



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Calidad de Resolución Experimentando la Reducción del Orificio de la
Boquilla de Extrusión de la Impresora 3D

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera de Sistemas

AUTORAS:

Br. Flores Viera, Tania Lourdes (ORCID: 0000-0002-5738-3810)

Br. Montero Gómez, Yanawell Leticia (ORCID: 0000-0003-4749-5744)

ASESOR:

Mg. More Valencia, Rubén Alexander (ORCID: 0000-0002-7496-3702)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de información y comunicaciones

PIURA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico esta tesis

A Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, cuidándome, y guiándome hasta llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres que a pesar de la distancia física siempre estuvieron velando por mi bienestar y educación, siendo mi mayor apoyo en todo momento.

A mi hermana que siempre me estuvo apoyando incondicionalmente en todo el transcurso de mi carrera profesional y por haber confiado en mí para no darme por vencida.

A mis abuelos porque siempre están apoyándome y brindando su amor incondicional, dándome las fuerzas suficientes para poder cumplir cada una de mis metas trazadas.

Flores Viera, Tania Lourdes

Dedico esta investigación

A Dios, por darme la sabiduría, las oportunidades necesarias para resolver situaciones difíciles y por acompañarme en momentos duros que he transcurrido en el tiempo de mi vida profesional.

A mi madre Flor Alicia Gómez Castro, por su dedicación, esfuerzo y apoyo incondicional para sacarme adelante y por enseñarme a ser perseverante en la vida.

A mi abuela Alicia Castro Martínez que desde el cielo me cuida, es mi angelita protectora, ella es mi ejemplo a seguir adelante, para no darme por vencida.

A mi tía Blanca Isabel Castro Martínez, que desde el cielo me protege y por impulsarme a continuar con mis estudios, diciéndome "TENIENDO UNA PROFESIÓN, TÚ MISMA BRILLAS PARA EL MUNDO".

A mi persona favorita que ahorita está conmigo, apoyándome, dándome fuerzas para no darme por vencida ante cualquier obstáculo que se me atraviesa en mi camino.

Montero Gómez, Yanawell Leticia

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Así mismo, agradecemos a nuestros asesores Gustavo Flores Jiménez y Rubén Alexander More Valencia, por habernos brindado la oportunidad de desarrollar nuestra TESIS, por el apoyo y las facilidades que nos otorgaron, también por brindarnos parte de su valioso tiempo, su amistad y por los nuevos conocimientos que nos transmitieron.

Tania Flores Viera y Yanawell Montero Gómez

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra, y unidad de análisis	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN	34
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII. RECOMENDACIONES	37
VIII. PROPUESTAS.....	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS	41
Anexo N° 01: Matriz de consistencia.....	41

Anexo N° 02: Matriz de categorización	42
Anexo N° 03: Población, muestra y unidad de análisis por indicador.....	44
Anexo N° 04: Procesos de un Prototipado Rápido.....	47
Anexo N° 05: Validaciones.....	48
Anexo N° 06: Herramientas que se utilizó en la impresora 3d qué se va a usar..	80
Anexo N° 07: Programa Pronterface	83
Anexo N° 08: Evidencias fotográficas	83
Anexo N° 09: Presupuesto de la impresora 3d	87

Índice de tablas

Tabla 1 Ficha de Registro de la velocidad de la temperatura de la impresión 3D utilizando la boquilla 0.4 mm	19
Tabla 2 Ficha de Registro de la velocidad de la temperatura de la impresión 3D utilizando la boquilla 0.3 mm	21
Tabla 3 Ficha de Registro de la velocidad de la temperatura de la impresión 3D utilizando la boquilla 0.2 mm	22
Tabla 4 Ficha de Registro de la velocidad de la temperatura de la impresión 3D utilizando la boquilla 0.01 mm	23
Tabla 5 Valores estadísticos de la instrucción de la boquilla y del hotend.....	25
Tabla 6 Valores de frecuencia de la temperatura de la instrucción de la boquilla	27
Tabla 7 Valores de frecuencia de la temperatura del hotend.....	29

Índice de figuras

Figura 1: Cama Caliente MK2B.....	80
Figura 2: Varilla Lisa.....	80
Figura 3: Varilla Roscada	80
Figura 4: Ramps.....	81
Figura 5: Acopladores	81
Figura 6: Arduino.....	81
Figura 7: Hilos de Plásticos Fundidos	81
Figura 8: Boquillas de Extrusor (0.4, 0.3, 0.2 mm)	82
Figura 9: Motor paso a paso.....	82
Figura 10: Tubo rectangular de aluminio	82
Figura 11: Sierra Ingletadora.....	82
Figura 12: Impresora 3D (Primer Prototipo)	85
Figura 13: Impresora 3D (Segundo Prototipo Final).....	85
Figura 14: Muestras del proceso de impresión.....	86
Figura 15: Muñecas de Nieve Impresa.....	86

Resumen

“Calidad de resolución experimentando la reducción del orificio de la boquilla de extrusión de la impresora 3d”

El presente trabajo de investigación para obtener el grado en Ingeniería de sistemas, titulada “Calidad de Resolución Experimentando la Reducción del Orificio de la Boquilla de Extrusión de la Impresora 3d”, el objetivo general de esta investigación fue demostrar que al reducir el orificio de la boquilla de extrusión de una impresora 3d, se obtiene mejoras en la calidad del objeto impreso, como consecuencia del aumento de la resolución de capa de impresión. Para ello se analizó, se diseñó y se construyó una impresora 3d; con boquillas estándares y una boquilla no estándar de diseño y construcción propia, usando métodos tradicionales como soldadura e impacto por arco eléctrico.

El tipo de investigación que presenta es experimental, tiene un diseño experimental y pre experimental, contando con un enfoque cuantitativo- transversal.

La población se determinó por los objetos obtenidos de la impresora 3d, usando una boquilla determinada (dos objetos impresos por cada boquilla), se emplearon boquillas de 0.4, 0.3, 0.2 y 0.01 mm en total 4 objetos forman la población, debido a ello, se obtendrán las dimensiones con sus respectivos indicadores.

Palabras clave: resolución, extrusión, paso de rosca, drivers, Ramps, cama caliente, boquilla, PLA, motor paso a paso, mk8, final de carrera, STL, CAD, electroerosión, pulso eléctrico.

Abstract

"Resolution quality by experiencing 3d printer extrusion nozzle hole reduction"

The present research work to obtain the degree in Systems Engineering, entitled "Resolution Quality by Experiencing the Reduction of the Extrusion Nozzle Hole of the 3d Printer", the general objective of this research was to demonstrate that by reducing the extrusion nozzle hole of a 3d printer, improvements in the quality of the printed object are obtained, as a consequence of the increase in the resolution of the printing layer. For this purpose, a 3d printer was analyzed, designed and built; with standard nozzles and a non-standard nozzle of its own design and construction, using traditional methods such as welding and electric arc impact.

The type of research presented is experimental, has an experimental and pre-experimental design, with a quantitative-cross-sectional approach.

The population was determined by the objects obtained from the 3d printer, using a determined nozzle (two objects printed by each nozzle), nozzles of 0.4, 0.3, 0.2 and 0.01 mm were used in total 4 objects form the population, due to this, the dimensions with their respective indicators will be obtained.

Keywords: resolution, extrusion, thread pitch, drivers, Ramps, hot bed, nozzle, PLA, stepper motor, mk8, limit switch, STL, CAD, EDM, electric pulse.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad nuestro país cuenta con la capacidad para poder ensamblar impresoras 3D gracias a las facilidades de importar previa compra por internet, esto hace que haya manufacturación nacional. Debido a que la gran parte de los componentes utilizados para la elaboración son adquiridos de otros países. El Perú cuenta con los recursos necesarios, sin embargo, no tienen la capacidad de aprovechar y explorar la tecnología que actualmente es el de diseñar una impresora 3D.

Para Eric Pascual Soldevilla (2018), la impresión 3D está siendo considerada como el artífice de una Tercera Revolución Industrial, una tecnología nacida tiempo atrás pero que está consolidándose y evolucionando a pasos agigantados en la última década y sobre todo en el último lustro. Además, hoy en día está en plena evolución, con el transcurrir de los años su utilidad se incrementa de una manera muy rápida, lo cual va optimizar sus procesos. Es por ello que la impresión 3D debe ser aprovechada y potenciada para la realización de distintas piezas ya sea en el nivel industrial como doméstico.

Para Armando Oros Moron, Villa y Wanser (2015), la industria 3D se encuentra en constante desarrollo debido a las diversas y evidentes aplicaciones para la solución de problemas, como consecuencia, muchos de estos productos son elaborados mediante tecnología y se están haciendo accesibles en sectores no industrializados (uso casero, pequeños negocios sin infraestructuras costosas).

Para Carlos Tapia Ayala y otros (2013), en el transcurso del desarrollo tecnológico los microcontroladores han evolucionado, por lo que tenemos una gran variedad de tipos de microcontroladores de diferentes gamas para cada aplicación, sin embargo, encontramos muchas aplicaciones que permiten solucionar problemas del mundo real; pero como contrapartida en la práctica, el uso de microcontroladores resultan muy costosas generalmente, aun así, se requiere economizar por lo que es necesario buscar otras alternativas tecnológicas.

Hoy en día la calidad de resolución experimentando la reducción del orificio de la boquilla de extrusión de la impresora 3d no ha sido implementada en las universidades del Perú. En otros países la reducción máxima es de 0.4 mm. Con esta práctica intentaremos reducir el orificio de la boquilla a 0.01 mm, para poder obtener una mejor calidad impresión.

A medida que la electrónica evoluciona, también se evolucionan las impresoras 3D tanto en hardware y en software, mejorando sus funcionalidades, entre las cuales destaca la calidad de impresión 3D; la calidad de las impresoras depende de varios factores como la velocidad de impresión, temperatura optima de fundido del filamento, vibración y el diámetro de salida de la boquilla. En esta investigación se demuestra que la calidad de la impresión 3D, mejora con la reducción del diámetro de la boquilla de extrusión, pues aumenta la resolución de impresión de capa.

En el ámbito de la formación educacional, ARDUINO es la plataforma más usada, por su versatilidad en hardware, software. Se tiene fácil acceso a códigos fuente según el uso que se requiere, entre las materias de ARDUINO, se han vuelto más populares la electrónica Digital y Analógica, programación en lenguaje C, C++ y Java, programación de Microcontroladores, Control automático, Mecatrónica, etc.

Al encontrar esta realidad se ha visto la oportunidad de conocer si ¿El diámetro de boquilla de extrusión mejora la calidad de impresión 3D? además la investigación plantea la hipótesis de mejorar la calidad de impresión 3D, aumentando la resolución de capa de impresión mediante la reducción del orificio de la boquilla de extrusión.

Como objetivo general del presente trabajo se plantea demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión para obtener mejoras en la calidad de impresión. Y como objetivos específicos tenemos: (1) Analizar, Diseñar e implementar una impresora 3D de bajo presupuesto, (2) Utilizar materiales que se encuentran fácilmente en el mercado, (3) Lograr que la impresora 3D pueda tecnificar los procesos de construcción para elaboración de prototipos diseñados con plástico, (4) Reducir el diámetro a la boquilla de extrusión mediante el proceso de electroerosión por pulso eléctrico.

II. MARCO TEÓRICO

Para realizar la presente investigación se ha indagado en investigaciones previas encontrando un primer trabajo que corresponde a:

Eduardo Carabalí Farinango y otros (2016), en su investigación cuyo título es “Diseño y construcción de una impresora 3D con impresión de soporte en ambiente controlado” plantea realizar el diseño e implementación de una impresora 3D con dos cabezales de extrusión, para realizar impresiones de estructuras complejas, que necesitan alta precisión para lograr una alta resolución. Esta impresora 3d se destaca por tener un controlador de temperatura del ambiente, para lograr una mejor calidad de impresión al temperar el ambiente de la impresora 3d. Esta impresora funciona de dos maneras: La primera es a través de una placa inteligente con pantalla LCD que muestra todas las opciones de los comandos de impresora. El segundo es usando un software de interfaz gráfica, como también podemos decir Interfaz Hombre-Máquina.

Alex Santiago Iza Almachi y Lema Osorio (2016), en su investigación titulada “Implementación de una impresora 3D de control numérico computarizado CNC para la producción de prototipos de plástico que tecnificará el laboratorio de Robótica de la universidad Técnica de Cotopaxi periodo 2016” se implementará una impresora 3D para la elaboración de objetos necesarios para el desarrollo de prácticas. En el proyecto se aplicaron diferentes conocimientos tales como: Electrónica, Electricidad, Control, Construcción mecánica y Programación. El sistema de prototipado rápido es uno de los más eficientes en la actualidad para lo que se requiere la tecnología CNC 3D; el prototipado rápido además del bajo coste también se puede controlar el tiempo de impresión, monitorear a través de video en pleno proceso de impresión gracias al uso de programa informático para comunicarse con la impresora, el filamento empleado es ABS, el cual será extruido a temperatura entre 250°C a 260°C, mientras que la cama caliente tiene una temperatura de 100 °C, para que el ABS extruido se adhiera y forme objeto, imprimiendo capa sobre capa hasta que el objeto este totalmente terminado. El proceso de impresión 3d rápida está controlada por software desde un ordenador, que comunica el ordenador con la impresora 3D enviando código G que es el lenguaje que entienden las impresoras 3d, también se puede guardar el archivo de

código G en una memoria SD y de esta manera también poderlo manipular desde la propia impresora 3d.

