



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**“ENSAMBLAJE DE UNA IMPRESORA 3D PARA LA FABRICACIÓN DE
PIEZAS AUTOMOTRICES CON POLÍMERO ABS.”**

AUTOR: QUITO ANRANGO JUAN CARLOS

DIRECTOR: ING. MAFLA YÉPEZ CARLOS Msc.

IBARRA – ECUADOR

2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100337334-5
APELLIDOS Y NOMBRES:	QUITO ANRANGO JUAN CARLOS
DIRECCIÓN:	URCUQUI - SAN BLAS
E-MAIL:	juanq88@hotmail.com
TELÉFONO FIJO	062-939-701
TELÉFONO MÓVIL:	0979613636
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ENSAMBLAJE DE UNA IMPRESORA 3D PARA LA FABRICACIÓN DE PIEZAS AUTOMOTRICES CON POLÍMERO ABS
AUTOR:	JUAN CARLOS QUITO ANRANGO
FECHA:	MAYO DEL 2015
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
DIRECTOR:	ING. MAFLA CARLOS MSC.
ASESOR:	ING. HERNÁNDEZ PAUL

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Quito Anrango Juan Carlos, con cédula de identidad No, 100337334-5 en calidad de autor y titular de los derechos Patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

3. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en la defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.



Nombre: Quito Anrango Juan Carlos

Cédula: 100337334-5

Ibarra, Mayo del 2016

ACEPTACIÓN:

.....
Firma



.....
Nombre

Betty Chávez

.....
Cargo: JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución de Concejo Universitario



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Quito Anrango Juan Carlos, con cédula de identidad No, 100337334-5 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los Derechos Patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4,5 y 6 en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“ENSAMBLAJE DE UNA IMPRESORA 3D PARA LA FABRICACIÓN DE PIEZAS AUTOMOTRICES CON POLÍMERO ABS.”** “que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO EN **MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**, en la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma

Nombre: Quito Anrango Juan Carlos

Cédula: 100337334-5

Ibarra, Mayo del 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

Yo ING. MAFLA CARLOS Msc. en calidad de Tutor del señor estudiante, QUITO ANRANGO JUAN CARLOS, certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: **“ENSAMBLAJE DE UNA IMPRESORA 3D PARA LA FABRICACIÓN DE PIEZAS AUTOMOTRICES CON POLÍMERO ABS.”** Para la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz; aprobando la impresión y empastado.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Mafla Carlos", is positioned above a horizontal line.

ING. MAFLA CARLOS Msc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Quito Anrango Juan Carlos, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado, ni calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A handwritten signature in blue ink is written over a horizontal dotted line. The signature is stylized and appears to be "J. Quito Anrango".

Firma

Nombre: Quito Anrango Juan Carlos

Cédula: 100337334-5

Ibarra, Mayo del 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a Dios, por darme la oportunidad de conocer personas que de una u otra manera ayudaron para que el proyecto se realice y sea presentado ante los miembros del Honorable Consejo Directivo.

A mi familia, que con mucha paciencia supo comprenderme y darme su apoyo incondicional para que siguiera adelante en los momentos más difíciles. Anita, madre de mi hijo, quien con una sonrisa hace que recobre ahínco para finalizar lo que en algún momento empecé como un sueño.

En especial el presente va dedicado a mis padres que con sus consejos y guía de superación, honradez, perseverancia, paciencia y ante todo mucho amor, dieron todo para que salga adelante y culmine con la meta propuesta hace varios años atrás.

Juan Carlos Quito Anrango



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado vida y salud para salir adelante y ser una persona de bien. A mi papá y mamá Carlos Quito y Rosita Anrango respectivamente quienes fueron el sostén de apoyo moral de enseñanza y ejemplo de lucha, para que llegue a la culminación de mis estudios; a mis hermanos que supieron darme su apoyo y consejos para que saliera adelante.

Además debo agradecer a las personas que hicieron posible que el trabajo de grado sea presentado: Director de Trabajo de Grado, Magister Carlos Mafla Yépez: Asesor, el Ingeniero Paul Hernández quienes sin beneficio alguno supieron guiarme y compartir sus conocimientos para que el Trabajo de Grado se presente de la mejor manera posible.

En si agradezco a todos los ingenieros y amigos que compartieron sus conocimientos para que cada uno de nosotros seamos profesionales de calidad y útiles para la sociedad.

Juan Carlos Quito Anrango

RESUMEN

El trabajo de grado se llevó a cabo para desarrollar una fuente de crecimiento e innovación, que permitirá que los estudiantes y docentes diseñen, modifiquen piezas automotrices las cuales posteriormente podrán ser fabricadas por medio de la impresora en tres dimensiones. Cabe mencionar que la máquina de impresión en mención será ensamblada en la ciudad Ibarra, en los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, siendo de fácil acceso y manipulación para los estudiantes y catedráticos, todo parte de los diseños creados en un software de diseño por los mismos estudiantes o catedráticos, para luego por medio de una micro SD compartir información (diseños en formato STL) con la máquina de impresión en 3D, la misma que está compuesta por un panel de control fuente de energía, tarjeta electrónica de control, cama caliente, estructura (ejes, rodamientos, pernos, bridas soportes entre otros) y material de aporte ABS (acronitrilo butadieno estireno) el mismo que es sometido a temperatura de fundición en el cabezal de extrusión y por medio de la unión de diferentes componentes van depositando capa a capa el material de aporte, hasta llegar a formar todo el objeto: así también debemos indicar que la máquina también sirve para imprimir con otros tipos de plásticos como es el PLA (ácido poli láctico), teniendo que ajustar la temperatura de fundición y la velocidad de impresión de cada uno de ellos ya que su composición química varía. Además también tenemos que mencionar la facilidad que se puede obtener los diseños, como es, haciendo uso del escáner; el mismo que es un aparato capaz de recolectar información de un objeto, y por medio de un programa que se encarga del procesamiento de la información recolectada de la pieza, para que seguido sea cargada la información a la máquina de impresión con la ayuda de una micro SD. Obligando a que se realicen unos cuantos pasos para poner en funcionamiento y obtener el objeto previamente seleccionado.

ABSTRACT

This degree work was carried out to develop a source of growth and innovation that will allow students and teachers to design and modify automobile parts, which may subsequently be manufactured by the three-dimensional printer. Note that this printing machine will be assembled in Ibarra city, at the garage of the Automobile Maintenance Engineering career, that belongs to Tecnica del Norte University, with easy Access and manipulation for students and professors. The whole process begins with the designs created by specialized software and performed by the students or teachers, and then it will be possible to share information (in STL format) with 3D printing machine using a micro SD. This machine consists of a control panel, power supply, electronic control board, warm bed, structure (shafts, bearings, bolts, flanges, brackets, etc.) and filler material ABS (acrylonitrile butadiene styrene) it is put through melt temperatura in the extrusion head, and through the binding of different components this extrusion head is deposited layer by layer, it is the filler material, until it became entire object; so it must also be indicated that the machine is used to print with other types of plastics such as PLA (polylactic acid) the melting temperature and print speed must be adjusted because its chemical composition varies. In addition, it is mentioned the easiness with which you can get designs, such as using the scanner, which collects the information of an object and then through a program it is handled the processing of the object information, and the next step will be upload information to the 3D printing machine with the help of a micro SD. Necessarily it should take some steps to put into operation the machine and get the object, which has been previously selected.



INTRODUCCIÓN

La impresión en tres dimensiones es una tecnología que está revolucionando la industria, ya que está siendo aplicada en distintos ámbitos debido a la precisión con la que salen los objetos impresos, además de utilizar diferentes tecnologías o métodos de impresión, como es la: estereolitografía, siendo una de las técnicas más antiguas utilizadas para impresión en tres dimensiones: La técnica de sinterización selectiva por láser la misma que consiste en dar tratamiento térmico al polvo (cerámica o nylon).

La tecnología que se utiliza en el plan de trabajo de grado es por modelado de material fundido (FDM). Siendo la técnica de impresión en tres dimensiones más económica y de fácil accesibilidad y además que permite conocer las ventajas que ofrece esta técnica de obtención de piezas u objetos.

La innovación será, el dar, facilidad de crear diseños y a su vez objetos tangibles debido que se utiliza un escáner, el cual emplea una técnica de foto copiado, el mismo que consiste en recolectar información del objeto por medio de dos cámaras y un láser que serán parte de la recopilación de información, y que posteriormente será procesado por un software.

El material que se utilizará para la impresión en tres dimensiones es el acrilonitrilo butadieno estireno, el cual, posee características de buen resultado el medio de la industria automotriz por ser muy resistente, rígido y además de ser amigable con el medio ambiente.

La manipulación de la máquina es otra de las facilidades que ofrece la tecnología de impresión en 3D, con solo seleccionar la temperatura ideal del material de impresión y seleccionar el diseño en la pantalla de control y esperar un tiempo coherente para que el extrusor y la cama de aluminio alcance la temperatura ideal de funcionamiento, el cual es informada a la controladora por medio de sensores de temperatura, la misma que se encarga de procesar esta información para que luego la máquina ponga en funcionamiento todos sus mecanismos para realizar el objeto y llegar al objetivo final, que es crear una pieza automotriz.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	IV
CERTIFICACIÓN	V
DECLARACIÓN	VI
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XVIII
CAPÍTULO I	1
1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4 DELIMITACIÓN	2
1.4.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL	2
1.4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL	2
1.5 OBJETIVOS	2
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.6 JUSTIFICACIÓN	2

CAPÍTULO II	3
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 INTRODUCCIÓN	3
2.2 ¿QUÉ ES LA IMPRESIÓN EN 3D?	3
2.2.1 VENTAJAS DE LA IMPRESIÓN EN TRES DIMENSIONES	3
2.3 TIPOS DE IMPRESORAS EN 3D	4
2.3.1 IMPRESORAS 3D SEGÚN SU TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN	4
2.4 MATERIALES UTILIZADOS EN LA IMPRESIÓN 3D	8
2.4.1 MATERIAL PLÁSTICO ABS	8
2.5 ¿QUÉ ES UN SCANNER 3D?	11
2.5.1 TECNOLOGÍAS DE SCANNER 3D	11
2.6 SOFTWARE PARA EL MODELADO EN 3D	17
2.6.1 CURA	18
2.6.2 MAKERWARE	18
2.6.3 3DTIN	19
2.6.4 K 3D.....	19
2.7 GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	20
CAPÍTULO III	21
3 MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN	21
3.1.1 BIBLIOGRÁFICA	21
3.1.2 TECNOLÓGICA.....	21
3.2 MÉTODO.....	21
3.2.1 ANALÍTICO.....	21
3.2.2 SINTÉTICO.....	22
3.2.3 DISEÑO.....	22

CAPÍTULO IV	23
4 PROPUESTA.....	23
4.1 FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA	23
4.2. FUNCIONES Y REQUERIMIENTOS DE LA MÁQUINA DE IMPRESIÓN EN 3D... 23	
4.3. SELECCIÓN DE LA MÁQUINA DE IMPRESIÓN, POR MÉTODO PONDERADO .24	
4.4. MÁQUINA DE IMPRESIÓN 3D MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDID (F.D.M)	25
4.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	26
4.6. DIAGRAMA DE FLUJO, DEL ENSAMBLAJE DE LA IMPRESORA EN 3D.....	27
4.7 ELEMENTOS QUE COMPONEN LA IMPRESORA EN TRES DIMENSIONES TIPO MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDIDO (M.D.F.)	27
4.8 ENSAMBLAJE DE LA IMPRESORA EN 3D	29
4.8.1 ENSAMBLAJE DE LOS EJES Y, X, Z.....	29
4.9 MANUAL DE MANTENIMIENTO	45
4.9.1 MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE USO	45
4.9.2 PROCESO DE MANTENIMIENTO	46
4.10 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PIEZAS AUTOMOTRICES A BASE DE POLÍMERO ABS.....	55
4.10.1 MODELADO	55
4.11. SOFTWARE DE INTERFAZ CON LA IMPRESORA EN 3D.....	70
4.11.1. DESCARGA DEL SOFTWARE CURA VERSIÓN 15.02.01	70
4.11.2. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE CURA VERSIÓN 15.02.01.....	72
4.11.3. DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DEL SOFTWARE CURA VERSIÓN 15.02.10.....	75
4.12 ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DE PRÁCTICA, POR MEDIO DE LA IMPRESIÓN 3D CON MATERIAL DE APORTE ABS.....	78
4.13. PRUEBAS DE TEMPERATURA	82
CAPÍTULO V	84
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84

5.1 CONCLUSIONES	84
5.2 RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS.....	89
ANEXO 1. RECOMENDACIONES PARA IMPRIMIR EN TRES DIMENSIONES.....	89
ANEXO 2. CALIBRACIÓN DE LA CAMA CALIENTE.....	90
ANEXO 3. FABRICACIÓN DE UN BRAZO DE BIELA POR MEDIO DE LA IMPRESORA EN 3D CON MATERIAL DE APORTE EL POLÍMERO ABS.	92
ANEXO 4.- PLANOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE ACRÍLICO	93

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Impresora tipo Estereolitografía.....	4
FIGURA 2: Impresora tipo sinterización selectiva por láser	5
FIGURA 3: Impresora tipo inyección o adición.....	6
FIGURA 4: Tipo deposición de material fundido	7
FIGURA 5: Escáner tipo tiempo de vuelo	13
FIGURA 6: Parámetro de influencia en los láseres de triangulación	14
FIGURA 7: Escáner tipo triangulación	15
FIGURA 8: Principio de funcionamiento de holografía conoscópica	16
FIGURA 9: Escáner de luz estructurada.....	17
FIGURA 10: Software Cura (área de impresión).....	18
FIGURA 11: Vista en el ordenado del software Makerware	18
FIGURA 12: Software 3Dtin.....	19
FIGURA 13: Vista en el ordenador del software 3D-K	19
FIGURA 14: Ensamblaje por normas ASME.....	27
FIGURA 15: Estructura del eje Y	30
FIGURA 16: Bandeja metálica y tensor de la correa.....	31
FIGURA 17: Tensado de la correa.....	32
FIGURA 18: Piezas plásticas que forman parte del eje X.	33
FIGURA 19: Pieza de plástico junto con el cojinete y polea.....	34
FIGURA 20: Ubicación del motor y tornillo sin fin del eje Z.....	35
FIGURA 21: Empotramiento del eje Z	35
FIGURA 22: Motor acoplado en la base del eje X.....	37
FIGURA 23: Final de carrera del eje Y	40
FIGURA 24: Final de carrera del eje Z.....	40
FIGURA 25: Final de carrera del eje X	41
FIGURA 26: Esquema eléctrico.....	42
FIGURA 27: Instalación de la fuente de energía.....	43

FIGURA 28: Partes de la impresora en tres dimensiones	44
FIGURA 29: Ajuste de los pernos de la estructura.....	47
FIGURA 30: Ajuste de pernos de la electrónica.....	47
FIGURA 31: Ajuste de pernos prisioneros de las poleas y boquilla de extrusión	47
FIGURA 32: Limpieza de la PBC	48
FIGURA 33: Limpieza del ventilador y disipador de calor	48
FIGURA 34: Limpieza del orificio de la base del extrusor	49
FIGURA 35: Limpieza de varillas lisas.....	49
FIGURA 36: Limpieza y lubricación de las varillas lisas y roscadas del eje Z	50
FIGURA 37: Remoción de material adhesivo de la plataforma de aluminio	50
FIGURA 38: Remoción y colocación de cinta adhesiva	51
FIGURA 39: Selección de la posición del cabezal de extrusión	52
FIGURA 40: Limpieza del extrusor	52
FIGURA 41: Tensado de correas dentadas	53
FIGURA 42: Nivelación de la base	54
FIGURA 43: Calibración de la plataforma de aluminio	55
FIGURA 44: Funciones del software Skanect.....	63
FIGURA 45: Partes del pistón.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Características mecánicas	10
TABLA 2: Selección de máquina 3D por medio del método ponderado	25
TABLA 3: Especificaciones Impresora 3D	26
TABLA 4: Lista de piezas que conforman la máquina de impresión 3D.....	28
TABLA 5: Lista de herramientas para ensamblar parte mecánica	28
TABLA 6: Materiales que se necesita para la instalación de la electrónica	29
TABLA 7: Materiales para el eje Y	29
TABLA 8: Elementos para el ensamblaje del eje X y Z	33
TABLA 9: Elementos del cabezal de extrusión.....	36
TABLA 10: Elementos para la instalación de la cama caliente	38
TABLA 11: Elementos para la instalación de la cama caliente	39
TABLA 12: Materiales para la instalación de la fuente de energía.....	43
TABLA 13: Partes de impresora en 3D	44
TABLA 14: Mantenimiento de la impresora en 3D en función de uso.....	45
TABLA 15: Posición de los ejes	54
TABLA 16: Construcción de un pistón en el software de diseño Solidworks	56
TABLA 17: Proceso de escaneo del brazo de biela del vehículo Chevrolet Corsa	64
TABLA 18: Pasos para descargar diseños en formato STL de internet.....	68
TABLA 19: Pasos para descargar software libre CURA	71
TABLA 20: Instalación del software básico de CURA 15.02.01	73
TABLA 21: Herramientas del software libre Cura 15.02.01	75
TABLA 22: Especificaciones del pistón del motor de combustión interna.....	79
TABLA 23: Pasos para imprimir en 3d en la máquina 3Dprinter 8 (FDM).....	80
TABLA 24: Pruebas de variación de temperatura del extrusor	83

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La industria automotriz es muy amplia a nivel mundial, sin ser la excepción el Ecuador, existe una gran demanda de repuestos para cada uno de los vehículos. En el país los automóviles eran de poca accesibilidad para la mayor parte de la población, debido que los costos para la comercialización eran sumamente elevados, y en caso de mantenimiento o reparación las cosas se complicaban aún más, por su costo eran inalcanzables, teniendo que el propietario abandonar su automotor.

En el año de 1969, en el país existía una sola ensambladora de vehículos “AYMESA”, misma que estaba vinculada con General Motors Company; época en la cual no había muchos proveedores de piezas y partes para el ensamblaje y reparación de vehículos. En 1983 la importación de repuestos automotrices se incrementó, como resultado de las medidas de protección para el sector automotriz, decretadas por el pacto Andino, ley que prohíbe de importar vehículos ensamblados: Siendo este decreto compasivo con la industria automotriz, durando muy poco tiempo, ya que se flexibilizó la importación de vehículos pero se fijaron aranceles muy altos.

A partir de 1995, se inicia las importaciones de piezas y partes automotrices directamente desde COREA por los almacenes distribuidores, siendo un factor de dificultad la distancia. (MONICA, 2010). Ecuador no siendo un gran fabricante de repuestos, se ha visto en la necesidad de importar desde los grandes países industrializados; teniendo que incrementar el precio de cada uno de los repuestos, además de velar por la falta de algunos de ellos en las vitrinas del mercado automotriz.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la mayoría de los almacenes, los repuestos de polímero son importados, debido a la no disponibilidad en el medio, esto genera un incremento en los precios.

A pesar de que la carrera dispone de máquina herramienta y equipo tecnológico sofisticado para el mantenimiento de vehículos, no cuenta con una máquina que ayude a fabricar piezas de polímero, mismas que son de uso muy frecuente en la industria automotriz.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo fabricar piezas automotrices de polímero ABS a bajo costo?

1.4 DELIMITACIÓN

1.4.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

Al disponer de una impresora 3D, la fabricación de piezas automotrices plásticas o de polímero, se realizará en el taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra.

1.4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL

La fabricación de piezas automotrices y el ensamblado de la impresora en 3D se realizaran desde el mes de Febrero del 2015 a Enero del 2016.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Ensamblar una impresora 3D para fabricar piezas automotrices con polímero ABS.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Buscar bibliografía de los diferentes tipos de impresoras en 3D.
- Duplicar piezas automotrices, mediante el escáner.
- Elaborar una guía práctica de laboratorio mediante la impresora 3D.
- Implementar una impresora 3D, en los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

1.6 JUSTIFICACIÓN

El presente Trabajo de Grado tiene como finalidad ensamblar una máquina de impresión en 3d, misma que servirá para el uso didáctico de docentes y estudiantes de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz. La innovación será la facilidad de crear piezas físicas, a partir de diseños propios elaborados por los docentes y alumnos, y su mejoramiento a partir de un procedimiento prueba error. Se puede agregar que el material que se utilizara para la impresión 3D garantiza el respeto al medio ambiente, debido a que el polímero ABS es un material reciclable. Cabe indicar que al momento de la impresión se emiten pequeñas cantidades de gases contaminantes.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN

La impresión en 3D, es una tecnología que viene más o menos desde la década de los 70, siendo aquellas de gran tamaño y de limitada aplicación. En 1989 S. Scott Crump diseña una tecnología de impresión 3D, la misma que se denominó, Modelado por Deposición Fundida (FDM), para luego ser comercializada por la empresa Stratasys, convirtiéndose en la empresa más grande en fabricar impresoras 3D y de materiales de impresión.

2.2 ¿QUÉ ES LA IMPRESIÓN EN 3D?

(Bevota, 2015) Es un dispositivo capaz de generar un objeto sólido tridimensional mediante la adición de material, siendo la principal diferencia con los sistemas de producción tradicionales, como es la sustracción de material (troquelado y fresado).

Tecnología que permite obtener objetos reales por medio de la deposición de material plástico fundido, conociendo que el diseño del objeto debe estar en formato que sea compatible con la máquina (STL) lo que implica que se necesita información digitalizada, para luego convertir en un objeto tangible, exactamente como se observa en el ordenador; asumiendo que el diseño que se va imprimir, tiene que estar en tres dimensiones.

La impresión 3D, es una tecnología que permite crear piezas tridimensionales, aplicando diferentes tipos de técnicas de impresión ya sea por adición de material o por tratamiento térmico de polvos (metálicos, cerámicos).

2.2.1 VENTAJAS DE LA IMPRESIÓN EN TRES DIMENSIONES

- Una sola máquina es capaz de hacer diferentes objetos.
- Los límites de creación, es la imaginación.
- No necesita de un lugar específico para la fabricación de piezas, se puede realizar desde casa.
- Permite emprender desde varias aspectos económicos.
- Se puede utilizar en diferentes campos de la industria.

2.3 TIPOS DE IMPRESORAS EN 3D

2.3.1 IMPRESORAS 3D SEGÚN SU TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN

Las impresoras 3D se diferencian entre sí, por la tecnología que utilizan para la realización de su objetivo, lo que ayudara a identificar como funciona cada una de ellas, al momento de realizar la impresión del objeto real.

Tipo estereolitografía SLA

Técnica primera en utilizarse en la impresión 3D; se fundamenta en someter un líquido sensible a la luz como la resina líquida, la misma que está en un cubo. La resina líquida al ser sometida a la luz ultravioleta se cristaliza fase a fase, repitiendo este proceso varias veces hasta que el diseño concluya y alcance el objeto deseado.

Este método es muy bueno debido a que se obtiene piezas de alta calidad en dureza, pero a su vez desperdicia cierta cantidad de material durante la impresión del objeto.

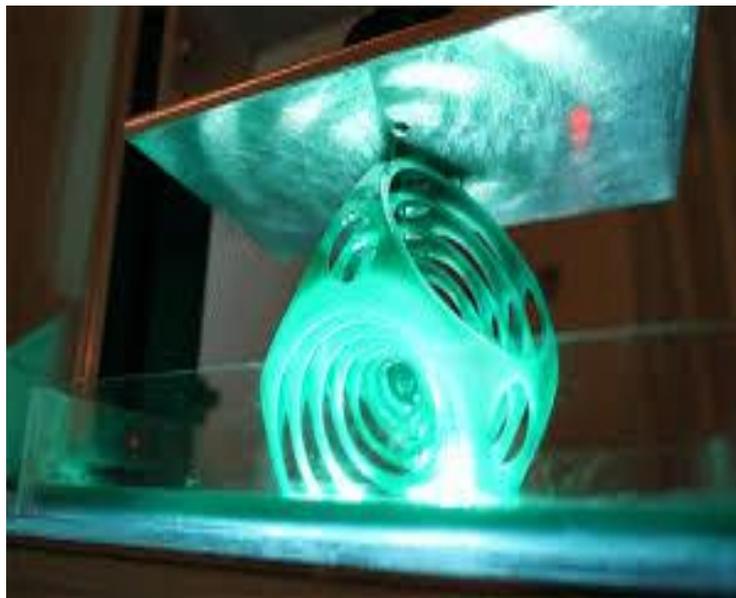


FIGURA 1: Impresora tipo Estereolitografía

Fuente: (Tipos de impresoras 3D - Impresoras3d.com, 2014)

Desventajas

- La adquisición de la máquina alcanza valores muy elevados.
- El material de aporte (resina líquida) es de alto valor, por lo que los objetos alcanzan un alto costo.
- Desperdicia gran cantidad de material durante la impresión.

Sinterización selectiva por láser SLS

También conocida por su nombre en inglés *selective láser sintering (SLS)*, utiliza como tecnología de impresión al láser, el cual, hace impacto con el polvo (cerámica, cristal, nylon y poliestireno). Obteniendo una temperatura cercana a la de fundición y se solidifica a través de la sinterización; proceso que consiste en dar tratamiento térmico al polvo.

Este tipo de impresión no desperdicia material ya que se almacena en el mismo lugar donde inicia la impresión, utilizando todo el material por medio de esta técnica de impresión. Siendo un factor importante a tomar en cuenta el láser, ya que debe ser uno de alta potencia como es el de CO₂, el cual permite la fusión de partículas pequeñas de plástico, metal, cerámica o cristal.

La información de la pieza que se va imprimir resulta de un fichero informático.

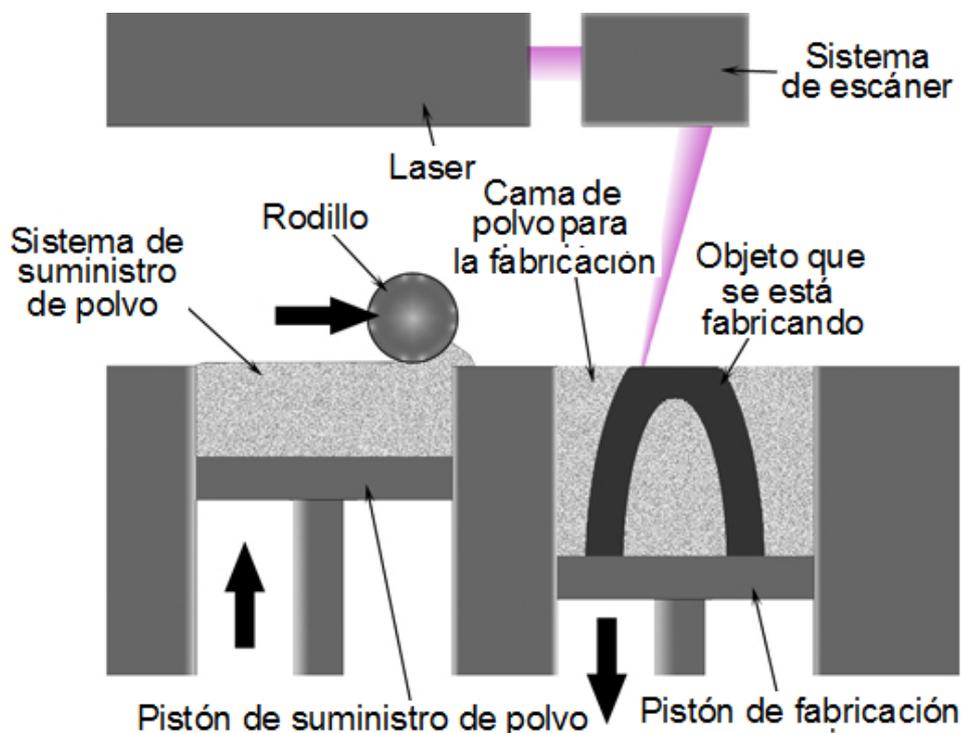


FIGURA 2: Impresora tipo sinterización selectiva por láser

Fuente: (Qué es un escáner 3D? -, 2014)

Desventajas

- Desperdicia mayor cantidad de material a diferencia de las otras técnicas en un 30%.
- El valor del mecanismo calefactor es de mayor costo y difícil de encontrar, (láser de CO₂).

Tipo inyección o adición

Tecnología de impresión muy similar a la de láser y similar a la impresión convencional (2D); siendo la única diferencia que radica, en lugar del láser o tinta, respectivamente se inyectará fotopolímero líquido, capa por capa, esparciendo una capa de polvo (plástico o resinas) el mismo que estará a temperatura de fundición, seguido inyecta el coagulante en la sección de la pieza. Siguiendo este mismo proceso hasta la terminación del objeto.

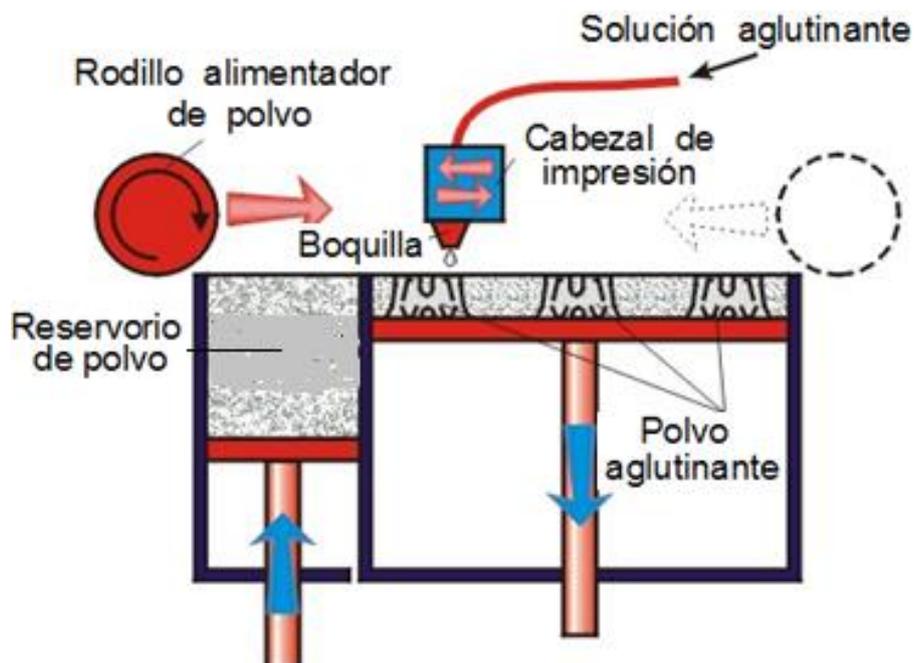


FIGURA 3: Impresora tipo inyección o adición

Fuente: (Profesor Hugo Matinegro, 2014)

Desventajas

- Mayor costo de impresión.
- Mayor complejidad en el mantenimiento.

