaje.	
Soporte del laser	2	En esta pieza se alojaran los lasers lineales clase 1	
Soporte del patrón	1	En este soporte aloja la superficie acrilica.	
Superficie acrílico	1	Superficie para el patron de calibracion. Aquí se colocara la pegatina que va conectada con el soporte del patron.	

Nombre de pieza	N° de pieza	Función	Imagen
Pegatina de calibración	1	Pegatina del patron de calibracion. Su funcion es ayudar a calibrar la camara con los laseres dando asi la posicion y la orientacion del disco.	
Rodamiento de bolas 1614	1	Da movimiento al motor paso a paso y al disco acrilico. Asi como tambien ayuda a que no actue directamente con el eje permitiendo asi el giro	
Disco acrílico	1	Plataforma que conecta el soporte del disco con el motor	

Nombre de pieza	N° de pieza	Imagen
Motor paso a paso	1	
HE3D 3D escáner motherboard integrado de UNO y ZUM.	1	

Cámara Logitech C270HD	2	
Láser lineales clase 1	1	
Fuente de alimentación 12V 1.5 ^a	1	

Introducción de Ensamblaje

Ensamblaje de disco



Figura 2, Estructura del disco

Paso 1: Colocar el rodamiento de bolas en el soporte del disco



Figura 3, Rodamiento de bolas y soporte de disco

Paso 2: Colocar las pestañas de anclaje al soporte del disco y el rodamiento de bolas.

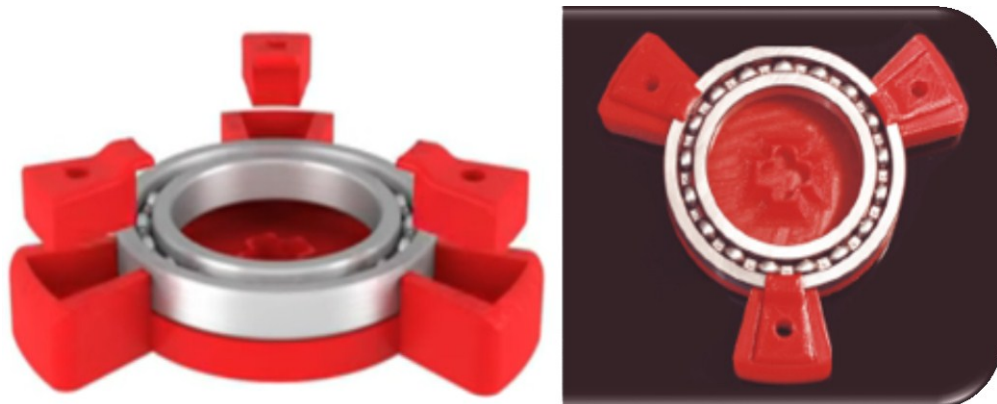


Figura 4, colocación de las pestañas de anclaje

Paso 3: Colocar en las pestañas de anclaje los 3 tornillos M8 de 3cm y 3 tuercas M8 en la parte posterior del soporte del disco



Figura 5, ensamblaje final del soporte de disco y pestañas de anclaje

Paso 4: Colocar la plataforma acrílica y la superficie antideslizante sobre el soporte del disco

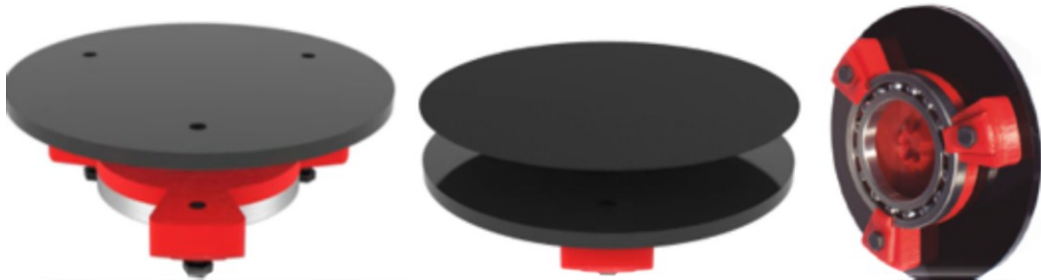


Figura 6, plataforma acrílica y superficie antideslizante

Ensamblaje de la estructura

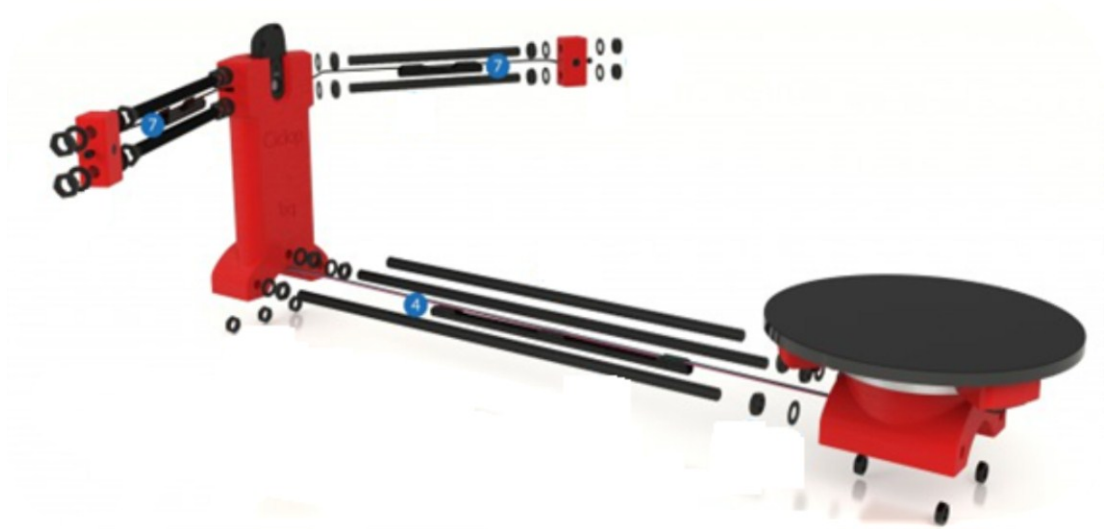


Figura 7, estructura

Paso 5: Tomar las varillas roscadas M8 de 30cm y M8 de 38cm e introducir las tuercas y arandelas M8 a cada lado de las varillas.

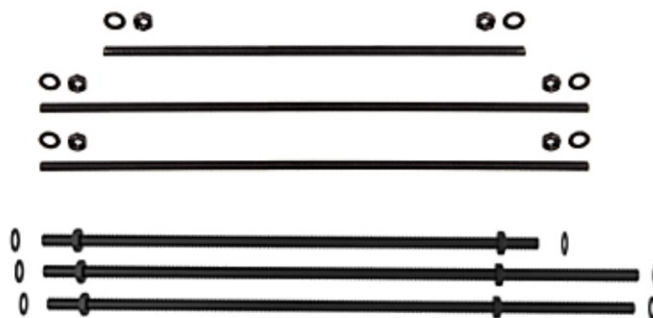


Figura 8, varillas roscadas

Paso 6: Tomar el soporte principal, la base del motor, 6 tuercas y 6 arandelas M8; donde se introducirá las varillas roscadas del paso 5.