Miguel Romero Calderón y Ángel (2016), en su investigación cuyo título es “Diseño y Construcción de una impresora 3D de plástico” se va describir el proceso de diseño y construcción de una impresora 3D, esto incluye los componentes como: acoples, carriles de deslizamiento, bases de sujeción con rodamiento, etc. El diseño de la impresora 3d se centra en la elección de componentes fundamentales como: perfiles de aluminio, motores paso a paso, ejes de acero inoxidable calibrados, bases de sujeción, rodamientos para los ejes, controlador, etc. Después del proceso de ensamblado se sometió a un proceso de calibración encontrándose una tolerancia que varía entre +0.4 y +0.6 mm que es un intervalo aceptado entre las impresoras presentes en el mercado.

Xavier Rodríguez Campillo (2018), en su investigación titulada es “Diseño de piezas modeladas con una impresora 3D para la realización de prácticas de laboratorio de la asignatura de resistencia de materiales y teoría de estructuras” propone una metodología para la práctica de laboratorio de la asignatura Resistencia de Materiales y Teoría de Estructuras. Se estudia los diseños de piezas obtenidas con la impresora 3D y sus características según el ensayo impuesto. Con esto, finalmente llevara a cabo las prácticas de laboratorio obteniendo mejores resultados, ya que se puede realizar mejores prácticas para los futuros universitarios; obteniendo muchas ventajas al poder diseñar modelos de probetas, en un tiempo relativamente corto.

Marcos Cañas Masapanta y Patricio (2018), en su investigación cuyo título es “Prototipo de impresora 3D con Arduino para producir prótesis no ortopédicas” su propósito es ayudar con prótesis no ortopédicas a las personas que presenten algún tipo de discapacidad física. En el proceso del prototipo es necesario investigar el proceso de los elementos que forman una impresora 3D. El prototipo tiene 3 partes importantes las cuales son: El hardware, el software y La parte mecánica. La parte mecánica nos muestra la estructura de la impresora, donde se instalarán, el hardware y software necesarios. Entre los elementos que se encuentran en el hardware encontramos: el módulo Arduino Mega, módulo RAMPS (RepRap Arduino Mega Pololu Shield), interruptor de finales de carrera, motores, dichos

elementos permitirán los movimientos del extrusor en todos sus ejes, en la parte del software se encuentra el programa grabado en la memoria del Arduino Mega que contiene los algoritmos de programación, para controlar lo que va a realizar la impresora. El prototipo trabaja de la siguiente manera, se conecta la impresora a la computadora mediante un cable USB, después se escoge el archivo que contiene la información de la pieza a imprimir, mediante el programa Repetier, se podrá modificar la resolución, definición, tiempo de impresión, etc., el programa Repetier permitirá controlar los procesos de impresión. Para dar inicio a la impresión, la cama caliente debe mantenerse en una temperatura de 60°C y el extrusor a 200 °C, temperatura en la cual dicho material entra en estado de líquido, el plástico PLA (Poliácido Láctico), que es el material utilizado por la impresora. La impresión varía según el tiempo ya que dependerá de las dimensiones, resolución y el número de capas de PLA depositadas una sobre otra.

Xavier Rodríguez Campillo (2018) la impresión 3D, es una de las principales tecnologías para el futuro de la fabricación en cualquier campo. Se pretende que en un futuro se cambie por completo el proceso de fabricación de prototipos y componentes.

Carlos Tapia Ayala, Yupa y Mauricio (2013), en su investigación cuyo título es “Evaluación de la Plataforma Arduino e Implementación de un sistema de control de posición horizontal” la implementación esta enlazada mecánicamente con un eje transversal al servomotor donde obedecerá las tareas enviadas por Arduino y comparadas con el sensor de posición, en el cual el alerón se moverá formando el ángulo que se ordene, mediante una interfaz gráfica de Labview, el usuario ingresará un valor en grados y escogerá el eje con respecto a las x, positivo o negativo para que se posicione el alerón.

Miguel Romero Calderón y Ángel (2016), la impresora 3D tiene por objetivo principal reproducir un modelo que está diseñado en CAD 3D, el cual se podrá obtener un producto físico igual al diseño virtual.

Alex Iza Almachi y Lema Osorio (2016), una impresora 3D tiene varios subsistemas que cumplen funciones específicas del sistema 3d en su totalidad, estos subsistemas funcionan mediante comandados, por algoritmos internos de lazo cerrado en el que se encuentran. Estos algoritmos de lazo cerrado son bucles para

la retroalimentación del proceso de impresión 3D. Los sistemas 3D cumplen muchas funciones, por ejemplo: atraer, procesar y ejecutar con actuadores.

La historia de la impresora 3D da inicio en la década de 1983, cuando Charles Hull cofundador de la empresa "3D Systems" (Sistemas 3), desarrolló la estereolitografía o SLA. Es un sistema de elaboración que está orientado hacer varias pruebas de prototipos antes de su paso a la elaboración real, destacando en el campo de óptica iónica, en la cual genera su primer método de impresión 3D. Hull llevo a cabo una práctica para una empresa de inyección de plástico, en la cual debe de probar un producto nuevo en la cual tenían que confeccionar un costoso molde de inyección; él tenía que optimizar recursos, ahorrar costes y tiempo en el proceso.

El momento en el que se realiza la impresión 3D de una pieza, la impresora se controla por un software desde un ordenador, el ordenador se comunicará enviando el diseño en coordenadas posicionales (código G), y deposita el número de capas apiladas de líquido, polvo o PLA fundido. Para construir el modelo de una pieza se realizará a partir de una serie de secciones transversales (una encima de otra). Estas capas se fusionan automáticamente por la temperatura a la que están sometidas y crean la forma final. La gran ventaja del prototipado es que nos brinda la capacidad de crear diferentes formas geométricas sin ser necesario de requerir molde para el formado de la pieza.

La resolución de una impresora 3d depende de la precisión que la impresora deposita el plástico fundido, esta precisión se debe a la calidad de piezas usadas (calidad de acopladores, drivers, jumpers, barras roscadas, barras lisas, trapecios roscados, trapecios lisos, motores, switch para final de carrera), en cuanto a piezas mecánicas pasivas o activas la holgura debe ser mínima para reducir el error al máximo y destacar la precisión que brinda la electrónica. Se debe tomar a cuenta la configuración y programación desde el código en el cual se puede asignar o predeterminar el tipo de paso, en el caso de los drivers A4988, relación de paso (1/2, 1/4, 1/8, 1/16), en el cual se utilizó 1/16 para que tenga una mejor precisión. Las máquinas de Objet Connex y la 3D Systems ProJet, imprimen capas muy delgadas debido a que la manufacturación que realizan con métodos tradicionales, permitiendo que el método elegido pueda tardar horas y días. El prototipado rápido más conocido como RP, se lleva a cabo usando la tecnología de impresión 3d que

permite imprimir (fabricar) modelos físicos mediante datos de un modelo CAD, este método ahorra recursos y es más flexible que los tradicionales, con tan solo cambiar el modelo CAD y ordenando a la impresora 3d que inicie el proceso, se obtendrá el nuevo modelo; también facilita el uso de diferentes materiales (plásticos ABS, nylon, PET, etc.).

Hay impresoras 3d especiales que usan varios materiales, en la impresión de un objeto con diferentes características físicas permite transformar ideas innovadoras en productos finales deseados de una forma rápida. Se menciona que “El prototipado rápido (RP) permite la fabricación rápida de modelos físicos utilizando datos de diseño asistido por ordenador (CAD) en tres dimensiones” (Stratasys Ltd, 2016).

El prototipado rápido (RP) es un método desde hace más de 2 décadas usado por la industria, esta tecnología se mantuvo con acceso restringido al público hasta inicios del ciclo XXI, los desarrolladores de software contribuyeron con la liberación de dichos códigos, que hicieron posible que esta tecnología baje de precio y esté al alcance de cualquier persona. El prototipado se toma de un diseño virtual que se modela en un computador. La impresora 3D plasma los datos del dibujo diseñado en CAD, este se realizará mediante capas del material (PLA), el cual va tomando la forma física del modelo del objeto. Para ello se utiliza una interfaz de datos estándar, el cual se mantiene en formato STL. El archivo STL es el que permitirá transferir los datos del software al equipo del prototipado 3D. Los sistemas de prototipado rápido fabrican modelos 3D en cuestión de horas todo dependiendo del modelo de impresora que se utilice ya que influye mucho el tamaño.

El proceso de impresión en 3d parte de un sistema CAD, el cual se realiza mediante apilamientos de capas (una sobre otra) hasta que se forme el modelo físico completo del objeto. El prototipado rápido es el mismo en todas las impresoras que podemos encontrar en el mercado, los pasos más comunes se mencionan en el (Anexo N°04).

Liow, (2007) define los pasos de este proceso de prototipado rápido existentes no varían, siempre y cuando la impresora 3D sean de filamento. Los cuales se detallan a continuación: EL Diseño y Construcción del modelo en un software CAD a través del modelo CAD se obtiene el modelo de formato STL, después se debe mejorar e

inspeccionar el archivo STL hasta que esté bien estructurado para poder generar backups y configurar las estructuras de soporte, si aplica. Se configura el espesor de la capa en el archivo STL donde se fragmenta la malla en forma triangulares para obtener una resolución requerida, luego se da inicio a la impresión del modelo físico una vez que se obtiene el objeto se le da un tratamiento para uniformizar y alisar la superficie de tal manera que el objeto quede con un acabado perfecto.

El formato STL y la división por capas, en el proceso de impresión 3D, anteriormente se mencionó que es imprescindible partir de un modelo generado previamente por algún programa CAD. Los archivos de diseño pueden estar en una gran variedad de formatos, cada cual con sus características y peculiaridades. Una vez realizado el diseño, es necesario convertirlo al formato STL para que las impresoras puedan reconocerlo e imprimirlo. El formato STL es un archivo estándar de la industria creado por Chuck Hull, que lleva décadas usándose y fue concebido como una manera sencilla de guardar información sobre objetos 3D. Empezó a utilizarse en las máquinas de estereolitografía de la empresa Startasys, pero gracias a sus características ha sido adoptado por el resto de tecnologías consolidándose como principal formato de impresión 3D. La característica principal del formato STL es que define la forma de los objetos 3D 'envolviéndolos' en una superficie virtual, conocida como malla, compuesta por miles de polígonos interconectados. Estos polígonos, suelen ser triángulos. Describen únicamente la geometría de la superficie de los objetos, descartando cierta información ya sea las texturas, colores o unidades físicas. De esta forma, se reduce la información a procesar por la impresora. Cuantos más pequeños sean estos polígonos, mayor será la resolución del fichero final, pero, obviamente, también aumentara el peso de dicho fichero. Por lo tanto, es necesario establecer un equilibrio entre precisión y tamaño del archivo, ya que archivos muy pesados pueden resultar difíciles de manejar.

Los componentes de la impresora 3d desarrollada son: Cama Caliente MK2B, Es una bandeja PCB resistiva para la impresión 3D, apta para alcanzar temperaturas de más de 100° Centígrados. Esta es la versión MK2B, que puede funcionar con voltajes de 12V o 24V. Idónea para la impresión con los termoplásticos ABS y PLA. Dispone de una superficie efectiva de 20 cm x 20 cm. Según Penedés (2017), Es

una lámina que está hecha de aluminio, este material tiene una óptima difusión de calor en toda la superficie primordial al momento de la impresión, entre más amplia sea el área de la cama se facilita la impresión de piezas de gran tamaño. La función principal de la cama es, no permitir que se deforme la pieza que se está imprimiendo. La cama tiene un sensor de calor que sirve para controlar la temperatura de trabajo en todo momento. En la Figura 8 se admira la imagen de la cama. La cama caliente, se caracteriza por ser un circuito de cobre, Compatible con la Impresora 3d Prusa, proporciona una distribución homogénea del calor, tamaño de 214 mm x 214 mm x 1.6 mm, tensión de alimentación de 12 V y 24 V y potencia real de 130 W ~.

Varilla lisa, Para Vistrónica (2014) está hecha de acero inoxidable, se utiliza para formar los ejes de desplazamiento longitudinales X, Y, Z de la impresora, para el prototipo se requiere 3 pares de juegos de varillas de la misma longitud, De fábrica vienen de 1 metro de longitud y se corta dependiendo de las dimensiones del diseño del prototipo, por lo general no sobrepasan los 40 cm. Por medio de estas varillas se desplazar el extrusor en los diferentes ejes para imprimir las piezas deseadas, en estas varillas van acoplados rodamientos lineales, dos por cada varilla, estos rodamientos proporcionan una movilidad adecuada y estable al momento de la impresión de piezas. La varilla lisa se distingue por ser de material de acero inoxidable y su diámetro es de 8 mm.

Varilla Roscada, Según Vistrónica (2014), es de acero inoxidable y se acopla perfectamente al movimiento proporcionado por los motores, tiene una distancia o paso entre sus ranuras de 2mm, lo que indica que para temas de calidad de impresión se tendrá una alta resolución de la pieza impresa. Estas varillas roscadas con un par de varillas lisas conforman el eje de desplazamiento Z de la impresora.

Tornillo Tuerca de 4 entradas, es una pieza hecha en material de bronce, tiene 4 orificios para sujeción, es muy importante ya que por esta va a desplazarse la varilla roscada el eje de desplazamiento Z. (Vistrónica, 2014).