Tipo modelado de material fundido (F.D.M.)

Tecnología que permite la creación de objetos mediante la deposición de material plástico (polímero) a temperatura de fundición, el cual dependerá del tipo de material, siendo la temperatura extrusión que debe alcanzar el extrusor y fundir el acrilonitrilo butadieno estireno ABS oscila entre 180°C a 220°C, para poder trazar la primera capa y las consecuentes hasta terminar el objeto.

Este tipo de impresión en tres dimensiones antepone una primer capa de material ABS, para graficar y calcular el volumen del objeto, seguido la misma máquina se encarga de seguir trasponiendo capas de abajo hacia arriba hasta la culminación del objeto.

El material plástico se almacena en rollos, debido a que está en estado sólido, para luego ser arrastrado y empujado por medio de serbo-motores junto con otros mecanismos hacia el extrusor, y por medio de la boquilla ser expulsado en minúsculos hilos que van desde 0.1 a 0.4 mm, que se solidifican conforme el software ordene a la controladora, la misma que tendrá que ordenar a los actuadores y que junto con otros dispositivos mecánicos y eléctricos se unan y vayan graficando con el polímero capa a capa hasta la finalización de la pieza mecánica.

Para la utilización de este tipo de tecnología es imprescindible contar con una base caliente, para que, al momento de realizar la acción de impresión pueda adherirse mejor el polímero y obtener un excelente acabado del objeto, en el caso que se utilice materia plástico ABS.

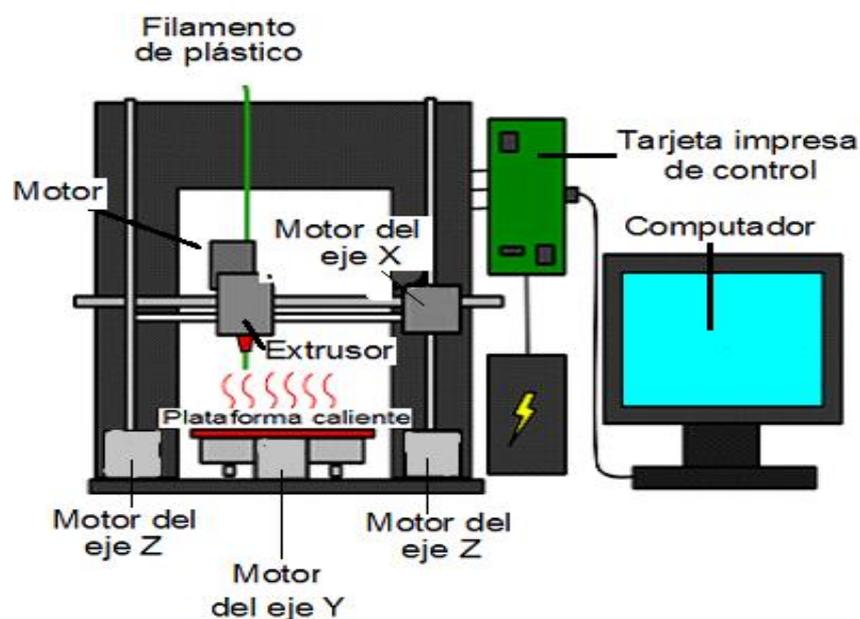


FIGURA 4: Tipo deposición de material fundido

Fuente. (Fabricación digital: Prototipado Rápido - SlideShare, 2014)

Ventajas

- El valor de su tecnología es más económica que las demás.

- El modelado por deposición fundida es una tecnología que permite economizar dinero a través del ahorro de material y tiempo.
- Puede imprimir objetos por horas ilimitadas sin necesitar un mantenimiento complicado y que cueste tanto dinero.

2.4 MATERIALES UTILIZADOS EN LA IMPRESIÓN 3D

En el mundo se cuenta con una gran cantidad de materiales plásticos, mismo que son provenientes de diferentes compuestos, ya sea de la descomposición de restos animales como son: El petróleo que mediante procesos químicos da origen a diferentes productos a fin de mejorar la calidad de vida de las personas, siendo uno de los derivados, el plástico acrilonitrilo butadieno estireno.

Así también se debe mencionar que por medio de los avances tecnológicos se ha logrado crear plásticos biodegradables, gracias a que se han dado tratamiento a la caña de azúcar, caña de maíz, remolacha de los que se puede destacar, ha hecho que la industria plástica crezca cada día, siendo utilizada en diferentes campos como es la agricultura, medicina, construcción, transporte y telecomunicación entre otras.

La industria automotriz no puede quedar fuera del campo de aplicación, y viendo la necesidad de que los vehículos ganen mayor potencia y velocidad se ha diseñado partes de plástico con las que aligeran el peso del automotor, llevando aproximadamente el 10% del vehículo que está formado por partes de polímero.

Para la impresión en 3D hay plásticos que se utilizan para dicho fin, como el material plástico A.B.S. (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), que están expuestos al mercado en filamentos de distintos diámetros como de 3 mm y 1.75 mm, siendo utilizado en los últimos años el de 1.75 mm, los cuales utilizan para la creación de piezas automotrices.

2.4.1 MATERIAL PLÁSTICO ABS

El material plástico ABS, es un compuesto de Acrilonitrilo Butadieno Estireno, los cuales son adquiridos de descompuestos fósiles, como es el petróleo (recurso no renovable), teniendo que solo el 10% del petróleo es utilizado para la fabricación de plásticos, en los que está el polímeros ABS, el mismo que tiene propiedades y características que ayudan en la aplicación de la impresión en 3D y por ende en la fabricación de piezas automotrices.

Características físicas

El ABS es de color opaco, y puede ser de color oscuro o marfil, además que puede adquirir diferentes colores con la pigmentación obteniendo acabados y brillo excepcional, encontrándose así en nuestro entorno diario y se puede utilizar con aleaciones plásticas obteniendo plásticos de alta resistencia a temperaturas extremas, por lo que, se denomina termoplástico, más aun cuando son bajo cero mientras otros se vuelven quebradizos, el ABS se mantiene inalterable, no es biodegradable, además de otras características como se describe a continuación.

- Temperatura de uso máximo 80-95°C.
- Comportamiento de resistencia frente agentes químicos.

Características químicas

Es un polímero de tres compuestos, acrilonitrilo butadieno estireno o ABS plástico resistente a la temperatura y a los impactos adquiridos el cual el estireno facilita las características del proceso, variando de 40-60%, el acrilonitrilo mejora la resistencia química e incrementa la dureza superficial variando en proporciones de 15-35%, el butadieno ayuda a la fuerza de impacto y dureza total con variaciones de 5-30%.

Teniendo en cuenta que al aumentar la porción de acrilonitrilo produce una mejora de las propiedades térmicas y químicas de material plástico ABS.

- Resistencia al envejecimiento.
- Dureza.
- Rigidez.
- Brillo.

Mientras que el butadieno aporta con propiedades que mejoran el alto impacto.

- Flexibilidad.
- Resistencia al impacto y a la fusión.

El estireno proporciona propiedades en rigidez para el material ABS, siendo este elemento un inconveniente para producir ABS anti-llama.

- Facilidad de procesado (fluidez).
- Brillo.
- Dureza y rigidez.

Características mecánicas

Aunque día a día los científicos hacen los modos posibles por mejorar las características mecánicas, ya sea con la adición o sustracción de compuestos que ayuden a mejorar las condiciones mecánicas para obtener un óptimo funcionamiento del material. Gracias a la unión de unidades de monómeros han obtenido características mecánicas como las que se muestra en la tabla 1.

TABLA 1: Características mecánicas

Elemento	A.B.S.		
Características mecánicas	Unidad	Norma	
<i>Resistencia al impacto</i>	KJ/M2	ISO 179	
<i>Resistencia al corte</i>	KJ/M2	DIN 53453 ISO 179	12
<i>Módulo de elasticidad</i>	KN/MM2	DIN53453 ISO 178	2.3
<i>3.5 % Flexión de tensión</i>	N/MM	DIN 53457 ISO 178	655
<i>Alargamiento a la rotura</i>	%	DIN 53452 DIN 53455	20

Fuente. (Optalia, 2011)

(Eduardo, 2010) El plástico ABS es llamado *plástico de ingeniería*, ya que su elaboración es más compleja que los demás, consiguiendo que a temperaturas altas se vuelve deformable o flexible, mientras que al enfriarse lo suficiente se endurece; siendo de esta manera considerada como termoplástico.

Por cada una de estas características, el material plástico ABS ha incursionado en la aplicación de la nueva tecnología, que se denomina impresión en tres dimensiones, además que presta las condiciones necesarias para la impresión de los diseños en 3D.

Almacenamiento

Para el almacenamiento del material se debe tener en cuenta que debe estar a temperatura ambiente además de no ser expuesto a los rayos solares, ya que si ocurre lo mencionado, el material se cristaliza y al momento de la impresión se observa los inconvenientes, como es la ruptura del mismo haciendo que la impresión tenga que ser reiniciada, siendo recomendable guardar al vacío o en la empaquetadura del polímero ABS.

2.5 ¿QUÉ ES UN SCANNER 3D?

(Escaner 3D, 2015) Es un aparato que captura la forma y características de cualquier tipo de volumen o ambiente y mediante un software específico construye un modelo tridimensional del mismo.

Dispositivo tecnológico que ayuda a recolectar información de los objetos X, Y, Z, así como la forma, volumen e incluso el color, y por medio de un software determinado convertirlo en un objeto tridimensional, para luego ser construidos por la impresora en tres dimensiones.

Las características que llega a recolectar el escáner pueden ser muy exactas, así como el color del objeto, siendo similares a los reales, pero para conseguir que esto suceda, tendrá que hacer diferentes muestras de escaneo en diferentes puntos. El escaneo debe realizarse de manera que estén en un mismo sistema de referencia, llamado proceso de alineación, este procedimiento se hace para obtener el objeto completo.

Encontrándose de esta manera en diferentes campos como la arquitectura, industria automotriz, arqueología e incluso en la reproducción de películas y video juegos. Dando lugar a que aparezcan diferentes tecnologías de escaneo en 3D.

2.5.1 TECNOLOGÍAS DE SCANNER 3D

Tipo contacto

Tecnología de tipo contacto, explora el objeto por medio de toques físicos (palpador), el mismo que tiene una punta de acero duro o zafiro, cada contacto con la pieza pertenece a un punto del diseño, que por medio de sensores permiten saber la ubicación en el espacio del palpador.

Dando a entender que tiene gran desventaja con respecto a los demás escáner, ya que al momento de tener contacto con el objeto puede modificar su estructura, sobre todo si se trata de materiales delicados, además se conoce que son más lentos ya que operan en torno a los 100 Hertz.

Tipo sin contacto

Como su nombre lo indica este tipo de tecnología de escaneado no necesitan llegar a tocar físicamente el objeto a escanear, utiliza algún tipo de radiación, tanto emitida por el escáner (*escáneres activos*) como capturada directamente del ambiente (*escáneres pasivos*). Entre los tipos de radiación se encuentra la luz (láser, infrarroja, natural), ultrasonido, radiografía; habiendo que describir cada uno de ellos ya que se derivan en diferentes grupos.

Activo

Tiempo de vuelo

Utiliza un láser para medir la distancia del dispositivo a cada punto del objeto. La manera de medir la distancia consiste en cronometrar el tiempo que tarda un pulso de luz emitido por el escáner en recorrer la distancia al objeto y volver.

Para obtener la distancia (D) al punto se debe resolver la ecuación.

$$D = (C \times T)/2$$

Dónde: T es el tiempo cronometrado.

C es la velocidad de la luz.

En este tipo de escáner, el factor que determina la calidad del diseño es el dispositivo con que mide el tiempo que demora en volver la luz, teniendo que 3.3 picosegundos es el tiempo aproximado para que la luz recorra 1 milímetro. Este tipo de escáner mide un punto de su campo de visión, siendo necesario mover el medidor para escanear puntos diferentes. El movimiento puede hacerse moviendo el telémetro o usando un sistema giratorio de espejos.

El sistema giratorio de espejos es más eficaz pues son más ligeros y se pueden mover más rápido y con mayor precisión. Estos escáneres pueden capturar del orden de 10000 a 100000 puntos por segundo.

El escáner de tiempo de vuelo, es apropiado para grandes infraestructuras ya que puede capturar imágenes de gran tamaño con un máximo de 80m y un mínimo de 5mm.



FIGURA 5: Escáner tipo tiempo de vuelo

Fuente. (Cuesta, Laboratorio de Realidad Virtual - Escáner láser, 2014)

Triangulación

Este tipo de escáner, utiliza un láser para analizar el objeto a corta distancia, así como la forma y posición; por medio de una cámara fotográfica se visualiza el láser proyectado en el objeto formando, la luz láser, la cámara y el objeto, un triángulo de allí el nombre de la tecnología.

Teniendo que la precisión de estos sistemas de triangulación depende por lo tanto de:

- La resolución del sensor CCD (dispositivo de carga acoplada).
- La calidad de los lentes (no presenten aberraciones ni errores).
- El tamaño del spot que se pueda conseguir.
- Calidad del haz láser y estado superficial de la pieza.
- La coordinación entre la emisión y la recepción de los datos (filtro de pulsación).
- La calibración y cuantificación del error del sistema.

Siendo el haz del láser el que definirá la velocidad y la calidad de la toma de muestras, se deberá tener en cuenta los siguientes parámetros de influencia en los láseres de triangulación.

- Intensidad del láser, tiempo de manifestación.
- Profundidad del campo, rango de altura o profundidad, siendo el sensor capaz de recoger los puntos del objeto digitalizado.
- Ancho del haz de láser, mide la posición media de la profundidad de campo.
- Campo de visión, definida por la profundidad de campo y el ancho del haz de láser.
- Distancia de referencia, tomada del cabezal sensor hasta el área de referencia puesta en la parte media del campo de medida, obteniendo puntos de mayor calidad.
- Ángulo de visión, depende de la colocación del sensor sobre el objeto.
- Ángulo de triangulación depende de la geometría de fabricación del sensor.
- Ángulo del campo de visión, define el ancho del haz de láser.
- Diámetro del campo de visión mediada en la parte que hace contacto el láser con el área de referencia.
- Distancia de los puntos digitalizados, medida en una misma línea de barrido del láser.
- Distancia entre líneas de barrido.
- Velocidad de toma de datos, siendo la cantidad de puntos capturados por unidad de tiempo.

Cada uno de los ítems debe ser tomado en cuenta para obtener una buena muestra de escaneo mediante la triangulación, ya que la luz láser influye de gran manera en la toma de muestras de datos del objeto.

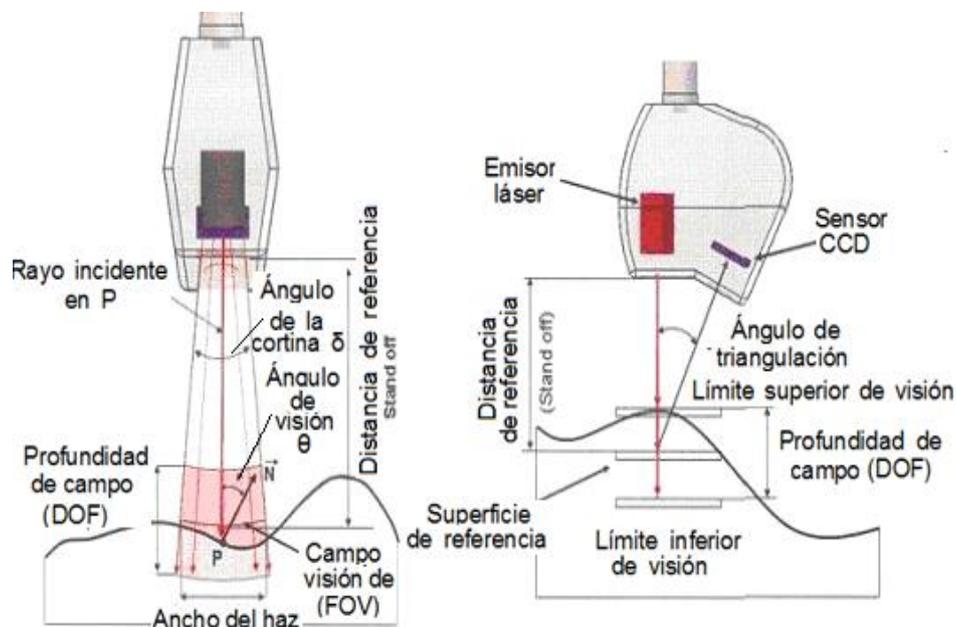


FIGURA 6: Parámetro de influencia en los láseres de triangulación

Fuente. (Cuesta, Aplicaciones Metrologicas de los láseres por triangulación, 2014)

Debido a que la tecnología crece día a día, con el único fin de obtener mejores datos de un objeto escaneado, se ha definido la luz láser como el dispositivo que interfiere en la precisión y la velocidad, además de la posibilidad de ser utilizada en trabajos de inspección o de labores cotidianas.

Creando una reducción de tiempo, trabajo y en consecuencia la reducción de costo económico.

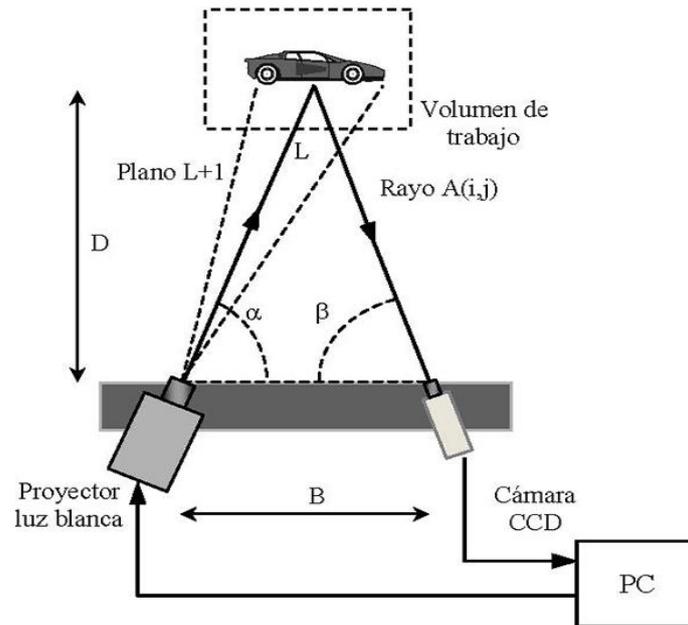


FIGURA 7: Escáner tipo triangulación

Fuente. (Jimenez, 2013)

Holografía conoscópica

Esta tecnología fue descubierta por Gabriel Sirat y Demetri Psaltis en el año de 1985. Dando la posibilidad de obtener mapas de 1,2 o 3 dimensiones, además permite obtener mediciones mejores que una micra.

La holografía conoscópica consiste en hacer pasar un rayo por cristales de doble refracción: cuando un rayo de luz monocromática polarizada atraviesa un cristal de doble refracción, es dividida en 2 rayos: ordinario y extraordinario. La diferencia de velocidades entre ambos produce una figura de interferencia, de cuyo procesamiento se puede obtener la distancia del punto emisor del rayo luminoso, como se indica en la figura 8. (Merín, (2015)

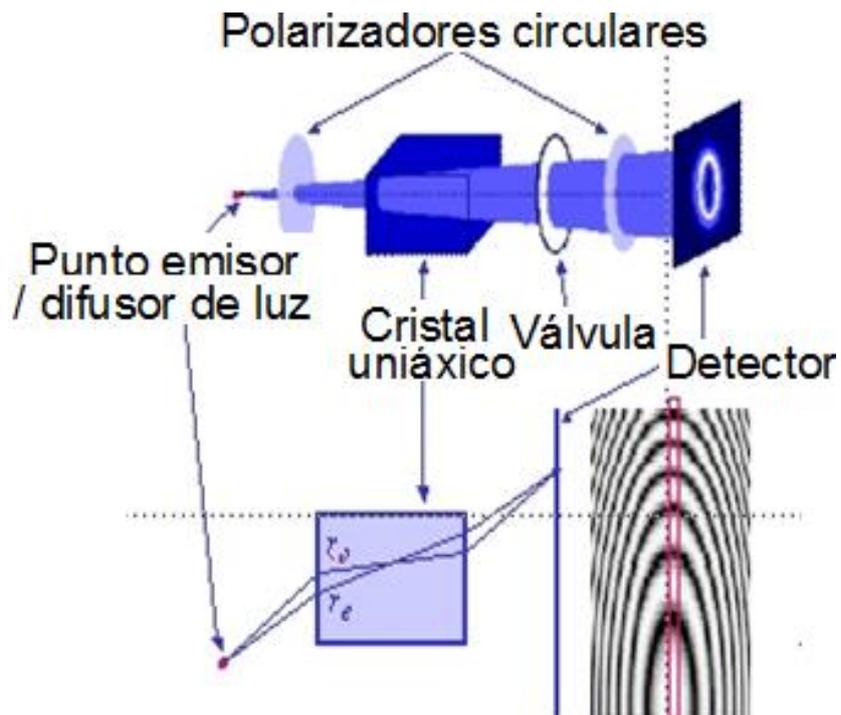


FIGURA 8: Principio de funcionamiento de holografía conoscópica

Fuente. (Universidad de Oviedo , 2010)

Mediante una cámara se recolecta imágenes de la escena, se procesa mediante un software, el cual se encargará de dar los procesos de curado al objeto.

Luz estructurada

Este tipo de tecnología utiliza una luz, que determina la posición del objeto y mediante la distorsión se obtiene el modelo de la pieza, mientras dos cámaras fotográficas mejora la toma de la proyección del diseño y con la ayuda de algoritmos o notaciones matemáticas se determina la posición de cada punto en el espacio 3D.

Siendo la luz un patrón, que consiste en un conjunto de líneas paralelas generadas por interferencia láser o por proyección.

Teniendo problemas en objetos transparentes y reflectados, habiendo que solucionar el problema utilizando una capa fina de laca opaca en el área transparente.

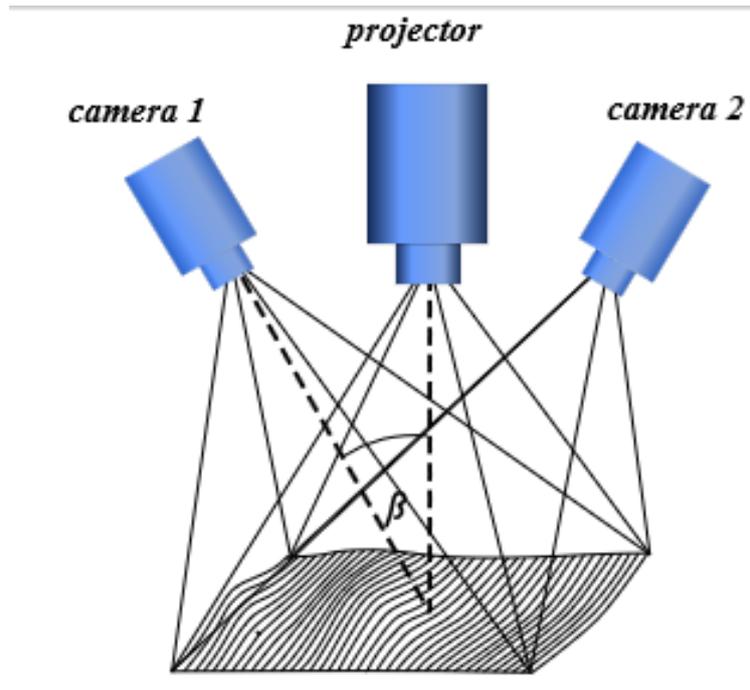


FIGURA 9: Escáner de luz estructurada
(Escáner 3D, 2012)

Pasivos

Estereoscópicos

Este método de escaneado consiste en tener dos cámaras de video separadas, el cual ayudaran a analizar la distancia del objeto con la revisión de la diferente toma, utilizando la vista, lo cual tiene un factor de error.

2.6 SOFTWARE PARA EL MODELADO EN 3D

Para la impresión en 3D, como primer paso se debe tener un modelo digitalizado en formato 3D, el cual permite obtener el objeto real. Comúnmente el programa utilizado para realizar esta tarea es el AUTO CAD o SOLIDWORKS, existiendo muchos más para las distintas plataformas como (Windows y Linux).

Para poder dominar un software de modelo en 3D puede llegar a ser muy complicado, debido a que su menú de herramientas es muy extenso. Además para la comunicación de la impresora con el ordenador es necesario contar con un programa que tenga el mismo lenguaje de comunicación, siendo necesario contar con un software de Interfaz como los que se describen a continuación.

2.6.1 CURA

Como es lógico para que la impresión sea un éxito, no sólo es necesario tener bien ajustada la impresora, sino también el software que se utilizará para el modelado en 3D, teniendo que seguir al pie de la letra la instalación y configuración. Después de la instalación, en la pantalla del ordenador se conseguirá un área de impresión, con el volumen de la impresora, este será el espacio que se contará para realizar el objeto que posteriormente será impreso.

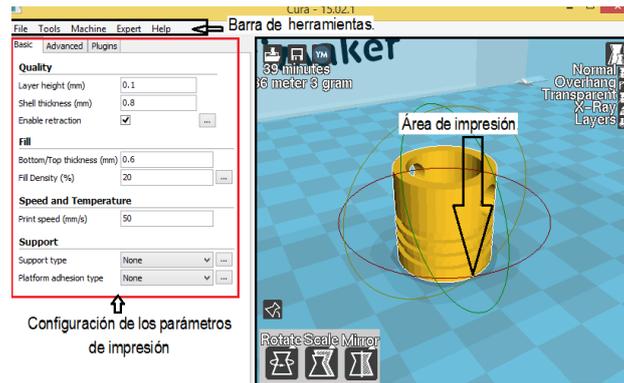


FIGURA 10: Software Cura (área de impresión)
(Diosdado, 2014)

2.6.2 MAKERWARE

Es un programa que sirve para diseñar objetos, el cual fue creada por Makerbot Industries, siendo perfecto para empezar a diseñar y una vez abierto, hay que seleccionar un diseño y depositarlo en la plataforma de interfaz, permitiendo agregar varios diseños a la vez, en el área de la plataforma, además si el objeto no está en las coordenadas el programa sugiere ajustar automáticamente.



FIGURA 11: Vista en el ordenador del software Makerware
(Makerbot, 2013)

2.6.3 3DTIN

Es un programa fácil de utilizar y que se puede dibujar desde el navegador de internet, sin necesidad de tener que descargar e instalar en el ordenador, pero limitado, porque no tiene recorrido para ser una herramienta completa.

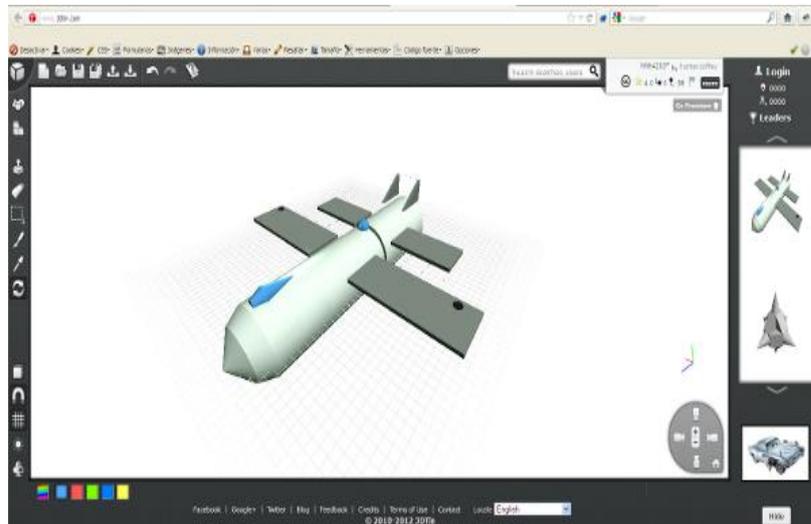


FIGURA 12: Software 3Dtin
(Chema, 2012)

2.6.4 K 3D

Programa que se utiliza en la plataforma Linux, el software cuenta con un motor de procedimiento orientado a plugins para todos sus contenidos, añadiendo especificaciones para cada proyecto y además es de libre distribución. Se especializa en modelo poligonal, incluyendo herramientas básicas, parches y animaciones.

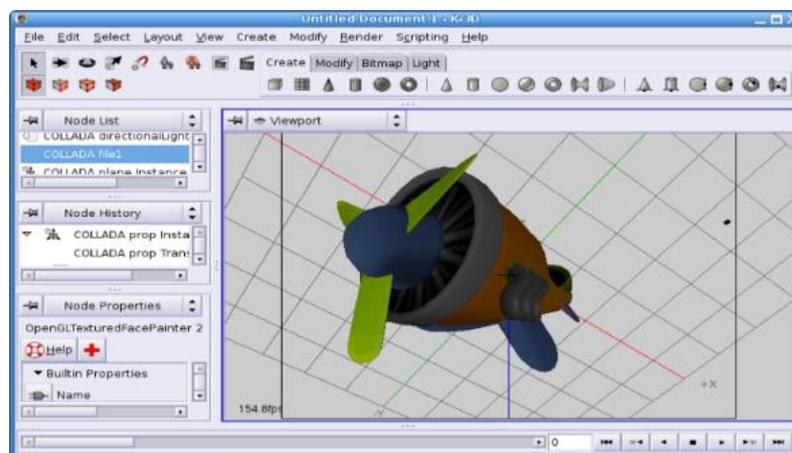


FIGURA 13: Vista en el ordenador del software 3D-K
Fuente. (Trimarker, 2012)

2.7 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Estereolitografía.- Técnica de impresión en tres dimensiones, el cual consiste en someter a un líquido sensible a la luz ultravioleta, para que se cristalice y forme un objeto.

Sinterización.- Es el fenómeno el cual consiste en dar tratamiento térmico al polvo, para incrementar la resistencia y fuerza del objeto.

Coaligante.- Líquido que permite la unión del polvo plástico para dar forma a un objeto.

Polimerización.- Es un proceso mediante el cual las moléculas simples, iguales o diferentes, reaccionan ya sea por adicción o condensación para formar moléculas de peso doble o triple.

Monómero.- Molécula de pequeña masa molecular, que está unida a otras moléculas diferentes o iguales para dar lugar a un polímero.

Polímero.- Son macromoléculas formados por monómeros el cual son obtenidas por un proceso de polimerización.

Extrusión.- Es un proceso en el cual el material plástico es sometido a temperatura para el moldeado y la deposición del polímero.

Polietileno.- Es un compuesto químico que resulta del polímero y etileno.

Palpador.- Es un detector o instrumento que se utiliza para la medición, mediante el contacto a una pieza.