Figura 9 Soporte principal y base del motor

Paso 7: Introducir la varilla M8 de 30cm en la parte central de la base y las varillas M8 de 38cm a los extremos. En la parte interna de la base se introducen las 3 tuercas y arandelas en cada extremo y central.



Figura 10 Base del motor

Paso 8: Tomar el soporte principal y seguir el mismo procedimiento que el paso 7. Esto unirá el soporte a la base del motor.

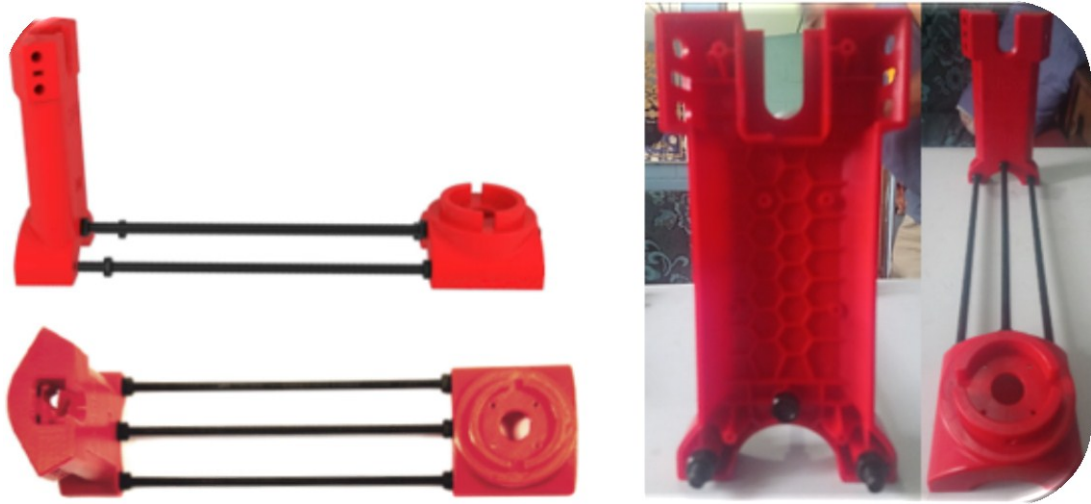


Figura 11, soporte principal

Paso 9: Tomar las 4 varillas roscadas M8 de 15cm e introducir las tuercas y arandelas M8 en cada lado.

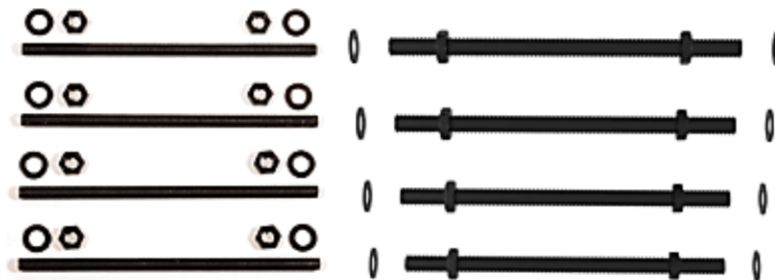


Figura 12, varillas de 15cm

Paso 10: Las varillas se colocarán en los agujeros del soporte principal 2 por cada lado y se ajustarán con tuercas M8.

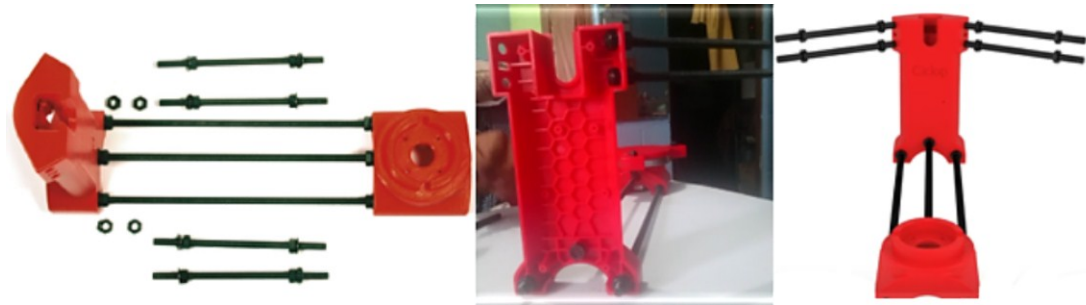


Figura 13 Varillas de 15cm y soporte principal

Paso 11: Colocar el soporte de los láseres en los extremos de las varillas del paso 10 y colocar los láseres en cada soporte. Para terminar, ajustar con las tuercas y arandelas M8



Figura 14, soporte de los láseres

Estructura del motor



Figura 15, estructura del motor

Paso 12: Colocar el motor paso a paso nema 17 debajo del soporte del motor, luego ajustar en la parte superior del soporte con los tornillos de 1cm, utilizando la llave Allen de 2.5mm y por ultimo colocar el acoplamiento del eje.



Figura 16 colocación de la estructura del motor

Estructura de la cámara



Figura 17, Estructura de la cámara

Paso 13: Desarmar la estructura de la cámara. Esto permitirá que la cámara se ajuste al soporte principal.



Figura 18 Desarmado de la cámara

Una vez desarmado correctamente la cámara se podrá colocar en el soporte principal



Figura 19 soporte principal y cámara

Paso 14: Unir la estructura del disco con la estructura del motor



Figura 20, uniendo estructura del disco y estructura del motor.

Paso 15: Colocar la placa HE3D 3D escáner motherboard integrado de UNO y ZUM en la parte de atrás del soporte principal y ajustar con los tornillos M3 de 1.5cm

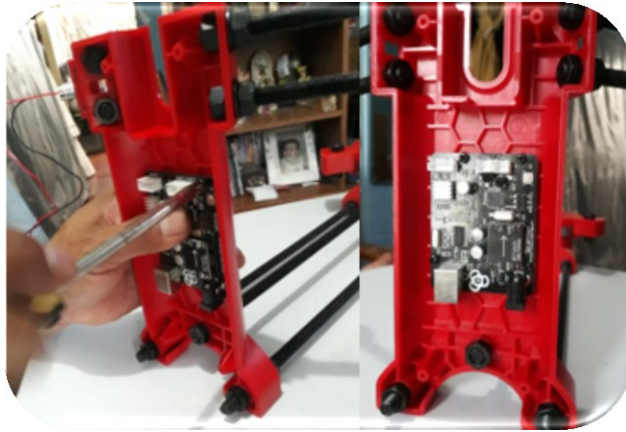


Figura 21 Placa HE3D

Paso 16: Conectar los componentes electrónicos que son los láseres, el motor, la fuente de alimentación y el cable USB.