Acopladores flexibles, estos elementos están hechos de aluminio, como su nombre lo indica acoplan, en su parte inferior al motor, el cual va a proporcionar el movimiento para que se desplace el extrusor a lo largo del eje de desplazamiento Z y por la parte superior se acople a la varilla roscada. Una ventaja de los

acoplamiento flexible, es que eliminan el estrés cuando no están correctamente alineados los ejes de desplazamiento (Vistrónica, 2014). Las características principales de los acoples es que son de material de aluminio, siendo compatible con motores paso a paso y con la varilla roscada, teniendo un diámetro interno de 8 mm, externo 19 mm, midiendo 25 mm de alto y tiene orificios laterales para fijación.

Arduino Uno, es un hardware Open Source (código abierto); es una placa pequeña con circuito impreso el cual contiene un microcontrolador ATMEGA que cuenta con buses de entrada y salida de datos (digitales y analógicas), este microcontrolador se programa en lenguaje de programación llamado "PROCESSING".

Ramps, es una placa diseñada para el Arduino MEGA, en donde se conectan todos los componentes electrónicos necesarios para controlar el motor paso a paso y de esa manera poder posicionarlos, también se puede controlar todos los elementos que utiliza la impresora 3D.

Termistor, es un dispositivo electrónico sensible a los cambios de temperatura, su principal elemento es una resistencia interna que sirve como sensor. Para detectar el aumento de la temperatura o también en la forma de cómo se disminuye. Por lo general en una impresora se encuentran 2 termistores, uno que está ubicado en la cama caliente y el otro en el extrusor, los dos funcionan simultáneamente por separado. (Geek, 2015). El termistor se caracteriza por tener un rango de temperatura $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 280\text{ }^{\circ}\text{C}$, su material es de cobre niquelado cilíndrico, tiene un diámetro sensor 4 mm, su sensor mide 25 mm de largo y el rango de resistencia es de $0\ \Omega \sim 10\ \text{K}\ \Omega$.

Filamento PLA (Poliácido Láctico), es un polímero que se utiliza en impresiones 3D domésticas, una ventaja que tiene el filamento es su rigidez en piezas impresas de gran tamaño, otra gran ventaja de este material es que al ser fundido no emite ningún tipo gases. Una desventaja es que a temperaturas entre $50\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ las piezas ya impresas pueden sufrir deformaciones, este filamento presenta dificultad para ser pintado luego de la impresión (Innova3D, 2017). Existe una gran variedad de filamentos de colores para impresión, entre los más llamativos que tiene el mercado se menciona: El fluorescente, transparente y semitransparente, se observan algunos rollos de colores de filamento PLA (Poliácido Láctico). Las

principales características del filamento PLA es que tiene una gran variedad de colores, su diámetro es de 3mm, la temperatura de impresión es de 180°C ~ 230 °C y sobre todo es biodegradable.

Polea Dentada, es un elemento mecánico de pequeño tamaño y está hecho de aluminio, la polea es básicamente un engranaje utilizado en conjunto con la correa de distribución brindan transmisión mecánica a la cama caliente. Esta polea tiene dos agujeros a los lados, los cuales sirven para la sujeción a los soportes de la estructura en la que se va a colocar, por otra parte, su característica principal, es que la superficie exterior está dentada (Vistrónica, 2014). La Polea se caracteriza por ser de material aluminio, tiene 20 dientes, cuenta con un engranaje GT2, su diámetro es de 16 mm, 16 mm de alto y el diámetro del agujero es de 6.35 mm.

Estructura, es la parte de la base y el marco para impresoras 3D existe varias opciones de materiales para construir la estructura, esta puede ser de: Madera, aluminio, acrílico, plástico, mixtas, acero, esto queda a decisión del diseñador y tomando en cuenta las condiciones donde va a trabajar y los materiales eléctricos y mecánicos que se utilizarán como elementos en la estructura, hay piezas para las poleas, varillas lisas y roscadas, motores, extrusor, ventilador de enfriamiento de piezas, etc.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta Investigación fue experimental transversal descriptiva, dado a que se manipulan variables y se tiene control sobre ellas, solo se observará la calidad de objetos impresos, la impresora 3D utiliza boquillas estándar de 0.4mm, 0.3mm, 0.2mm y 0.01mm de diámetro de extrusión.

Así mismo fue Descriptiva y Exploratorio, ya que tiene como objetivos describir y corroborar la hipótesis planteada anteriormente en el diseño exploratorio. Se procederá describir la relación de las variables encontradas en este modelo y su impacto, en de diferentes estudios. Creando una fuente de información para futuras investigaciones de los niveles superiores.

Para Malhotra (2004) una investigación del tipo descriptiva con un diseño transversal: es cuando incluye la recolección de información de una muestra en un momento del tiempo. Y con un diseño longitudinal es cuando incluye mediciones de forma repetitiva de las mismas variables a lo largo de un periodo de tiempo.

3.2. Variables y operacionalización

Esta investigación tiene como variables Impresora 3D, Calidad de impresión y Boquilla de extrusión (Ver anexo N° 02)

Como definición conceptual de la variable Impresora 3D: Una impresora 3d está formada por varios subsistemas diferenciados entre si uno de los otros según su función, además estos sistemas están controlados por algoritmos de lazo cerrado, grabados previamente en el controlador, retroalimentando constantemente las señales de control y comunicación. (Iza Almachi y Lema Osorio 2016).

Definición operacional: La variable impresora 3D en la actualidad causa diferentes cambios a las empresas que su labor es hacer diferentes tipos de adornos. El Proceso por el cual se observa la construcción de la impresora 3D será por sus partes que la conforman.

La definición conceptual de la variable calidad de impresión: El proceso de impresión 3D, también es conocida como fabricación aditiva, esta tecnología desarrollada en la década de los años 80 como un proceso de fabricación de modelos sólidos. La fabricación aditiva es el proceso en el cual se obtienen piezas

por deposición capa por capa que, al estar a la temperatura de fusión del material usado, se fusionan para formar el modelo.(Alvarado (s.f.))

Definición operacional: La variable de calidad de impresión trae muchas ventajas en la actualidad que ninguna otra tecnología puede realizar ya que crea diferentes diseños y de esa manera produce nuevos productos. Proceso por cual se observará, el transcurso de mejora de la resolución de impresión mediante la reducción del orificio de la boquilla de extrusión.

La de definición conceptual de la variable Boquilla de extrusión: Es una pieza cónica hueca que tiene por función dar un filamento más delgado y consistente que el entrante esto lo logra al reducir el área por donde pasa el filamento previamente fundido, con el fin de compactar, elevar la temperatura del material extruido por la fricción.

Definición operacional: Pieza cónica en la cual será el proceso de extrusión debido a que tiene diámetros de entrada y salida diferentes.

3.3. Población, muestra, y unidad de análisis

La población de los indicadores estuvo integrada por los 8 objetos impresos las boquillas predeterminadas (cada boquilla imprime solo un objeto) y la muestra fue 2 objetos impreso con una de las 4 boquillas predeterminada.(Ver anexo N°3)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

INDICADOR A EVALUAR	VARIABLE DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE	TIPO DE DISEÑO	EVALUAR CADA SITUACIÓN DEL DISEÑO
Velocidad de los ejes de impresión (x, y, z se mide en mm/s)	Variable Independiente	Pre Experimental	Se va a medir la velocidad de los ejes de los objetos 3d impresos.
Tiempo de impresión	Variable Independiente	Pre Experimental	Se va a medir el tiempo de impresión de los objetos 3d.
Temperatura de la boquilla de extrusión (se mide en c°).	Variable Independiente	Pre Experimental	Se va a medir la temperatura de la boquilla de extrusión de los objetos 3d impresos.

Diámetro de salida de la boquilla de extrusión (se mide en mm).	Variable Independiente	Pre Experimental	Se va a medir el diámetro de la salida de la boquilla de extrusión de los objetos 3d impresos.
Distancia entre filamentos de material impreso y otro contiguo (se mide en μ m)	Variable Dependiente	Pre Experimental	Se va a medir la distancia entre filamentos de material impreso de los objetos 3d impresos.
Temperatura de extrusión del hotend	Variable Independiente	Pre Experimental	Se va a medir la temperatura de extrusión del hotend en el momento de la impresión de los objetos 3d impresos.
Valores de k_p , k_i , k_d (constantes para el cálculo del PID, para regulación de la temperatura del hotend)	Variable Independiente	Pre Experimental	Se va a medir los valores de K_i , K_p , K_d necesarios para el algoritmo PID (algoritmo proporcional integral derivativo) que mantiene la temperatura optima del hotend.

3.5. Procedimientos

Para el desarrollo de la impresora 3d se llevo a cabo el siguiente procedimiento: (1) compra de los materiales, (2) se procedió a cortar el aluminio para los ejes X,Y,Z, (3) se realizó la medicación para la instalación de motores, varillas, acopladores entre otros,(4) se empezó a taladrar las mediciones realizadas, (5) se empezó a limar cada parte y orificios realizados en los ejes, (6) se fue construyendo las partes de la impresora 3d.

3.6. Método de análisis de datos

Indicador n° 01

Velocidad de los ejes de impresión (x, y, z se mide en mm/s).

Estadística

X1 ----- Y1 Observación de la velocidad de los ejes de impresión (x, y z) del objeto.

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1-----T2

Grupo observacional conformado por los objetos impresos con la primera boquilla X11; el primer objeto impreso en el tiempo T1, con una resolución Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por los objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

indicador n° 02

Tiempo de impresión.

Estadística

X1 ----- Y1 Observación del tiempo de impresión del objeto

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1-----T2

Grupo observacional conformado por los objetos impresos con la primera boquilla X11; el primer objeto impreso en el tiempo T1, con una resolución Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por los objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

Indicador n° 03

Temperatura de la boquilla de extrusión (se mide en °C).

Estadística

X1 ----- Y1 Observación de la temperatura de la boquilla de extrusión del objeto.

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1-----T2

Grupo observacional conformado por los objetos impresos con la primera boquilla X11; el primer objeto impreso en el tiempo T1, con una resolución Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por los objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

Indicador n° 04

Diámetro de salida de la boquilla de extrusión (se mide en mm).

Estadística

X1 ----- Y1 Observación de como el diámetro de salida de la boquilla de extrusión influye en la calidad de impresión del objeto.

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1 ----- T2

Grupo observacional conformado por los objetos impresos con la primera boquilla X11; el primer objeto impreso en el tiempo T1, con una resolución Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por los objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

Indicador n° 05

Distancia entre filamentos de material impreso y otro contiguo (se mide en μ m).

Estadística

X1 ----- Y1 Observación de como la Distancia entre filamentos del material impreso influye en la calidad del objeto.

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1 ----- T2

Grupo observacional conformado por los objetos impresos con la primera boquilla X11; el primer objeto impreso en el tiempo T1, con una resolución Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por los objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

Indicador n° 06

Temperatura de extrusión del hotend

Estadística

X1 ----- Y1 Observación de la temperatura de extrusión de la resolución del objeto.

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1 ----- T2

Grupo observacional conformado por el primer objeto impreso con la boquilla X11 impreso en el tiempo T1, con una temperatura Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por las temperaturas de los 2 objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

Indicador n° 07

Valores de k_p , k_i , k_d (constantes para el cálculo del PID, para regulación de la temperatura del hotend).

Estadística

X1 ----- Y1 Observación de los valores de las constantes k_p , k_i , k_d del objeto impreso.

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1 ----- T2

Grupo observacional conformado por los objetos con la primera boquilla X11; el primer objeto impreso en el tiempo T1, con una resolución Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por los objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

3.7. Aspectos éticos

Para la elaboración del proyecto de investigación se tendrá en consideración los siguientes aspectos éticos:

Respeto a la fuente teórica consultada, respeto a las normas establecidas para la documentación, evaluación de instrumentos para ser ejecutados y obtener los datos necesarios para la investigación.

Respeto a la confidencialidad de las instituciones involucradas con la investigación que han sido sujetas al estudio; en lo que respecta a la divulgación de información de aspectos sujetos a confidencialidad previamente establecida con la institución que podrían afectar su reputación como institución.

Compromiso en respetar el anonimato de los participantes del estudio, en caso de que se requiera revelar el anonimato, se pedirá formalmente autorización del participante.

Validación de instrumentos por profesionales autorizados.