Luz monocromática.- Es aquella que solo está compuesta por componentes de un solo color.

Cura.- Software que se utiliza para la subsanación o curación de las diferentes mallas de un objeto tridimensional, además de permitir el enlace de comunicación con la impresora en tres dimensiones.

3DTin.- Aplicación que permite editar y crear piezas en tres dimensiones sencillos a base de cubos de colores.

CAPÍTULO III

3 MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

La investigación que se va a realizar es de carácter tecnológico y está justificada por la inquisición o búsqueda de datos para dar soluciones a ciertos problemas con la falta de repuestos automotrices de polímero; bibliográfica ya que se documentara cada una de las experiencias vinculadas en el estudio de objetivos y conclusiones que no solo se basaran en pareceres presuntuosos sino en pareceres que previamente han sido observados, evaluados y realizados.

3.1.1 BIBLIOGRÁFICA

En este tipo de investigación se necesitará al momento de hacer el marco teórico y demás especificaciones las cuales solo se encontrará en libros, revistas o en la web. Siendo de gran ayuda para tener la idea más clara y precisa de lo que es la impresión en tres dimensiones y del material idóneo para la fabricación de piezas automotrices.

3.1.2 TECNOLÓGICA

Este tipo de investigación será de mucha ayuda, porque se explica lo que se va hacer en el plan de trabajo de grado, el mismo que es de orden técnico. Además de que con la aplicación de esta investigación se busca solucionar problemas o situaciones planteadas, siendo la finalidad principal la construcción de procesos en función de descubrimientos ya realizados.

3.2 MÉTODO

3.2.1 ANALÍTICO

El análisis será muy importante, ya que se debe analizar los diferentes mecanismos con los que se va a convivir, para evitar que los trabajos de impresión no salgan con fallas.

3.2.2 SINTÉTICO

Sintetizará la información recolectada para realizar las conclusiones y poder entender y dar a conocer los resultados que se obtendrá al finalizar el trabajo de grado.

3.2.3 DISEÑO

El diseño será el método en que se debe aplicar la observación y la habilidad para diseñar o escanear los objetos que posteriormente serán impresos en tres dimensiones.

CAPÍTULO IV

4 PROPUESTA

4.1 FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA

La Universidad Técnica del Norte siendo una comunidad organizada y de elite promueve el desarrollo del norte del país con la difusión de conocimientos profesionales, éticos y morales a sus estudiantes y así cosechar grandes profesionales; la casona universitaria promoviendo el desarrollo teórico-práctico ha dotado de herramienta y máquina que benefician con el aprendizaje de cada uno de los alumnos que ingresan en esta prestigiosa casona universitaria.

Contando con el apoyo de los catedráticos de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz se efectuará el ensamblaje de una máquina que permitirá fabricar piezas automotrices con polímero ABS, permitiendo que los profesores tengan accesibilidad a impartir la materia de diseño de forma más dinámica hacia los alumnos, dando la facilidad de diseñar, modificar y fabricar sus propias piezas automotrices con polímero A.B.S. donde la innovación será la facilidad de crear piezas físicas a partir de diseños propios, dando la posibilidad de mejorar el funcionamiento de los diseños actuales.

Cabe indicar que la impresora en 3D emite pequeñas cantidades de gases contaminantes, por lo que requiere tomar normas de seguridad, como es la extracción de gases, siempre y cuando se utilicen varias a la vez.

4.2. FUNCIONES Y REQUERIMIENTOS DE LA MÁQUINA DE IMPRESIÓN EN 3D

La impresión en 3d, tiene como función principal la de procesar información e imprimir convirtiendo los modelos digitales en representaciones tridimensionales. Para describir cada una de las funciones se requiere de la máquina de impresión en 3D, habrá que tomar varios aspectos que tienen que ver con la acción de imprimir empezando desde la principal como es la de:

- Procesar la información compartida por el micro SD: para procesar esta información se requiere que los diseños se encuentren en un mismo conjunto de comandos que pueda entender o interpretar la máquina (el formato más común es STL).

- Generar movimiento lineal en los diferentes planos de la máquina (x, y, z): para realizar esta acción se necesita de cuatro motores bipolares.
- Generar movimiento para que un mecanismo hale o atraiga el filamento ABS hacia el extrusor: para realizar esta acción se requiere de un motor bipolar una polea y un piñón que conjuntamente los tres efectúan esta función la misma que será controlada por la tarjeta impresa de control.
- Fundir el filamento ABS hasta una temperatura predeterminada para cada material: para realizar este proceso se requiere de un motor paso a paso hale el polímero, pasando de forma directa desde el mecanismo de arrastre hasta la boquilla pasando por la hot-end (elemento calefactor) previamente. Siempre y cuando se utilice la extrusión directa.
- Extruir el filamento ABS: para este fin se requiere del empuje del polímero hacia el elemento calefactor y boquilla la misma que es de un diámetro de 0.4mm.
- Permitir el acceso a la configuración manual de la temperatura de la hot-end (elemento calefactor del extrusor) y de la hot-bed (elemento calefactor de la cama caliente): para este fin se requiere de un potenciómetro de doble función, y de la realización de algunos pasos que se detallaran posteriormente.

Para cada una de las funciones o acciones se requiere que tanto la controladora (arduino) este bien enlazada o conectada con los diferentes mecanismos electrónicos y mecánicos.

4.3. SELECCIÓN DE LA MÁQUINA DE IMPRESIÓN, POR MÉTODO PONDERADO

Para seleccionar el tipo de impresora en 3d se analiza varios aspectos de alta relevancia, los cuales incidirán en la selección del tipo de tecnología que se utilizara en la impresión en tres dimensiones habiendo que aplicar un método de selección de máquinas ya que existen distintos tipos de tecnologías, distinguiendo el grado de mayor importancia en una escala del 1 al 10, así como se muestra en la tabla 2.

TABLA 2: Selección de la máquina 3D por medio del método ponderado

Factores de relevancia	Peso relativo %	ALTERNATIVAS		
		SLA	SLS	FDM
<i>Costo de máquina</i>	30	6	8	10
<i>Costo del material de aporte</i>	30	5	7	10
<i>Resistencia Térmica del material de aporte</i>	20	5	6	9
<i>Mantenimiento</i>	10	8	7	5
<i>Peso de máquina de impresión</i>	10	5	4	3

Para verificar cual es la máquina que mejores ventajas tiene se debe aplicar la siguiente formula de ponderación.

$$Psla = 6 \times 0.30 + 5 \times 30 + 5 \times 0.2 + 8 \times 0.1 + 5 \times 0.1$$

$$Psla = 5.6$$

$$Psls = 8 \times 0.3 + 7 \times 0.3 + 6 \times 0.2 + 7 \times 0.1 + 4 \times 0.1$$

$$Psls = 6.5$$

$$Pfdm = 10 \times 0.3 + 10 \times 0.3 + 9 \times 0.2 + 5 \times 0.1 + 3 \times 0.1$$

$$Pfdm = 8.6$$

Según el método de selección indica que la máquina de impresión es la de tipo Modelado por Deposición Fundida, ya que el valor de la tecnología es de más bajo costo que de las otras técnicas de impresión, al igual que el material que se utiliza para su fin, reúne mejores características térmicas, mecánicas y químicas que otros materiales plásticos.

4.4. MÁQUINA DE IMPRESIÓN 3D MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDIDA (F.D.M)

Tecnología que utiliza el modelado por deposición fundido (F.D.M.) para la impresión de objetos, transponiendo capa a capa, filamentos de material plástico ABS con un espesor de 0.1 a 0.4 mm, esto se logra con la ayuda de diferentes componentes de la máquina; como, fuente de energía, placa electrónica (arduino) que controla los motores, extrusor, circuito impreso para calentar la cama caliente (aluminio), además de otros mecanismos

que permiten que la máquina de impresión funcione en óptimas condiciones, y obtener resultados excelentes al momento de fabricar una pieza automotriz con polímero acrilonitrilo butadieno estireno.

4.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

TABLA 3: Especificaciones Impresora 3D

Modelo	3D Printer-8
<i>Estructura</i>	Acrílico
<i>Cantidad de extrusor</i>	1
<i>Tamaño de impresión</i>	170x200x270mm
<i>Espesor de capa</i>	0.1-0.4mm
<i>Tarjeta SD</i>	Apoyo
<i>Pantalla LCD</i>	Impresión en línea
<i>Velocidad de impresión</i>	20-50mm/s
<i>Diámetro normal del extrusor</i>	0.4
<i>Temperatura del extrusor</i>	0-250 °C
<i>Temperatura de la cama caliente</i>	0-100 °C
<i>Material de la cama caliente</i>	Aluminio,
<i>X-Y eje que posiciona la exactitud</i>	0.011 mm
<i>Z eje que posiciona la exactitud</i>	0.004 mm
<i>Materiales de ayuda para la impresión</i>	P.L.A.- A.B.S.-
<i>Material recomendado</i>	ABS
<i>Idioma del software</i>	Inglés y chino
<i>Formato de importación</i>	S.T.L
<i>Dimensión del dispositivo</i>	380x505x430
<i>Peso del dispositivo</i>	8 kg
<i>Suministro de poder</i>	12 V
<i>Sistema operativo</i>	XP, WIN7
<i>Software de impresión</i>	Cura
<i>Condición de trabajo</i>	Temp: 10-30 °C,

Fuente. Impresora 3D

4.6. DIAGRAMA DE FLUJO, DEL ENSAMBLAJE DE LA IMPRESORA EN 3D

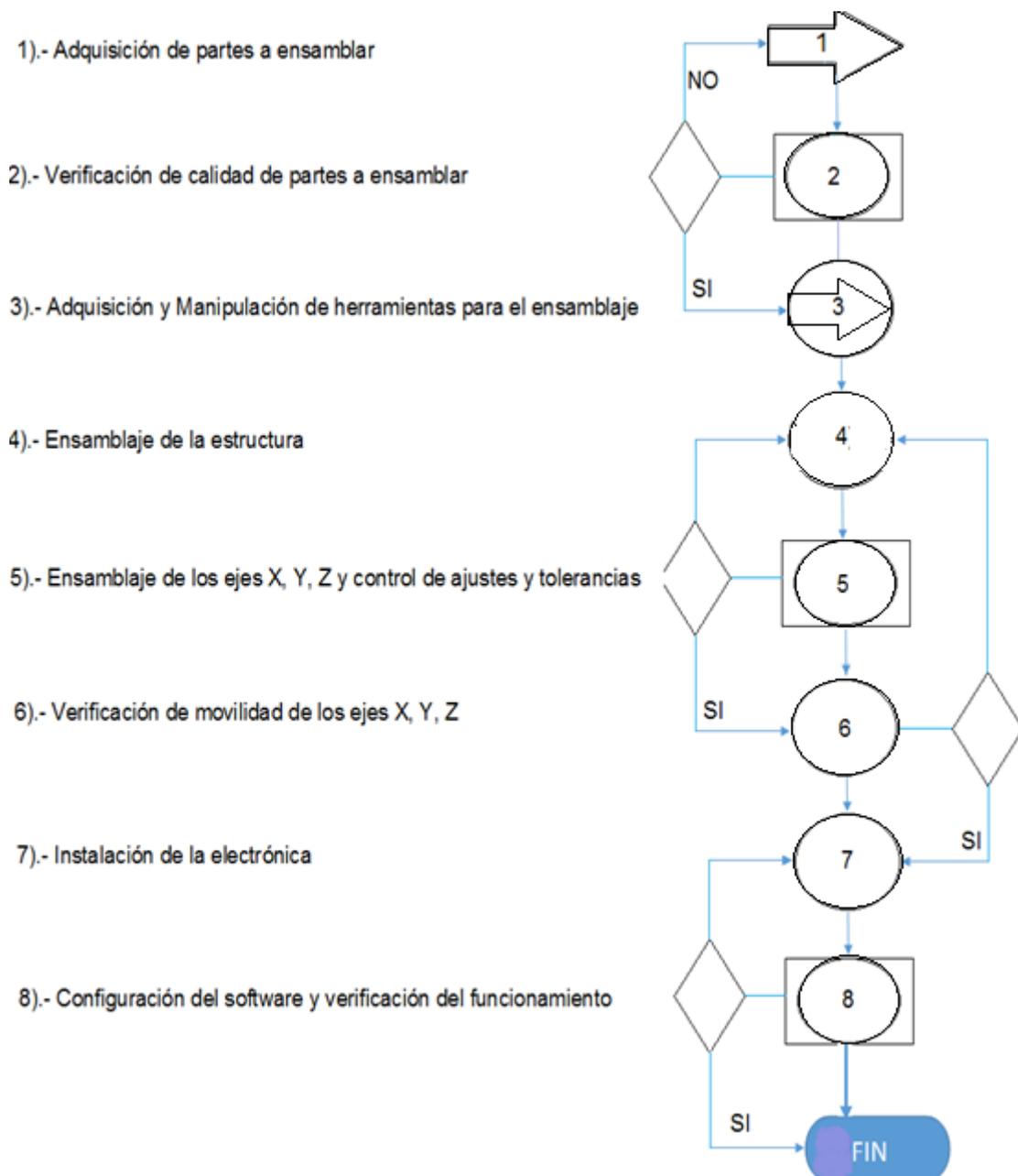


FIGURA 14: Ensamblaje por normas ASME

4.7 ELEMENTOS QUE COMPONEN LA IMPRESORA EN TRES DIMENSIONES TIPO MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDIDO (M.D.F.)

Los elementos que componen la máquina impresión en tres dimensiones son los más esenciales y están divididos en diferentes fundas plásticas, siendo separadas entre tornillería, varillas, circuitos, cables así como se muestra en la tabla 4.

TABLA 4: Lista de piezas que conforman la máquina de impresión 3D

Bolsa	Tornillos	Tuercas	Arandela	Métrica
1	X	X		10M
2	X			8M
3	X	X	X	3M
4	X	X	X	4 y 5M
5	(Acoplamiento, cama caliente) bulón para el extrusor, tornillo para el avance de plástico y micro-interruptores.			
6	Rodamientos.			
7	(Cinturones, poleas, motor del eje Z) Disipadores de calor para los motores (bipolares), correas de transmisión, poleas y bases para fijar a los motores.			
8	(Cable de temperatura, thermo couple) prolongadores de cables de varios polos para motores, finales de carrera y cables para los sensores de temperatura.			
9	(Bridas, resorte) bridas de sujeción de cables y resortes para colocar la cama de aluminio sobre la cama caliente.			

Una vez comprobado y confirmado la lista de elementos que componen la máquina de impresión se debe ubicar cada una de ellos en una mesa amplia, para poder trabajar con comodidad. Abriendo cada una de las bolsas se puede verificar que hay diferentes medidas de tuercas y tornillos, debiendo utilizar varias herramientas como se especifica en la tabla 5.

TABLA 5: Lista de herramientas para ensamblar parte mecánica

Elemento	Cantidad
<i>Llave inglesa mediana</i>	2
<i>Llave Allen</i>	1.5-2.5 mm
<i>Destornillador plano pequeño y mediano</i>	1
<i>Destornillador estrella pequeño y mediano</i>	1
<i>Martillo pequeño</i>	1
<i>Limatón pequeño</i>	1
<i>Cinta adhesiva</i>	1
<i>Alicate mediano</i>	1
<i>Calibrador pie de rey</i>	1
<i>Calibrador de láminas</i>	1
<i>Juego de rachas mando de ¼</i>	1

Así también los materiales que se necesitaran para montar la parte electrónica serán los que se especifican en la tabla número 6.

TABLA 6. Materiales que se necesita para la instalación de la electrónica

Elemento	Cantidad
<i>Cautín</i>	1
<i>Estaño</i>	2 metros
<i>Multímetro</i>	1
<i>Plástico termo retráctil de 3.5 mm</i>	1 metro
<i>Funda helicoidal</i>	3 metros
<i>Cinta americana resistente al calor</i>	1
<i>Franela</i>	1
<i>Tarjeta SD</i>	2 Gb

Para el ensamblaje de la impresora hay que tener en cuenta que antes de ajustar todo, se debe observar, medir y comprobar.

4.8 ENSAMBLAJE DE LA IMPRESORA EN 3D

4.8.1 ENSAMBLAJE DE LOS EJES Y, X, Z

Armado del eje Y

Para el armado del eje Y se necesitará los siguientes componentes.

TABLA 7: Materiales para el eje Y

Elemento	Cantidad
<i>Marco de acrílico</i>	1
<i>Ejes de 8M de 400 mm</i>	2
<i>Varillas roscadas 5M</i>	2
<i>Rodamientos axiales</i>	4
<i>Soporte de acrílico</i>	1
<i>Tensor correa eje Y</i>	1
<i>Arandelas finas M3</i>	12
<i>Tuercas M3</i>	12
<i>Arandelas M4</i>	4
<i>Tuercas M4</i>	4

En la varilla roscada se introduce dos arandelas, seguido colocar dos tuercas una por cada extremo hasta que lleguen a estar ubicadas en el centro, quedando las arandelas en el medio de las dos tuercas, una vez hecho esto en las dos varillas roscadas colocar otra tuerca y arandela en cada extremo de las varillas roscadas, enseguida introducir las bases de acrílico que forman parte de la estructura del eje Y respectivamente, de igual manera se guía las arandelas y tuercas para cada extremo de las varillas; introducir dos rodamientos axiales en cada varilla respectivamente, de manera que la estructura se vea como en la figura 15.

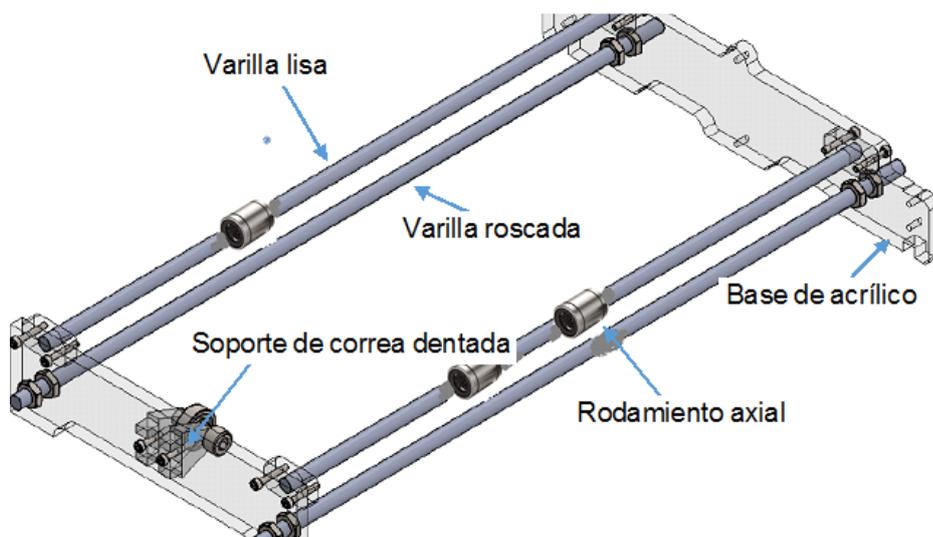


FIGURA 15: Estructura del eje Y

Fuente. Solidworks

Para el alojamiento de las varillas roscadas se introduce en la base de acrílico, permitiendo tener una base más fija, se sujeta las bases de cada uno, con pernos Allen para lo cual se necesitará una llave Allen de 2.5 mm.

También se coloca el tensor de la banda contra la base de acrílico, ubicar el motor y empotrar con la base de acrílico con los pernos Allen, con un flexómetro verifica que el tensor y el motor estén ubicados en el centro de la estructura.

La estructura base del eje Y se puede decir esta lista, debiendo proceder a montar sobre el marco de acrílico, abriendo las tuercas que se encuentran ubicadas en el centro de la varilla roscada y para no tener inconvenientes más tarde, coloca cinta adhesiva de distintos colores para ayudar a identificar la parte frontal, trasera, izquierda y derecha. Como se había mencionado anteriormente los ajustes no se han hecho aún, por lo que, será necesario hacerlo posteriormente.

Ensamblaje de la parte móvil del eje Y (cama caliente)

En el motor que se encuentra alojado en la estructura colocar el piñón metálico con un perno Allen y sujetar con una fuerza de 10 lbf ya que servirá para arrastre de la correa dentada: colocar la bandeja metálica de la cama caliente, para esto, se debe sobreponer los rodamientos axiales y verificar que todo encaje y deslice de adelante hacia atrás.

Una vez verificado y puesto a punto, ajustar las tuercas de la varilla roscada de modo que quede bien sujeta: en la bandeja metálica (centro), con los pernos Allen empotrar el tensor de la correa (pieza impresa en 3D) ayudándose de un alicate y llave Allen de 1.5 mm de forma que se encuentre como se observa en la figura16.

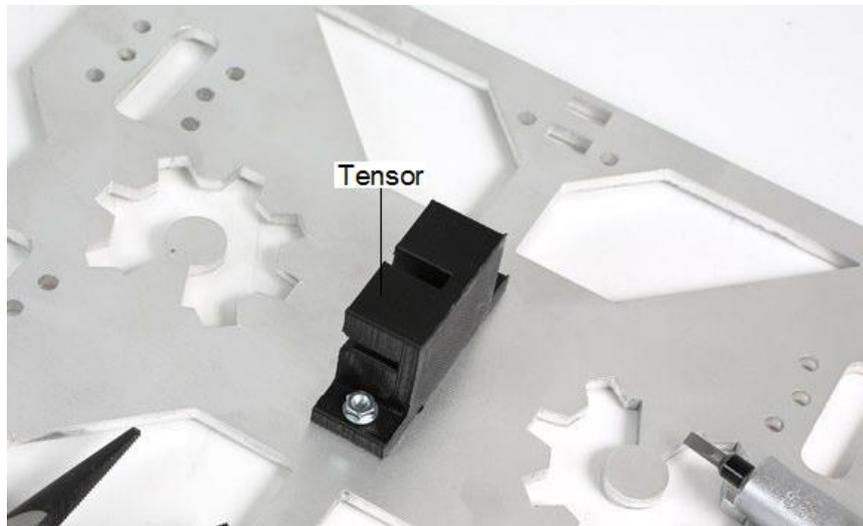


FIGURA 16: Bandeja metálica y tensor de la correa

Fuente. (Marcos, 2014)

Para que la banda tenga otro punto eje, introducir el rodamiento en la mitad de la polea de menor diámetro interno y empotrar en la base frontal de la estructura del eje Y de la impresora, colocar el tensor con un perno Allen con su respectiva arandela y tuerca, ajustar de modo que luego pueda tensar la correa dentada.

Ahora para colocar la correa dentada coger de un extremo y llevar por la parte posterior de la polea y de igual manera el otro extremo, pasar por detrás del piñón del motor del eje Y, las dos puntas llevar hacia el bucle e introducir en el centro del mismo de manera que entren en el bucle, tener en cuenta que los dientes de la correa queden en el interior del misma.

La correa dentada debe tener el ajuste adecuado y si es necesario saque y repita el proceso hasta que consiga que tenga el tensado correcto más no rígida. Seguido corte el sobrante de la correa dentada y observe que este bien alineado el piñón del motor, para la fijación de la correa y polea.

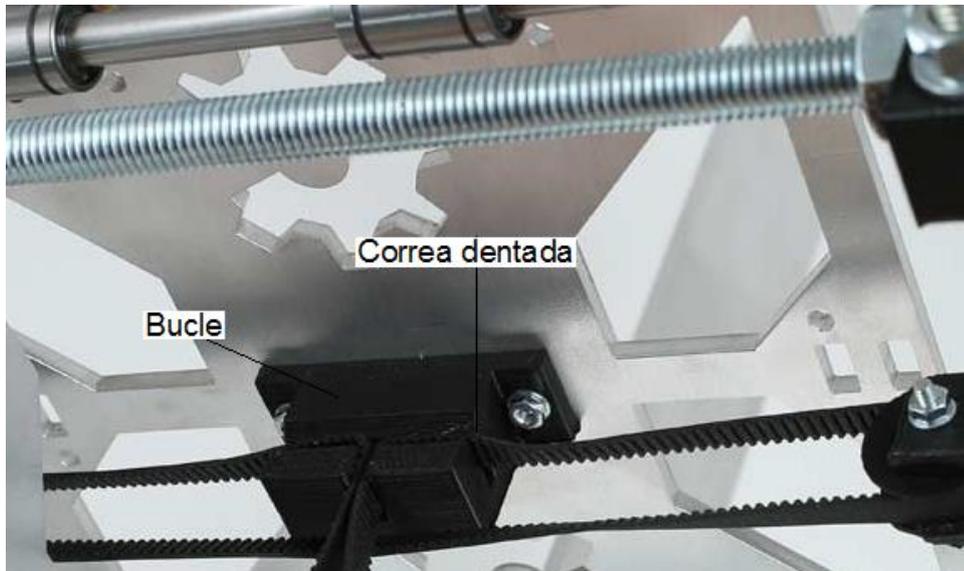


FIGURA 17: Tensado de la correa

Colocar las bases de aluminio para la inmovilización de la bandeja con los rodamientos axiales anteponiendo la parte más gruesa en el lado de rodamiento de modo que no estorbe al momento de moverse y tope con el soporte de acrílico.

Una vez que se ha terminado con el empotramiento de la base, sujetar los rodamientos dando el ajuste necesario de modo que no se ajuste al momento de deslizarse.

Los pasos que se han expuesto anteriormente pertenecen al eje Y, por lo que, debe tener en cuenta que todo ya este comprobado y que funcione correctamente.

Ensamblaje del eje X-Z

Para el ensamblaje del eje X y Z, es indispensable armar primero la estructura de los ejes, bases, rodamientos y demás elementos, siendo indispensable contar con los elementos que se hacen referencia en la tabla 8.

TABLA 8: Elementos para el ensamblaje del eje X y Z

Elementos	Cantidad
<i>Soporte del motor para el eje X</i>	1
<i>Soporte del eje X</i>	1
<i>Varillas roscadas</i>	2
<i>Tuercas 10M</i>	2
<i>Ejes 8M de 320mm (eje Z)</i>	2
<i>Rodamientos axiales</i>	7
<i>Rodamiento pequeño</i>	1
<i>Polea</i>	1
<i>Tornillo 10M de 15mm</i>	1
<i>Tuerca 10M</i>	1
<i>Ejes 8M de 380 mm(para el eje X)</i>	2
<i>Soportes par el eje Z</i>	2
<i>Soporte para el motor y el eje Z</i>	2
<i>Motores nema EC17</i>	2
<i>Tornillos 10M de 10mm</i>	6
<i>Arandelas 10M</i>	12
<i>Tornillos 10m de 15mm</i>	10

Para proseguir con el ensamblaje localizar dos piezas o bases, junto con dos tuercas M10; las tuercas es para introducir en los orificios como se muestra en la figura 18. Es preferible que entre a presión ya que será necesario que este bien sujeta.

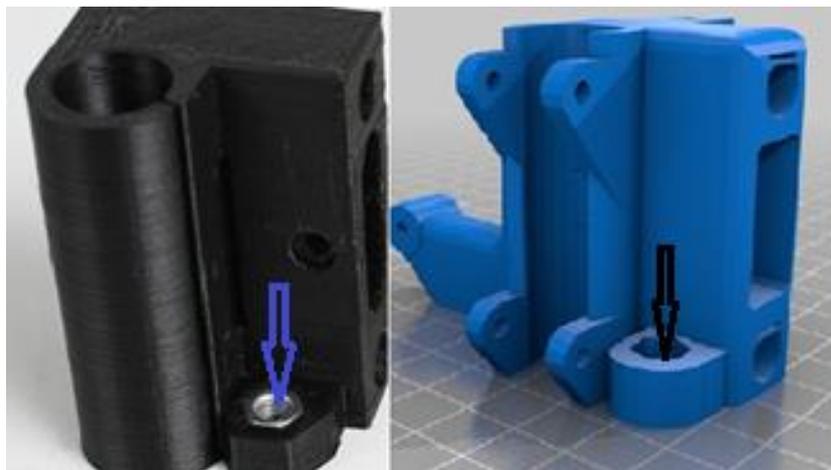


FIGURA 18: Piezas plásticas que forman parte del eje X.

Fuente. (Sagrado, Cómo montar una impresora 3D. Parte 1: Primeros pasos ..., 2014)

En cada una de las piezas plásticas que forman parte del eje X, introducir los rodamientos axiales aplicando una pequeña fuerza.

En la figura 18, en la parte superior izquierda se puede observar que se encuentra un orificio donde se coloca el rodamiento pequeño junto con la polea para empotrarlo con un perno Allen como se muestra en la figura 19.



FIGURA 19: Pieza de plástico junto con el cojinete y polea

Fuente. (Sagrado, Cómo montar una impresora 3D. Parte 1: Primeros pasos, 2014)

Manipular dos ejes M8 de 380 mm, los cuales servirán para que el cabezal de extrusión se desplace, una vez identificados introducir en la pieza plástica más pequeña del eje X, teniendo en cuenta que debe entrar con una mínima presión, en el eje superior introducir dos rodamientos axiales al igual que inferior, en los extremos de la parte izquierda introducir la otra pieza impresa, la misma que servirá de alojamiento del motor.

Para proseguir con el ensamblado del eje Z, localizar las piezas de acrílico las mismas que utilizarán de base del motor y del eje Z, con pernos Allen de 15 mm con sus respectivas arandelas acolar y ajustar con mucha cautela, debido a que podría romperse, ya instalada las bases se procede de igual manera con los pernos de cabeza hexagonal, a colocar los motores del eje Z, localizar los tornillos sin fin de 380 mm de longitud y con unos acoples proceder a unir el eje del motor con el tornillo sin fin, repetir este mismo proceso con el otro motor del otro extremo.

Lo importante es que se realice de la mejor manera, ya que de esto dependerá el movimiento del eje Z, además como todo aparato eléctrico hay que tener mucho cuidado con el cableado del motor.

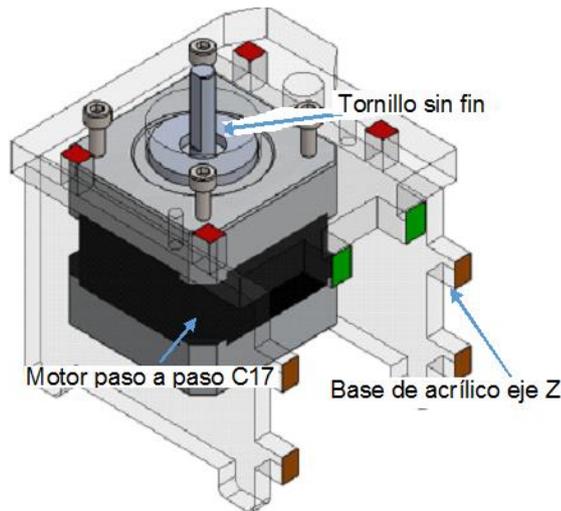


FIGURA 20: Ubicación del motor y tornillo sin fin del eje Z

Fuente. Solidworks

Localizar las varillas roscadas M8 de 380 mm de longitud, introducir en un orificio que se encuentra en la base del motor del eje Z, quedando en forma paralela con el marco de acrílico este mismo proceso para el otro extremo.