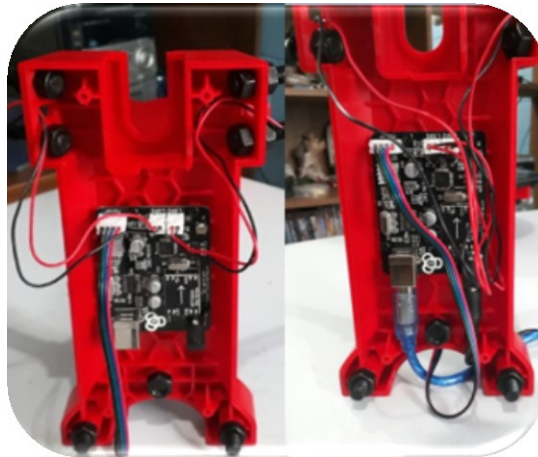


Figura 22, conectado componentes

Paso 17: Colocar la cámara y cerrar el soporte principal, ajustar con los tornillos M3 de 1.5cm



Figura 23 Cerrando soporte principal

Paso 18: Se une el soporte del patrón con la superficie acrílico, utilizando los tornillos M3 de 2cm. Finalmente se pega la pegatina de calibración a las superficies del acrílico.



Figura 24, uniendo soporte del patrón con la superficie acrílico

Manual de Calibración del Escáner 3D Ciclop

Antes de empezar descargar e instalar los drivers de la cámara Logitech C270 y el archivo ejecutable de Horus.

- Driver de la cámara: https://support.logitech.com/en_us/product/hd-webcam-c270
 - Horus: <https://github.com/bqlabs/horus/blob/master/doc/installation/windows.md>
- Paso 1: Descargar los drivers de la cámara desde su página oficial

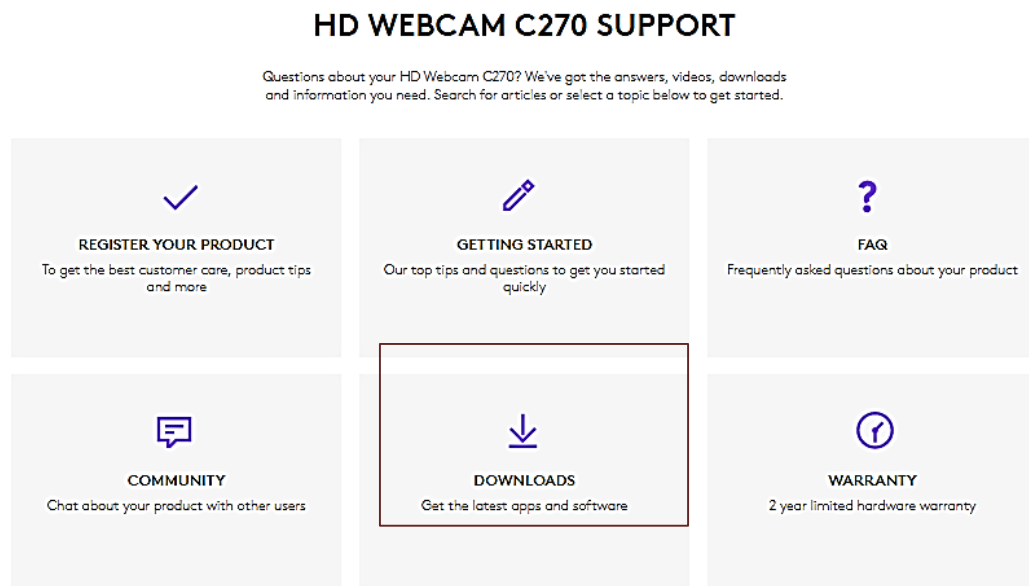


Figura 1, página oficial Logitech.

Paso 2: Ejecutar el archivo e iniciar con la instalación.

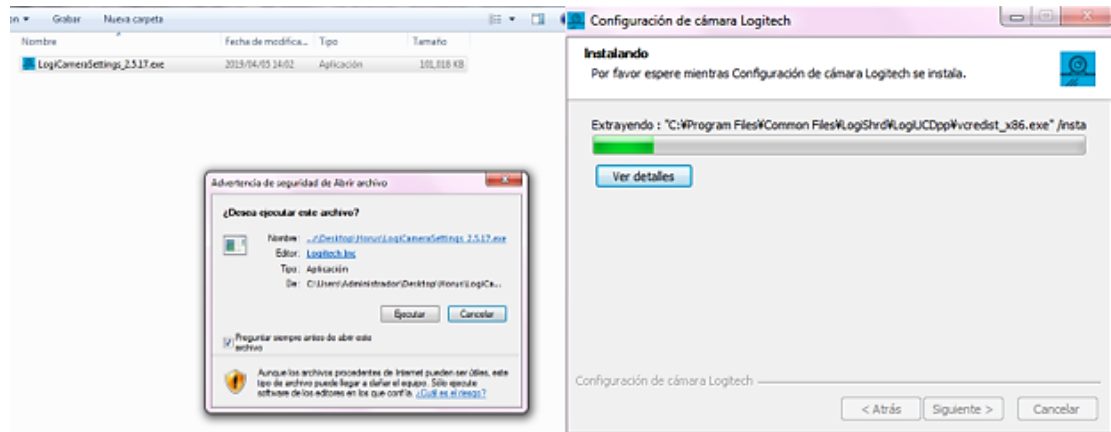


Figura 2, Instalando Logitech

Paso 3. Descargar e instalar Horus. Es importante instalar los drivers FTDI y Arduino ya que esto permitirá la comunicación con la placa del escáner

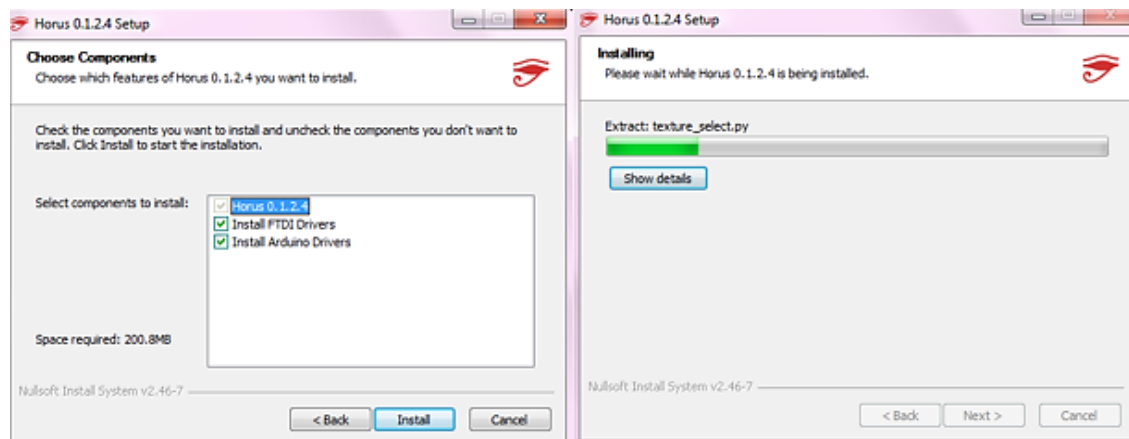


Figura 3, Instalando de Horus

Paso 4: Conectar el escáner 3D ciclop y el cable de la cámara Logitech al ordenador. Ejecutar Horus para comenzar a calibrar correctamente el escáner 3D.