IV. RESULTADOS

Ficha de Registro 1 (0.4 mm): "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D" - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

Tabla 1

Ficha de Registro de la velocidad de la temperatura de la impresión 3D utilizando la boquilla 0.4 mm

VARIABLE: Impresora 3d, Boquilla de extrusión, Calidad de impresión										
Indicadores: velocidad de impresión de los ejes, tiempo de impresión, temperatura de la boquilla de extrusión, diámetro de salida de la boquilla de extrusión, temperatura de extrusión del hotend, valores de kp, ki, kd, Diámetro de extrusión de la boquilla, Distancia entre filamentos.										
Unidad de análisis: Impresora 3d, Boquilla de extrusión, Objeto Impreso.										
Dato: milímetro por segundo (mm/s), segundo (s), grado centígrado (°C), milímetro (mm), grado centígrado (°C), numérico adimensional										
Velocidad		X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro de extrusión de la boquilla	Distancia entre filamentos
		5	5	5		29.26	134.84	1.59	0.4	0.3
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temperatura de la boquilla	210.12	210.45	210.45	210.11	210.22	210.40	210.22	210.00	209.45	209.89

Temperatura del hotend	210.10	210.45	210.45	210.11	210.23	210.40	210.22	210.01	209.45	209.89
------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro de extrusión de la boquilla			Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.4			0.3	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Temperatura de la boquilla	210.45	210.45	210.45	210.44	210.65	210.10	210.45	210.00	209.01	210.09		
Temperatura del hotend	210.45	210.45	210.42	210.44	210.64	210.10	210.45	210.12	209.01	210.45		

Fuente: Flores y Montero (2019)

Ficha de Registro 2 (0.3 mm): “Velocidad de temperatura de la Impresión 3D” - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

Tabla 2

Ficha de Registro de la velocidad de la temperatura de la impresión 3D utilizando la boquilla 0.3 mm

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro de extrusión de la boquilla		Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.3		0.15	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Temperatura de la boquilla	209.15	210.01	209.98	210.11	210.45	210.45	210.45	210.21	210.32	209.11	
Temperatura del hotend	209.20	210.00	209.98	210.11	210.45	210.45	210.40	210.21	210.29	209.11	

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro de extrusión de la boquilla		Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.3		0.15	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Temperatura de la boquilla	208.98	209.48	209.88	210.01	210.12	211.02	210.76	210.21	209.92	210.11	
Temperatura del hotend	208.97	209.41	209.88	210.01	210.12	211.02	210.71	210.21	209.92	209.99	

Fuente: Flores y Montero (2019)

Ficha de Registro 3 (0.2 mm): “Velocidad de temperatura de la Impresión 3D” - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

Tabla 3

Ficha de Registro de la velocidad de la temperatura de la impresión 3D utilizando la boquilla 0.2 mm

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro extrusión de la boquilla	Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.2	0.11	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temperatura de la boquilla	210.00	210.11	210.12	210.01	210.03	210.03	210.03	210.03	210.17	210.10
Temperatura del hotend	210.12	210.10	210.12	210.01	210.03	210.12	210.03	210.03	210.17	210.12

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro extrusión de la boquilla	Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.2	0.11	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Temperatura de la boquilla	210.12	208.30	208.11	210.12	210.10	210.13	210.10	210.11	210.70	210.13
Temperatura del hotend	210.14	208.30	208.11	210.13	210.10	210.16	210.10	210.11	210.70	210.13

Fuente: Flores y Montero (2019)

Ficha de Registro 4 (0.01 mm): “Velocidad de temperatura de la Impresión 3D” - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

Tabla 4

Ficha de Registro de la velocidad de la temperatura de la impresión 3D utilizando la boquilla 0.01 mm

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro de extrusión de la boquilla		Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.01		0.08	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Temperatura de la boquilla	210.55	210.99	210.65	210.21	209.90	209.55	209.67	210.08	209.87	209.12	
Temperatura del hotend	210.59	210.99	210.65	210.24	209.90	209.53	209.67	210.08	209.87	209.10	

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro de extrusión de la boquilla		Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.01		0.08	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Temperatura de la boquilla	210.12	210.11	210.02	210.06	210.11	211.13	210.77	210.65	210.23	210.15	
Temperatura del hotend	210.11	210.01	210.05	210.06	210.16	211.13	210.79	210.65	210.13	210.14	

Lugar donde se llevó a cabo la observación: Perú-Piura “Universidad Cesar Vallejo S/N, Distrito veintiséis de octubre” y Urbanización Las Mercedes Jirón Manuel Villar.

Fecha de la observación: 15/11/2019

Hora de inicio de la observación (hora/minuto/segundo): 8:30:00 am

Hora de fin de la observación(hora/minuto/segundo): 10:00:30 pm.

NOTA (Opcional): La observación se hizo a la intemperie en un ambiente con polvo y corrientes de aire lo cual puede alterar las lecturas de los indicadores; no obstante, se pretende incorporar a la impresora 3d de una carcasa contenedora, para estabilizar el proceso de impresión 3d (temperatura, polución, etc.).

Fuente: Flores y Montero (2019)

ANÁLISIS

Frecuencias

Tabla 5

Valores estadísticos de la instrucción de la boquilla y del hotend

Estadísticos		Temperatura de extrusion de la boquilla	Temperatura de hotend
N°	Válido	80	80
	Perdidos	0	0
Media		210,0828	210,1120
Error estándar de la media		,05706	,05264
Mediana		210,1123 ^a	210,1200 ^a
Moda		210,45	210,45
Desv. Desviación		,51034	,47082
varianza		,260	,222
Asimetría		-1,415	-1,296
Error estándar de la asimetría		,269	,269
Curtosis		3,880	4,063
Error estándar de curtosis		,532	,532
Rango		3,02	3,02
Mínimo		208,11	208,11
Máximo		211,13	211,13
Suma		16806,62	16808,96
	10	209,4650 ^b	209,4900 ^b

Percentiles	20	209,9500	209,9850
	25	210,0050	210,0100
	30	210,0220	210,0350
	40	210,0960	210,1033
	50	210,1123	210,1200
	60	210,1275	210,1500
	70	210,2200	210,2650
	75	210,4200	210,4133
	80	210,4470	210,4456
	90	210,6250	210,6433

Media: La temperatura de extrusión de la boquilla promedio registrada en las 80 mediciones, es 210.0828.

Mediana: La medida central de la temperatura de extrusión de la boquilla es 210.1123 °C.

Moda: La medida de temperaturas de extrusión de la boquilla más repetida es 210.45 °C.

Desviación estándar o típica: Los datos se dispersan 0,51034 grados centígrados de la temperatura promedio.

Varianza: Los datos se dispersan 0.26 °c² de la temperatura promedio.

Asimetría: la asimetría a de las temperaturas es -1,415 lo que nos indica que es una asimetría hacia la izquierda.

Error estándar de asimetría:

Valor mínimo: el mínimo valor de la temperatura de extrusión de la boquilla registrado en la medición fue 208,11 °C.

Valor máximo: el máximo valor de la temperatura de extrusión de la boquilla registrado en la medición fue 211,13 °C.

Fuente: Flores y Montero (2019)

Tabla de frecuencia

Tabla 6

Valores de frecuencia de la temperatura de la instrucción de la boquilla

Temperatura de extrusion de la boquilla					
Frecuencia			Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	208,11	1	1,3	1,3	1,3
	208,30	1	1,3	1,3	2,5
	208,98	15	1,3	1,3	3,8
	209,01	1	1,3	1,3	5,0
	209,11	1	1,3	1,3	6,3
	209,12	1	1,3	1,3	7,5
	209,15	1	1,3	1,3	8,8
	209,45	1	1,3	1,3	10,0
	209,48	1	1,3	1,3	11,3
	209,55	1	1,3	1,3	12,5
	209,67	1	1,3	1,3	13,8
	209,87	1	1,3	1,3	15,0
	209,88	1	1,3	1,3	16,3
	209,89	1	1,3	1,3	17,5
	209,90	1	1,3	1,3	18,8
	209,92	1	1,3	1,3	20,0
209,98	1	1,3	1,3	21,3	
210,00	3	3,8	3,8	25,0	

210,01	3	3,8	3,8	28,7
210,02	1	1,3	1,3	30,0
210,03	4	5,0	5,0	35,0
210,06	1	1,3	1,3	36,3
210,08	1	1,3	1,3	37,5
210,09	1	1,3	1,3	38,8
210,10	4	5,0	5,0	43,8
210,11	7	8,8	8,8	52,5
210,12	6	7,5	7,5	60,0
210,13	2	2,5	2,5	62,5
210,15	1	1,3	1,3	63,7
210,17	1	1,3	1,3	65,0
210,21	3	3,8	3,8	68,8
210,22	2	2,5	2,5	71,3
210,23	1	1,3	1,3	72,5
210,32	1	1,3	1,3	73,8
210,40	1	1,3	1,3	75,0
210,44	1	1,3	1,3	76,3
210,45	9	11,3	11,3	87,5
210,55	1	1,3	1,3	88,8
210,65	3	3,8	3,8	92,5
210,70	1	1,3	1,3	93,8
210,76	1	1,3	1,3	95,0
210,77	1	1,3	1,3	96,3

	210,99	1	1,3	1,3	97,5
	211,02	1	1,3	1,3	98,8
	211,13	1	1,3	1,3	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Fuente: Flores y Montero (2019)

Tabla 7

Valores de frecuencia de la temperatura del hotend

Temperatura del hotend					
Frecuencia		Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado	
Válido	208,11	1	1,3	1,3	1,3
	208,97	1	1,3	1,3	2,5
	208,01	1	1,3	1,3	3,8
	209,10	1	1,3	1,3	5,0
	209,11	1	1,3	1,3	6,3
	209,20	1	1,3	1,3	7,5
	209,41	1	1,3	1,3	8,8
	209,45	1	1,3	1,3	10,0
	209,53	1	1,3	1,3	11,3
	209,67	1	1,3	1,3	12,5
	209,87	1	1,3	1,3	13,8
	209,88	1	1,3	1,3	15,0
	209,89	1	1,3	1,3	16,3
	209,90	1	1,3	1,3	17,5

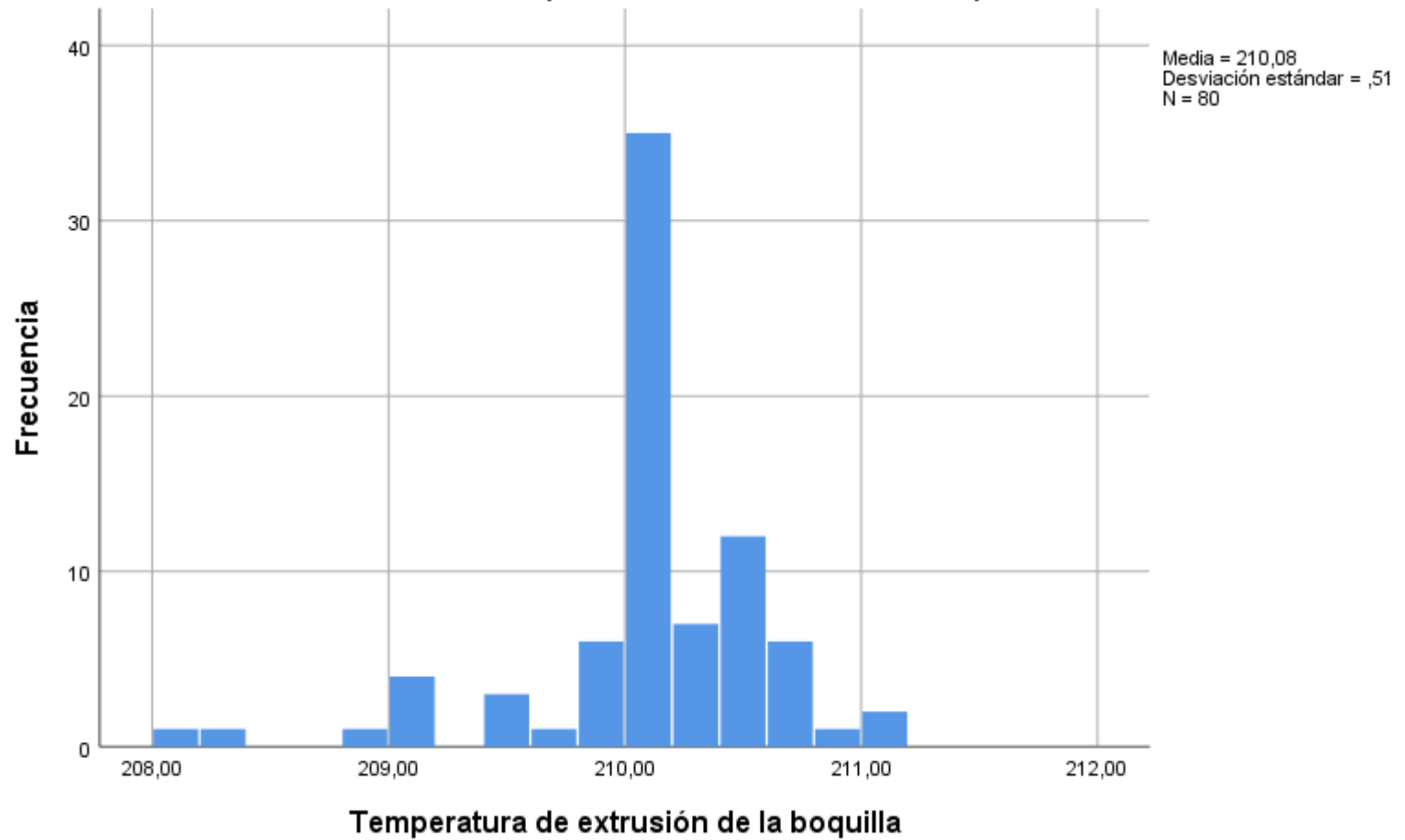
209,92	1	1,3	1,3	18,8
209,98	1	1,3	1,3	20,0
209,90	1	1,3	1,3	21,3
210,00	1	1,3	1,3	22,5
210,01	4	5,0	5,0	27,5
210,03	3	3,8	3,8	31,3
210,05	1	1,3	1,3	32,5
210,06	1	1,3	1,3	33,8
210,08	1	1,3	1,3	35,0
210,10	5	6,3	6,3	41,3
210,11	4	5,0	5,0	46,3
210,12	6	7,5	7,5	53,8
210,13	3	3,8	3,8	57,5
210,14	2	2,5	2,5	60,0
210,16	2	2,5	2,5	62,5
210,17	1	1,3	1,3	63,7
210,21	2	2,5	2,5	66,3
210,22	1	1,3	1,3	67,5
210,23	1	1,3	1,3	68,8
210,24	1	1,3	1,3	70,0
210,29	1	1,3	1,3	71,3
210,30	1	1,3	1,3	72,5
210,40	2	2,5	2,5	75,0
210,42	1	1,3	1,3	76,3