Una vez que se ha finiquitado con el anterior proceso, montar la estructura que soportará el cabezal de extrusión para lo cual debe manipular la base del eje X y enroscar una a tres vueltas en el tonillo sin fin del eje Z, aplicar este método en el otro extremo, hasta llegar a la parte intermedia del eje Z, tomar en cuenta que la base del motor para el eje X este en de la parte izquierda.

Localizar las bases superiores e introducir en los orificios que se encuentran en el mismo, tanto la varilla lisa como el tornillo sin fin y se debe empotrar con el marco de acrílico con los pernos de cabeza hexagonal con su respectiva tuerca de modo todo se encuentre como en la figura 21.

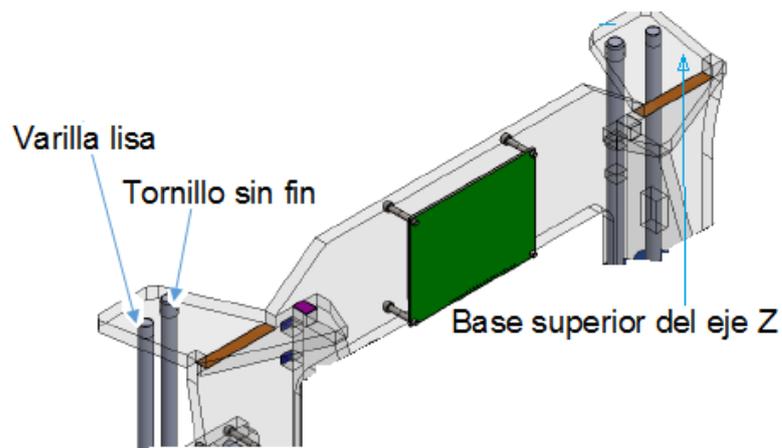


FIGURA 21: Empotramiento del eje Z

Fuente. Solidworks

Ensamblaje del cabezal de extrusión

Esta parte del ensamblaje es muy importante, debido a que en este punto se encuentra un mecanismo que se mueve a través del eje X, y que a su vez sube o baja por lo largo del eje Z, además que se encuentra un segundo mecanismo que sirve para jalar el filamento ABS, desde la bobina e introducir con una cierta presión hacia el extrusor e inyectar en minúsculos hilos en plataforma de impresión. Siendo necesario contar con los elementos que se indican en la tabla 9.

TABLA 9: Elementos del cabezal de extrusión

Elementos	Cantidad
<i>Correa dentada</i>	1
<i>Soporte del eje X</i>	2
<i>Soporte del extrusor</i>	1
<i>Piñón</i>	1
<i>Rodamientos</i>	4
<i>Piñón para el extrusor</i>	1
<i>Filamento ABS de 1.7 mm</i>	1
<i>Pernos M4</i>	20
<i>Hot- end leonneedle</i>	1
<i>Ventilador pequeño</i>	2
<i>Motor paso a paso NEMA C17</i>	1

Para ensamblar el motor en la base del eje X, colocar el piñón de aluminio pequeño y asegurar, para no tener problema que se salga de su lugar, montar el motor incluido el piñón en la base, el cual está situada en la parte izquierda de la impresora con cuatro pernos de cabeza hexagonal y con la ayuda de la llave Allen ajuste cuidadosamente y observe que el piñón del motor esté alineado con la polea del otro extremo de modo que esté como se muestra en la figura 22.

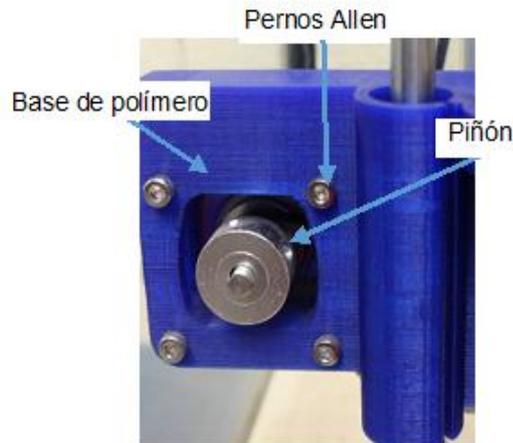


FIGURA 22: Motor acoplado en la base del eje X

Localizar las piezas de aluminio, la misma que servirá de base para el cabezal de extrusión del eje X, colocar los pernos M8 en cada uno de los orificios de la parte central de la pieza de aluminio, esto servirá para sujetar los rodamientos axiales del eje superior; de igual manera introducir los pernos en la parte inferior de la pieza de aluminio siendo indispensable para sujetar los rodamientos de la parte inferior. Dar la vuelta la impresora y proceder a colocar la pieza de aluminio, junto con los pernos y verificar que los rodamientos del eje X recorran sin obstáculo alguno.

Para colocar el mecanismo de arrastre del eje X, manipular la correa dentada; llevar por detrás del piñón del motor del eje X con los dientes hacia adentro de un extremo, la otra punta se debe pasar por detrás de la polea que se había montado anteriormente (parte derecha de la impresora) se prosigue a llevar la punta hacia la pieza plástica, la misma que permite tensar la correa de forma que no exista problemas para que el cabezal del extrusión se desplace por lo ancho del eje X. El tensado de la correa se realiza introduciendo un extremo de la correa por la parte central de la pieza plástica y luego halar el otro extremo e introducir de forma que obtenga el tensado correcto.

Si es posible repetir este método hasta que esté seguro que el tensado de la correa es el adecuado y una vez que se haya comprobado el tesado, con un estilete cortar el sobrante de la correa, de modo que no influya en el desplazamiento de la base del extrusor y motor.

Instalación del motor junto con el extrusor

Localizar la Hot end fullset leonozzle y con extremada precaución de no averiar el cableado introducir y girar hacia la derecha hasta que quede sujeto de manera correcta en la base corrediza del eje X en parte inferior.

Manipular el motor junto con dos pernos M4, ventilador, enfriador de aluminio, junto con la protección metálica, empotrar y ajustar de manera adecuada en la base movediza del eje X.

Instalación de la cama caliente (hot-bed)

La hot-bed es una tarjeta de circuito impreso (PCB), la misma que ayudará durante el proceso de impresión 3D, ya que esta se mantiene a una cierta temperatura mediante un par de cables que están conectados a la placa controladora, el uno que lleva energía y la convierte en calor y el otro que lleva información de la temperatura en el que se encuentra la cama caliente y controlar los parámetros de funcionamiento.

TABLA 10: Elementos para la instalación de la cama caliente

Elementos	Cantidad
<i>PCB de la cama caliente</i>	1
<i>Espejo de aluminio rectangular</i>	1
<i>Pernos de 4 mm por 30 mm</i>	1
<i>Tuercas de 4 mm</i>	1
<i>Pernos de cabeza hexagonal</i>	4
<i>Tuercas tipo mariposa</i>	4
<i>Manguera blanca de dos cables (azul y marrón)</i>	1 m
<i>Pasta térmica</i>	1
<i>Cinta americana</i>	1
<i>Resortes</i>	4
<i>Sensor de temperatura (thermo cuple)</i>	1

Para la instalación del cableado en la cama caliente se debe dividir el cable blanco en dos parte iguales, en un extremo pelar cuatro centímetros y los cables marrón y azul un centímetro y para mejorar su dureza dar vueltas los hilos de cobre y fundir con el cautín anteponiendo un poco de estaño y pasta, ya frío el cable pasar por un orificio que está a un lado del diodo verde, no importa la polaridad, soldar los cables con el cautín y estaño contra las placas metálicas.

Para colocar el sensor de temperatura, dar la vuelta la placa y doblar la punta del cable en forma recta con dirección al orificio que se introdujo y recubrir con pasta térmica.

Ya soldado los cables de alimentación de energía y de información de temperatura se debe colocar en la estructura de la cama caliente (eje Y) que se montó con anterioridad. Coger la plataforma de aluminio, colocar por encima de la PCB y ubicar los pernos de 4 mm, una vez que haya colocado los pernos anteponer una arandela y un resorte en cada uno de ellos y sirvan de guía en la estructura de la cama y apriete con las tuercas de tipo mariposa.

Nota: La cama caliente debe estar en perfecto estado; esto quiere decir nivelado, sin ninguna obstrucción, deslizar de adelante hacia atrás y sin dificultad alguna.

Instalación de finales de carrera

Los finales de carrera son los encargados de enviar señales eléctricas a la controladora, indicando que es el punto final del eje, debiendo ser colocados en cada uno de los ejes y evitar que los mecanismos de la impresora sufran daños irreversibles, debiendo contar con los elementos que se indican en la tabla 11.

TABLA 11: Elementos para la instalación de la cama caliente

Elementos	Cantidad
<i>Micro-interruptor</i>	3
<i>Cable blanco</i>	2 m
<i>Conector blanco de 2 contactos</i>	3
<i>Trocitos de termo-retráctil</i>	8
<i>Bridas</i>	2
<i>Pernos Allen M3 de 15mm</i>	8
<i>Tuercas M3</i>	8

Para soldar los cables al micro interruptor tener en cuenta que hay que soldar introduciendo el termo retráctil, además el cable blanco debe ser colocado en el centro del micro interruptor y el cable amarillo en la patita por donde entra la palanca metálica del interruptor. Una vez que se enfríe de la soldadura recorra el termo retráctil de modo que cubra todo el sector sin aislante y no haya peligro de un corto circuito en la máquina.

El proceso anteriormente debe ser repetido para los dos interruptores restantes. Para la instalación de los finales de carrera del eje Y, será necesario estar seguro que el eje del extrusor tenga la misma altura en todas las partes de la placa de aluminio de la cama caliente, por lo que, será necesario desplazar la cama caliente de adelante hacia atrás y en cada punto verificar con un calibrador de láminas su holgura puede ser que tenga que aflojar las tuercas de la cama caliente o viceversa. Ya seguros, procede a alojar el interruptor en la parte opuesta al motor, empotrando con dos pernos de cabeza Allen y tener en cuenta que los cables deben estar ubicados por detrás de la base de acrílico. Desplazar la cama caliente hacia atrás hasta que haga tope con el rodamiento axial, y el extrusor llegue al límite de la cama caliente.

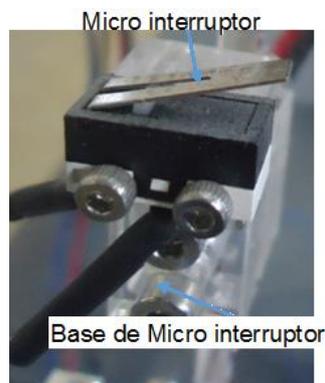


FIGURA 23: Final de carrera del eje Y

Para la instalación del interruptor del eje Z, debe montar en el soporte de acrílico y con dos pernos de cabeza hexagonal introducir de modo que lleguen hasta el tope, ya realizada esta acción debe colocar un tercer perno y montar en el marco de acrílico y subir hasta que el sensor haga clic o tope en la base izquierda del eje X es ahí en donde procederá al ajuste del interruptor. Observar que los cables no influyan en el recorrido de las demás partes móviles; además para colocar este elemento tenga en cuenta que los dos tornillos sin fin deben estar en la misma posición, y obtener una vista como se muestra en figura 24.



FIGURA 24: Final de carrera del eje Z

Para la instalación del último sensor se debe tener dos pernos de cabeza hexagonal y alojarlo en la base del motor del eje X, ubicado en la parte izquierda de la impresora y ajustar de modo que la base del cabezal haga tope con el sensor, así como se muestra en la figura 25.

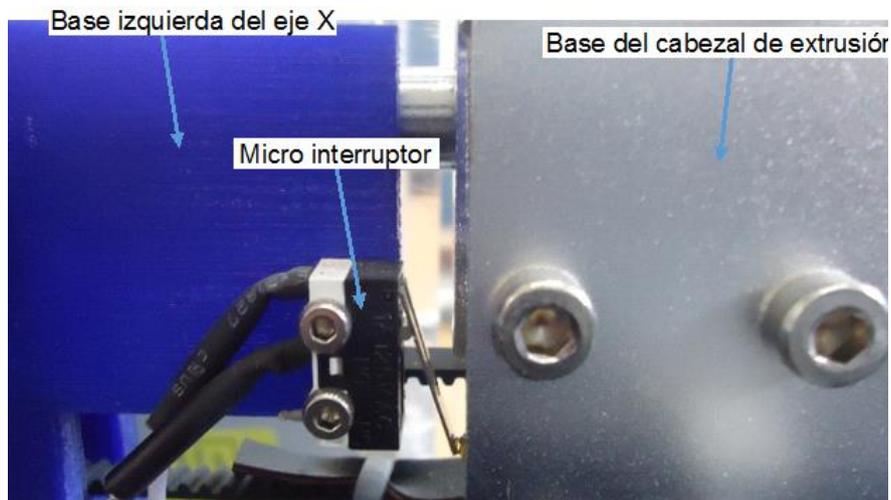


FIGURA 25: Final de carrera del eje X

Las instalaciones mecánicas están hechas, por lo que ahora se procederá con las extensiones de los motores (cables) por lo que se necesitará varios elementos que ayudaran a la ejecución de esta parte del ensamblaje.

Los motores vienen con los conectores o soques, teniendo que colocar una cierta cantidad de cable y conectar con la controladora, añadir cierta cantidad de cable; debiendo así soldar o empalmar o elaborar conectores con extensiones para cada uno de los motores.

Recordar que de la calidad de trabajo dependerá el buen funcionamiento de la máquina de impresión en tres dimensiones.

Es recomendable hacer un trenzado de los diferentes cables, para que la instalación sea más ordenada y si hay alguna falla se pueda localizar con mayor rapidez.

Tener en cuenta que existen varios cables, uno que se desplaza junto con sus actuadores habiendo que tener mucho cuidado de dejar la distancia suficiente o adecuada de cable para no afectar al momento de su puesta en marcha, recoger, proteger e inmovilizar utilizando funda helicoidal transparente y algunas bridas.

Instalación de la unidad controladora

Se debe especificar que la palabra controladora esta demás, ya que, verdaderamente el cerebro de control es el software, firmware y driver que habrá que programar para que el conjunto ARDUINO + RAMPS + POLOLUS que componen la placa impresa de control reciban y ejecuten sus respectivas funciones.

Para que el mecanismo funcione de manera adecuada y sin problema alguno debe tener un ejecutor cerebro, el cual será el encargado de recibir códigos que emiten los sensores y procesar para enviar información de ejecución para cada uno de los actuadores, además de transforma las órdenes digitales en órdenes de ejecución para los actuadores siendo uno de ellos los motores bipolares Nema C17.

Para la instalación de la controladora se necesitará, cuatro pernos de cabeza hexagonal y una llave Allen: además de un diagrama eléctrico para la instalación del cableado, así como se muestra en la figura 26.

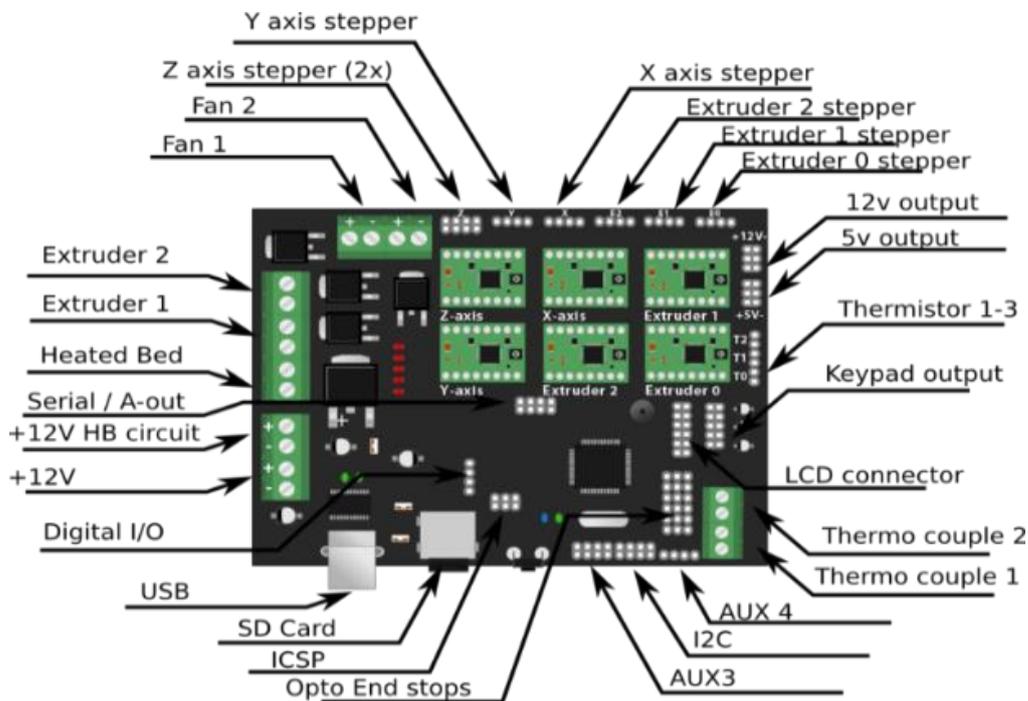


FIGURA 26: Esquema eléctrico

Fuente. (Brupje, 2015)

Instalación de la fuente de energía

Como todo mecanismo eléctrico se necesita tener una fuente de energía será indispensable instalar una de ella, para el cual se deberá contar con los materiales que se describe en la tabla 12.

TABLA 12: Materiales para la instalación de la fuente de energía

Elementos	Cantidad
<i>Pernos M4</i>	2
<i>Cable con recubrimiento negro (cables internos rojo y azul)</i>	1 m
<i>Cable con recubrimiento blanco (cables internos rojo y negro)</i>	0.5 m

Colocar la fuente en la parte izquierda del marco de acrílico, por la parte posterior sujetar con los dos pernos de cabeza Allen y aplicar la fuerza necesaria, manipular el cable con recubrimiento negro y cortar 3 cm de aislante; quedando dos puntas cable rojo y azul, cortar 1 cm el aislante, del cable de color azul, colocar en la fuente en la letra N y el rojo en la letra L. siendo la fuente o entrada de energía de 110 V de corriente alterna. Para conectar de la fuente a la placa de control se debe seleccionar los cables rojo y negro para luego proceder a retirar el aislante 1 cm y conectar en la fuente el rojo en +V mientras que el negro en el -V de modo que esté como se muestra en la figura 27.



FIGURA 27: Instalación de la fuente de energía

Después de realizar todas las instalaciones tanto mecánicas, eléctricas y de programación se obtendrá una máquina de impresión en tres dimensiones como se muestra en la figura 28

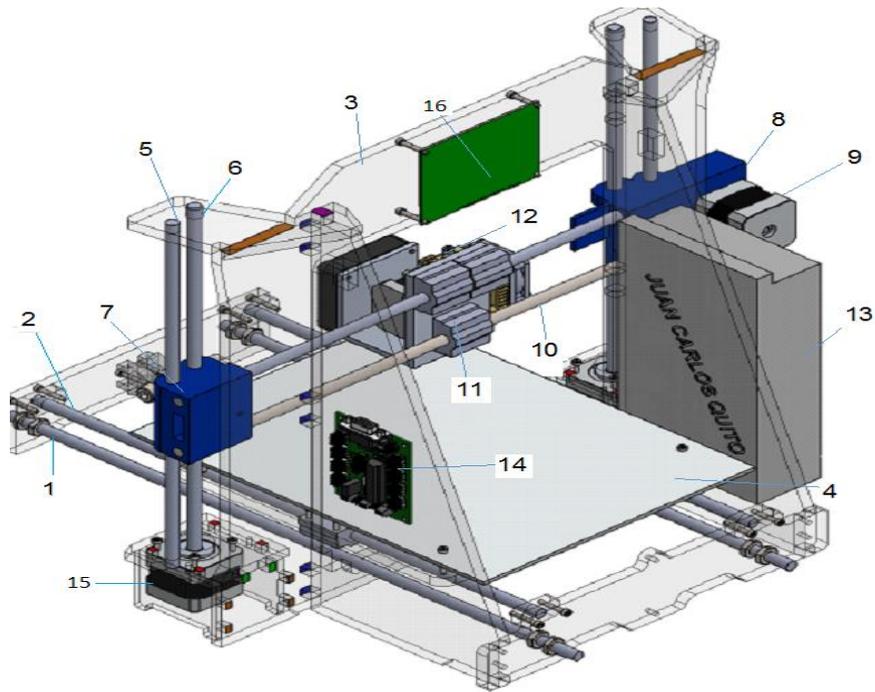


FIGURA 28: Partes de la impresora en tres dimensiones

Fuente. Solidworks

Las partes que se describen en la tabla 13 son la más principales y de mayor volumen, además de que las partes más pequeñas y que se las ha descrito durante todo el proceso de ensamblaje.

TABLA 13: Partes de impresora en 3D

Nro.	Descripción	Cantidad de elementos
1	Varilla lisa del eje Y	2
2	Varilla roscada del eje Y	2
3	Estructura de acrílico	1
4	Parte móvil del eje Y	1
5	Varilla lisa del eje Z	2
6	Varilla roscada del eje Z	2
7	Guía izquierda del eje Z	1
8	Guía derecha del eje Z	1
9	Motor paso a paso C17	3
10	Varilla lisa del eje X	2
11	Base Cabezal de extrusión	1
12	Cabezal de extrusión	1
13	Fuente de energía de 110 V	1
14	Placa de control (Arduino)	1
15	Motor paso a paso C17 del eje Z	2
16	Pantalla digital	1

4.9 MANUAL DE MANTENIMIENTO

La impresión en tres dimensiones tipo FDM es factible desde diferentes puntos como costo, dimensiones, costo de material de impresión y precisión, tiene la ventaja de crear un ambiente de mantenimiento de muy poca complejidad.

4.9.1 MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE USO

En la siguiente tabla se especifica el mantenimiento en función del uso de la máquina de impresión, para lo cual, se ha estimado horas de trabajo semanales.

TABLA 14: Mantenimiento de la impresora en 3D en función de uso

Uso	Mantenimiento	Mantenimiento según su funcionamiento	
		12 días al mes Uso Min. Cada Mes	30 días al mes. Uso Max. Cada Dos semanas
1	Ajuste de tuercas y pernos		X
2	Limpieza de la controladora y ventiladores	X	X
3	Lubricación de varillas lisas y roscadas	X	X
4	Limpieza de plataforma de aluminio	X	X
5	Limpieza del extrusor y boquilla	X	X
6	Comprobación de la tensión de las correas dentadas		X
7	Nivelación de la plataforma de aluminio		X

En la tabla 14 se hace referencia del mantenimiento de acuerdo al uso de la máquina, si se quiere tener a la impresora funcionando en óptimas condiciones se recomienda hacer lo descrito anteriormente.

También se describe a continuación los materiales y herramientas que se requiere para realizar cada una de las acciones u operaciones de mantenimiento.

Nota. Si la máquina permanece varada por un tiempo superior a una semana se debe realizar las tareas de limpieza de los componentes que se mencionan posteriormente.

Herramientas y materiales

- Llave inglesa
- Llave Allen M3 Y M2
- Brocha de 1 pulgada y de ¼ de pulgada
- Aceite SAE 10 (máquina de coser)
- Thyner
- Franela de tela
- Cinta adhesiva de 5 cm
- Espátula 1 ½ pulgada
- Cepillo de alambre pequeño
- Alfiler
- Llave número 14 mm

Equipo de seguridad

- *Guantes*
- *Gafas*

4.9.2 PROCESO DE MANTENIMIENTO

Revisión del ajuste de pernos y tuercas

Antes de empezar con el ajuste de la tornillería de la máquina es recomendable desconectar el enchufe de la toma corriente para poder deslizar la plataforma de aluminio y el cabezal de extrusión libre mente por lo largo y ancho de los ejes.

Para empezar con el ajuste de la tornillería convendrá comenzar por la estructura o marco frontal, lateral y posterior así como se muestra en la figura 29.



FIGURA 29: Ajuste de los pernos de la estructura

Seguido se procederá con el ajuste de los pernos de la electrónica pantalla digital, fuente de energía, PBC y de más elementos móviles de la máquina de impresión en 3D, así como se denota en la figura 30.



FIGURA 30: Ajuste de pernos de la electrónica

Además también se debe realizar el ajuste de los prisioneros de los piñones de los motores del eje X, Y, a más del prisionero de la boquilla de extrusión, así como se indica en la figura 31.

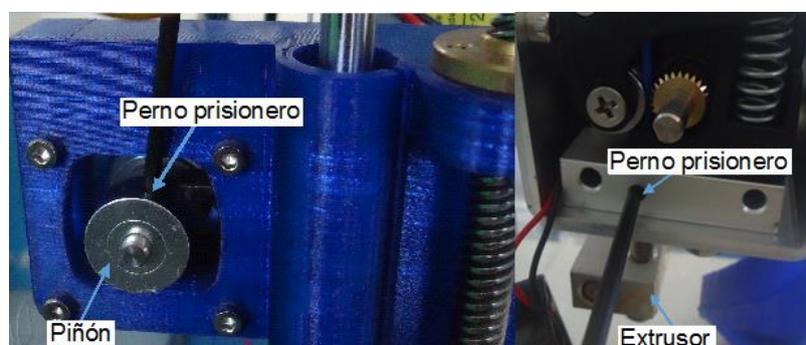


FIGURA 31: Ajuste de pernos prisioneros de las poleas y boquilla de extrusión

Limpieza de la electrónica y ventiladores

Según las condiciones de trabajo de la impresora se debe hacer la limpieza de la placa de control, ya que si no se efectúa esta labor podría afectar el funcionamiento de la misma, para lo cual, se debe tomar una brocha y con extrema precaución de no desconectar ningún cable limpiar el polvo de la placa de control así como se observa en la figura 32.

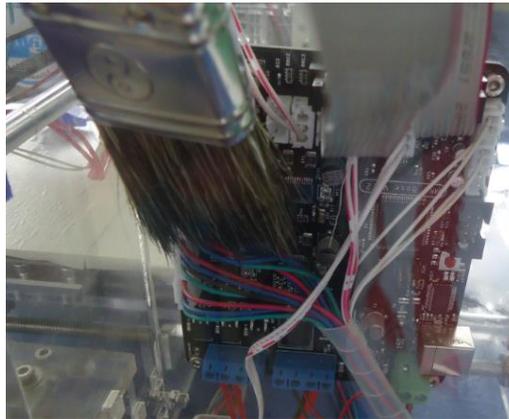


FIGURA 32: Limpieza de la PBC

Si llegara a desconectar algún soque o cable ir a la figura 26 en donde se muestra las conexiones o esquema eléctrico.

Para limpiar los ventiladores del cabezal de extrusión se deberá mover el mismo, al centro del eje para con una llave Allen de 1.5mm aflojar y extraer los pernos los cuales permitirán desensajar el ventilador junto el disipador de calor.

Asegurarse de que las aspas y el disipador hayan quedado libre de polvo con la brocha así como se muestra en la figura 33.

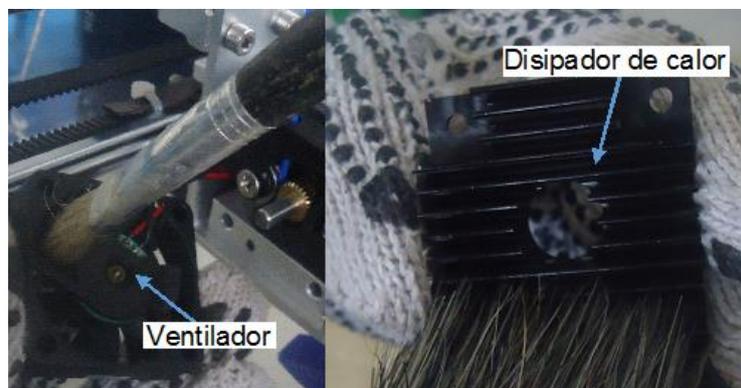


FIGURA 33: Limpieza del ventilador y disipador de calor

Antes de empezar con el montaje del ventilador y disipador asegurarse que el orificio que se encuentra en el mecanismo de empuje del filamento ABS en la base del extrusor no haya restos de material plástico o polvo, habiendo que limpiar con la brocha pequeña, así como se muestra en la figura 34.

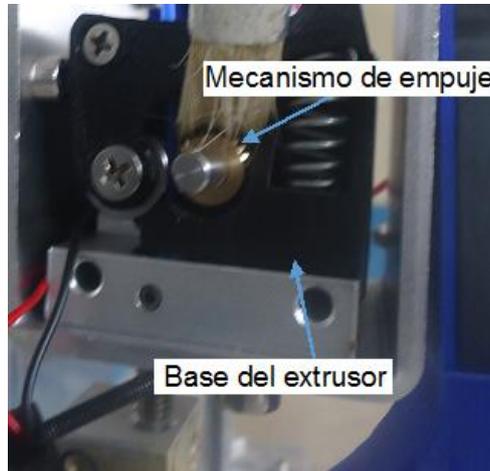


FIGURA 34: Limpieza del orificio de la base del extrusor

Limpieza de varillas roscadas y lisas

Para que, tanto los rodamientos y demás mecanismos tengan una buena movilidad hay que realizar la limpieza de todas las varillas tanto lisas como roscadas, además de mantener con una correcta lubricación, siendo indispensable contar con una franela de tela debido a que esta no contiene mucha pelusa y limpiar el polvo o alguna otra partícula y para su lubricación ayúdese de una franela limpia y agregue aceite y frote en cada una de las varillas lisas, así como se muestra en la figura 35.

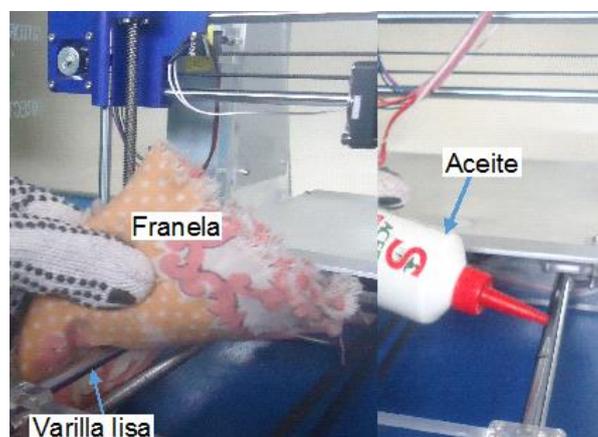


FIGURA 35: Limpieza de varillas lisas

Ya efectuada la limpieza de las varillas lisas. Con la brocha pequeña hacer la limpieza de la varilla roscada del eje Z, una vez que termine con la limpieza con el aceitero agregue pequeñas cantidades de aceite en cada una de las varillas, así como se observa en la figura 36.