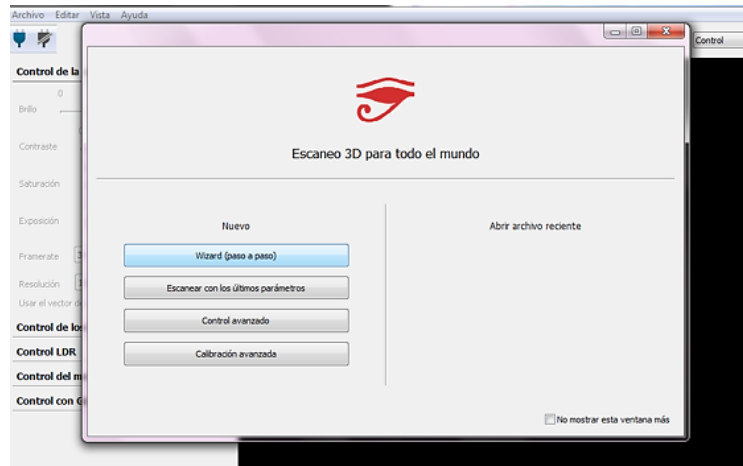


Figura 4, iniciando Horus

Paso 5: Ir a preferencia del sistema y ver si están correctamente los parámetros.

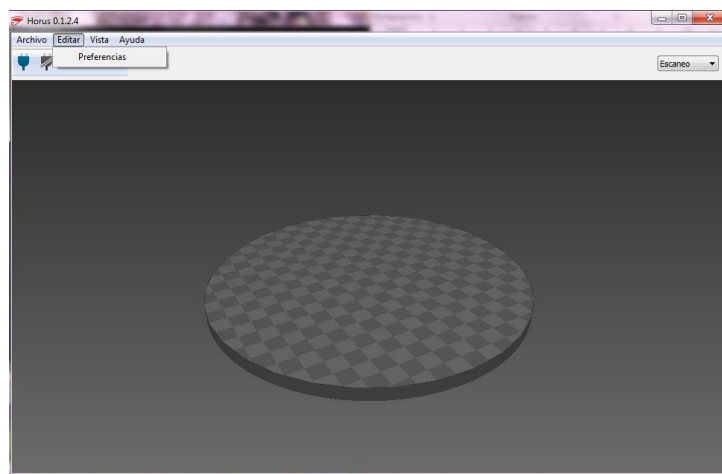


Figura 5, ventana de Horus

Paso 6: En la ventana de preferencia del sistema se podrá configurar los parámetros de conexión como el puerto de serie, la velocidad de comunicación e identificación de la cámara. Si no aparecen las opciones como el puerto de serio o el Id de la cámara significa que el ordenador no ha podido identificarlos. Al terminar las configuraciones, ir a sección de cargar firmware donde se selecciona la placa correspondiente, en este caso Arduino uno y pulsar cargar firmware.

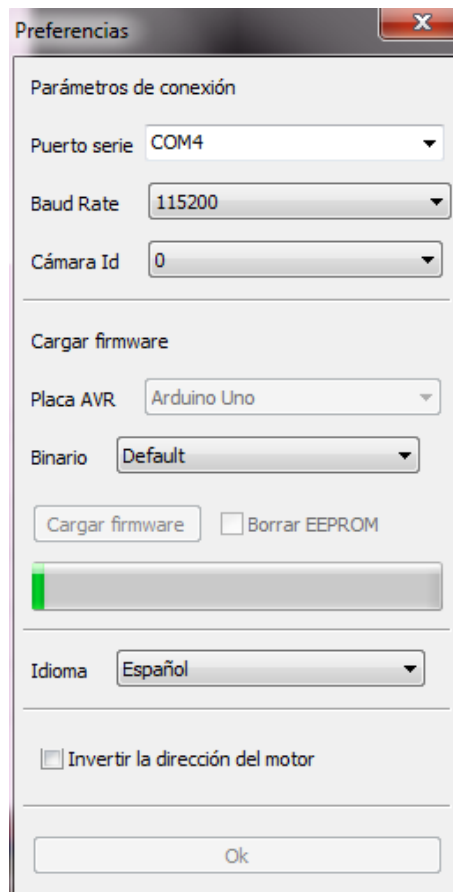


Figura 6, ventana de preferencias

Paso 7: Ir archivo y Lanzar Wizard.

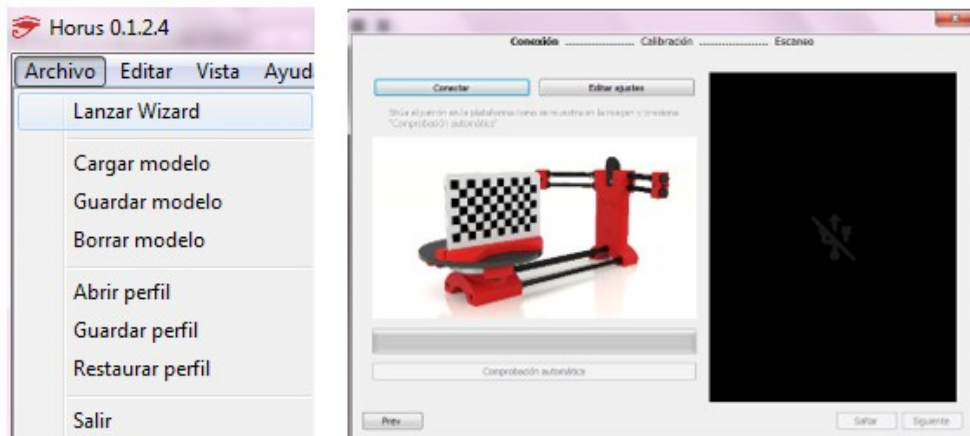


Figura 7, Ventana de Wizard

Paso 8: Conectar y aparecerá video al lado derecho, donde estará el soporte del patrón con la pegatina de calibración



Figura 8, Conectado Wizard

Paso 9: Pulsa en editar ajustes donde se podrá modificar la luminosidad, Invertir el motor y la distancia del patrón; hay que asegurarse que la luminosidad sea adecuada para que pueda detectar correctamente el patrón. Seleccionar invertir la dirección del motor es importante que la plataforma gire a dirección contraria a las agujas del reloj. Para finalizar, medir correctamente la distancia del soporte del patrón hasta el lado superior del cuadrado de la parte inferior izquierda. Pulsar Ok.