	210,44	1	1,3	1,3	77,5
	210,45	8	10,0	10,0	87,5
	210,59	1	1,3	1,3	88,8
	210,64	1	1,3	1,3	90,0
	210,65	2	2,5	2,5	92,5
	210,70	1	1,3	1,3	93,8
	210,71	1	1,3	1,3	95,0
	210,79	1	1,3	1,3	96,3
	210,99	1	1,3	1,3	97,5
	211,02	1	1,3	1,3	98,8
	211,13	1	1,3	1,3	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Fuente: Flores y Montero (2019)

Gráfico 1

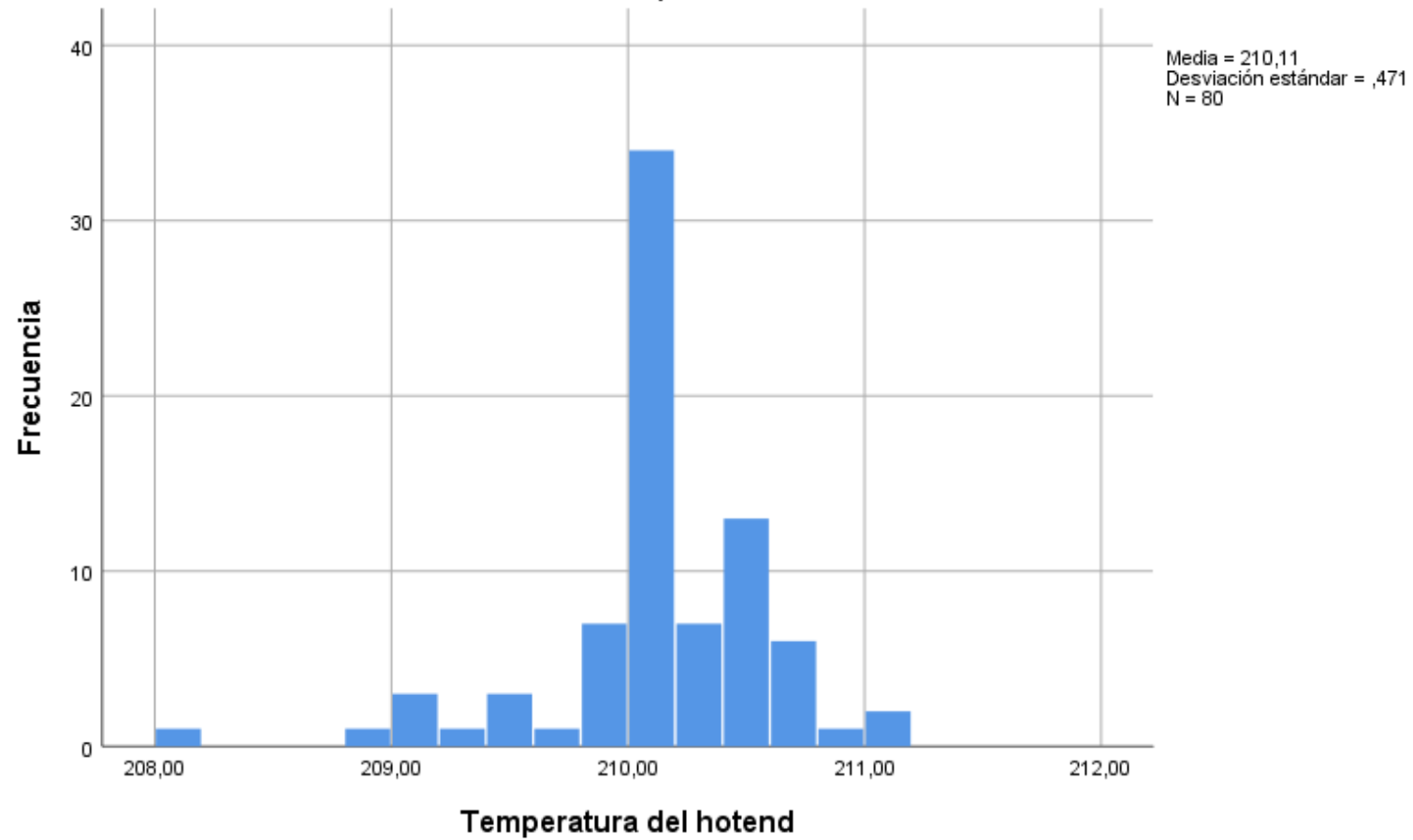
Temperatura de la extrusión de la boquilla



Fuente: Flores y Montero (2019)

Gráfico 2

Temperatura del hostend



Fuente: Flores y Montero (2019)

V. DISCUSIÓN

Miguel Romero Calderón y Ángel (2016), en su investigación cuyo título es “Diseño y Construcción de una impresora 3D de plástico” se describió el proceso de diseño y construcción de una impresora 3D, esto incluye los componentes como: acoples, carriles de deslizamiento, bases de sujeción con rodamiento, etc. El diseño de la impresora 3d se centró en la elección de componentes fundamentales como: perfiles de aluminio, motores paso a paso, ejes de acero inoxidable calibrados, bases de sujeción, rodamientos para los ejes, controlador, etc. Después del proceso de ensamblado se sometió a un proceso de calibración encontrándose una tolerancia que varía entre +0.4 y +0.6 mm, que es un intervalo aceptado entre las impresoras presentes en el mercado, esta investigación es similar pues se diseña y construye pero la diferencia radica en el uso de boquillas de menos diámetro de extrusión (0.4, 0.3, 0.2, 0.01), pues el objetivo principal fue demostrar que la calidad de resolución aumenta al reducir la boquilla de impresión hasta un límite 0.01mm.

Xavier Rodríguez Campillo (2018), en su investigación titulada es “Diseño de piezas modeladas con una impresora 3D para la realización de prácticas de laboratorio de la asignatura de resistencia de materiales y teoría de estructuras” propone una metodología para la práctica de laboratorio de la asignatura Resistencia de Materiales y Teoría de Estructuras; mientras nuestra investigación paso por el diseño de piezas (muñeca de nieve), pues se midió su resolución para demostrar nuestra hipótesis sobre la mejora de la calidad en la resolución.

Eduardo Carabalí Farinango y otros (2016), en su investigación cuyo título es “Diseño y construcción de una impresora 3D con impresión de soporte en ambiente controlado” plantea realizar el diseño e implementación de una impresora 3D con dos cabezales de extrusión, para realizar impresiones de estructuras complejas, que necesitan alta precisión para lograr una alta resolución. Esta impresora 3d se destaca por tener un controlador de temperatura del ambiente, para lograr una mejor calidad de impresión al temperar el ambiente de la impresora 3d. Esta impresora 3d funciona de dos maneras: La primera es a través de una placa inteligente con pantalla LCD que muestra todas las opciones de los comandos de impresora 3D. El segundo es usando un software de interfaz gráfica, nuestra investigación, es muy similar pues busca el mismo objetivo de mejorar la calidad de

impresión al lograr una alta resolución, pero optando por la reducción de la boquilla, para una mínima distancia entre hilos de polímero depositados por capa.

Alex Santiago Iza Almachi y Lema Osorio (2016), en su investigación titulada “Implementación de una impresora 3D de control numérico computarizado CNC para la producción de prototipos de plástico que tecnificará el laboratorio de Robótica de la universidad Técnica de Cotopaxi periodo 2016” se implementará una impresora 3D para la elaboración de objetos necesarios para el desarrollo de prácticas; nuestra investigación busco implementarse para su uso (aunque se diseñó e implemento una impresora 3d) además demostró, que al reducir el orificio de la boquilla (construcción de una boquilla de extrusión de diámetro 0.01, no existente en el mercado) aumenta la calidad de impresión.

Marcos Cañas Masapanta y Patricio (2018), en su investigación cuyo título es “Prototipo de impresora 3D con Arduino para producir prótesis no ortopédicas” su propósito es ayudar con prótesis no ortopédicas a las personas que presenten algún tipo de discapacidad física, nuestra investigación se relaciona indirectamente ya que al mejorar la calidad de impresión lo que posibilita la impresión de piezas ortopédicas o no ortopédicas de alta precisión.

VI. CONCLUSIONES

En la investigación realizada se logró diseñar, construir e imprimir con boquillas de 0.4, 0.3, 0.2, 0.01 mm, después se procedió a medir la resolución, midiendo la distancia entre hilo de PLA impreso por capa, llegando a distancias de 0.012 a 0.0098 mm con lo que se concluye que la calidad de resolución aumenta.

Se logró analizar, diseñar e implementar una impresora 3D de bajo presupuesto (S/. 747.4684), al alcance de cualquier institución que necesite esta tecnología, incluso al alcance de una persona (sueldo mínimo vital en el Perú s/. 930).

Se utilizó materiales que se encuentran fácilmente en el mercado, esto incluye tanto el mercado nacional como internacional, ahora fácilmente accesible vía online.

La impresora 3D pudo tecnificar los procesos de construcción para elaboración de prototipos diseñados en software AUTOCAD con plástico tipo PLA (ácido poliláctico).

Se logró reducir el diámetro a la boquilla de extrusión mediante el proceso de electroerosión por pulso eléctrico y el uso de filamento de fibra óptica monomodo, que sirvió como separador al vaciarse el metal fundido en la boquilla de extrusión.

VII. RECOMENDACIONES

Para investigaciones posteriores similares se recomienda usar este tipo de boquilla para trabajos que requieran alta resolución como prótesis biomecánicas, piezas mecánicas funcionales para ser analizadas de manera óptima.

Por otro lado, se recomienda usar este modelo de impresora, ya que está hecha con materiales que abaratan su coste, usando perfiles de aluminio baratos (perfil rectangular).

También se recomienda usar tuercas antiblashback para que no haya retroceso de los ejes, sobre todo del eje z.

Por último, se recomienda la multifuncionalidad de este sistema CNC, pues al cambiar el extrusor por un cabezal laser, cuchilla de corte, router de fresado se logrará hacer otras funcionalidades.

VIII. PROPUESTAS

Se propone aumentar la precisión de los controladores usando los drivers TMC2010, estos drivers posibilitan micro pasos de 1/256 de paso.

Se propone emplear barras roscadas de paso 1/1 mm (cada vuelta avanza 1mm).

Se propone el empleo de tuercas antiblashback para evitar el retroceso de los ejes cuando la maquina sea sometida a fuerzas externas en situaciones diversas (traslado de la impresora, golpear por casualidad la impresora).

Se propone la construcción de una base en el eje Z que pueda sostener varios tipos de cabezales pues así se lograría la multifuncionalidad, por ejemplo, si se cambia el extrusor por un láser de grabado/corte, la maquina podrá grabar o cortar.

REFERENCIAS

126384.pdf [en línea], [sin fecha]. S.I.: s.n. [Consulta: 27 abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5718/1/126384.pdf>.

132790_TFM_Eric_Pascual.pdf [en línea], [sin fecha]. S.I.: s.n. [Consulta: 28 abril 2019]. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/118641/132790_TFM_Eric_Pascual.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ALVARADO, B.J.C., [sin fecha]. Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz. , pp. 82.

CALDERÓN, R. y ÁNGEL, M., 2016. Diseño y construcción de una impresora 3D de plástico. [en línea], [Consulta: 27 abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5718>.

FARINANGO, C., LUIS, E., SALINAS, C. y STALIN, E., 2016. *Diseño y construcción de una impresora 3D con impresión de soporte en ambiente controlado*. B.S. thesis. S.I.: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería en Mecatrónica.

IZA ALMACHI, A.S. y LEMA OSORIO, P.A., 2016. Implementación de una impresora 3D de control numérico computarizado CNC para la producción de prototipos de plástico que tecnificara el laboratorio de robótica de la Universidad Técnica de Cotopaxi periodo 2016. [en línea], [Consulta: 27 abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3601>.

MASAPANTA, C. y PATRICIO, M., 2018. PROTOTIPO DE IMPRESORA 3D CON ARDUINO PARA PRODUCIR PRÓTESIS NO ORTOPÉDICAS. [en línea], [Consulta: 27 abril 2019]. ISSN UISRAEL-EC-ELDT-378.242-2018-010. Disponible en: <https://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/1565>.

OROS MORON, D.A., VILLA, H. y WANSER, E., 2015. Diseño y construcción de un prototipo de engranaje de abs utilizando la impresión 3D. ,

PASCUAL SOLDEVILLA, E., 2018. *Aplicación de la impresión 3d en la fabricación de componentes de motores marinos*. Master's Thesis. S.I.: Universitat Politècnica de Catalunya.

RODRÍGUEZ CAMPILLO, X., 2018. *Proyecto de diseño de piezas modeladas con una impresora 3D para la realización de prácticas de laboratorio de la asignatura de resistencia de materiales y teoría de estructuras*. B.S. thesis. S.I.: Universitat Politècnica de Catalunya.

TAPIA AYALA, C.H., YUPA, M. y MAURICIO, H., 2013. *Evaluación de la plataforma arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal*. B.S. thesis. S.I.: s.n.

T-ESPE-053355.pdf [en línea], [sin fecha]. S.I.: s.n. [Consulta: 27 abril 2019].
Disponibile en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12082/1/T-ESPE-053355.pdf>.

TFG_Diaz_Vizoso_Laura.pdf [en línea], [sin fecha]. S.I.: s.n. [Consulta: 28 abril 2019].
Disponibile en: http://oa.upm.es/49446/2/TFG_Diaz_Vizoso_Laura.pdf.

T-UTC-000085.pdf [en línea], [sin fecha]. S.I.: s.n. [Consulta: 27 abril 2019].
Disponibile en: <http://181.112.224.103/bitstream/27000/3601/1/T-UTC-000085.pdf>.