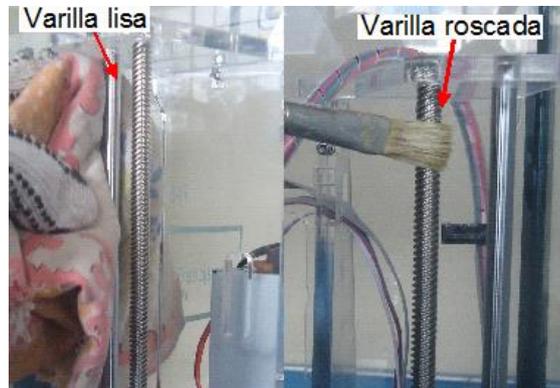


FIGURA 36: Limpieza y lubricación de las varillas lisas y roscadas del eje Z

Limpieza de la plataforma de aluminio

Para realizar la limpieza de la plataforma de aluminio hay que tomar en cuenta que la máquina debe estar suspendida la alimentación de energía.

Así como toda acción tiene una reacción, si para la impresión se utiliza o se pulveriza alguna sustancia adhesiva (laca) a la larga se hará una capa, el cual afectara las futuras impresiones, siendo necesario hacer una limpieza o remoción del material, para realizar esta acción será necesario contar con una franela y agregar thyner y frotar hasta que se elimine el material adhesivo o material plástico así como se denota en la figura 37.



FIGURA 37: Remoción de material adhesivo de la plataforma de aluminio

En el caso que se utilice cinta adhesiva para la impresión, al cabo, de varias sesiones de impresión el material tendera a dañarse, por lo que, será necesario reemplazar dicha cinta. Con una espátula remover todo este material hasta que quede libre de toda impureza, de modo que quede lista para colocar la nueva cinta adhesiva así como se muestra en la figura 38.



FIGURA 38: Remoción y colocación de cinta adhesiva

Para colocar la cinta adhesiva se debe tomar en cuenta de no dejar sobre montadas las cintas ya que podría afectar al momento de realizar las impresiones en 3D.

Limpieza del extrusor y boquilla

Para la limpieza del extrusor tener extrema precaución, ya que, se maneja altas temperaturas habiendo la necesidad de tener buena visión o colocación del cabezal de extrusión, para lo cual, será necesario tener la máquina con alimentación de energía, porque se necesitara hacer un homing (punto de inicio) desde la pantalla digital, seleccionando en el menú (Prepare > Auto home).

Ya realizado el homing, habrá que mover el eje X hacia el punto 100.0mm y el eje Z hacia el punto 175.0 mm. Para tener al cabezal de extrusión en estos puntos habrá que seleccionar en el menú (Prepare > Move Axis > Move 1mm > Move X) girando la perilla a la derecha hasta que en la pantalla se visualice el punto 100.0mm de modo que en la pantalla se visualice los valores que se muestran en muestra en la figura 39. Para mover el eje Z a otro punto seleccionar o hacer los mismos pasos que se efectuó para el desplazamiento del eje X, reemplazando simplemente a la hora de seleccionar X por Z.

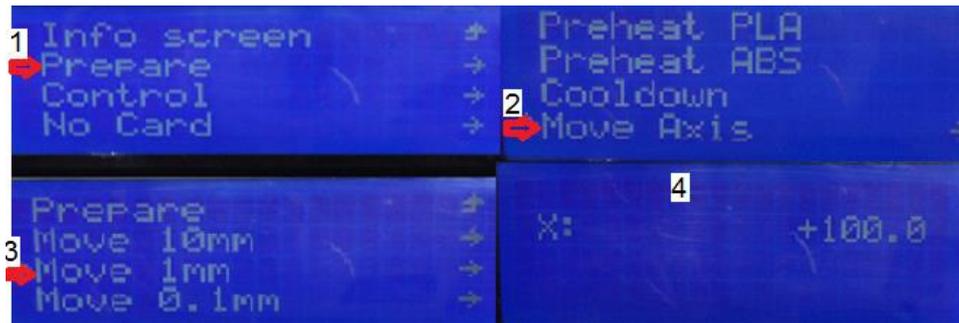


FIGURA 39: Selección de la posición del cabezal de extrusión

Una vez que los motores se hayan detenido y el cabezal de extrusión se encuentre en una posición agradable para el trabajo, será necesario retirar el filamento del extrusor. Habiendo que efectuar varios pasos en la pantalla digital junto con el potenciómetro seleccionando en el menú (Control > Filamento > Unload). Ya efectuado estos pasos el extrusor empezará a calentarse y derretir o fundir todo el filamento de ABS que se encuentre en el interior del extrusor, habiendo que de aquí en adelante tener mucho cuidado para evitar quemaduras.

Una vez que se ha retirado el filamento ABS del extrusor, introducir el alfiler en el orificio interno del extrusor y desplazar de arriba hacia abajo, repetir esta acción varias veces sea posible durante unos minutos para remover partículas de plástico que se encuentran atascadas en el mismo.

Realizada la acción anterior, proceder con la remoción del material que se encuentra en la boquilla, siendo imprescindible contar con un cepillo de alambre pequeño y pasar por el exterior, habiendo que tener la precaución de no topar los cables tanto del sensor de temperatura como del cartucho de cerámica así como se muestra en la figura 40.

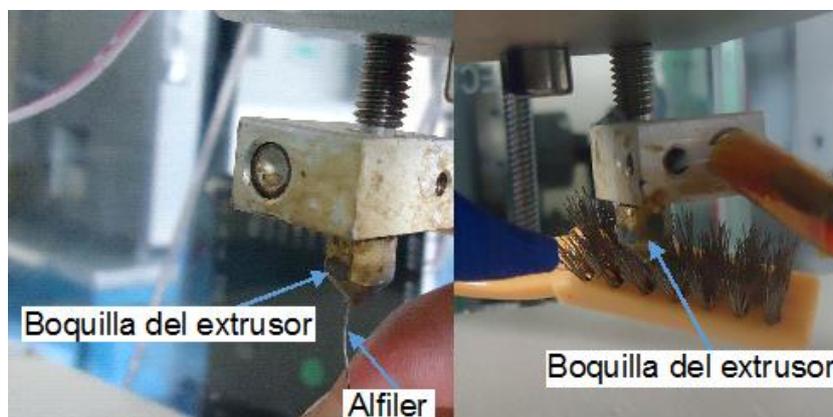


FIGURA 40: Limpieza del extrusor

Comprobación de la tensión de las correas dentadas

Debido al uso de la máquina las bandas tienden a destensarse, siendo necesario suspender la energía y ayudarse de la llave inglesa y Allen de 1.5mm para aflojar las tuercas, y ejecutar el ajuste del perno del tensor y verificar que la corea obtenga el tensado correcto, así como se muestra en el gráfico 41.

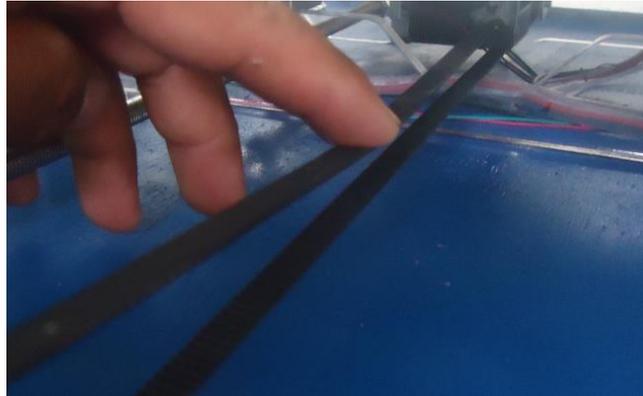


FIGURA 41: Tensado de correas dentadas

En caso de que el tensor no fuera suficiente para tensar la banda de la parte móvil del eje Y, ir al literal (4.5.1.), ahí se especifica cómo realizar el tensado de la banda del eje Y, al igual que la banda del eje X.

Nivelación de la plataforma de aluminio

Después de efectuar las anteriores labores de mantenimiento pueda que la plataforma haya sufrido desnivelaciones, siendo necesario efectuar una comprobación de su estado.

Para posesionar el cabezal de extrusión en el punto cero, es necesario ubicar en el menú (Prepare > Auto Home) girando la perilla hacia la derecha y pulsando el potenciómetro de doble función.

Una vez que se ha efectuado el auto home, comprobar con un nivel que las bases estén totalmente horizontales, si no está con el nivel adecuado aflojar con la llave inglesa las regulaciones que se encuentra en la parte frontal de la máquina, así como se muestra en la figura 42.

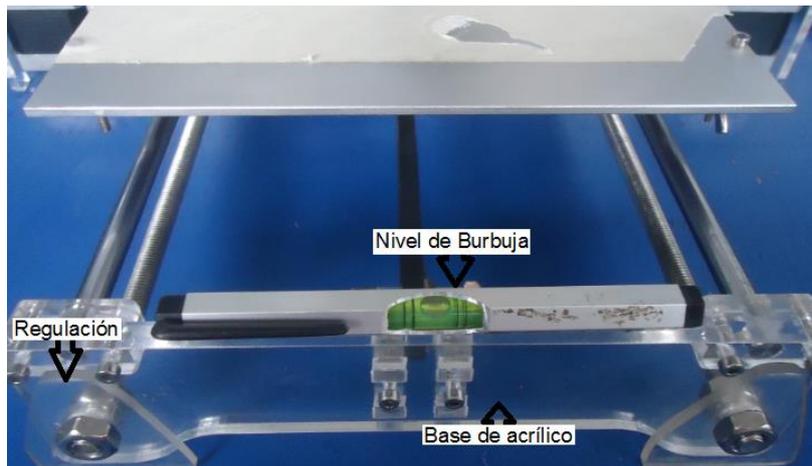


FIGURA 42: Nivelación de la base

Ya comprobado el nivel de la base de la estructura, empezar con la calibración, para lo cual es fundamental colocar la boquilla del extrusor en un punto que nos permita calibrar o dar una tolerancia de 10 milésimas de pulgada con respecto a la cama de aluminio. Para poder efectuar esta operación es necesario ubicar el cabezal de extrusión en los puntos que se muestran en la tabla 15 tanto para X, Y e Z.

Para que el cabezal de extrusión este en los puntos indicados seleccionar en el menú (Prepare > Move Axis > Move 1mm > Move X) girando o pulsando el potenciómetro de manera que se encuentre en el punto indicado en la tabla 15.

TABLA 15: Posición de los ejes

	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Centro
Eje X	10.0	190	190	10.0	100
Eje Y	10.0	10.0	260	260	135
Eje Z	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Ubicado los ejes en los puntos indicados, proceder con la calibración, el cual consiste en introducir la lámina en medio del extrusor y plataforma de impresión, debiendo entrar y salir sin dificultad, para lo cual tendrá que aflojar o ajustar el perno que sujeta la plataforma de aluminio con la base de acrílico según sea la necesidad repitiendo este proceso para cada una de las esquinas y en el centro así como se muestra en la figura 43.

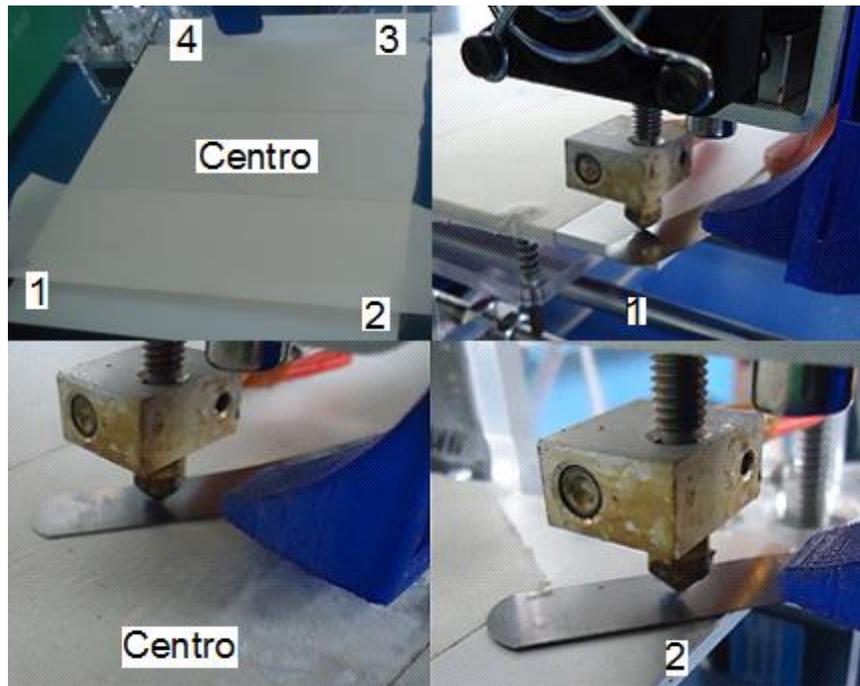


FIGURA 43: Calibración de la plataforma de aluminio

Comprobar una, dos o varias veces, hasta que tengan la calibración adecuada en cada una de las esquinas y en el centro.

Todo lo anteriormente mencionado es para que la impresora funcione sin mayor novedad y se pueda obtener impresiones de calidad, además de evitar daños en los diferentes componentes electrónicos y mecánicos de la máquina de impresión en 3D.

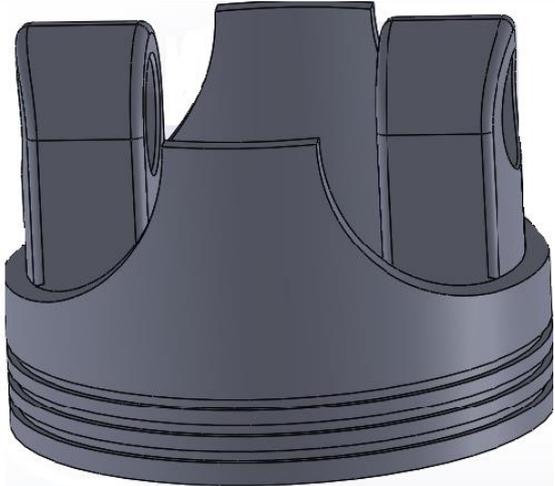
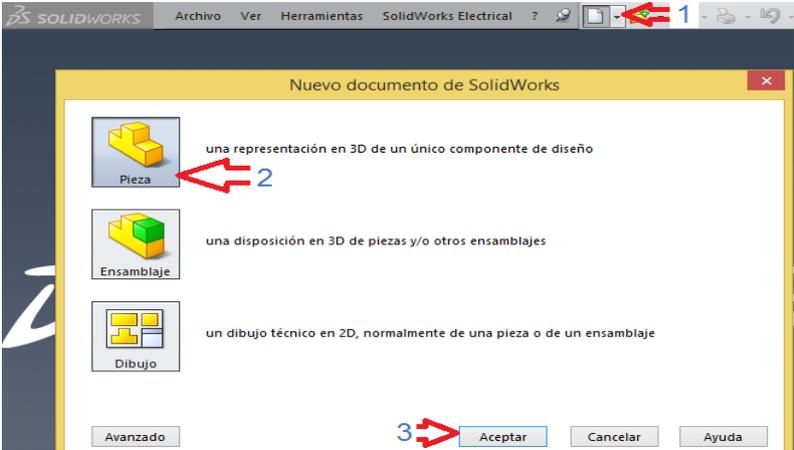
4.10 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PIEZAS AUTOMOTRICES A BASE DE POLÍMERO ABS.

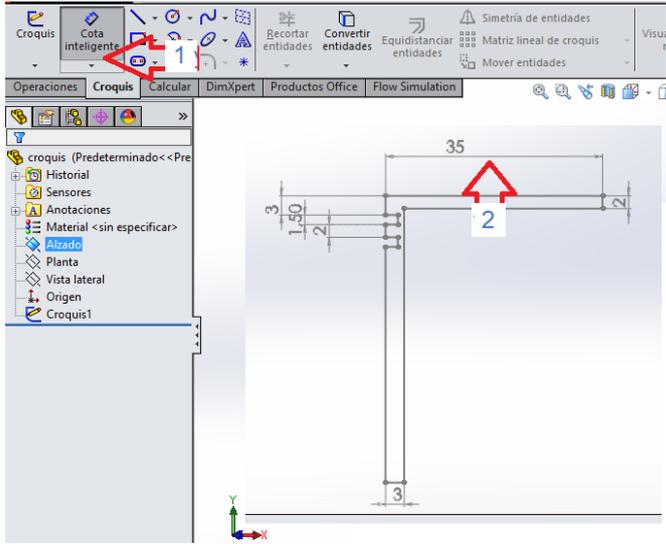
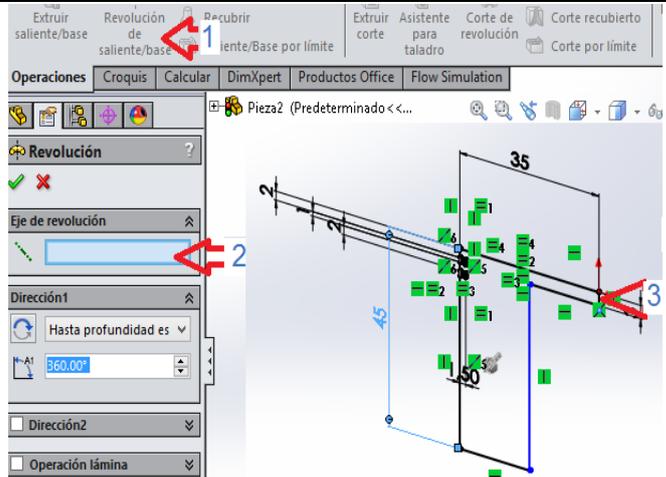
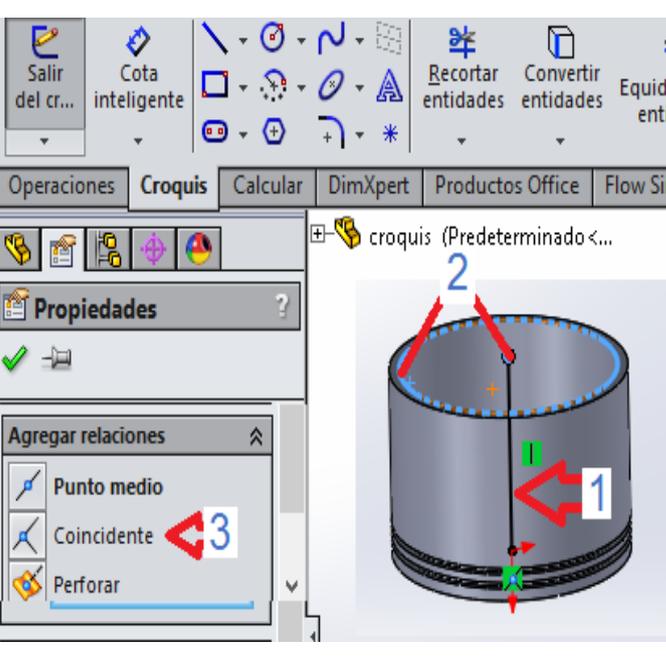
4.10.1 MODELADO

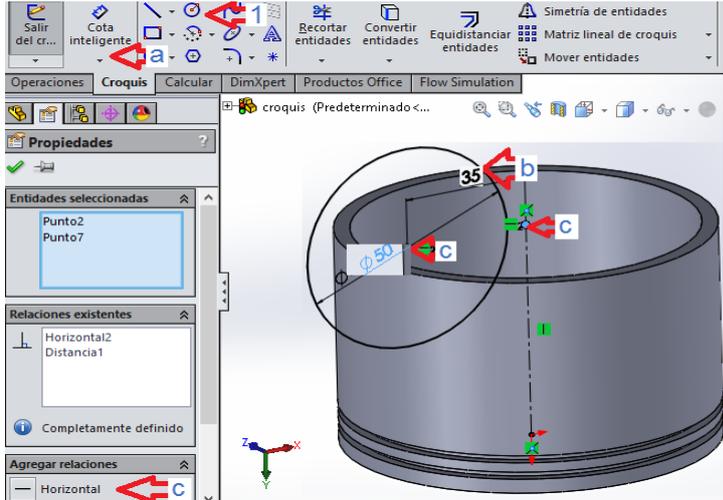
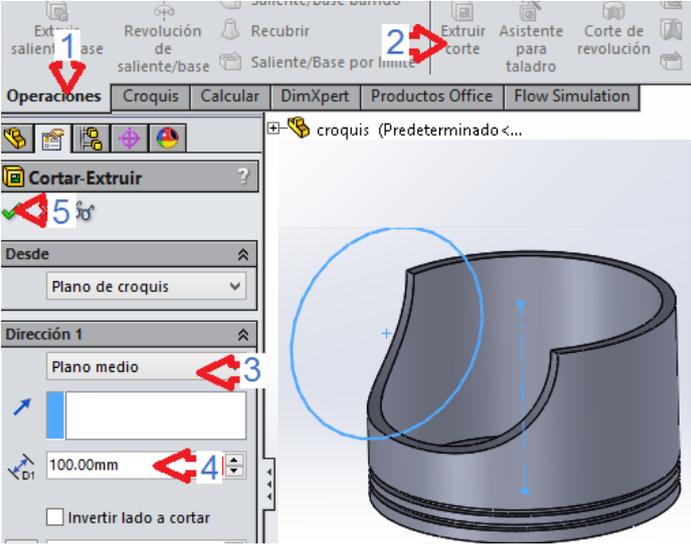
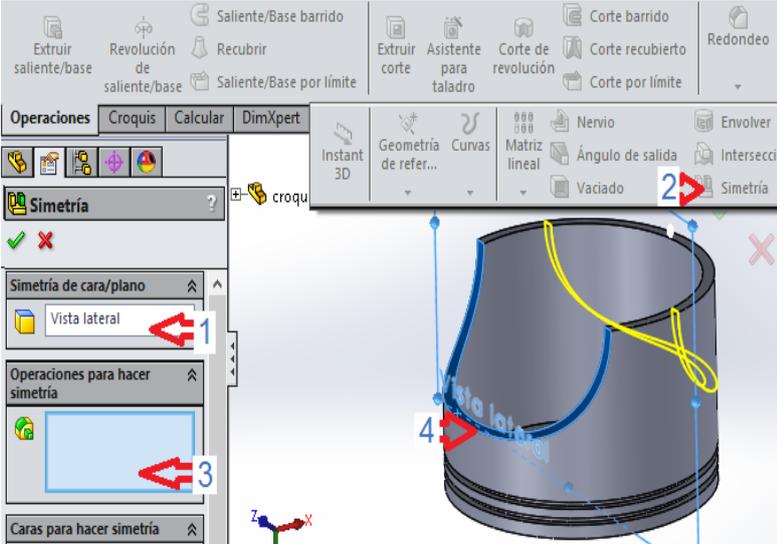
Elaboración de un pistón por medio del software de diseño (Solidworks)

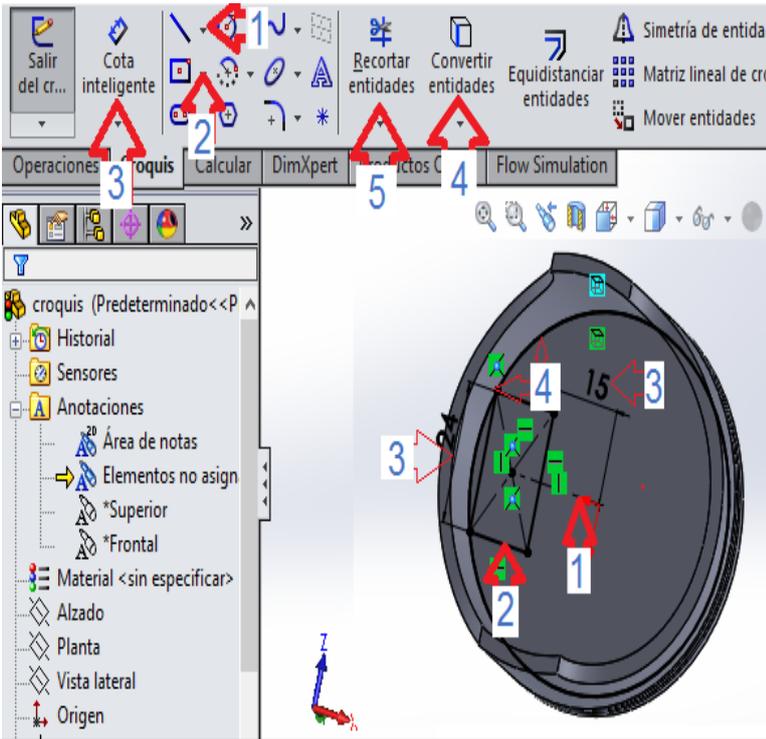
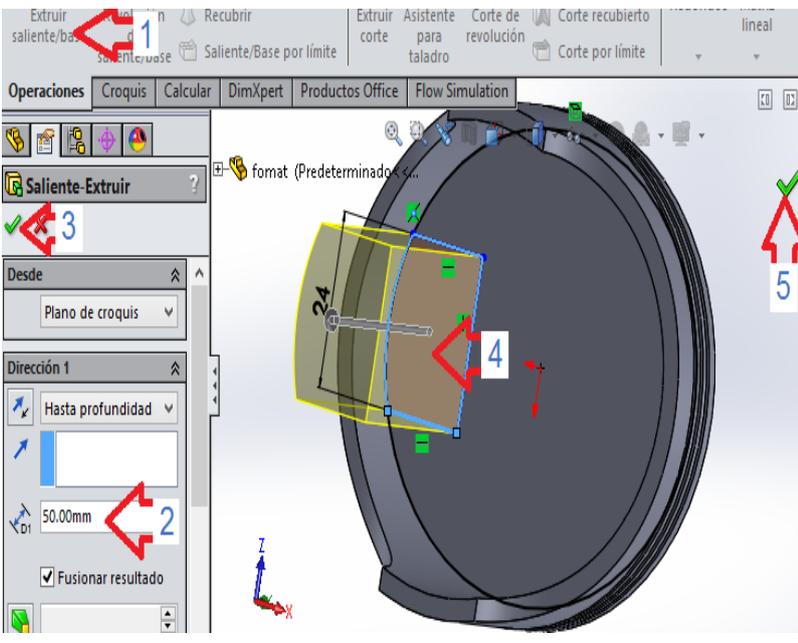
Antes de empezar con la fabricación de piezas automotrices, hay que tener en cuenta que se debe contar con un diseño en tres dimensiones y en formato STL, a continuación se procede a explicar cómo diseñar un pistón en 3D digitalizado en Solidworks 2014 además del formato en el que se debe guardar el diseño.