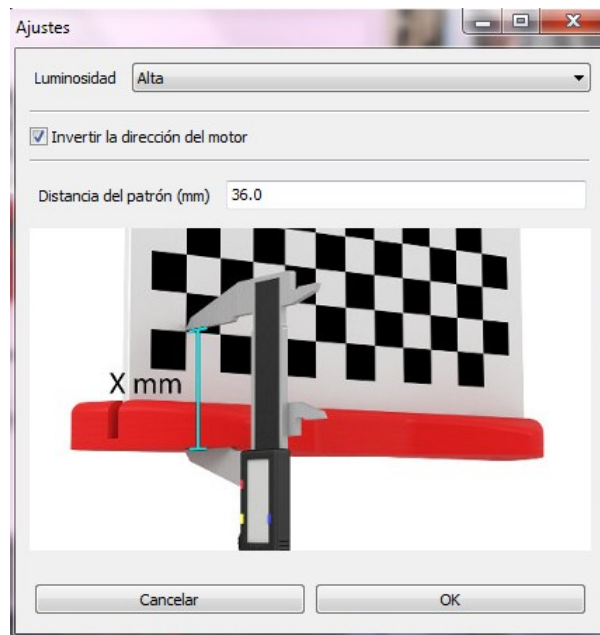


Figura 9, Ventana editar ajustes

Paso 10: Pulsar comprobación automática. Al hacer esto se abre una ventana donde se recomienda ajustar los láseres de forma manual, al presionar “Si” los dos láseres se encenderán, colocar los láseres de manera que ambos proyecten una línea vertical.

Paso 11: Ajustar los láseres colocando el soporte del patrón como se muestra la imagen (ver figura 10) y presionar comprobación automática.

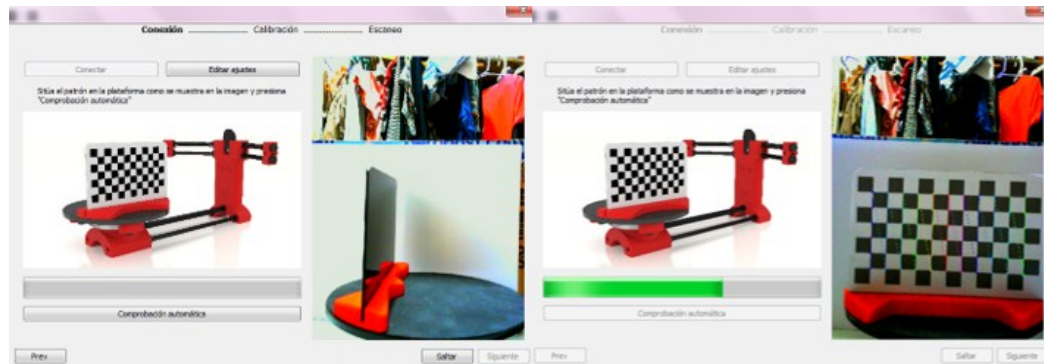


Figura 10, comprobación automática.

Paso 12: Una vez que el patrón de calibración se haya situado correctamente en el paso anterior pulsar siguiente y calibrar. Al finalizar pulsar siguiente.

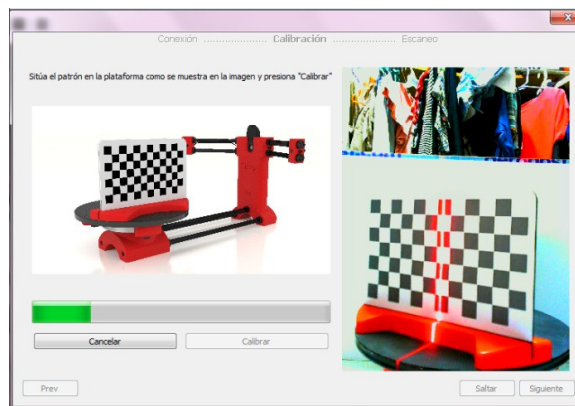


Figura 11, calibración de láseres

Paso 13: Configurar las preferencias de escaneo. Al terminar pulsar siguiente.

- Resolución: alta, media o baja; cuanto mayor sea la resolución, mayor será el tiempo de escaneo.
- Láser: se podrá elegir el láser izquierdo, derecho, o ambos. Se recomienda usar ambos
- Tipo de escaneo: se podrá elegir entre simple o con textura. Elegir con textura así se podrá generar nube de puntos con los colores reales del objeto

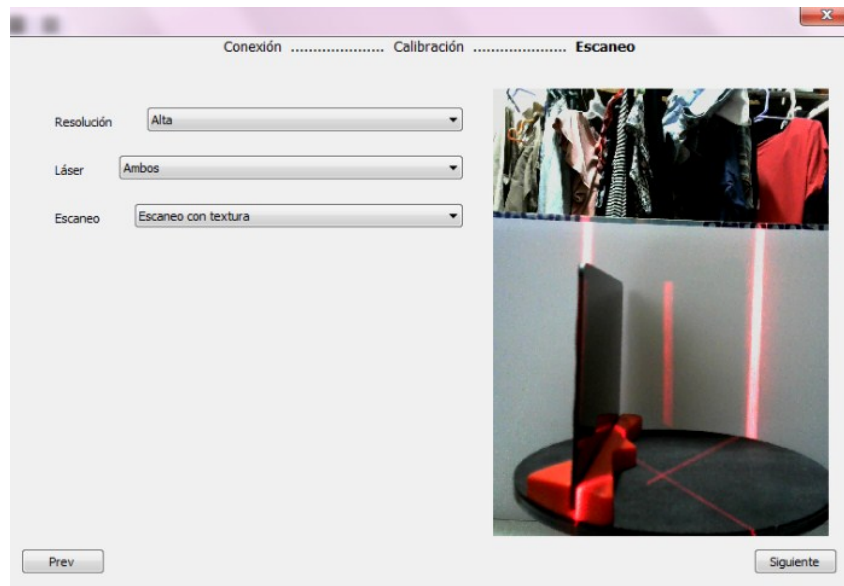


Figura 11, preferencias de escaneo

Una vez calibrado en Wizard se podrá tener la opción de hacer una calibración avanzada del escáner 3D ciclop, permitiendo tener resultados más precisos, para esto seguir los siguientes pasos:

Paso 14: Presionar en banco de calibración. Esta opción permitirá tener una configuración más avanzada de los parámetros del escáner

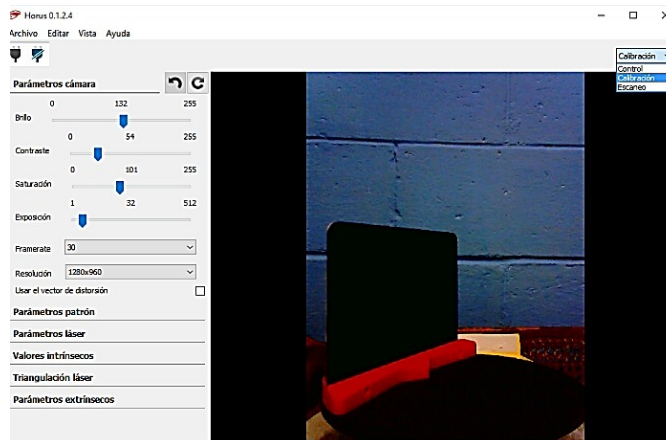


Figura 12, Banco de calibración

Paso 15: Configurar los parámetros de la cámara para que esta pueda detectar el patrón con un mayor ángulo. Entre mayor sea el ángulo de detección al mover la plataforma mejor será la calibración.