UISRAEL-EC-ELDT-378.242-2018-010.pdf [en línea], [sin fecha]. S.I.: s.n.
[Consulta: 27 abril 2019]. Disponibile en: <http://157.100.241.244/bitstream/47000/1565/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-2018-010.pdf>.

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores
¿El diámetro de boquilla de extrusión mejora la calidad de impresión 3D?	Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión para obtener mejoras en la calidad de impresión	Mejorar la calidad de impresión 3D, aumentando la resolución de capa de impresión mediante la reducción del orificio de la boquilla de extrusión.	Impresora 3d (variable independiente)	Control PWM del motor	Velocidad de impresión de los ejes (x, y, z se mide en mm/s)
				paso a paso	Tiempo de impresión
				Extrusor	Temperatura de la boquilla de extrusión (se mide en °C).
					Diámetro de salida de la boquilla de extrusión (se mide en mm).
			Hotend	Temperatura de extrusión del hotend	
				Valores de Ki, Kp, Kd para el PID (algoritmo Proporcional integral derivativo)	
			Boquilla de extrusión (Variable Interviniente)	Boquilla	Diámetro de extrusión de la boquilla
Calidad de impresión (variable dependiente)	Resolución de capa de impresión	Distancia entre filamentos de material impreso y otro contiguo, se mide en mm)			
Objetivos específicos					
Analizar, Diseñar e implementar una impresora 3D de bajo presupuesto	Utilizar materiales que se encuentran fácilmente en el mercado		Lograr que la impresora 3D pueda tecnificar los procesos de construcción para elaboración de prototipos diseñados con plástico		Reducir el diámetro a la boquilla de extrusión mediante el proceso de electroerosión por pulso eléctrico.

Anexo N° 02: Matriz de categorización

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Medición
Impresora 3d (variable independiente)	Una impresora 3d está formada por varios subsistemas diferenciados entre si uno de los otros según su función, además estos sistemas están controlados por algoritmos de lazo cerrado, grabados previamente en el controlador, retroalimentando constantemente las señales de control y comunicación. (Iza Almachi y Lema Osorio 2016).	La variable impresora 3D en la actualidad causa diferentes cambios a las empresas que su labor es hacer diferentes tipos de adornos. El Proceso por el cual se observa la construcción de la impresora 3D será por sus partes que la conforman.	Control PWM del motor paso a paso	Velocidad de impresión de los ejes (x, y, z se mide en mm/s)	Razón
				Tiempo de impresión	Razón
			Extrusor	Temperatura de la boquilla de extrusión (se mide en °C).	Intervalo
				Diámetro de salida de la boquilla de extrusión (se mide en mm).	Razón
			Hotend	Temperatura de extrusión del hotend	Intervalo
				Valores de Ki, Kp, Kd para el PID (algoritmo Proporcional integral derivativo)	Razón
Boquilla de extrusión (Variable Interviniente)	Es una pieza cónica hueca que tiene por función dar un filamento más delgado y consistente que el entrante esto lo logra al reducir el área por donde pasa el filamento previamente fundido, con el fin de compactar, elevar la temperatura del material extruido por la fricción.	Pieza cónica en la cual será el proceso de extrusión debido a que tiene diámetros de entrada y salida diferentes.	Boquilla	Diámetro de extrusión de la boquilla	Razón
Calidad de impresión (variable dependiente)	El proceso de impresión 3D, también es conocida como fabricación aditiva, esta tecnología desarrollada en la	La variable de calidad de impresión trae muchas ventajas en la actualidad que ninguna otra tecnología	Resolución de capa de impresión	Distancia entre filamentos de material impreso y otro contiguo, se mide en mm)	Razón

	<p>década de los años 80 como un proceso de fabricación de modelos sólidos. La fabricación aditiva es el proceso en el cual se obtienen piezas por deposición capa por capa que, al estar a la temperatura de fusión del material usado, se fusionan para formar el modelo.(Alvarado [sin fecha])</p>	<p>puede realizar ya que crea diferentes diseños y de esa manera produce nuevos productos.</p> <p>Proceso por cual se observará, el transcurso de mejora de la resolución de impresión mediante la reducción del orificio de la boquilla de extrusión.</p>			
--	---	--	--	--	--

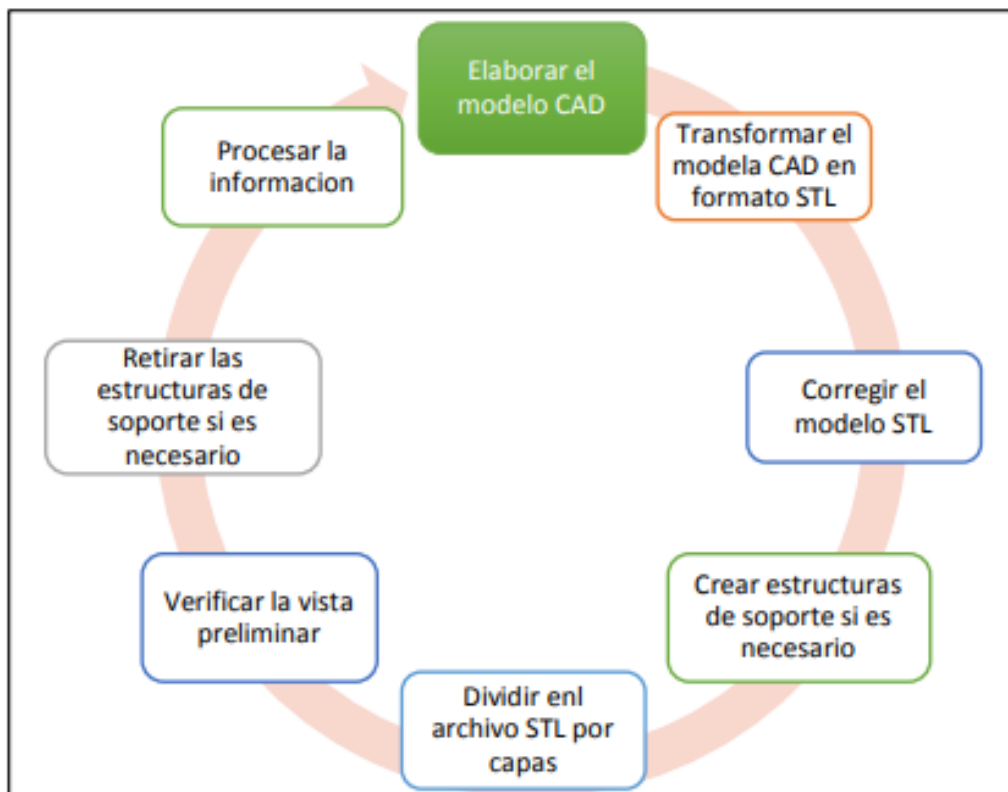
Anexo N° 03: Población, muestra y unidad de análisis por indicador

INDICADORES	NATURALEZA	UNIDADES DE ANALISIS	MUESTRA /POBLACION	DISEÑO
Velocidad de los ejes de impresión (x, y, z se mide en mm/s)	Razón	Medición de velocidad de los ejes de impresión del objeto impreso con una boquilla determinada.	<p>Población: los 8 objetos impresos las boquillas predeterminadas (cada boquilla imprime solo un objeto).</p> <p>Muestra: 2 objetos impreso con una de las 4 boquillas predeterminada.</p>	<p>Observación de como la velocidad de los ejes de impresión influye a la resolución.</p> <p>$X_e = V.E.I$ ---- $Y_1 = D / L_1 \wedge L_2$</p> <p>Gy1: O y1 ---- X_e ---- Oy2</p> <p>T1 ----- T2</p>
Tiempo de impresión	Razón	Medición de tiempo de impresión, del objeto impreso con una boquilla determinada.	<p>Población: los 8 objetos impresos las boquillas predeterminadas (cada boquilla imprime solo un objeto).</p> <p>Muestra: 2 objetos impreso con una de las 4 boquillas predeterminada.</p>	<p>Observación de como el tiempo de impresión influye a la resolución.</p> <p>$X_e = V.T.I$ ---- $Y_1 = D / L_1 \wedge L_2$</p> <p>Gy1: O y1 ---- X_e ---- Oy2</p> <p>T1 -----T2</p>
Temperatura de la boquilla de extrusión (se mide en °C).	Intervalo	Medición de temperatura de la boquilla de extrusión	<p>Población: los 8 objetos impresos las boquillas predeterminadas (cada boquilla imprime solo un objeto).</p>	<p>Observación de como la temperatura de la boquilla de extrusión influye a la resolución.</p> <p>$X_e = T.B.E$ --- $Y_1 = D / L_1 \wedge L_2$</p>

		del objeto impreso con una boquilla determinada.	Muestra: 2 objetos impreso con una de las 4 boquillas predeterminada.	Gy1: O y1 ---- Xe ---- Oy2 T1 -----T2
Diámetro de salida de la boquilla de extrusión (se mide en mm).	Razón	Medición de diámetro de la salida de extracción del objeto impreso con una boquilla determinada.	Población: los 8 objetos impresos las boquillas predeterminadas (cada boquilla imprime solo un objeto). Muestra: 2 objetos impreso con una de las 4 boquillas predeterminada.	Observación de como diámetro de salida de la boquilla de extrusión influye a la resolución. $X_e = D.S.B.E$ --- $Y_1 = D/L_1 \wedge L_2$ Gy1:Oy1 ---- Xe ---- Oy2 T1 -----T2
Temperatura de extrusión del hotend	Razón	Medición de la temperatura del hotend, para imprimir el objeto usando una boquilla determinada.	Población: los 8 objetos impresos las boquillas predeterminadas (cada boquilla imprime solo un objeto). Muestra: 2 objetos impreso con una de las 4 boquillas predeterminada.	Observación de como la temperatura del hotend influye a la resolución. $X_e = T.E.H$ --- $Y_1 = D/ L_1 \wedge L_2$ Gy1:Oy1 ---- Xe ---- Oy2 T1 ----- T2
Valores de kp, ki, kd (constantes para el cálculo del PID, para regulación de la temperatura del hotend)	Razón	Calibración automática realizada por el software Pronterface de los valores óptimos de ki, kd, kp, para	Población: los 8 objetos impresos las boquillas predeterminadas (cada boquilla imprime solo un objeto).	Observación de como los valores de las constantes kp, ki, kd del algoritmo PID influyen en la resolución.

		imprimir el objeto con una boquilla determinada.	Muestra: 2 objetos impreso con una de las 4 boquillas predeterminada.	$X_e = k_p \cdot k_i \cdot k_d$ -- $Y_1 = D / L_1 \wedge L_2$ $G_{y1} = O_{y1} \text{ --- } X_e \text{ --- } O_{y2}$ T1 ----- T2
Distancia programada entre filamentos de material impreso y otro contiguo (se mide en μm)	Razón	Medición de la distancia entre filamentos de material impreso y otro contiguo del objeto impreso con una boquilla determinada.	Población: los 8 objetos impresos las boquillas predeterminadas (cada boquilla imprime solo un objeto). Muestra: 2 objetos impreso con una de las 4 boquillas predeterminada.	Observación de como la distancia entre filamentos de material impreso influye a la resolución. $X_e = D \cdot F \cdot M$ --- $Y_1 = D / L_1 \wedge L_2$ $G_{y1} = O_{y1} \text{ ---- } X_e \text{ ---- } O_{y2}$ T1 ----- T2

Anexo N° 04: Procesos de un Prototipado Rápido



Fuente: Stratasys Ltd

Anexo N° 05: Validaciones

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado PROFESIONAL: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 1 (0.4 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del PROFESIONAL : *JAVIER EDUARDO JARAMILLO ATOCHE*

Grado profesional : Maestría Doctor

Área de Formación Académica :
Clínica Social
Educativa Organizacional

Área de Experiencia Profesional : *INFORMATICA Y SISTEMAS*

Institución donde labora : *I.E.S.T.P. Hermanos Larraín*

Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años
Más de 5 años


DNI: *409 17312*

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 1 (0.4 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"
Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien común a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : JANAMILLO ATOCHE JAVIER EDUARDO
DNI : 40917312
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : MAGISTER

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
			X	


DNI: 40917312

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado PROFESIONAL: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 2 (0.3 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del PROFESIONAL : JAVIER EDUARDO JARAMILLO ATOCHE

Grado profesional : Maestría (X)

Doctor ()

Área de Formación Académica :

Clínica () Social ()

Educativa (X) Organizacional ()

Área de Experiencia Profesional : INFORMATICA y SISTEMAS

Institución donde labora : IESTP HERMANOS LAZARMO

Tiempo de experiencia profesional en el área:

2 a 4 años ()

Más de 5 años (X)


DNI: 40917312

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 2 (0.3 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"
Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien común a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : *JAVIER EDUARDO JARAMILLO ATOCHE*
DNI : *40917312*
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : *MAGISTER*

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
			X	


DNI: *40917312*

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado PROFESIONAL: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 3 (0.2 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del PROFESIONAL : *JAVIER EDUARDO JARAMILLO ATOCHE*
Grado profesional : Maestría (X)
Doctor ()
Área de Formación Académica :
Clínica () Social ()
Educativa (X) Organizacional ()
Área de Experiencia Profesional : *INFORMATICA y SISTEMAS*
Institución donde labora : *I.E.S.T.P HERMANOS LAICA MO*
Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años ()
Más de 5 años (X)


DNI: *40917312*

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 3 (0.2 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"

Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien común a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : *JANAMILLO ATOCHE, TAULEN EDUARDO*

DNI : *40917312*

GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : *Magister*

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
			X	


DNI: *40917312*

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado PROFESIONAL: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 4 (0.01 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del PROFESIONAL : JAVIER EDUARDO JANAMILLO ATOCHE
Grado profesional : Maestría (X)
Doctor ()
Área de Formación Académica :
Clínica () Social ()
Educativa (X) Organizacional ()
Área de Experiencia Profesional : Informática y Sistemas
Institución donde labora : I.E.S.T.P HERMONDS LANCAMO
Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años ()
Más de 5 años (X)


DNI: 40917312

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 4 (0.01 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"
Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve


OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien común a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : *Jaramillo Atoche Jaiyen Eduardo*
DNI : *409173R*
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : *Magister*

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
			X	



DNI: *409173R*

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado Profesional: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 1 (0.4 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del Profesional : *Rubén Alexander More Jalevic*

Grado profesional : Maestría
Doctor ()

Área de Formación Académica :
Clínica () Social ()
Educativa () Organizacional ()
Ingeniería

Área de Experiencia Profesional : *Ingeniería de Sistemas*

Institución donde labora : *UNIVERSIDAD CÉSAR VALDEJO*

Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años ()
Más de 5 años



DNI: *02897931*
141461

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 1 (0.4 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"

Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve


OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien común a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : More Valencia, Rubén Alexander -
DNI : 02897931
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : Magister.