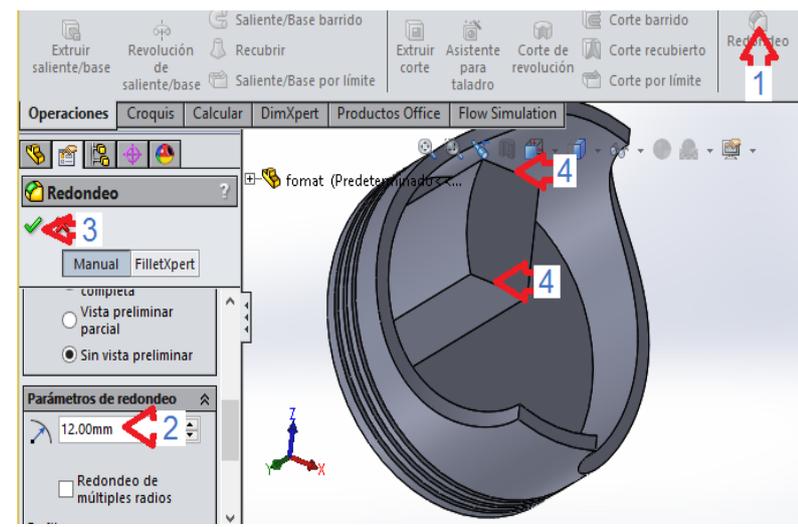
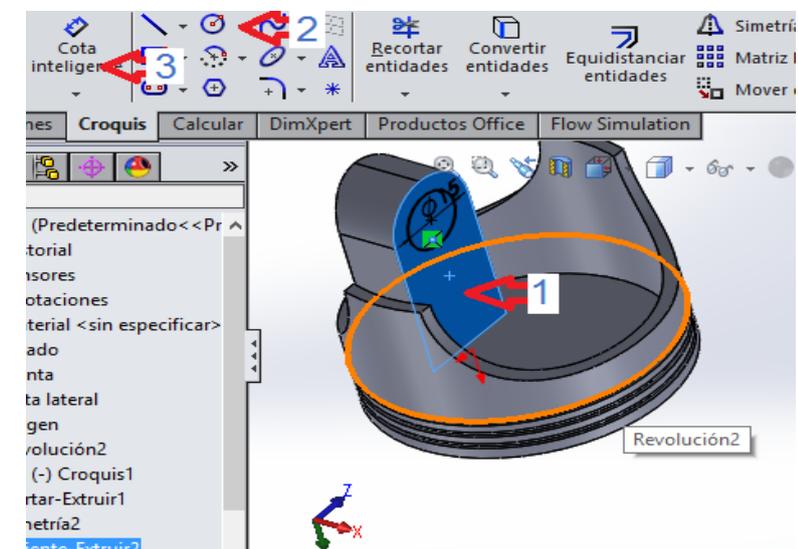
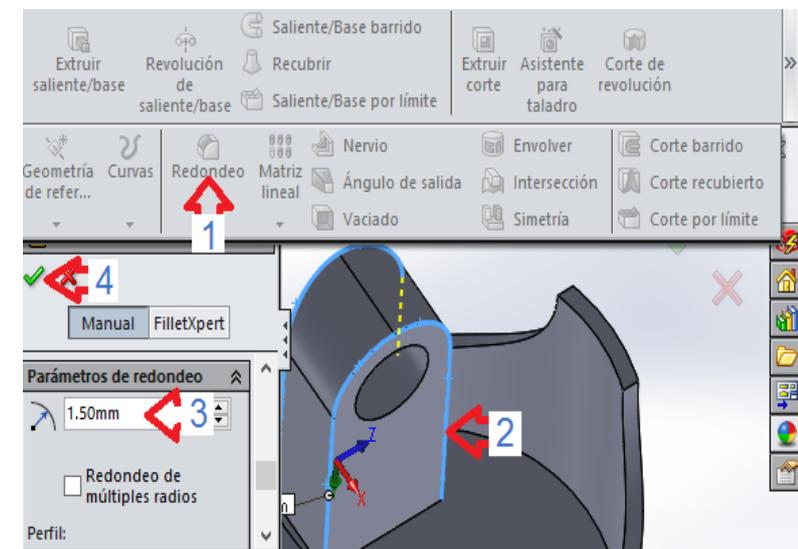
TABLA 16: Construcción de un pistón en el software de diseño Solidworks

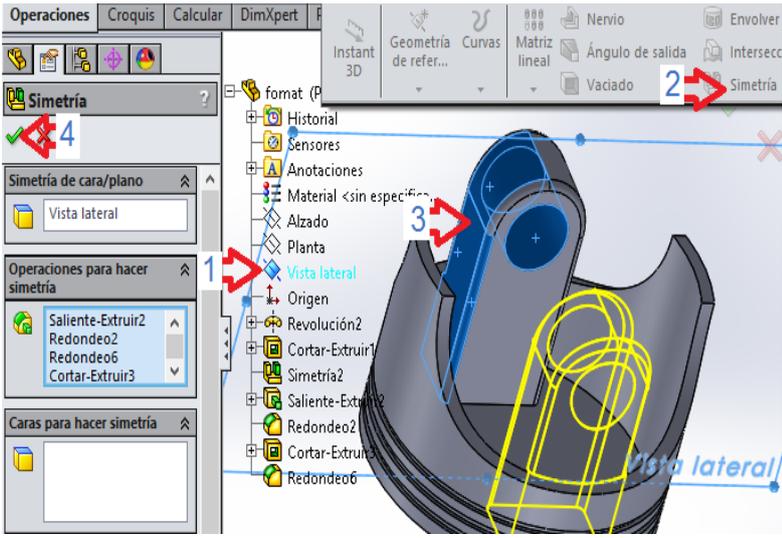
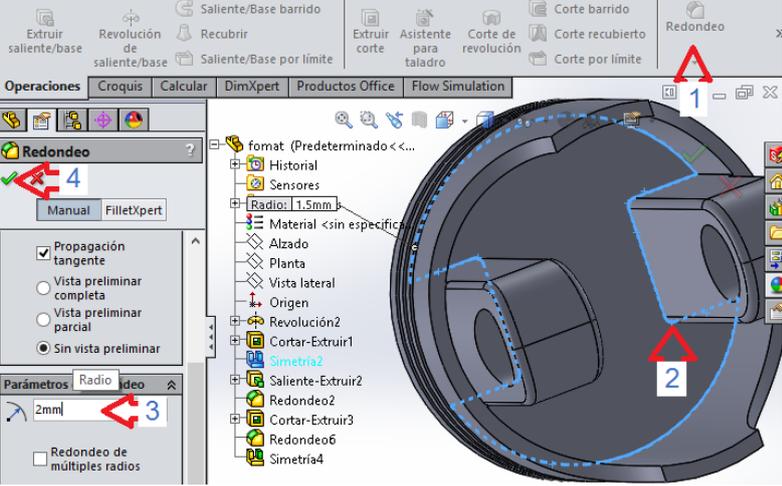
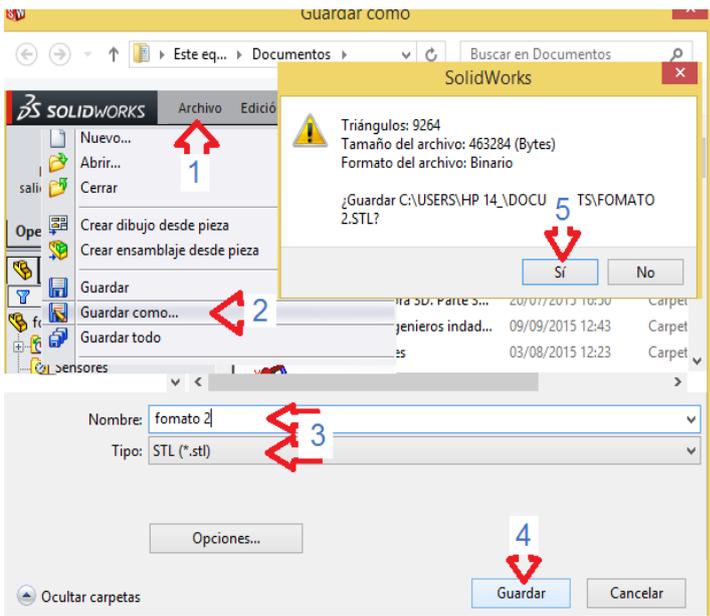
	Modelo	
N°	Descripción	Imagen
1	<p>Abrir el software de diseño SOLIDWORKS 2014</p>	
2	<p>Una vez que se ha abierto el programa elegir:</p> <p>1).- La pestaña Nuevo Documento de Solidworks.</p> <p>2).- Elegir la opción Pieza.</p> <p>3).- Click en aceptar.</p> <p>Una vez que se ha elegido la opción aceptar se abrirá el menú de herramientas de solidworks. Las que servirán a continuación para el diseño del pistón.</p>	

<p>5</p> <p>Una vez hecho el plano del pistón, dar la medidas exactas utilizando:</p> <p>1).- La herramienta Cota Inteligente.</p> <p>2).- Seleccionar la línea y desplazar el mouse, click izquierdo y escribir el valor, pulsar enter.</p> <p>Repetir el numeral dos para cada línea que se quiera dar una cota y obtener un plano como se muestra en la figura.</p>		
<p>6</p> <p>Dadas las medidas a las líneas, aplicar el comando Revolución al diseño dando:</p> <p>1).- Click en la herramienta Revolución.</p> <p>2).- Click en la opción Eje de Revolución.</p> <p>3).- Click en la línea de eje de la herramienta revolución.</p>		
<p>7</p> <p>Realizados todos los pasos se conseguirá un cuerpo cilíndrico, mismo que habrá que efectuar algunos cortes, habiendo que utilizar algunas herramientas como:</p> <p>1).- Trazar una línea de referencia.</p> <p>2).- Seleccionar la línea y el círculo del cilindro</p> <p>3).- Click en la opción Coincidente.</p>		

<p>8</p> <p>Para realizar el corte graficamos un círculo.</p> <p>1).- Seleccionar herramienta Círculo y graficar.</p> <p>a).- Click en la herramienta Cota inteligente.</p> <p>b).- Dar el espacio de 35mm y dar un diámetro de 50mm.</p> <p>c).- Seleccionar el punto centro del círculo y del cilindro y seleccionar la opción Horizontal.</p>	
<p>9</p> <p>Para empezar con el corte:</p> <p>1).- Seleccionar la herramienta Operaciones.</p> <p>2).- Seleccionar en la opción Extruir corte.</p> <p>3).- Seleccionar la opción Plano medio.</p> <p>4).- Elegir número de profundidad (100mm).</p> <p>5).- Presionar enter o en el visto de color verde</p>	
<p>10</p> <p>Para hacer el otro corte utilizamos, un plano que permita aplicar la herramienta Simetría y evitar varios pasos que se ha realizado anteriormente :</p> <p>1).- Seleccionar Vista lateral</p> <p>2).- Seleccionar herramienta Simetría.</p> <p>3).- Seleccionar en Operaciones y aplicar el comando simetría.</p> <p>4).- Seleccionar el área a aplicar la simetría.</p> <p>5).- Presionar Enter.</p>	

<p>11</p> <p>Aplicado el comando Simetría hacer unos nuevos trazos para los alojamientos del bulón con la herramienta:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1).- Línea de referencia. 2).- Seleccionar la opción Rectángulo de centro y graficar en el plano. 3).- Seleccionar en la herramienta Cota inteligente para dar la separación exacta. De la misma manera dar la cota del rectángulo. 4).- Seleccionar una esquina del rectángulo y el círculo interno y dar click en la opción Coincidente. <p>Para eliminar las líneas que están demás seleccionar :</p> <ol style="list-style-type: none"> 5).- La herramienta Recortar entidades y seleccionar las líneas. 	
<p>El recorte de líneas se debe efectuar para aplicar posteriormente otros comandos que se describen a continuación</p>	
<p>12</p> <p>Para obtener la base que aloja al bulón seleccionar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1).- En la herramienta Operaciones la opción Extruir saliente / base. 2).- Dar la altura pertinente (50mm). 3).- Click en el visto de color verde parte izquierda. 4).- Click en el área a extruir. 5).- Click en el visto de color verde parte derecha <p>Una vez terminada la extrusión se tendrá una vista como se muestra en la figura colateral.</p>	

<p>13</p> <p>Para dar una forma redonda a la base del bulón seleccionar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1).- Con un click en la herramienta Redondeo. 2).- Dar el radio adecuado para el redondeo (12mm). 3).- Click en el visto de la parte izquierda. 4).- Seleccionar el área a redondear y dar click izquierdo. 	
<p>14</p> <p>Una vez que ya va dando forma a la base del bulón será, necesario hacer el orificio del pin seleccionando:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1).- El plano donde se va hacer el orificio: 2).- Seleccionar la herramienta Círculo y graficar un círculo. 3).- Con la herramienta Cota inteligente dar un diámetro (15mm). La circunferencia que se a graficado es para aplicar el comando Extruir corte. 	
<p>15</p> <p>Para que la base del bulón tenga un mejor diseño y al momento de imprimir no quede con filos, hacer un pequeño redondeo siguiendo los siguientes pasos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1).- Seleccionar la herramienta Redondeo. 2).- Seleccionar cada plano que vaya a ser sometido por el comando. 3).- Escribir el radio del redondeo (1.5mm). 4).- Click en el visto de color verde. 	

<p>16 Una vez que se ha obtenido el redondeo queda listo para aplicar el comando Simetría utilizando:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1).- Un plano adecuado para aplicar el comando Simetría (Vista lateral). 2).- Seleccionar el comando Simetría 3).- Seleccionar cada plano de la base del bulón sea posible. 4).- Click en visto de color verde de la parte izquierda de la pantalla. 	
<p>17 Después de hacer la simetría habrá que hacer unos cuantos redondeos en la parte interna del cuerpo cilíndrico seleccionando y aplicando:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1).- El comando Redondeo. 2).- Seleccionar los planos pertinentes 3).- Dar un radio de (2mm). 4).- Dar un click en el visto de color verde. 	
<p>Como se puede observar el diseño del pistón está a su cien por ciento, habiendo que exportar el archivo a formato STL para lo cual se debe seguir unos paso sencillos e imprescindibles:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1).- Click en la opción Archivo. 2).- Click en la opción Guardar como. 3).- En la ventana que se abre dar el nombre al archivo y seleccionar el formato STL. 4).- Click en Guardar. 5).- Click en SI. 	

En la tabla 16 se describe como hacer un pistón en tres dimensiones en el software de diseño SOLIDWORKS 2014, además de como exportar a formato STL, mismo que es necesario para la comunicación del software de interfaz con la impresora en tres dimensiones.

Elaboración del brazo de biela por medio del scanner de objetos

El tipo de escáner que se utilizara es de tipo sin contacto, el cual parte de dos cámaras y un láser; las mismas que recolectan información tanto del color, volumen, densidad entre otros parámetros necesarios, mientras que el láser calcula la distancia apropiada para el escaneo. Siendo necesario utilizar un software libre, el mismo que permite recolectar y transformar toda la información transmitida desde el scanner y a través de cables hasta el ordenador para luego ser procesada por el software Skanect, el mismo que tiene distintas funciones de preparación y edición del cuerpo, herramientas que se describen en forma general en la figura 44.

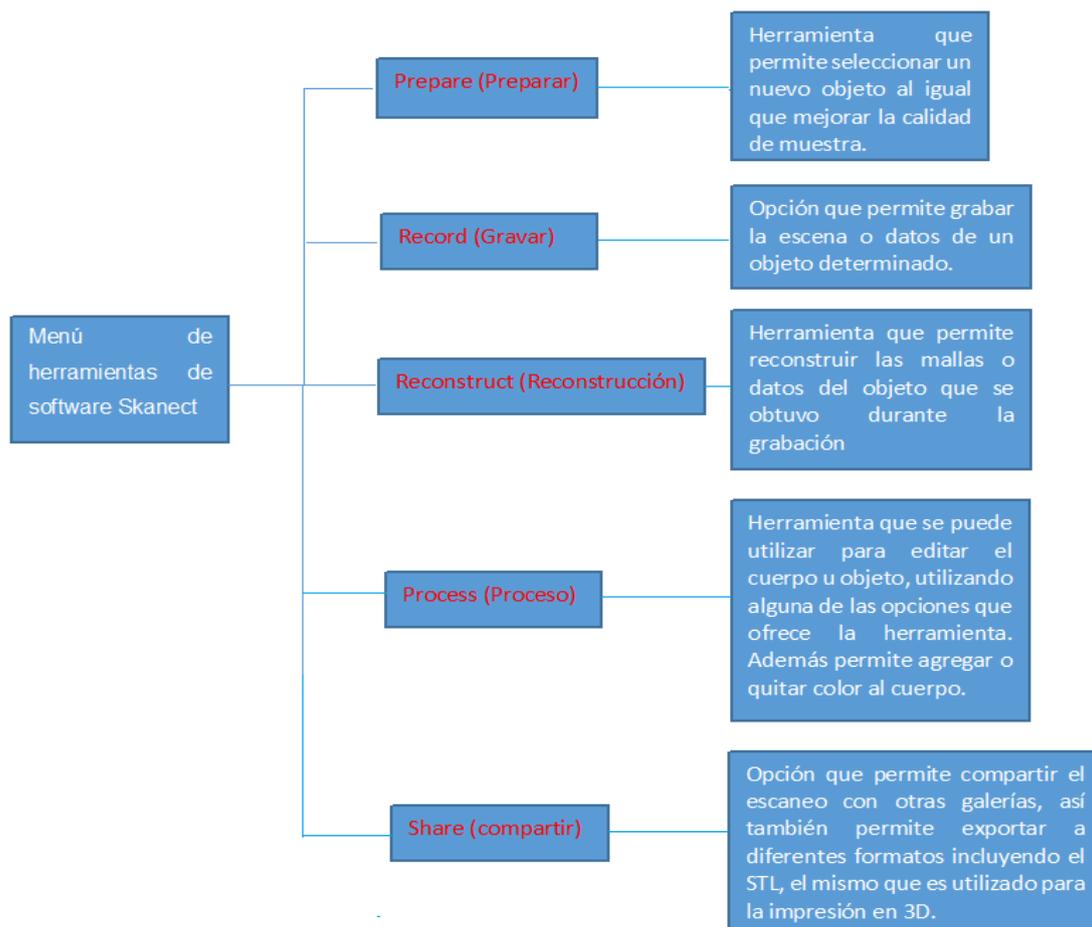
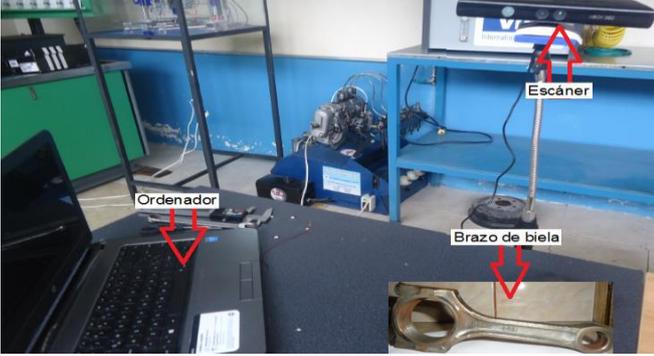
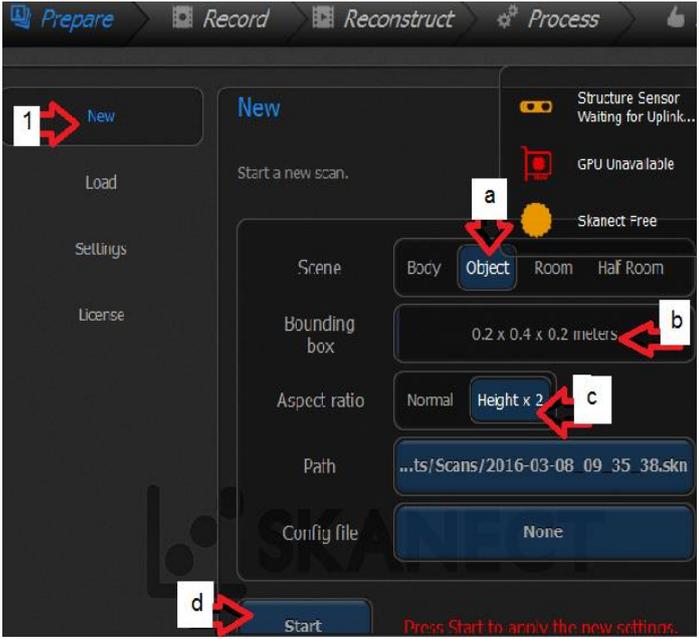
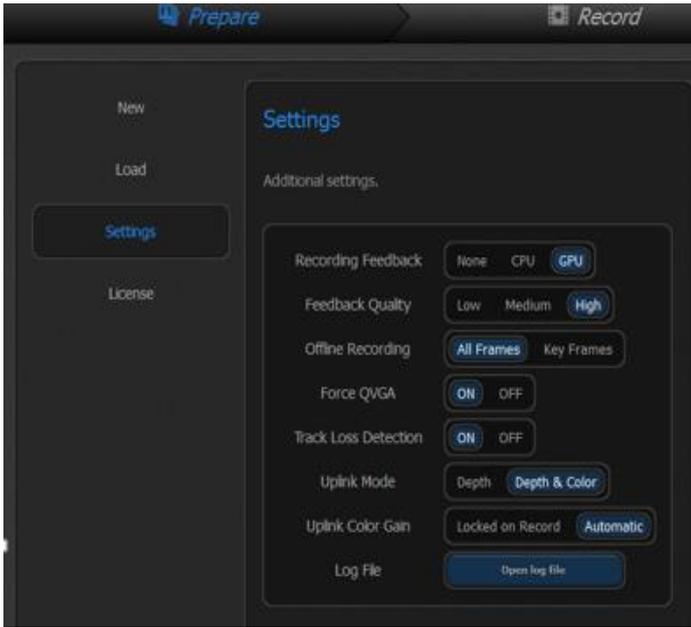
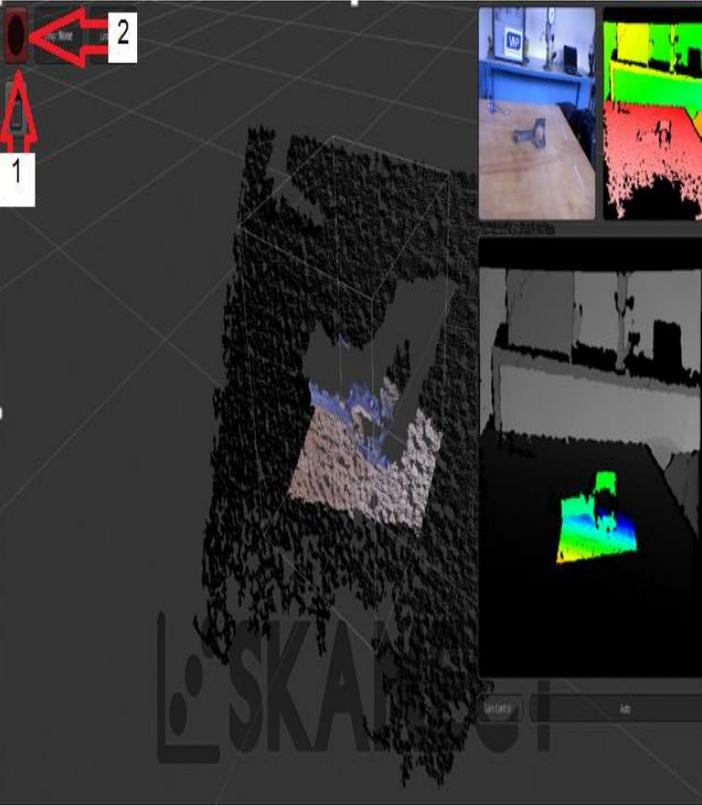


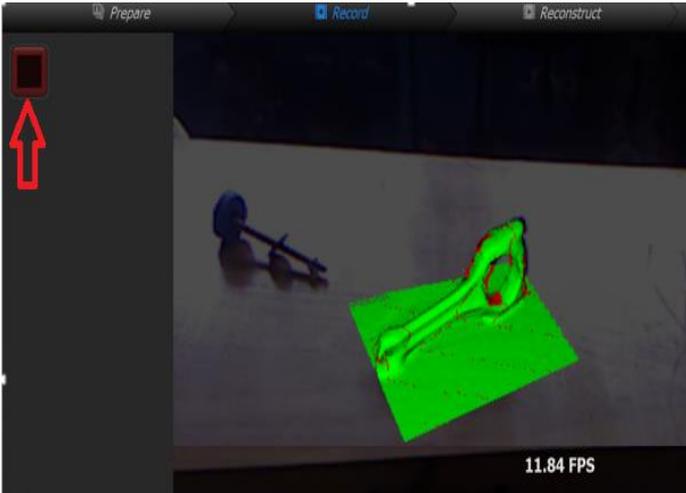
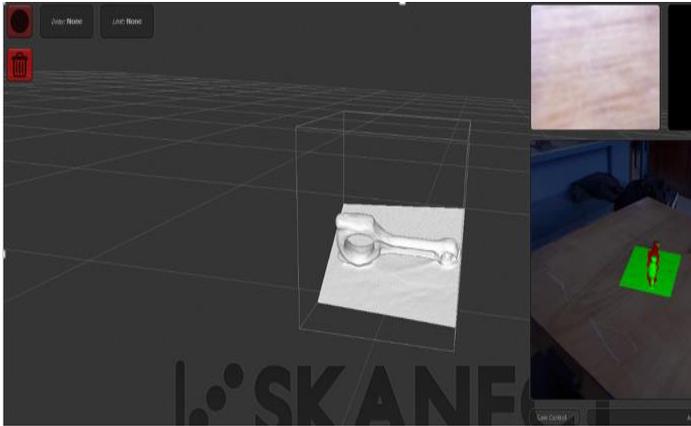
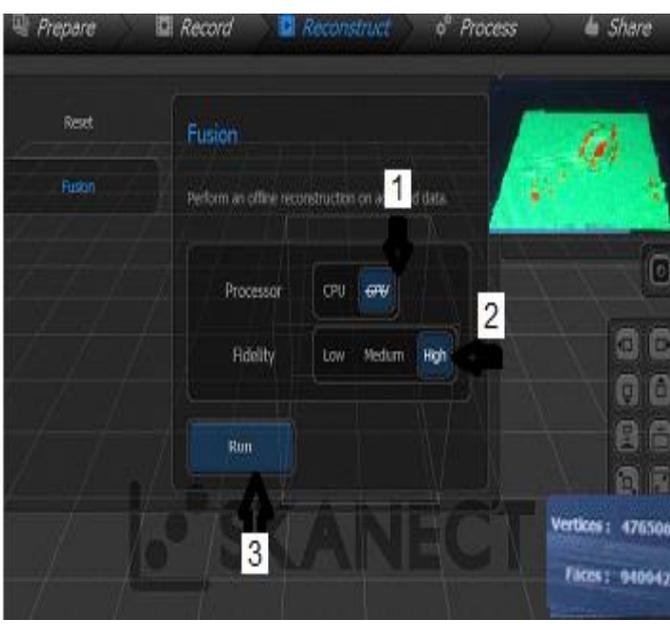
FIGURA 44: Funciones del software Skanect

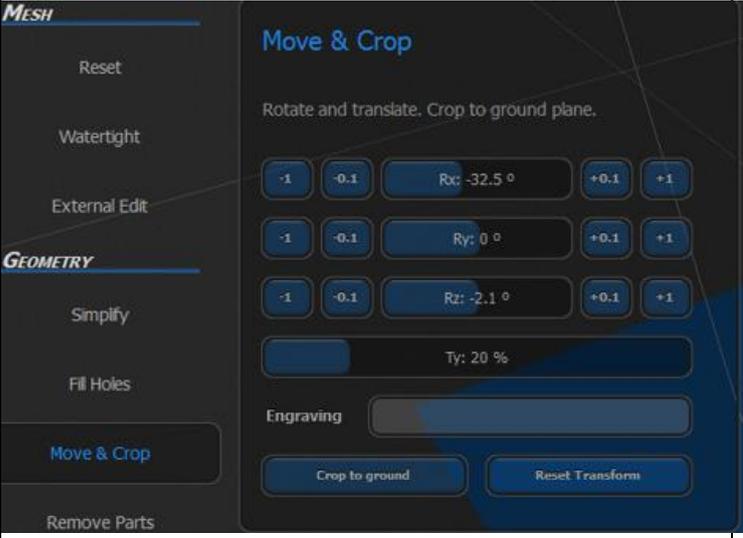
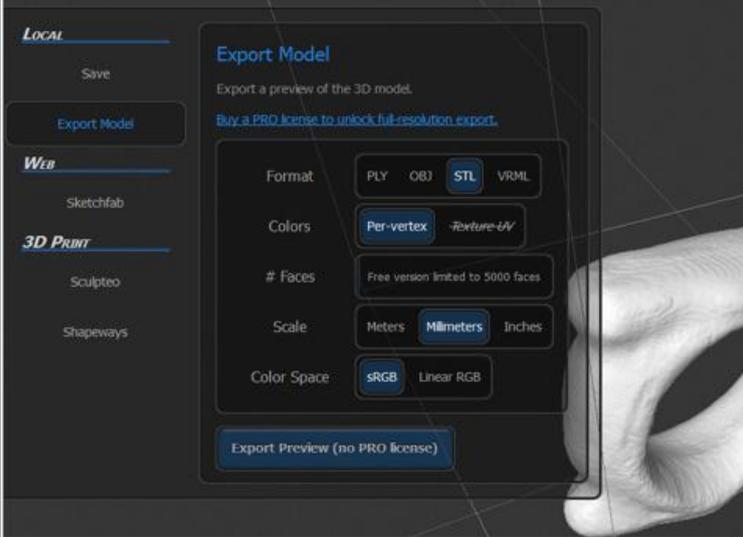
En la tabla 17 se describe los pasos para escanear un objeto (brazo biela del vehículo Chevrolet Corsa).

TABLA 17: Proceso de escaneo del brazo de biela del vehículo Chevrolet Corsa

Modelo	Brazo de biela	<p>En este ensayo se va especificar como utilizar el scanner junto con el software que se utiliza para escanear piezas mecánicas.</p> 
N°	Descripción	Imagen
1	Abrir el software Skanect	
2	<p>Conectar el cable del Kinect al computador.</p> <p>Conectar el cargador de energía para el Kinect.</p>	
3	<p>Para mejorar la calidad de la muestra de escaneo seleccionar en la herramienta Prepare para ajustar el nuevo escaneo hay regular algunos parámetros como:</p> <p>1).-Seleccionar en la opción New.</p> <p>a).- Scene – Object.</p> <p>b).- Bounding box – en esta opción se puede modificar según el volumen del objeto.</p> <p>En las opciones de esta herramienta nos permitirá mejorar la toma de escaneo siendo un factor determinante.</p> <p>c). - Click Aspect ratio – Height.</p> <p>d).-Click en el botón Start.</p>	

<p>4</p>	<p>Los parámetros que se describe y que se seleccionan en la figura lateral son los adecuados para este tipo de pieza u objeto.</p>	
<p>4</p>	<p>Ajustadas las condiciones del objeto en el software. Regular la distancia del scanner con respecto al objeto ya sea girando la base del objeto – scanner estático. Objeto estático – girar scanner.</p> <p>1).- Presionar en el botón de perfil rojo Record parte izquierda de la pantalla para iniciar con el escaneo.</p> <p>Nota.- En esta parte es muy esencial que ya sea el escáner o el objeto giren, sin variar la distancia y con una rotación lenta, para que, el escáner pueda tomar la mayor cantidad de muestras del objeto.</p> <p>El color verde significa que la distancia del objeto con respecto al escáner es la correcta, el color rojo que el escáner está muy cerca al objeto y no es buena toma para seguir con el escaneo.</p>	

<p>5</p>	<p>Una vez que se haya girado los 360° detener el escaneo pulsando el mismo perfil rojo Record.</p>	
<p>6</p>	<p>Una vez que se ha detenido el escaneo se podrá ver una muestra u escena parecida a la de la imagen.</p>	
<p>7</p>	<p>Para mejora la calidad de la geometría del objeto seleccionar en la herramienta Reconstruct, pulsar en la opción Fusión.</p> <p>1).- Processor - GPU.</p> <p>2).- Pulsar en Fidelity - High</p> <p>Nota.- En la esquina inferior derecha se puede visualizar un recuadro, el mismo que indica el número de vértices que se ha obtenido, además del número de caras que se obtuvo durante el proceso de escaneo.</p> <p>3).- Presionar Run para ejecutar la reconstrucción</p>	

<p>8</p>	<p>De igual manera en la herramienta Procces, se podrá remover partes que están de más en los ejes X, Y, Z. tomando en cuenta que el objeto este ubicado de manera horizontal. En la imagen se muestra los parámetros que tienen que estar los ejes para este objeto. Nota. Las demás opciones que se visualizan no interfieren o afectan de manera notable en el acabado del objeto escaneado.</p>	
<p>9</p>	<p>Una vez que el objeto se ha editado en el software Skanect cuanto sea necesario, será imprescindible guardar en formato STL, para el cual se deberá seguir los siguientes pasos que se describen: 1).- Click en la herramienta Share. a).- Click en la opción Export Model y elegir los parámetros que u opciones que se visualizan de color azul eligiendo las opciones en forma descendente.</p>	

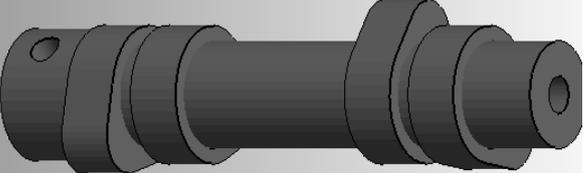
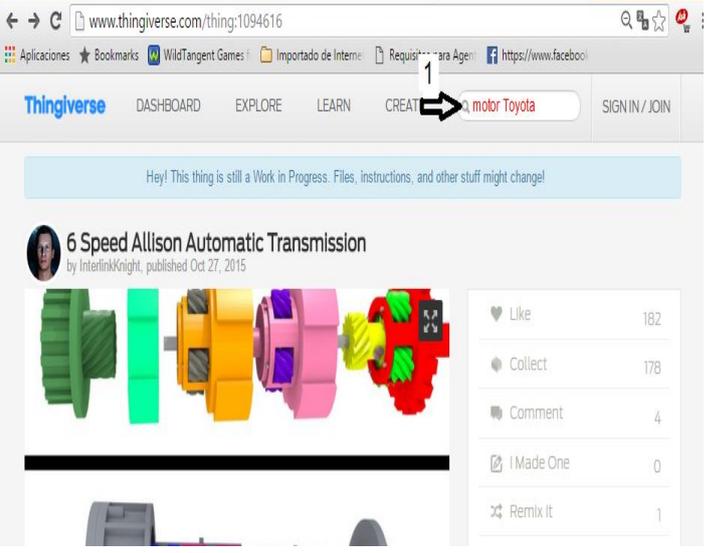
Debido que el software no permite guardar más de 5000 caras o muestras, no se logra saber que tan buena es la resolución del escáner para piezas automotrices.