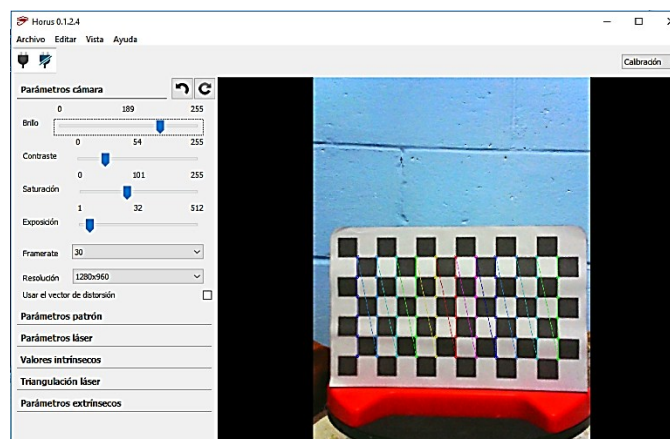


Figura 12, parámetros cámara

Paso 16: Ir a valores intrínsecos. Pulsar iniciar y comenzar la calibración de los parámetros intrínsecos, mover el soporte del patrón en diferentes posiciones e inclinaciones para que este tome 12 capturas válidas y pulsar la barra espaciadora. Al terminar se mostrará un grafica en 3D de las posiciones que se han capturado y pulsar aceptar para finalizar.

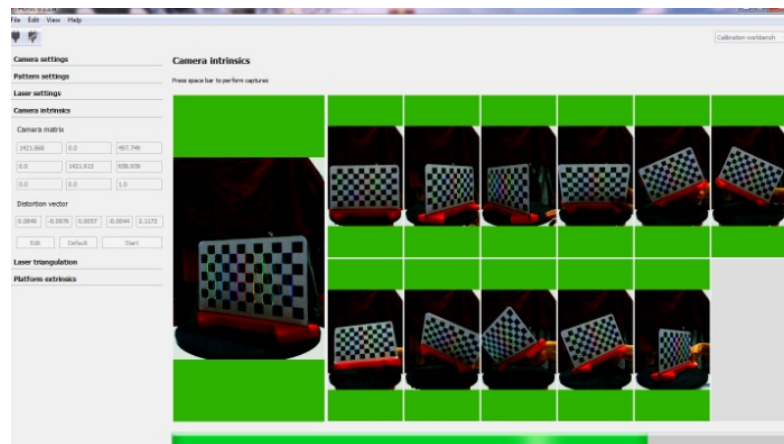


Figura 13, posiciones e inclinaciones del patrón

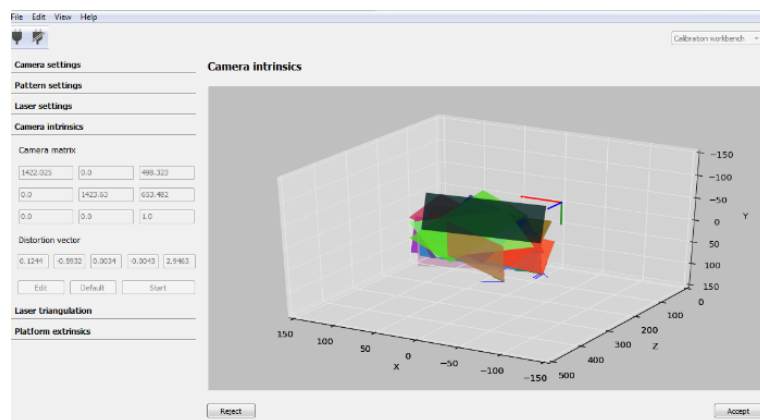


Figura 14, grafica en 3D de posiciones del patrón

Paso 17: Ir a triangulación laser. Pulsar iniciar y colocar el soporte del patrón como lo indica la imagen de la izquierda, por ultimo pulsar calibrar. Al terminar mostrará una gráfica en 3D en el que se podrá ver representado el plano de luz proyectado por cada laser. Es importante mencionar que valores de 0.1 son adecuados. Pulsar Aceptar

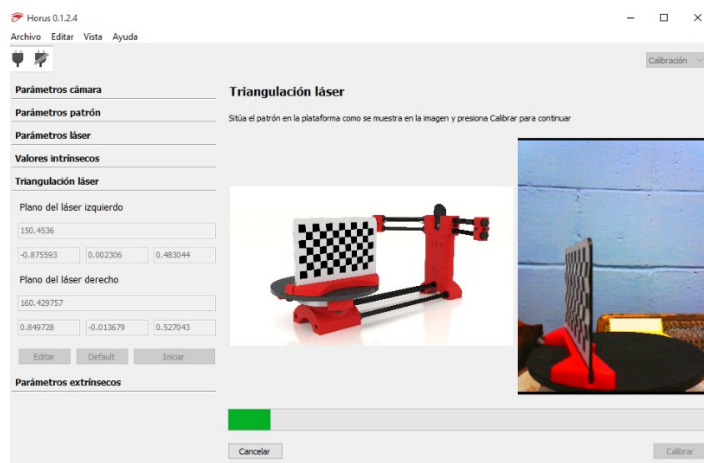


Figura 15, triangulación laser

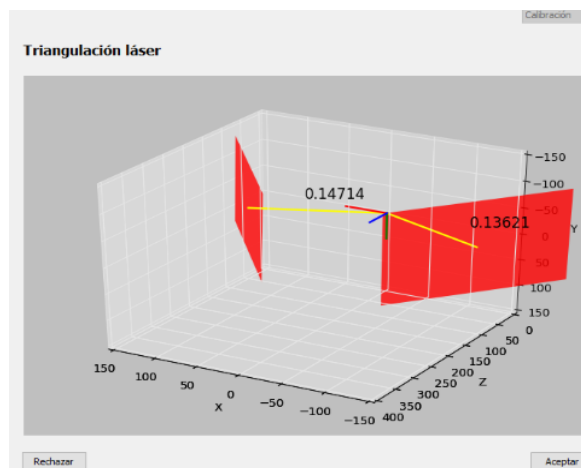


Figura 16, grafica en 3D de triangulación laser

Paso 18: Ir a parámetros extrínsecos. Pulsamos iniciar y colocar el soporte del patrón como lo indica la imagen de la izquierda, por ultimo pulsar calibrar. Al terminar mostrara una gráfica en 3D que representa las muestras que se capturaron, así como el centro de rotación del disco. Aceptar



Figura 17, parámetros extrínsecos

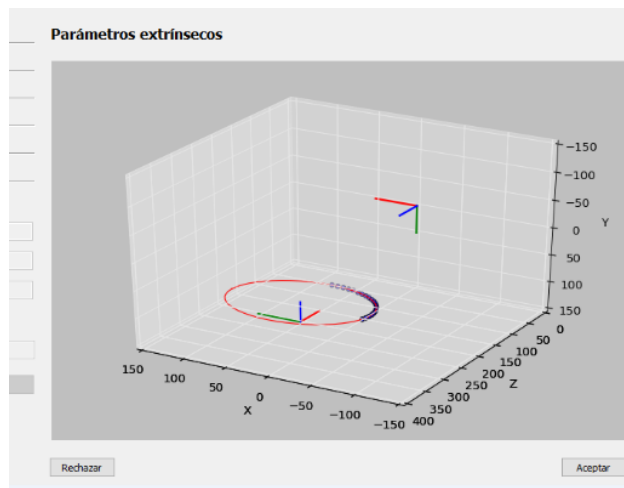


Figura 18 grafica 3D de parámetros extrínsecos

Una vez el escáner 3D ya calibrado se hará unos ajustes antes de cada escaneo esto se realizará en banco de escaneo.