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
		✓		



DNI: 02897931

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado Profesional: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 2 (0.3 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del Profesional : Rubén Alexander More Valencia
Grado profesional : Maestría (X)
Doctor ()
Área de Formación Académica :
Clínica () Social ()
Educativa () Organizacional ()
Ingeniería (X)
Área de Experiencia Profesional : IN GENICUS SYSTEMS
Institución donde labora : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años ()
Más de 5 años (X)



DNI: 02897931

CIP: 141461

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 2 (0.3 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"
Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

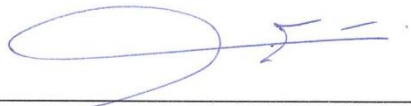
OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien común a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : More Valencia, Rubén Alexander
DNI : 02897931
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : MAGISTER

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
		↙		


DNI: 02897931
CIP: 141461

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado Profesional: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 3 (0.2 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del Profesional : Rubén Alexander More Jaleuica
Grado profesional : Maestría (x)
Doctor ()
Área de Formación Académica :
Clínica () Social ()
Educativa () Organizacional ()
Ingeniería (x)
Área de Experiencia Profesional : INGENIERÍA SISTEMAS
Institución donde labora : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años ()
Más de 5 años (x)



DNI: 02897731
CAP: 141461

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 3 (0.2 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"

Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

OBJETIVO : ^{cod} Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : ^{Reducción-TC} Generalizar el bien común a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

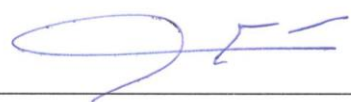
APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : *More Velasco, Rubén Alexander*

DNI : *02897931*

GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : *Magister*

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
		<i>X</i>		



DNI: *02897931*
CIP: *141461*

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado Profesional: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 4 (0.01 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del Profesional : Rubén Alexander More Valencia
Grado profesional : Maestría (x)
Doctor ()
Área de Formación Académica :
Clínica () Social ()
Educativa () Organizacional ()
Ingeniería (x)
Área de Experiencia Profesional : Ingeniería de Sistemas.
Institución donde labora : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años ()
Más de 5 años (x)



DNI: 02897931

CID 147461

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 4 (0.01 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"
Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve


OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien común a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : *More Valencia, Rubén Alexander*
DNI : *02897931*
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : *Magister*

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
		✓		



DNI: *02897931*
CIP 141461

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado Profesional: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 1 (0.4 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del Profesional : *Denisse Vanessa Quiñe Castro*
Grado profesional : Maestría (X)
Doctor ()
Área de Formación Académica :
Clínica () Social ()
Educativa () Organizacional ()
Ingeniería (X)
Área de Experiencia Profesional : *Ingeniería Industrial*
Institución donde labora : *Petro Perú*
Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años ()
Más de 5 años (X)

DNI: 41880115
Ing. Denisse Vanessa Quiñe Castro
CIP N° 97717

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 1 (0.4 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"
Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien común a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : *Quinde Castro Denisse Vanessa*
DNI : *41880115*
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : *Magister.*

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE


DNI: *41880115*

.....
Lic. Denisse Vanessa Quinde Castro
CIP N° 97717

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado Profesional: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 2 (0.3 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del Profesional : *Denisse Vanessa Quiñde Castro*
Grado profesional : Maestría (x)
Doctor ()
Área de Formación Académica :
Clínica () Social ()
Educativa () Organizacional ()
Ingeniería (x)
Área de Experiencia Profesional : *Ingeniería Industrial*
Institución donde labora : *Petro Perú*
Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años ()
Más de 5 años (x)



DNI: *4188015*

Ing. Denisse Vanessa Quiñde Castro
CIP N° 97717

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 2 (0,3 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"
Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien común a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : *Quinde Castro Denisse Vanessa*
DNI : *41880115*
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : *Magister*

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
		<i>x</i>		

DNI: *41880115*

Ing. Denisse Vanessa Quinde
CIP N° 97741

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado Profesional: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 3 (0.2 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del Profesional : *Denisse Vanessa Quinde Castro*
Grado profesional : Maestría (X)
Doctor ()
Área de Formación Académica :
Clínica () Social ()
Educativa () Organizacional ()
Ingeniería (X)
Área de Experiencia Profesional : *Ingeniería Industrial*
Institución donde labora : *Petro Perú*
Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años ()
Más de 5 años (X)

DNI:

41880115

Ing. Denisse Vanessa Quinde Castro
CIP N° 97717

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 3 (0.2 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"
Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien común a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : *Quinde Castro Denisse Vanessa*
DNI : *41880115*
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : *Magister*

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
		X		


DNI: *41880115*

Mag. Denisse Vanessa Quinde
CIP N° 97744

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado Profesional: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 4 (0.01 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del Profesional : *Denisse Vanessa Quinde Castro*


Grado profesional : Maestría (x)
Doctor ()

Área de Formación Académica :
Clínica () Social ()
Educativa () Organizacional ()
Ingeniería (x)

Área de Experiencia Profesional : *Ingeniería Industrial*

Institución donde labora : *Petro Perú*

Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años ()
Más de 5 años (x)


DNI: *41880115*
Ing. Denisse Vanessa Quinde Castro
CIP N° 97717

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 4 (0.01 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"
Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien común a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : *Quinde Castro Denisse Vanessa*
DNI : *41880115*
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : *Magister*

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
		X		


DNI:

41880115
Ing. Denisse Vanessa Quinde Castro
CIP N° 97717

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado Profesional: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 1 (0.4 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del Profesional : *Teófilo Roberto Correa Calle*

Grado profesional : Maestría (X)

Doctor ()

Área de Formación Académica :

Clínica () Social ()

Educativa (X) Organizacional ()

Área de Experiencia Profesional : *Ingeniería de Sistemas*

Institución donde labora : *Universidad César Vallejo*

Tiempo de experiencia profesional en el área:

2 a 4 años ()

Más de 5 años (X)



DNI: *02020231*

TEOFILO ROBERTO
CORREA CALLE
INGENIERO INFORMÁTICO
Reg. CIP N° 142293

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 1 (0.4 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"
Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : *Correa Calle Teófilo Roberto*
DNI : *02820231*
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : *Magister.*

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
		X		

TEOFILO ROBERTO
CORREA CALLE
INGENIERO INFORMÁTICO
Reg. CIP N° 142293

DNI:

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado Profesional: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 2 (0.3 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del Profesional : *Teófilo Roberto Correa Calle*

Grado profesional : Maestría (X)
Doctor ()

Área de Formación Académica :
Clínica () Social ()
Educativa (X) Organizacional ()

Área de Experiencia Profesional : *Experiencia de sistemas*

Institución donde labora : *Universidad César Vallejo*

Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años ()
Más de 5 años (X)



TEOFILO ROBERTO
CORREA CALLE
INGENIERO INFORMÁTICO
Reg. CIP N° 142293

DNI: *02820231*

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 2 (0.3 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"
Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : *Bonua Calle Tejido Roberto*
DNI : *02820231*
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : *Magister*

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
		X		



ROBERTO
BONUA CALLE
INGENIERO INFORMÁTICO
REG. CIP N° 142233

DNI: *02820231*

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado Profesional: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 3 (0.2 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del Profesional : *Teófilo Roberto Correa Calle*
Grado profesional : Maestría (X)
Doctor ()
Área de Formación Académica :
Clínica () Social ()
Educativa (X) Organizacional ()
Área de Experiencia Profesional : *Experiencia de Sistemas*
Institución donde labora : *Universidad César Vallejo*
Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años ()
Más de 5 años (X)



TEOFILO ROBERTO
CORREA CALLE
INGENIERO INFORMÁTICO
REG. CIP N° 142293

DNI: 02820231

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 3 (0.2 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"

Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : *Ingeniería de Software*
DNI : *02820231*
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : *Magister*

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
		X		



TEOFILO ROBERTO
CORREA CALLE
INGENIERO INFORMÁTICO
Reg. CIP N° 442002

DNI: *02820231*

EVALUACION POR JUICIO DE EXPERTOS

Respetado Profesional: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "FICHA DE REGISTRO 4 (0.01 mm): Velocidad de temperatura de la Impresión 3D - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al área investigativa. Agradecemos su valiosa colaboración.

I. DATOS GENERALES DEL PROFESIONAL

Nombre del Profesional : *Teofilo Roberto Correa Calle*
Grado profesional : Maestría (X)
Doctor ()
Área de Formación Académica :
Clínica () Social ()
Educativa (X) Organizacional ()
Área de Experiencia Profesional : *Ingeniería de Sistemas*
Institución donde labora : *Universidad Cón Vallejo*
Tiempo de experiencia profesional en el área:
2 a 4 años ()
Más de 5 años (X)



TEOFILO ROBERTO
CORREA CALLE
INGENIERO INFORMÁTICO
REG. CIP Nº 142293

DNI: *00820231*

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

NOMBRE DEL INSTRUMENTO : Ficha de Registro 4 (0.01 mm) "Velocidad de temperatura de la Impresión 3D"
Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

OBJETIVO : Demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión se obtiene mejoras en la calidad, al aumentar la resolución de capa de impresión.

DIRIGIDO A : Generalizar el bien a la comunidad, para emplear objetos en 3D.

APELLIDOS Y NOMBRE DEL EXPERTO : *Correa Calle Teófilo Roberto*
DNI : *02820231*
GRADO ACADÉMICO DEL EVALUADOR : *Magister*

VALORACIÓN:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE
		X		

TEOFILO ROBERTO
CORREA CALLE
INGENIERO INFORMÁTICO
REG. CIP 1714223

DNI: 02820231

Anexo N° 06: Herramientas que se utilizó en la impresora 3d qué se va a usar.



Figura 1: Cama Caliente MK2B



Figura 2: Varilla Lisa



Figura 3: Varilla Roscada



Figura 4: Ramps



Figura 5: Acopladores

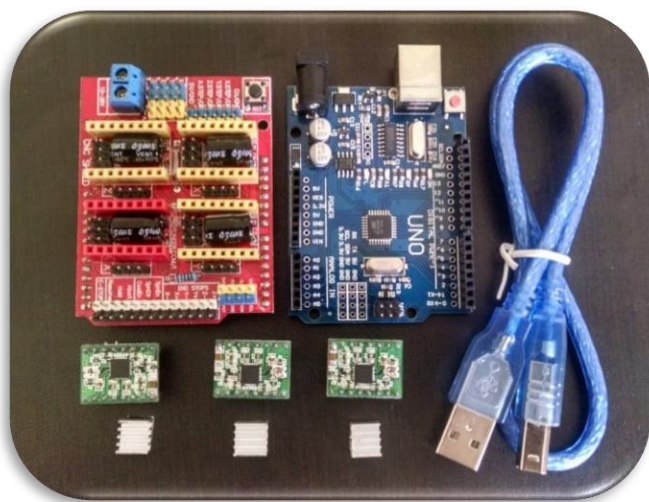


Figura 6: Arduino



Figura 7: Hilos de Plásticos Fundidos



Figura 9: *Motor paso a paso*



Figura 8: Boquillas de Extrusor (0.4, 0.3, 0.2 mm)