Por medio de descarga de página de internet

Todos los anteriores métodos para la creación de modelados en 3D requieren de un proceso a seguir, al igual que la selección del formato de impresión, por el contrario lo que sucede en la descarga de internet, que facilitan los modelos en 3D y en el formato adecuado de impresión.

Existen personas que se dedica a diseñar objetos, piezas mecánicas y una infinidad de diseños que son cargados a páginas de la web para que las personas accedan de forma gratuita a los modelos y con el formato STL dando una facilidad de adquirir varios bosquejos, teniendo que solo escribir una dirección de sitio web (www.thingiverse.com), así como se muestra en la tabla 18.

TABLA 18: Pasos para descargar diseños en formato STL de internet

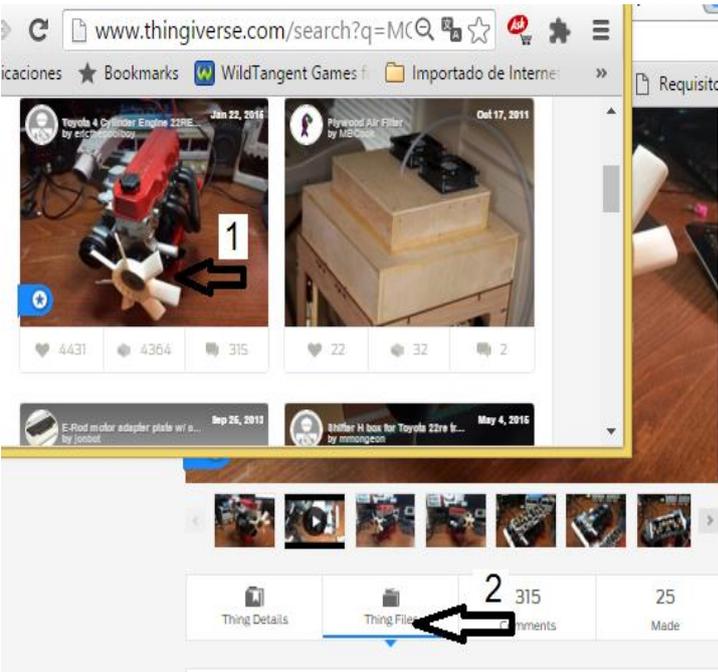
Modelo	Árbol de levas	
1	<p>Abrir el internet</p> <p>1).- Escribir en la barra de dirección el link www.thingiverse.com.</p>	
2	<p>Después de esperar unos segundos se abrirá la página principal de thingiverse.</p> <p>1).- Escribir en el buscador de la página motor Toyota y enter.</p>	

3

Después de unos segundos se abrirá un plano en el que aparecen varias ventanas o cuadros.

1).- Dar click en el recuadro que aparece el motor.

2).- Click en **Thing files**. En esta parte al dar un click se abrirá una serie de archivos.

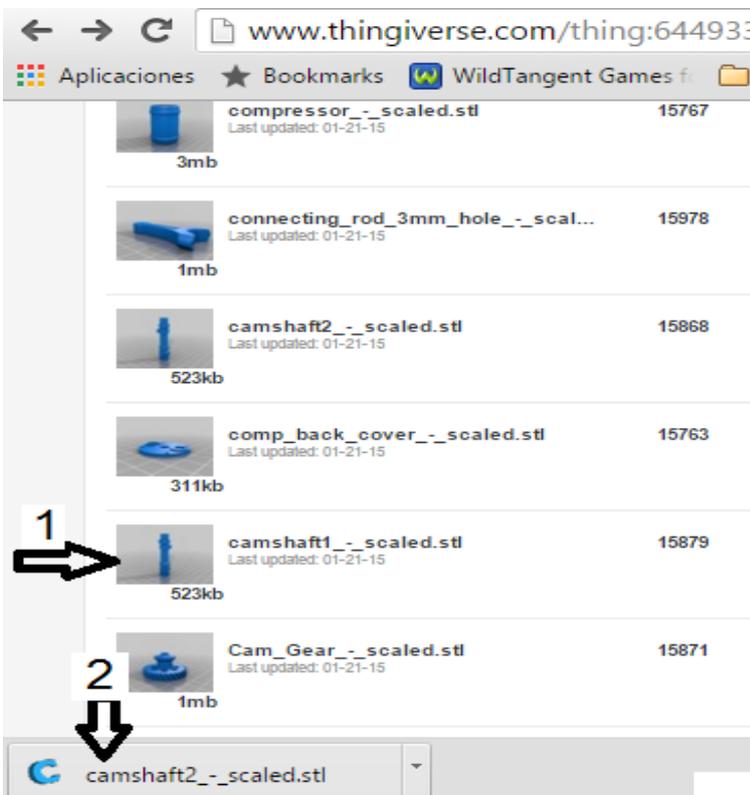


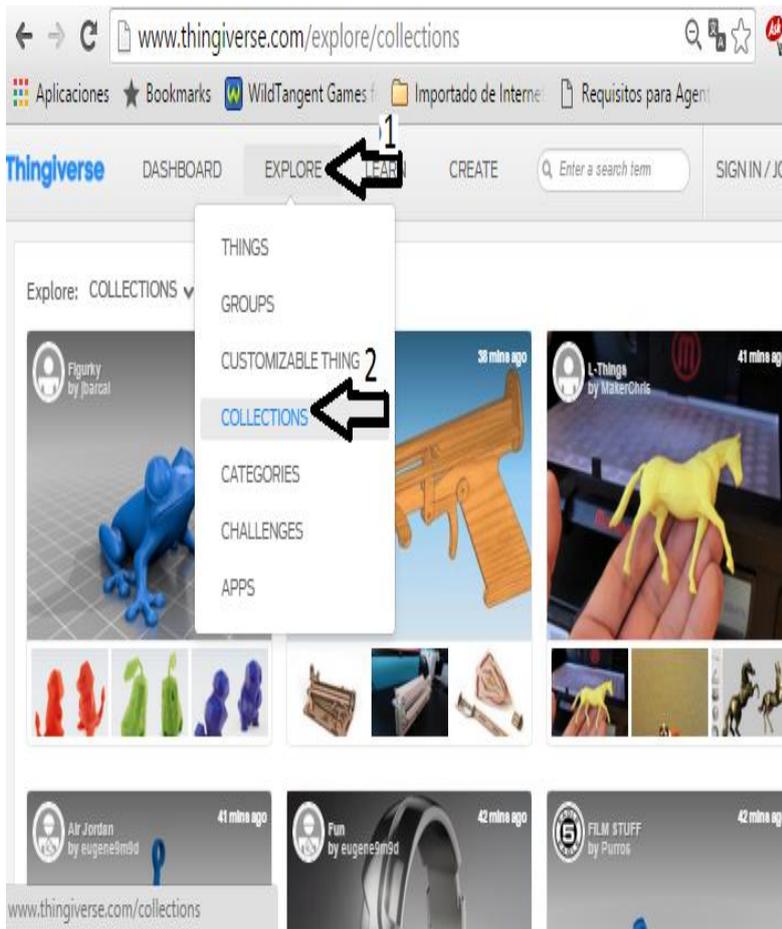
4

En el archivo que se abrió en el anterior paso buscar el árbol de levas.

1).- Dar un click en el archivo **camshaft scaled.stl**.

2).- Después de seleccionar el archivo, esperar varios segundos hasta que termine la descarga en formato STL.



<p>5</p> <p>Los pasos que se encuentran descritos en la los anteriores ítems se refieren a la descarga de un árbol de levas de un motor Toyota 22R.</p> <p>Nota. Si desea descargar otro objeto buscar en la herramienta Explore.</p> <p>1).- Dirigir el cursor hacia la herramienta Explore.</p> <p>2).- Seleccionar alguna de las categorías que aparecen en el plano.</p> <p>Después de seleccionar la categoría repetir los numerales 3 y 4.</p>	 <p>The screenshot shows the Thingiverse website interface. The 'EXPLORE' button in the top navigation bar is highlighted with a black arrow and the number '1'. A dropdown menu is open, showing various categories. The 'COLLECTIONS' option is highlighted with a black arrow and the number '2'. Below the menu, there are several 3D model thumbnails, including a blue frog, a wooden gun, a yellow horse, and a blue key.</p>
--	---

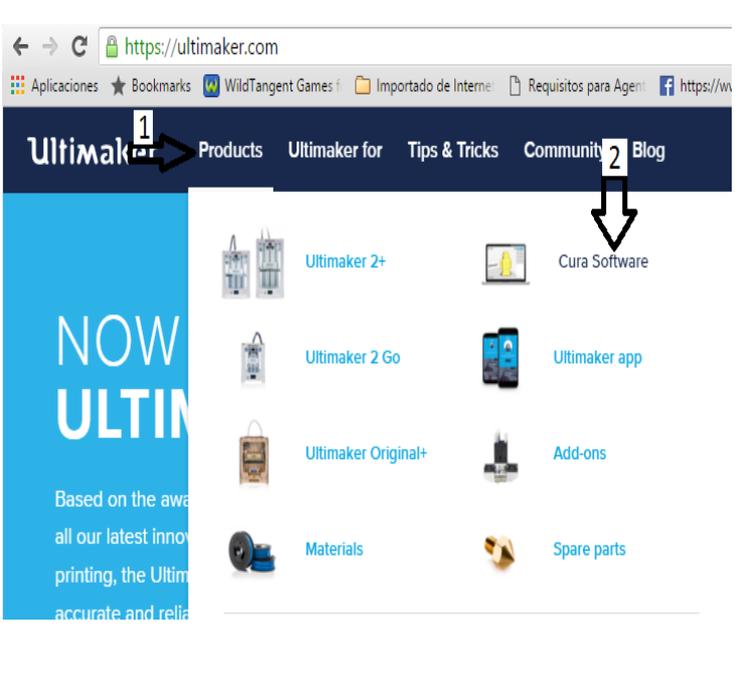
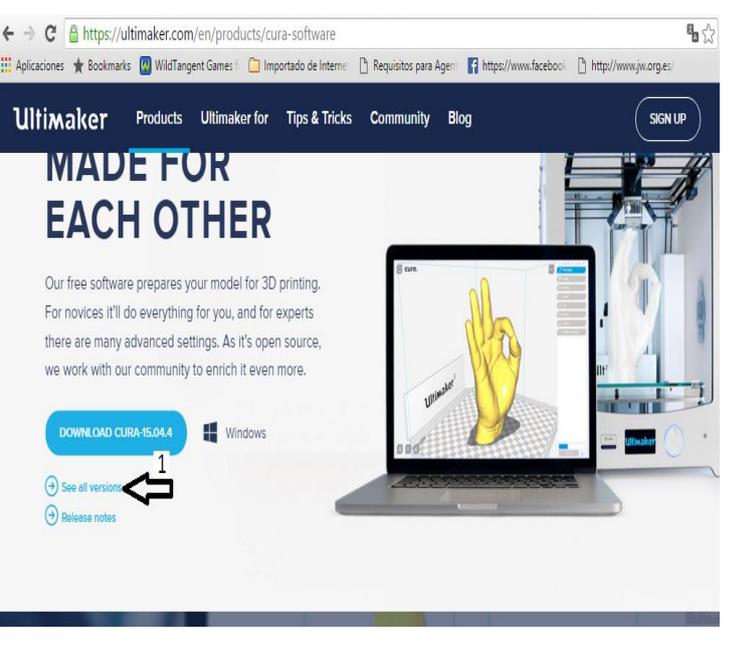
4.11. SOFTWARE DE INTERFAZ CON LA IMPRESORA EN 3D

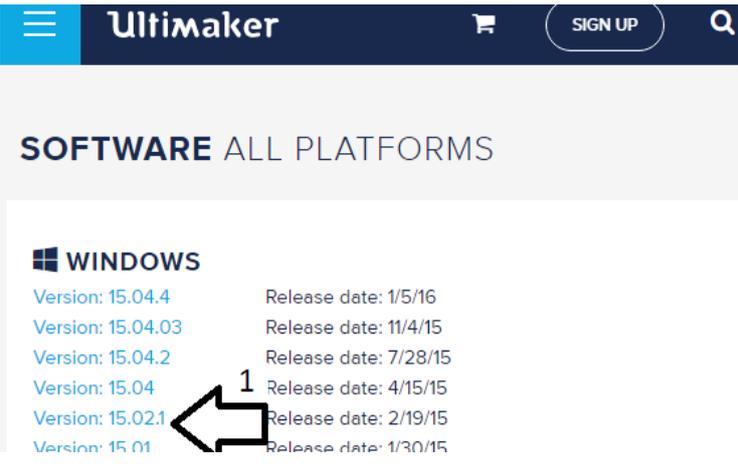
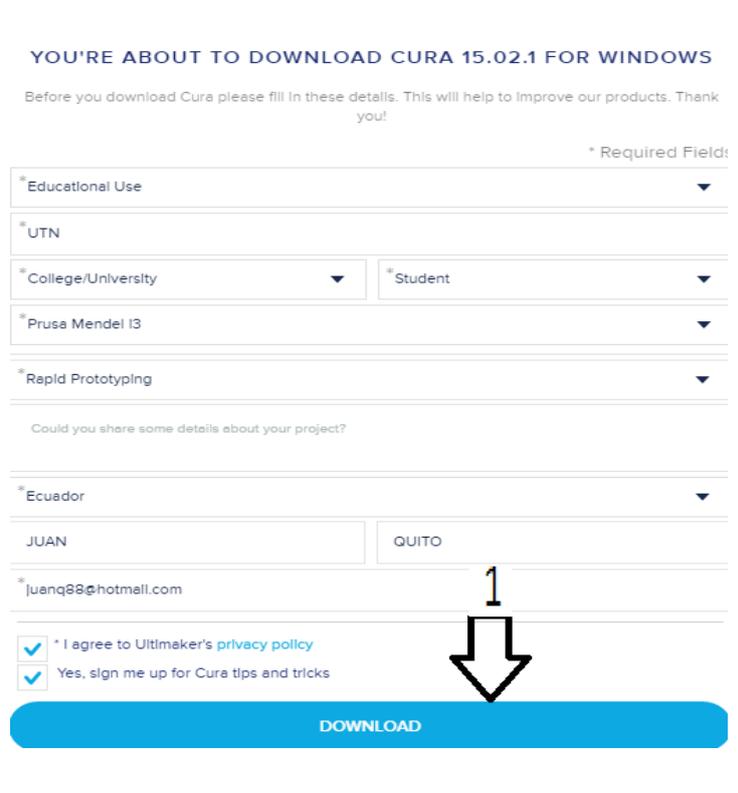
4.11.1. DESCARGA DEL SOFTWARE CURA VERSIÓN 15.02.01

Después de obtener o hacer un modelo en 3D se requiere de un software que reconozca el formato, además de ser reconocido por la máquina de impresión en 3D, como es el programa CURA en la versión 15.02.01.

El software Cura 15.02.01 es de acceso gratuito y puede descargar desde el internet, así, también la página dispone de varias versiones más para las distintas plataformas y que se pueden instalar en el ordenador siguiendo los pasos que se muestran en la tabla 19.

TABLA 19: Pasos para descargar software libre CURA

N°	Descripción	Imagen
1	<p>Abrir el internet:</p> <p>1).- Escribir en la barra de dirección el link www.ultimaker.com y enter.</p>	
2	<p>Ya realizada la acción anterior se podrá observar que sale un plano en la pantalla en la que debe:</p> <p>1).- Ubicar el cursor en la herramienta Productos.</p> <p>2).- Seleccionar la opción Cura Software presionar enter.</p>	
3	<p>Después de seguir los pasos recomendados anteriormente, aparece un nuevo plano:</p> <p>1).- Seleccionar la opción See all Versions - dar un click en la opción y esperar unos segundos para que aparezca un nuevo plano.</p>	

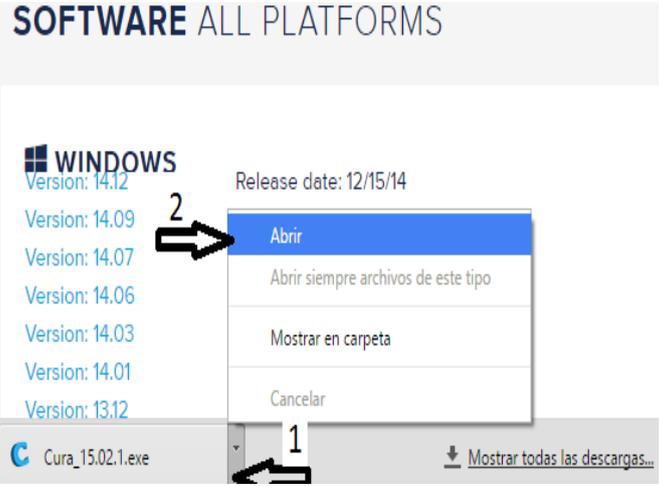
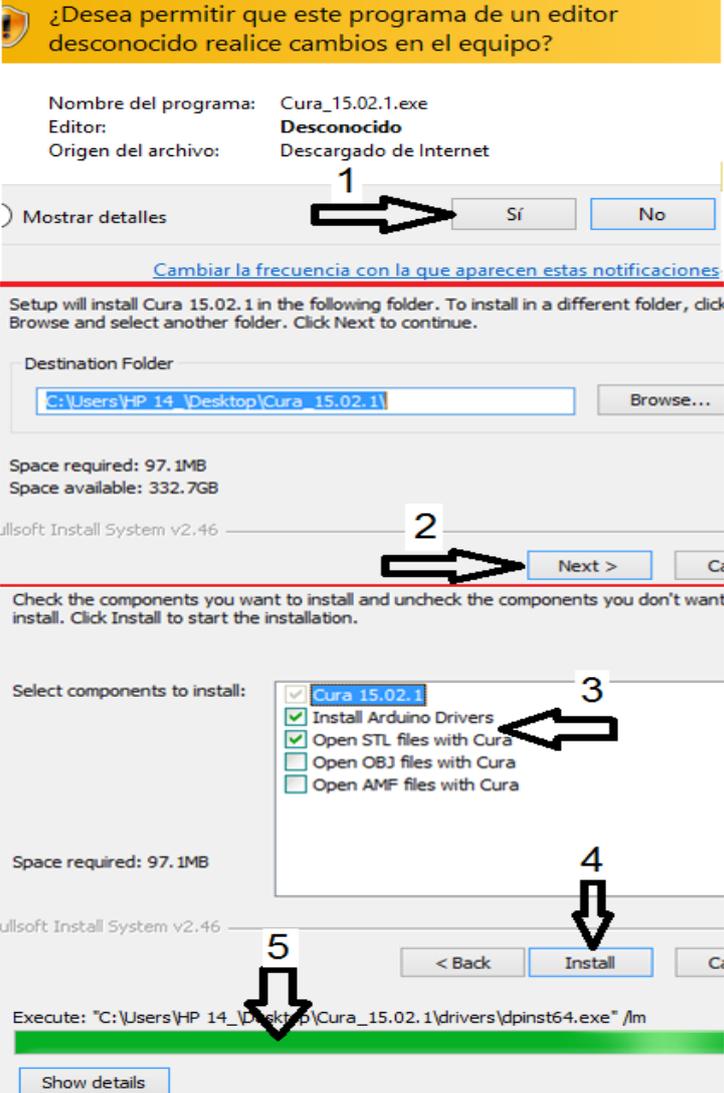
<p>4</p>	<p>Nota. Aquí es importante saber el tipo de sistema operativo del computador, ya que la página ofrece para distintas plataformas:</p> <p>1) Seleccionar la Versión 15.02.01, para la plataforma Windows.</p>	
<p>5</p>	<p>En el plano que aparece se debe llenar algunos requerimientos y aceptar algunas condiciones:</p> <p>1).- Click en DOWNLOAD para empezar con la descarga.</p> <p>Una vez que se empezado la descarga el archivo se empezara a descargar y guardar en la carpeta que previamente se ha seleccionado.</p>	

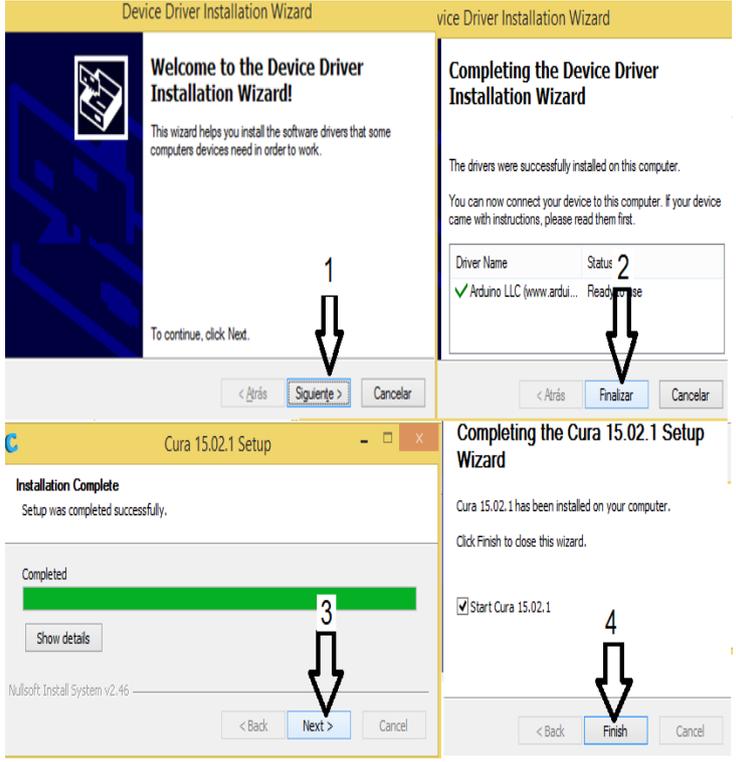
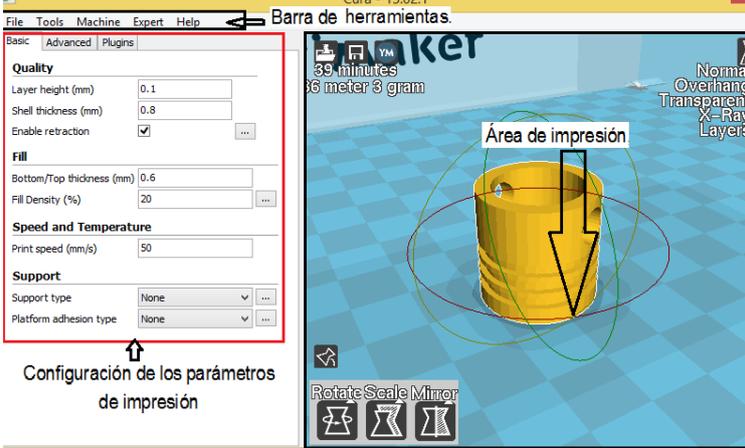
Cada paso que se describe en la tabla 19 son respecto a la descarga del software libre Cura, siendo guardado en archivador de su elección, para ser instalado en el ordenador con sistema operativo Windows 8.

4.11.2. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE CURA VERSIÓN 15.02.01

Una vez que se ha terminado con la descarga de los archivos de instalación del software Cura, proceder con la instalación del mismo para lo que se recomienda seguir los pasos que se muestran en la tabla 20.

TABLA 20: Instalación del software básico de CURA 15.02.01

N°	Descripción	Imagen
1	<p>Después de dar click para empezar la descarga, habrá que esperar unos minutos hasta que termine la misma y empezar con la instalación del software. Para lo cual es necesario seguir algunos pasos y aceptar algunas condiciones como las que se van a describir.</p> <p>1).- Click en la flecha que está en la parte derecha de la descarga.</p> <p>2).- Click en la opción Abrir.</p>	
2	<p>Una vez abierto el programa abra que ejecutar seleccionar y aceptar varias opciones como se describe en los siguientes ítems:</p> <p>1).- Seleccionar la opción Sí.</p> <p>2).- Click en la opción Next.</p> <p>3).- En el recuadro seleccionar las opciones Install Arduino Drivers y Open STL files with Cura.</p> <p>4).- Click en la opción Install.</p> <p>5).- Después de ejecutar todos los pasos se evidenciara que sale un plano que indica que se está cargando el programa en la memoria del ordenador.</p>	

<p>3</p>	<p>Una vez terminado de cargar todos los archivos que contiene el software, seguir la instalación para lo cual:</p> <p>1).- Presionar o dar click en la opción Siguiente y aceptar la instalación del driver.</p> <p>2).- Click en Finalizar. Para completar la instalación del driver.</p> <p>3).- Click en Next. Para avanzar con la instalación.</p> <p>4).- Click en Finish. Para cerrar el wizard</p>	
<p>4</p>	<p>Después de ejecutar todos los pasos correctamente se obtendrá en una pantalla o plano del software CURA, el mismo que tiene diferentes herramientas.</p>	

Como podemos observar, en el plano del software que está en la parte superior, está estructurado en diferentes opciones como: Área de impresión, Configuración de los parámetros de impresión y Barra de herramientas, en estas opciones permiten modificar los parámetros de funcionamiento de la impresora en 3D, además del modelo a imprimir.

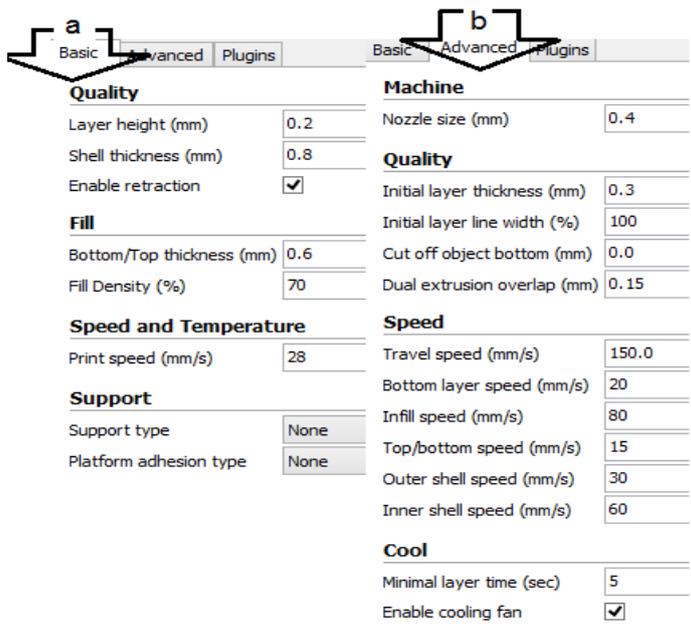
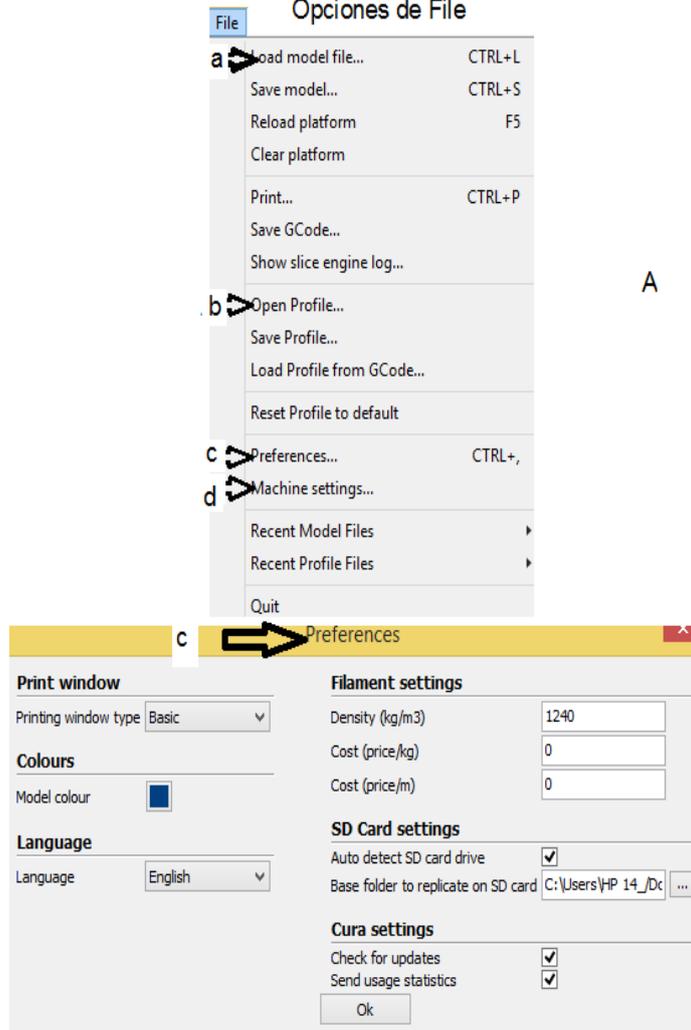
Nota. Si después de hacer la instalación del programa no se obtiene un plano como la figura superior, ir a la herramienta Expert y seleccionar la opción, “**Switch to full settings**” opción que permite obtener los parámetros de configuración de laminado e impresión.