Paso 19: Presionar en banco de escaneo. Aquí nos permitirá ajustar los parámetros de ciclop durante el escaneo, ayudando a tener el mejor resultado del objeto escaneado.

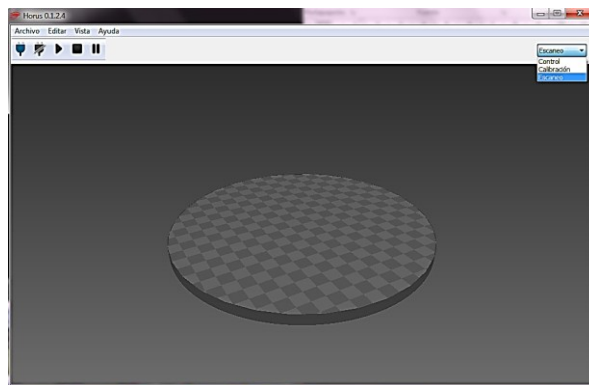


Figura 19, banco de escaneo

Paso 20: Ajustar los parámetros de escaneo. Elegir el tipo de escaneo que desea realizar y los láseres que utilizara

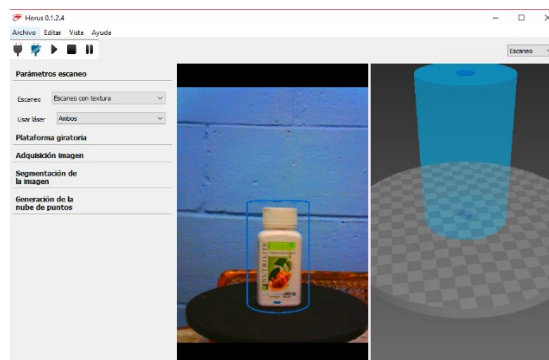


Figura 20, parámetros de escaneo

Paso 21: Ir a adquisición de imagen. Aquí se modificarán los parámetros de la imagen como el brillo, contraste, saturación o exposición para que el objeto que se escaneara se vea claramente.

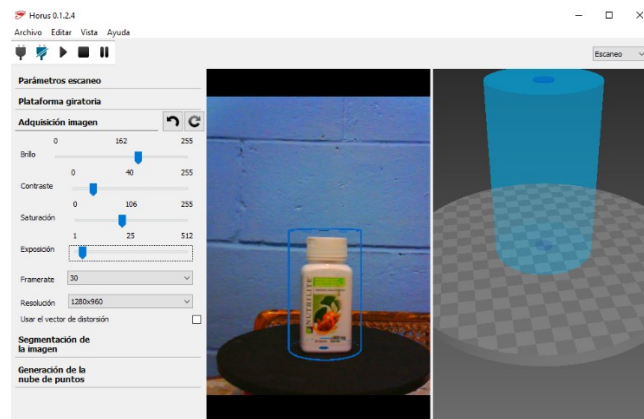


Figura 21, Adquisición de imagen

Paso 22: Ir al apartado de generación de la nube de puntos. Marcar la casilla de ROI y aparecerá un cilindro donde todo lo que este en él se escaneará. Modificar la altura y el diámetro según la pieza que desea escanear.

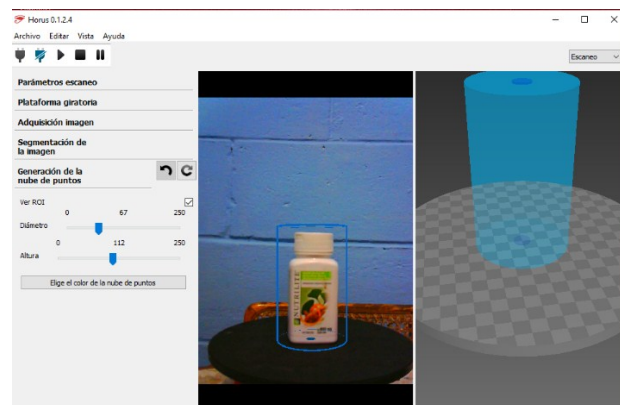


Figura 22, generación de la nube de puntos.

Paso 23: Presionar play para comenzar a escanear así poder modificar la segmentación de la imagen. Una vez empieza el escaneo seleccionar el botón del símbolo de un ojo en la pantalla del video y seleccionar la opción gris. Luego modificar los filtros de Open y Usar umbral esto permite eliminar el ruido durante el escaneo, es importante que la línea gris sea definida y estrecha

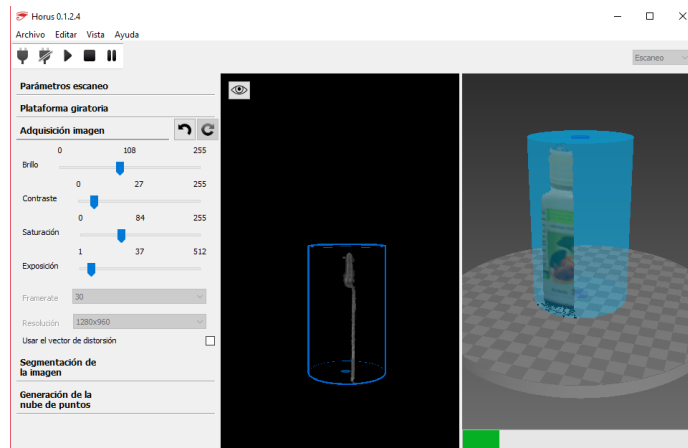


Figura 23, segmentación de la imagen

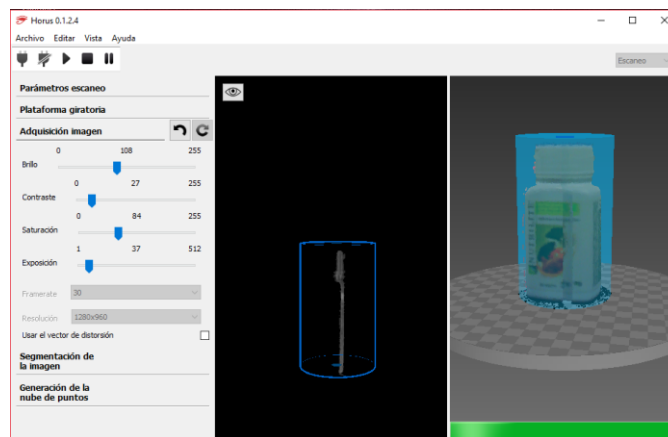


Figura 24, prueba de escaneo.

Una vez hecho los pasos anteriores se tendrá como resultado un escaneo completo del objeto.



Figura 25, Objeto escaneado completo

Limitaciones de escaneo de objetos

El Escáner 3D Ciclop HE3D no puede escanear los siguientes tipos de objetos:

- Los objetos de color rojo pueden dar problemas al ser escaneados, ya que sus láseres utilizan este color para capturar los puntos del objeto a escanear.
- Los objetos de color muy claro pueden ocasionar problemas a la hora de ser escaneados por la luminosidad.
- Los objetos de color oscuro a la hora de ser escaneados pueden dar resultados poco precisos, sobre todo en ambientes con poca luminosidad
- Los objetos transparentes como vidrio, plástico y orgánicos pueden tener problemas a la hora de escanearse.
- Los objetos con mayor peso de 3kg y con mayor volumen del espacio de objetos a 20.3 x 20.3cm, no se podrá escanear.

Encuesta

Encuesta realizada a los alumnos



Universidad Tecnológica de El Salvador

ENCUESTA

Encuesta de proyecto de tesis

Realizada por las estudiantes de la carrera Técnico en Ingeniería de Hardware

Objetivo: Recolección de datos sobre el conocimiento que tiene los estudiantes sobre el escáner 3D

Indicación: Conteste o subraye las siguientes interrogantes que se le muestran según su criterio.

Carrera: _____

Asignatura: _____

1. ¿Conoce usted lo que es un escáner 3D?
 - a) Si
 - b) No
2. ¿Sabe lo que son modelos digitales en tres dimensiones?
 - a) Si
 - b) No
3. ¿A convertido alguna vez un objeto real a un modelo en tres dimensiones?
 - a) Si
 - b) No
4. Si su respuesta fue si ¿Qué procedimiento utilizo para la conversión a modelo 3D?
 - a) Con un programa especializado
 - b) Con un escáner 3D
5. ¿Cree que la implementación de un escáner 3D serviría como una herramienta de apoyo para la impresora 3D?
 - a) Si
 - b) No
6. ¿Cree que con la ayuda de un escáner 3D sería mucho más rápido y preciso generar piezas de repuesto para equipos?
 - a) Si
 - b) No

Encuesta realizada a los docentes



**Universidad Tecnológica
de El Salvador**

ENCUESTA

Objetivo: Recolección de datos acerca del beneficio que podría tener un escáner 3D en el laboratorio de Tecnologías Avanzadas.

Indicación: Conteste las siguientes preguntas.

Docente: Claudia Lissette Rodríguez de Dimas

Cargo: Docente a tiempo completo

1- ¿Qué tiene como fin el laboratorio de Tecnologías Avanzadas?

R/ Contar con tecnología que permita actualizar contenidos sobre robótica, domótica, electrónica, impresión 3D

2- ¿Cuáles son las carreras que utilizaran el laboratorio de Tecnologías Avanzadas?

R/ Ingeniería en Sistemas, Técnico en Hardware.

3- ¿Cree usted que un escáner 3D pudiera ser utilizado por los estudiantes de distintas carreras? Sí o no ¿Por qué?

R/ Sí, porque la tecnología 3D tiene muchas aplicaciones.

4- ¿Cree usted que la Universidad Tecnológica de El Salvador le beneficiaría tener un escáner 3D para generar piezas de repuesto de otros equipos? Si o no, ¿Por qué?

R/ Sí, porque, sería una forma de aplicar dicha tecnología, convirtiéndose a un uso práctico de un equipo, que llevaría beneficio

5- ¿Cree que la implementación de un escáner 3D servirá como herramienta útil para los estudiantes y docentes? Si o no ¿Por qué?

R/ Sí, porque unido a la impresora 3D permitiría a los estudiantes experimentar la aplicación práctica de tecnología actual. A los docentes les permitiría incorporar técnicas nuevas a los contenidos de sus asignaturas, sobre todo de las carreras Técnicas.



Figura 1, Ing. Claudia de Dimas



Universidad Tecnológica de El Salvador

ENCUESTA

Objetivo: Recolección de datos acerca del beneficio que podría tener un escáner 3D en el laboratorio de Tecnologías Avanzadas.

Indicación: Conteste las siguientes preguntas.

Docente: Mario Ernesto Valdez

Cargo: Administrador de laboratorio

1- ¿Qué tiene como fin el laboratorio de Tecnologías Avanzadas?

R/ Cubrir la demanda en cuanto a prácticas necesarias para las nuevas carreras.

2- ¿Cuáles son las carreras que utilizarán el laboratorio de Tecnologías Avanzadas?

R/ Están aún en proceso de aprobación

3- ¿Cree usted que un escáner 3D pudiera ser utilizado por los estudiantes de distintas carreras? Sí o no ¿Por qué?

R/ Si, ya que se tiene la opción tanto de elaborar maquetas, como también partes de “materiales de trabajo” armable.

4- ¿Cree usted que la Universidad Tecnológica de El Salvador le beneficiaría tener un escáner 3D para generar piezas de repuesta de otros equipos? Si o no, ¿Por qué?

R/ Por lo aclarado en la pregunta anterior.

5- ¿Cree que la implementación de un escáner 3D servirá como herramienta útil para los estudiantes y docentes? Si o no ¿Por qué?

R/ Es evidente que una herramienta útil haciendo referencia al uso como apoyo de enseñanza-aprendizaje.



Figura 2, Ing. Mario Valdez



Universidad Tecnológica de El Salvador

ENCUESTA

Objetivo: Recolección de datos acerca del beneficio que podría tener un escáner 3D en el laboratorio de Tecnologías Avanzadas.

Indicación: Conteste las siguientes preguntas.

Docente: Luis Rodrigo Palomo

Cargo: Coordinador catedra de redes

1- ¿Qué tiene como fin el laboratorio de Tecnologías Avanzadas?

R/ Desarrollo de competencias en el área de robótica, impresoras 3D, internet de las cosas, programación, entre otros.

2- ¿Cuáles son las carreras que utilizaran el laboratorio de Tecnologías Avanzadas?

R/Principalmente las carreras de Ingeniería en Sistemas, Industrial, las carreras de base de datos e informática. Se busca además que todas las carreras de la Universidad participe

3- ¿Cree usted que un escáner 3D pudiera ser utilizado por los estudiantes de distintas carreras? Sí o no ¿Por qué?

R/Si, porque facilitaría el desarrollo de prácticas para el uso de las impresoras 3D.

4- ¿Cree usted que la Universidad Tecnológica de El Salvador le beneficiaría tener un escáner 3D para generar piezas de repuesta de otros equipos? Si o no, ¿Por qué?

R/ Si, porque se podrá imprimir los repuestos desde las impresoras que están en el laboratorio.

5- ¿Cree que la implementación de un escáner 3D servirá como herramienta útil para los estudiantes y docentes? Si o no ¿Por qué?

R/ Si, facilitaría el escaneo de diferentes cosas para luego imprimirlo fácilmente en las impresoras.



Figura 3, Lic. Luis Palomo



Figura 4, Estudiantes encuestados



Figura 5, estudiantes encuestados en el Laboratorio de Tecnologías Avanzadas