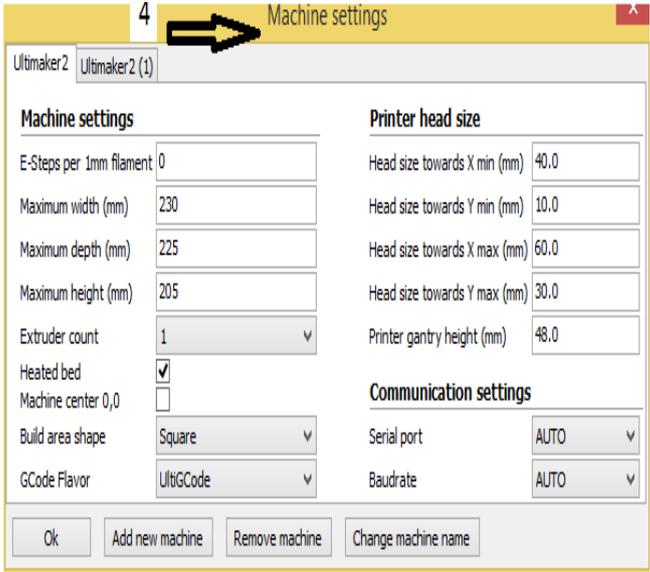
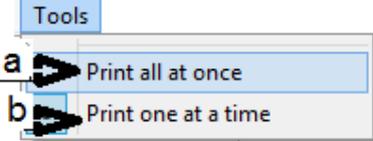
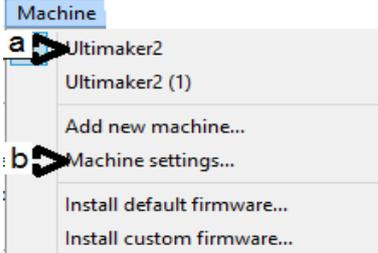
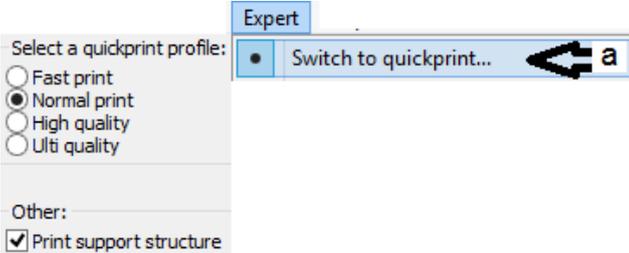
4.11.3. DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DEL SOFTWARE CURA VERSIÓN 15.02.10

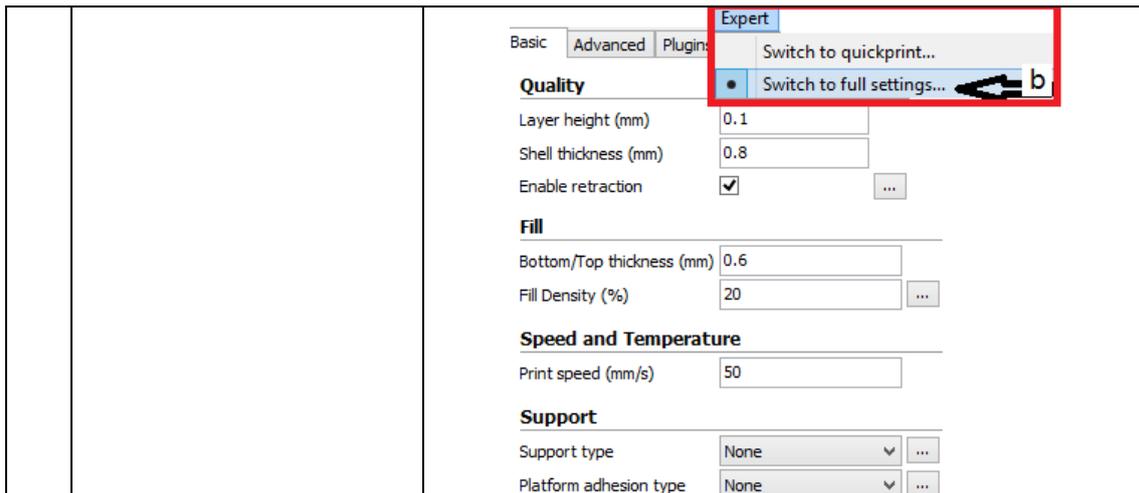
En la tabla 20 se perpetró todos los pasos de instalación del software Cura, siendo indispensable mencionar algunas de las configuraciones necesarias, e indispensables para obtener un resultado aceptable a la hora de imprimir en tres dimensiones, además de crear un mismo tipo de lenguaje de comunicación como el GCode que no es más que un CNC (control numérico por computador). En la tabla 21 se describe todos los parámetros que se utilizan para imprimir piezas en tres dimensiones.

TABLA 21: Herramientas del software libre Cura 15.02.01

N°	Descripción	Imagen
1	<p>Plataforma de impresión</p> <p>En la plataforma de impresión nos indica el volumen con el que se cuenta para la impresión además de otras opciones, como se indica a continuación.</p> <p>1).- Cargar modelo en 3D: opción que permite subir o cargar un modelo en 3D al área de impresión desde cualesquier archivo. También se puede cargar, arrastrando el archivo en 3D hacia el área de impresión.</p> <p>2).- Guardar transformación en tarjeta SD: opción que permite guardar el archivo a ser impreso.</p> <p>3).- Opciones de transformación: Rotación, escala y espejo. Opción que permite girar, variar la escala o duplicar el modelo en 3D.</p> <p>4).- Opciones de visualización: Opción que permite observar distintas texturas de modelo en 3D.</p> <p>Además en el área de impresión, podemos encontrar el tiempo de impresión, longitud del material a utilizar además del peso de objeto.</p>	 <p>Nota. Para activar cada una de las pestañas que se encuentran en el are de impresión debe cargar un objeto a el área de impresión.</p>

<p>2</p> <p>Configuración de los parámetros de impresión</p> <p>1).- En el recuadro se observa la configuración de los parámetros de impresión:</p> <p>a).- Básic: En la configuración básica se observa varias opciones las cuales se pueden manipular o modificar. Los parámetros que se muestran son los más indicados para la máquina tipo (FDM).</p> <p>b).- Avanced: Toda la configuración se basara en el tipo de material de impresión así como del modelo de la máquina. En algunos programas permiten modificar la temperatura del extrusor y de la plataforma de impresión.</p>	
<p>3</p> <p>Barra de herramientas (menú)</p> <p>En la barra de herramientas tenemos varias opciones que nos permite modificar el funcionamiento de la máquina, como del laminador. En el documento mencionaremos las más destacadas:</p> <p>1).- File</p> <p>a).- Load model file: Cargar un modelo del archivo.</p> <p>b).- Open profile: En esta opción nos permite guardar las configuraciones que se ha realizado y evitar la configuración cada vez que se cambie de material.</p> <p>c).- Preferences: En esta opción podemos encontrar opciones de configuración tanto del programa, color del material lenguaje, ajustes del filamento, ajustes de la tarjeta SD además de los ajustes del software Cura.</p> <p>d).- Machine settings: En esta opción nos permite configurar el funcionamiento de la máquina, tamaño de impresión y ajustes de comunicación.</p>	

		<p>Los parámetros que están en la imagen inferior son los indicados para el material que se utiliza para la máquina propuesta (FDM).</p> 
	<p>2).-Tools: Esta herramienta nos presenta dos opciones: a). La una de imprimir todos los objetos a la ves (print all at once) b). De uno en uno (print one at a time) en uno siempre y cuando se haya cargado varios modelos en la misma plataforma.</p>	
	<p>3).-Machine: en esta opción permite seleccionar: a). El tipo de impresora que se está utilizando (Ultimarker 2). b). Así también de los ajustes de la máquina opción que se presentó con anterioridad en la herramienta File, en el numeral 1, literal d.</p>	
	<p>4).- Expert: En esta pestaña hay parámetros en los que podemos configurar: a). Una impresión rápida; en la configuración rápida encontramos que hay que elegir la calidad de impresión y el diámetro de filamento b). Una impresión lenta; Mientras que en impresión lenta encontraremos varios parámetros que permiten mejorar la calidad de impresión como del laminado.</p>	



Como puede observar el programa requiere de varias configuraciones para obtener una máxima calidad de impresión en tres dimensiones.

Durante la descripción del proceso de instalación y preparación del software se muestra los datos reales para la máquina de impresión tipo (FDM).

4.12 ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DE PRÁCTICA, POR MEDIO DE LA IMPRESIÓN 3D CON MATERIAL DE APORTE ABS

Objetivo

Fabricar un pistón en polímero ABS por medio de la máquina de impresión en tres dimensiones.

Materiales

- Material plástico A.B.S. acrilonitrilo butadieno estireno de diámetro de 1.75 mm.
- Solución adhesiva.
- Franela.
- Espátula

Equipo

- Computador
- Impresora en tres dimensiones
- Tarjeta SD de 2 Gb

Especificaciones

TABLA 22: Especificaciones del pistón del motor de combustión interna

Pistón	Motor de combustión interna
Material	Plástico
Altura	16 mm
Diámetro	16 mm
Cabeza	Plana

Partes del pistón a fabricar

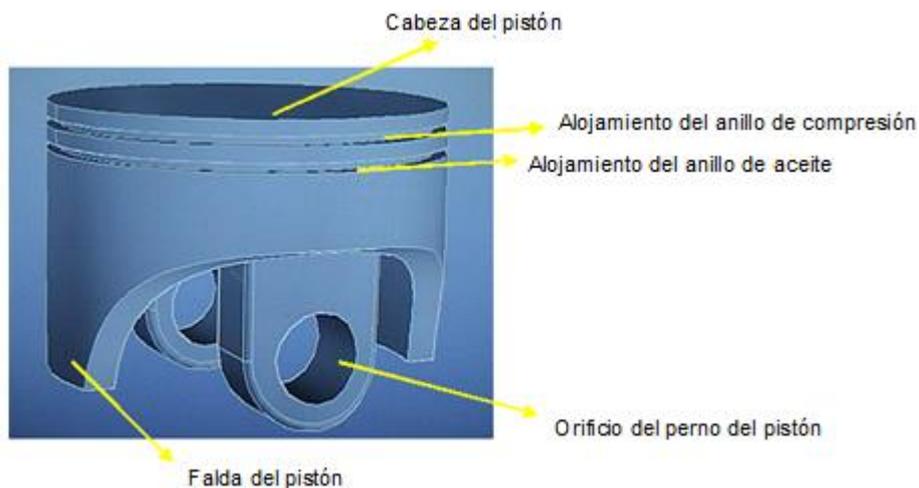


FIGURA 45: Partes del pistón

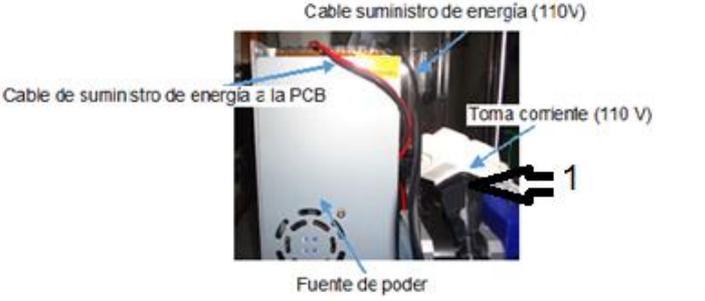
Procedimiento de impresión

En el literal (4.8) se explica de donde descargar, como instalar e incluso como configurar el software Cura; parte donde también se explica que pestaña sirve para cargar, modificar y guardar un modelo en 3D.

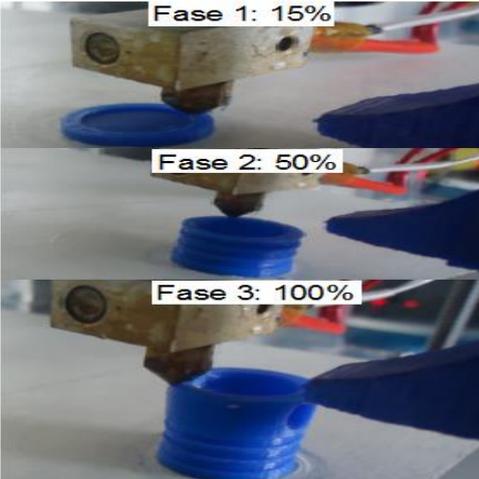
Nota. Recuerde que antes de encender la máquina de impresión en tres dimensiones debe estar en perfectas condiciones de limpieza de los diferentes elementos como: varillas lisas, varillas roscadas, circuitos electrónicos, ventiladores, disipador de calor entre otros. Así también tener en cuenta de la calibración y el nivel con el deben contar la plataforma respecto a la boquilla del extrusor. En el literal (4.6) se hace referencia del procedimiento de la limpieza, ajustes, tolerancias y nivel que debe tener la máquina de impresión en 3D antes de empezar con su funcionamiento e imprimir en 3D.

En la tabla 23 se hace referencia los pasos a realizar para imprimir en tres dimensiones por medio de la tecnología de tipo (FDM).

TABLA 23: Pasos para imprimir en 3d en la máquina 3Dprinter 8 (FDM)

N°	Descripción	Imagen
1	<p>Encender la impresora en 3d.</p> <p>1).- Conectar el enchufe en el toma corriente de 110V.</p> <p>Acción que debe realizar para alimentar de energía a la máquina de impresión en 3D.</p>	 <p>Cable suministro de energía (110V)</p> <p>Cable de suministro de energía a la PCB</p> <p>Toma corriente (110 V)</p> <p>Fuente de poder</p>
2	<p>Cargar de un diseño en 3D en la máquina de impresión en 3D.</p> <p>1).- Introducir la tarjeta SD en el puerto de entrada que se encuentra en la parte izquierda de la pantalla digital.</p> <p>Nota. Todos los diseños que se requiera imprimir deben estar en un mismo lenguaje de comunicación (GCODE), lenguaje que es guardado después que es modificado y guardado en el software Cura.</p>	
3	<p>Seleccionar la temperatura indicada para el material que se utiliza para la impresión en 3D (ABS).</p> <p>1).- Pulsar el potenciómetro, que se encuentra en la pantalla digital parte frontal derecha.</p> <p>2).- Girar el potenciómetro hacia la derecha y ubicar en la opción Prepare.</p> <p>3).- Girar el potenciómetro a la derecha y seleccionar en la opción Preheat ABS, y pulsar el potenciómetro.</p>	 <p>Pantalla digital</p> <p>Potenciómetro de doble función</p> <pre> Info screen Prepare Control Print from SD Disable Steppers Auto Home Preheat PLA Preheat ABS 0/240/240° 73/100° X 0 Y 0 Z000.00 100% SD---% 0---:-- Mendel Ready. </pre>

<p>Nota. Si la temperatura del extrusor no es la ideal para el material que utiliza, se recomienda que se efectúe un control manual de la temperatura, para el cual se debe efectuar unos cuantos pasos.</p> <p>1).- Presionar el potenciómetro y girar la perilla a la derecha y ubicar en Control.</p> <p>2).- Pulsar el potenciómetro y girar la perilla y ubicar en la opción Temperature, pulsar el botón para seleccionar la opción.</p> <p>3).- Si se quiere hacer un control de la temperatura de extrusor elegir la opción Nozzle, girar la perilla a la derecha para subir la temperatura, si sucede lo contrario hacer el giro al contrario de las manecillas del reloj.</p> <p>4).- Si temperatura de la plataforma de impresión no es la óptima realizar lo anteriores pasos seleccionado en la opción Bed.</p>	
<p>4</p> <p>Una vez que el extrusor ha alcanzado la temperatura óptima de fundición (190°C), al igual que la plataforma de impresión debe estar en una temperatura de (80°C) para luego seguir unos cuantos pasos para seleccionar el diseño:</p> <p>Nota. Antes de seleccionar el modelo se recomienda rociar una pequeña capa de (Laca Georgi) en la plataforma de impresión: con el único fin, de mantener adherido el objeto la plataforma de impresión y así evitar el efecto warping. Para seleccionar el modelo a imprimir se debe realizar algunos pasos como:</p> <p>1).- Pulsar el potenciómetro para que se habrá el menú, girar a la derecha y ubicar en la opción Print from SD y pulsar el potenciómetro.</p> <p>2).- Después de pulsar el botón se abrirá los archivos cargados en la Micro SD, seleccionar un modelo en 3D (Pistón Mack) pulsar en la opción sugerida.</p>	<p style="text-align: right;">Potenciómetro de doble función</p> 

<p>5</p>	<p>Después de seleccionar el modelo, la máquina se encarga de realizar todo el proceso de deposición de material ABS capa a capa hasta su culminación.</p>	
<p>6</p>	<p>Una vez que ha terminado con la impresión, deberá esperar unos segundos para retirar el cabezal de extrusión, esta acción se realizara con los siguientes pasos.</p> <p>1).- Pulsar el botón y en el menú seleccionar la opción Prepare.</p> <p>2).- Seleccionar la opción Auto Home.</p> <p>Una vez que el cabezal de extrusión se encuentra en el punto cero retirar el objeto con la ayuda de una espátula o cúter.</p>	

Nota. En caso de seguir imprimiendo se deberá rociar laca o cualquier otra sustancia adhesiva y seleccionar nuevamente el modelo a ser fabricado, siguiendo los pasos sugeridos en la tabla 23.

Terminada la impresión deberá esperar unos segundo para retirar el objeto, el mismo que estará de realizar pequeños trabajos de remoción de material plástico.

4.13. PRUEBAS DE TEMPERATURA

El proyecto realizado se basa en ensamblar una impresora en tres dimensiones y fabricar repuestos automotrices de polímero ABS, siendo indispensable hacer pruebas de temperatura, misma que servirá para verificar cual es la temperatura idónea del extrusor para la fabricación de dichos repuestos, dependiendo del material y marca variara entre 180°C a 220°C para el extrusor, con una temperatura de la plataforma de impresión de 80°C.

En la tabla 23 se muestra la variación de las dimensiones en función de la variación de temperatura del extrusor. Temperaturas que servirán de mucha ayuda para verificar cuál de ellas afecta en el resultado final del objeto.

TABLA 24: Pruebas de variación de temperatura del extrusor

Temperatura del extrusor	X mm	Y mm	Z mm
Valor nominal	16	16	16
180 °C	15,99	15,99	15,99
190 °C	16,03	16,03	16,01
200 °C	16,16	16,16	16,10
210 °C	16,32	16,32	16,20

Considerando las distintas pruebas que se ha realizado, la temperatura que menos influye en la medidas del objeto es de 190°C del extrusor, siendo la más recomendable para este polímero ABS.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Que la duplicación de piezas automotrices mediante el scanner en base a Kinect, es una tecnología que necesita de más investigación para su mejora, debido que no se obtiene una gran resolución, afectando en un 40% en el acabado de la estructura del objeto.
- Para realizar prácticas en la impresora en 3D, la máquina debe contar con una temperatura del extrusor de 190°C para la correcta fundición del polímero ABS y de 80 °C en la cama caliente; para adhesión a la misma, estos valores dependerán de la marca de material de aporte polímero ABS.
- El comportamiento mecánico de las piezas impresas con material plástico ABS son de gran resistencia al impacto y tensión gracias a la polimerización de los monómeros que contiene el polímero ABS. Además de contar con características similares a la de los materiales no ferrosos.
- La impresora en 3D es una máquina que revolucionará la industria automotriz y abaratará costos, ya que su mantenimiento no es de gran complejidad ni de alto valor, además que el material dispuesto por la máquina es el necesario para la fabricación de un objeto. Por ejemplo para impresión en 3D de un pistón de dimensiones en X=66mm, -Y= 66 mm, y en Z= 47 mm se utiliza una cantidad de polímero ABS de 4.5 metros con un peso 35 gramos y un tiempo de fabricación aproximado de 10 horas. Además de que si la impresión es interrumpida por algún percance el polímero ABS podrá ser reciclado.

5.2 RECOMENDACIONES

- Que para evitar daños en la impresora en tres dimensiones, hacer el mantenimiento periódico de la máquina.
- Para evitar el encogimiento del material plástico, agregar o pulverizar una capa de solución adhesiva.
- Que para evitar errores en la impresión 3D, se esté seguro de la holgura de la cama caliente con respecto al extrusor.
- Debido a las imprecisiones que se obtiene al momento de escanear objetos, obtener la licencia original para el software Skanect, ya que con el software libre que se ha utilizado en las prácticas no registra más de 5000 caras.

BIBLIOGRAFÍA

Bevota, c. (2015). *Qué es una impresora 3D? - 3d impresoras 3d*. Obtenido de www.3dimpresoras3d.com/que-es-una-impresora-3d/

Brupje. (5 de 02 de 2015). *Megatronics V2.0 - Geeetech Wiki*. Obtenido de Megatronics V2.0 - Geeetech Wiki: http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Megatronics_V2.0

C., L. S. (2011). Ácido Poliláctico (PLA):PROPIEDADES Y SUS APLICACIONES. *Revista Univalle* , 20.

Chema. (28 de 02 de 2012). *Gana una MakerBot Replicator modelando piezas con 3DTin*. Obtenido de <http://madfab.es/2012/02/gana-una-makerbot-replicator-modelando-piezas/>

Cuesta, E. (21 de 02 de 2014). *Aplicaciones Metrologicas de los láseres por triangulacion ...* Obtenido de <https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Par%C3%A1metros+de+influencia+en+los+l%C3%A1seres+de+triangulaci%C3%B3n>

Cuesta, E. (29 de 05 de 2014). *Laboratorio de Realidad Virtual - Escáner láser*. Obtenido de http://lrv.ugr.es/?Infraestructura___Esc%C3%A1ner_l%C3%A1ser

Diosdado, R. (Junio de 2014). *ULTI MARKER*. Obtenido de file:///C:/Users/HP%2014_/Pictures/Zona%20Maker%20-%20Manual%20de%20CURA.html

DIOSDADO, R. (2014 de JUNIO de 2014). *ZONA MARKET*. Obtenido de file:///C:/Users/HP%2014_/Pictures/Zona%20Maker%20-%20Manual%20de%20CURA.html

Eduardo, M. M. (2010). *Introduccion a la Ciencia y Tecnología de los Plastico*.

Escaner 3D. (s.f.).

Escáner 3D . (s.f.).

Escaner 3D. (2015). Obtenido de <http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/Hardware/scanner3D/Escaner3D.html>

Fabricación digital: Prototipado Rápido - SlideShare. (01 de 06 de 2014). Obtenido de es.slideshare.net/.../fabricacin-digital-prototipado-rpido

Jimenez, D. D. (s.f.). *Tecnicas para el Modelado 3D*. Obtenido de https://www.google.com.ec/search?q=escaner+estereoscopico&espv=2&biw=1242&bih=545&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=3s2NVY3EKsrMsAX056P4DQ&ved=0CAYQ_AUoAQ#imgsrc=612NOa5qzEYFSM%3A

Makerbot. (09 de 12 de 2013). *MakerWare - MakerBot*. Obtenido de <https://www.flickr.com/photos/62141688@N08/8714382577/>

Marcos, S. (18 de Julio de 2014). *Cómo montar una impresora 3D. Parte 1: Primeros pasos ...* Obtenido de www.teknlife.com/.../como-montar-una-impresora-3d-parte-1-primeros-

Merín, G. O. (05 de mayo de (2015)). *Proyectos / contratos más relevantes - Área de Ingeniería de ...* Obtenido de http://isa.uniovi.es/~ialvarez/Investigacion/oferta_tecnologica.htm

MONICA, L. (2010). *capitulo i antecedentes y objetivos - Repositorio Digital EPN*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2764/1/CD-0520.pdf>

Optalia. (2011). *tabla de propiedades del plastico abs - SUPERTRONIC*. Obtenido de [tabla de propiedades del plastico abs - SUPERTRONIC: www.supertronic.com/.../tabla_sobre_las_propiedades_del_plastico_abs_](http://www.supertronic.com/.../tabla_sobre_las_propiedades_del_plastico_abs_)

Profesor Hugo Matinegro. (29 de 08 de 2014). *Presentación de diapositivas - SlideShare*. Obtenido de es.slideshare.net/.../presentacin-de-diapositivas-38488903

Qué es un escáner 3D? -. (21 de 10 de 2014). Obtenido de : <http://www.3dimpresoras3d.com/que-es-un-escaner-3d/#sthash.Uw2bCJD7.dpuf>

ReprapWorld. (11 de 11 de 2013). *Prusa I3 Build manual - ReprapWorld.com*. Obtenido de <http://reprapworld.com/documentation/prusa%20i3%20buid%20manual%20v1.0.pdf>

Sagrado, M. (18 de Julio de 2014). *Cómo montar una impresora 3D. Parte 1: Primeros pasos*. Obtenido de [www.teknlife.com/.../como-montar-una-impresora-3d-parte-1-primeros-](http://www.teknlife.com/.../como-montar-una-impresora-3d-parte-1-primeros-primeros-)

Sagrado, M. (18 de Julio de 2014). *Cómo montar una impresora 3D. Parte 1: Primeros pasos ..* Obtenido de *Cómo montar una impresora 3D. Parte 1: Primeros pasos ..*

Sagrado, M. (18 de Julio de 2014). *Cómo montar una impresora 3D. Parte 1: Primeros pasos ...* Obtenido de www.teknlife.com/.../como-montar-una-impresora-3d-parte-1-primeros-.

Tipos de impresoras 3D - Impresoras3d.com. (14 de 10 de 2014). Obtenido de <http://www.impresoras3d.com/tipos-de-impresoras-3d/>

Trimarker. (05 de 06 de 2012). *8 programas de modelado 3D para principiantes | Trimaker*. Obtenido de http://www.trimaker.com/programas-de-modelado-3d-para-principiantes/#.VZPqFvl_Oko

Universidad de Oviedo . (2010). *Grupo de Inspeccion on-line de productos* . Obtenido de isa.uniovi.es/~ialvarez/Investigacion/oferta_tecnologica.htm

ANEXOS

ANEXO 1. RECOMENDACIONES PARA IMPRIMIR EN TRES DIMENSIONES

El objeto sale con falla

- Revisar que el objeto cuente con una base adecuada en el software Cura, para que al momento de hacer la impresión tenga de donde sujetarse las demás capas. Esto solo se puede modificar en el programa de diseño.
- Revisar la calibración de la punta del extrusor con respecto a la cama caliente, teniendo en cuenta que esta debe oscilar entre 0,13mm – 0,25mm, se debe comprobar en el centro y en cada una de las esquinas de la cama caliente, empezando desde el punto cero y terminando en el centro de la placa, repetir este proceso hasta obtener la calibración exacta.
- Verificar la temperatura que se utiliza para fundir el material de aporte ABS según lo indique el fabricante del material.

No hay circulación de filamento ABS

- Asegurarse que el filamento de ABS esté incrustado en el orificio de modo que exista tope con la polea y piñón internos que están cubiertos por el sistema de enfriamiento del cabezal del extrusor.
- Desmontar el ventilador junto con en el enfriador de aluminio extrayendo los pernos Allen M4 y asegurarse que el piñón esté en perfecto estado y bien ubicado.

No hay señal de temperatura de la cama caliente

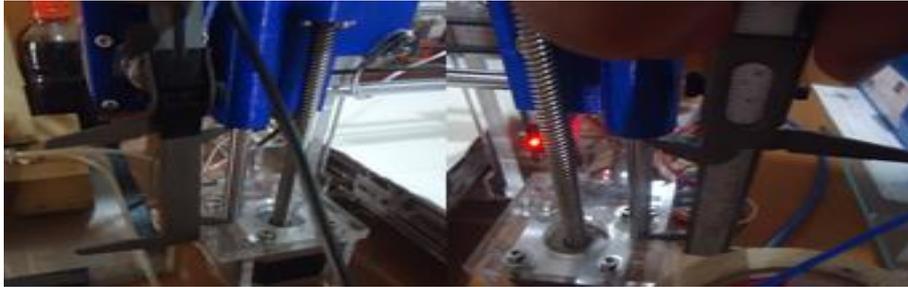
- Revisar el cableado
- Verifique la thermo couple o reemplazar

No hay señal de temperatura del extrusor

- Verificar el cableado
- Verificar la thermo couple o reemplazar

ANEXO 2. CALIBRACIÓN DE LA CAMA CALIENTE

Antes de empezar con la calibración se debe tener en cuenta que la máquina este en el punto cero o auto home para verificar que las bases del eje X se encuentren en la misma posición, para lo cual habrá que contar con un calibrador pie de rey para medir desde la base del motor del eje Z, hasta la base del motor del eje X debe estar a la misma altura en la base izquierda como en la derecha así como se muestra en la figura.



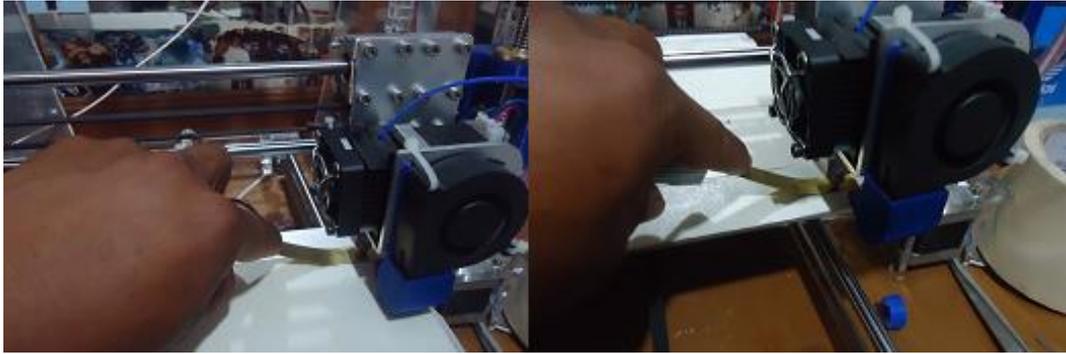
Altura de las bases X con respecto a Z

Para la calibración de la cama caliente hay que encender la impresora; dar un clic al botón y ubicar la flecha girando la perilla en prepare y pulsar el botón, girar la perilla hasta que aparezca move axis, pulsar el botón y seleccionar en move 1 mm girar en el eje X hasta que en la pantalla digital 108, para el eje Y 149 mm y en el eje Z marque 1 así como se muestra en las figuras.



Ubicación de las diferentes opciones antes de empezar a calibrar

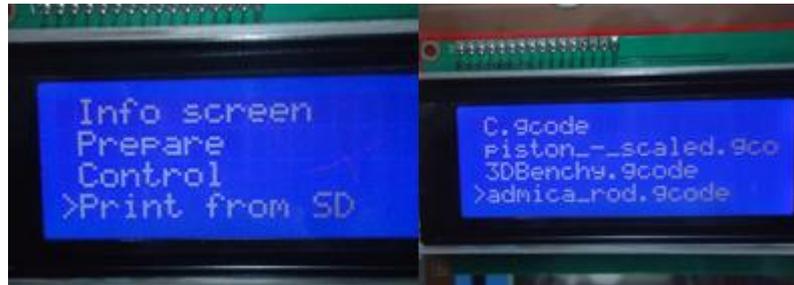
Una vez que se ha ubicado el cabezal de extrusión en centro de la plataforma verificar que la lámina número 10 milésimas de pulgada entre suave si no es así ajuste las tuercas de la plataforma hasta que ingrese la delga se debe repetir este proceso en cada una de las esquinas de la plataforma así como se denota en la figura.



Calibración de la plataforma con la delga numero 10 milésimas de pulgada o 0.25 mm

ANEXO 3. FABRICACIÓN DE UN BRAZO DE BIELA POR MEDIO DE LA IMPRESORA EN 3D CON MATERIAL DE APORTE EL POLÍMERO ABS.

Si la impresión se va a realizar a continuación de otra no habrá necesidad precalentar la máquina, por lo que, se procederá solo a seleccionar el modelo con los pasos en el orden que se muestra en las siguientes imágenes.



Seleccionar el micro SD y el Modelo a imprimir



Tiempo y porcentaje transcurrido durante la impresión



Impresión al 97 % con un tiempo de 6 minutos

**PLANOS DE CONSTRUCCIÓN
DE LA ESTRUCTURA DE
ACRÍLICO**