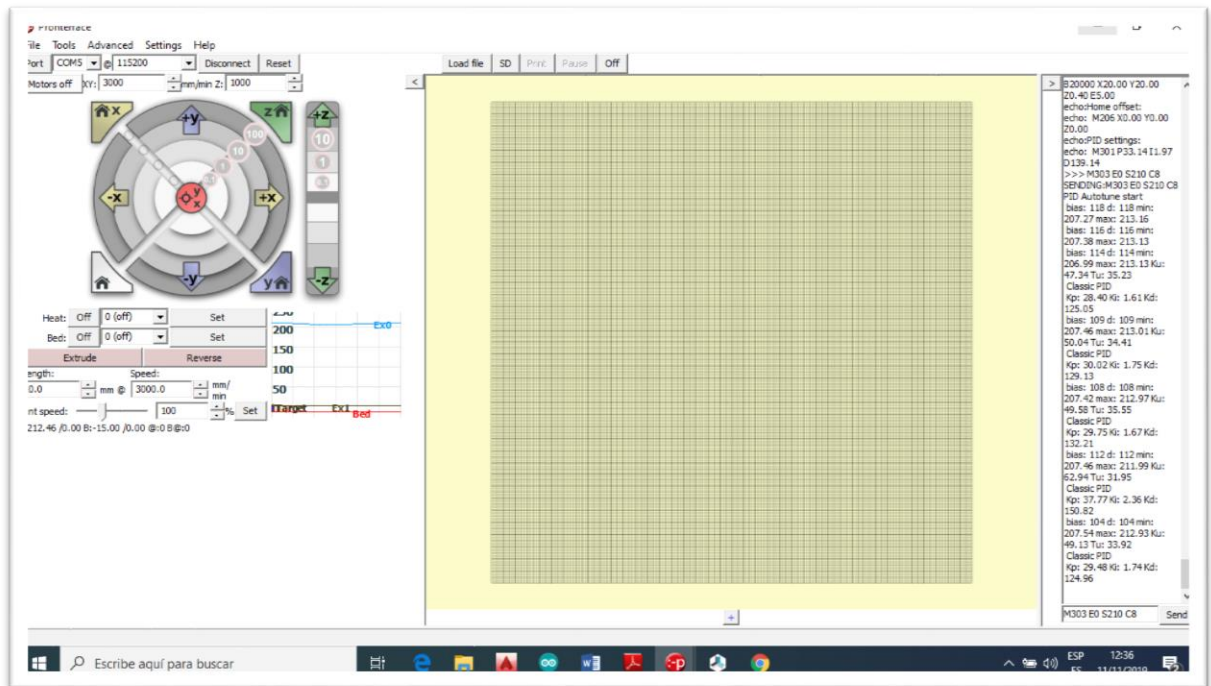


Figura 11: *Sierra Ingletadora*



Figura 10: *Tubo rectangular de aluminio*

Anexo N° 07: Programa Pronterface



Anexo N° 08: Evidencias fotográficas



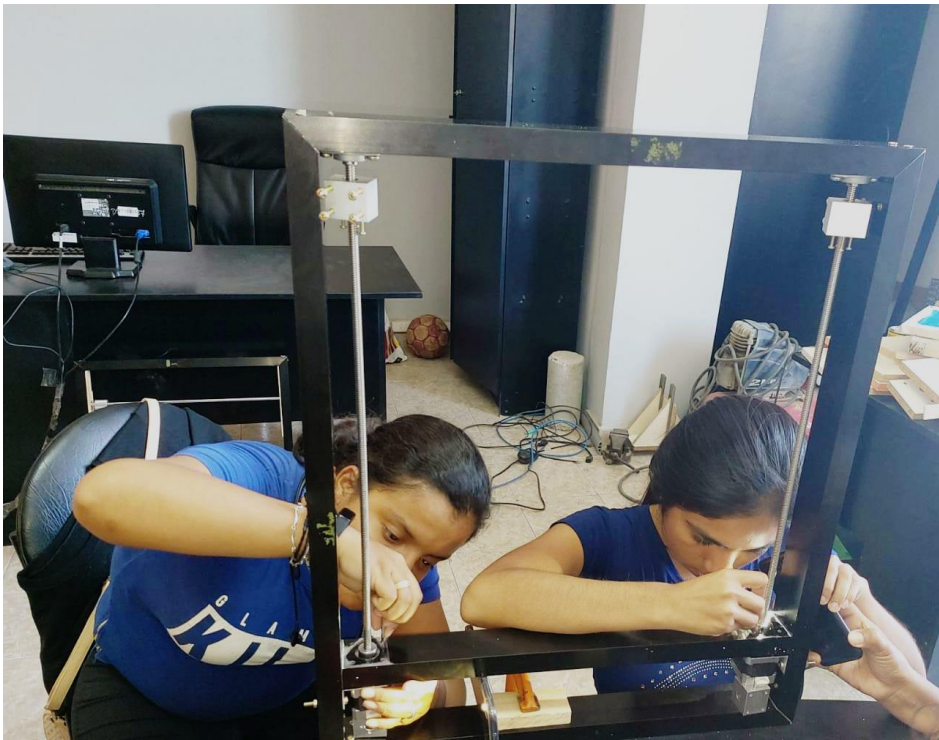




Figura 12: *Impresora 3D (Primer Prototipo)*

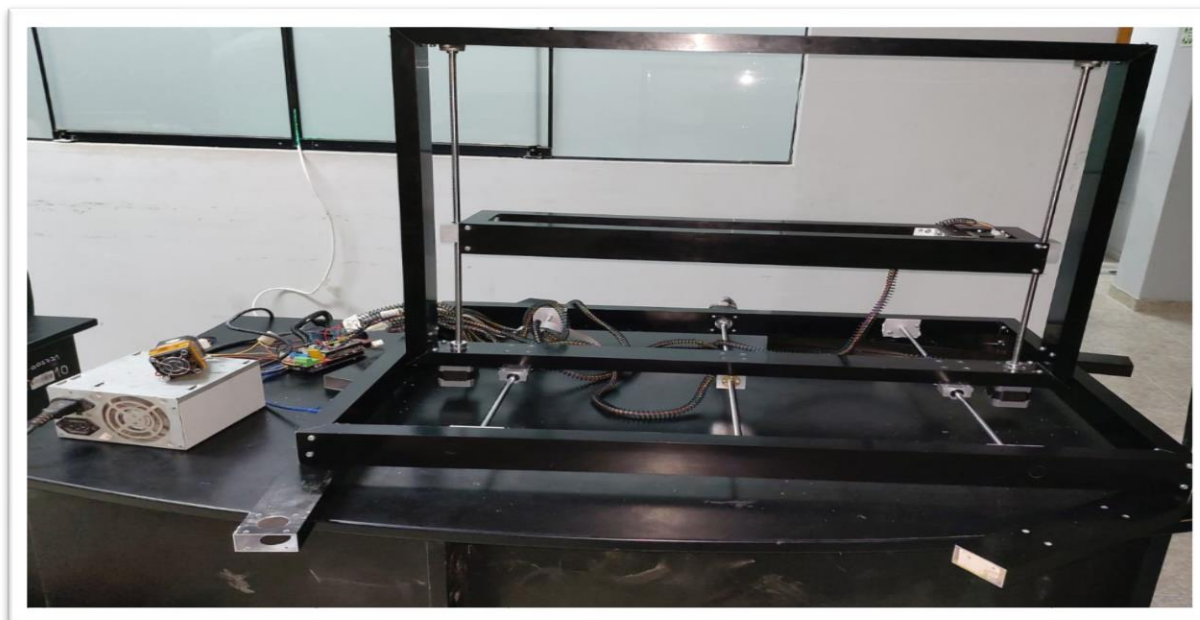


Figura 13: *Impresora 3D (Segundo Prototipo Final)*



Figura 14: *Muestras del proceso de impresión*



Figura 15: *Muñecas de Nieve Impresa*

Anexo N° 09: Presupuesto de la impresora 3d

PRESUPUESTO TOTAL: S/. 747.4684

- Presupuesto detallado:

KITS	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Kit motor paso a paso	5 motores paso a paso nema 17	S/. 126.672	1	S/. 126.672
Kit eje roscado	1 eje roscado 1 tuerca t8 1 acoplamiento flexible 5 a 8 mm. 2 soportes kp08	S/. 29.7192	1	S/. 29.7192
Trapezoide para eje roscado T8	Trapezoide para eje roscado T8	S/. 6.612	3	S/. 19.836
Eje lineal T8	Eje liso T8	S/. 19.8012	6	S/. 118.8072
Trapezoide de deslizamiento t8	Trapezoide de deslizamiento	S/. 5.4288	12	S/. 65.1456
Kit extrusor mk8	Motor paso a paso nema 17 Base porta extrusor Extrusor mk8 fusor	S/. 71.5488	1	S/. 71.5488

Kit control electrónico	2004 controlador LCD Interruptores de parada Repap Rampas 1.4 Arduino MEGA 2560R3 Driver A4988 Cables de conexión Cama caliente mk2b	S/. 121.8	1	S/. 121.8
Pernos 4mm	Pernos 4mm	S/. 0.348	48	S/. 16.704
Pernos 3mm	Pernos 3mm	S/. 2.4	12	S/. 28.8
Filamento 1kg	Filamento 3d	S/. 81.0144	1	S/. 81.0144
Fuente de alimentación	Fuente de alimentación	S/. 42.4212	1	S/. S/. 42.4212
Perfil de aluminio 5x5x500cm	Mitad del perfil de aluminio	S/. 25	1	S/. 25
TOTAL				S/. 747.4684



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Título de la Tesis

Calidad de Resolución Experimentando la Reducción del Orificio de la
Boquilla de Extrusión de la Impresora 3D

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS

AUTORAS

Br. Flores Viera, Tania Lourdes (ORCID: 0000-0002-5738-3810)

Br. Montero Gómez, Yanawell Leticia (ORCID: 0000-0003-4749-5744)

ASESOR

Ing. More Valencia, Rubén Alexander Mg. (ORCID: 0000-0002-7496-3702)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Sistemas de información y comunicaciones

PIURA-PERÚ

2021

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad nuestro país cuenta con la capacidad para poder ensamblar impresoras 3D gracias a las facilidades de importar previa compra por internet, esto hace que haya manufacturación nacional. Debido a que la gran parte de los componentes utilizados para la elaboración son adquiridos de otros países. El Perú cuenta con los recursos necesarios, sin embargo, no tienen la capacidad de aprovechar y explorar la tecnología que actualmente es el de diseñar una impresora 3D.

Para Eric Pascual Soldevilla (2018), la impresión 3D está siendo considerada como el artífice de una Tercera Revolución Industrial, una tecnología nacida tiempo atrás pero que está consolidándose y evolucionando a pasos agigantados en la última década y sobre todo en el último lustro. Además, hoy en día está en plena evolución, con el transcurrir de los años su utilidad se incrementa de una manera muy rápida, lo cual va optimizar sus procesos. Es por ello que la impresión 3D debe ser aprovechada y potenciada para la realización de distintas piezas ya sea en el nivel industrial como doméstico.

Para Armando Oros Moron, Villa y Wanser (2015), la industria 3D se encuentra en constante desarrollo debido a las diversas y evidentes aplicaciones para la solución de problemas, como consecuencia, muchos de estos productos son elaborados mediante tecnología y se están haciendo accesibles en sectores no industrializados (uso casero, pequeños negocios sin infraestructuras costosas).

Para Carlos Tapia Ayala y otros (2013), en el transcurso del desarrollo tecnológico los microcontroladores han evolucionado, por lo que tenemos una gran variedad de tipos de microcontroladores de diferentes gamas para cada aplicación, sin embargo, encontramos muchas aplicaciones que permiten solucionar problemas del mundo real; pero como contrapartida en la práctica, el uso de microcontroladores resultan muy costosas generalmente, aun así, se requiere economizar por lo que es necesario buscar otras alternativas tecnológicas.

Hoy en día la calidad de resolución experimentando la reducción del orificio de la boquilla de extrusión de la impresora 3d no ha sido implementada en las universidades del Perú. En otros países la reducción máxima es de 0.4 mm. Con esta práctica intentaremos reducir el orificio de la boquilla a 0.01 mm, para poder obtener una mejor calidad impresión.

A medida que la electrónica evoluciona, también se evolucionan las impresoras 3D tanto en hardware y en software, mejorando sus funcionalidades, entre las cuales destaca la calidad de impresión 3D; la calidad de las impresoras depende de varios factores como la velocidad de impresión, temperatura optima de fundido del filamento, vibración y el diámetro de salida de la boquilla. En esta investigación se demuestra que la calidad de la impresión 3D, mejora con la reducción del diámetro de la boquilla de extrusión, pues aumenta la resolución de impresión de capa.

En el ámbito de la formación educacional, ARDUINO es la plataforma más usada, por su versatilidad en hardware, software. Se tiene fácil acceso a códigos fuente según el uso que se requiere, entre las materias de ARDUINO, se han vuelto más populares la electrónica Digital y Analógica, programación en lenguaje C, C++ y Java, programación de Microcontroladores, Control automático, Mecatrónica, etc.

Al encontrar esta realidad se ha visto la oportunidad de conocer si ¿El diámetro de boquilla de extrusión mejora la calidad de impresión 3D? además la investigación plantea la hipótesis de mejorar la calidad de impresión 3D, aumentando la resolución de capa de impresión mediante la reducción del orificio de la boquilla de extrusión.

Como objetivo general del presente trabajo se plantea demostrar la construcción de una impresora 3D con la reducción del orificio de la boquilla de extrusión para obtener mejoras en la calidad de impresión. Y como objetivos específicos tenemos: (1) Analizar, Diseñar e implementar una impresora 3D de bajo presupuesto, (2) Utilizar materiales que se encuentran fácilmente en el mercado, (3) Lograr que la impresora 3D pueda tecnificar los procesos de construcción para elaboración de prototipos diseñados con plástico, (4) Reducir el diámetro a la boquilla de extrusión mediante el proceso de electroerosión por pulso eléctrico.

II. MARCO TEÓRICO

Para realizar la presente investigación se ha indagado en investigaciones previas encontrando un primer trabajo que corresponde a:

Eduardo Carabalí Farinango y otros (2016), en su investigación cuyo título es “Diseño y construcción de una impresora 3D con impresión de soporte en ambiente controlado” plantea realizar el diseño e implementación de una impresora 3D con dos cabezales de extrusión, para realizar impresiones de estructuras complejas, que necesitan alta precisión para lograr una alta resolución. Esta impresora 3d se destaca por tener un controlador de temperatura del ambiente, para lograr una mejor calidad de impresión al temperar el ambiente de la impresora 3d. Esta impresora funciona de dos maneras: La primera es a través de una placa inteligente con pantalla LCD que muestra todas las opciones de los comandos de impresora. El segundo es usando un software de interfaz gráfica, como también podemos decir Interfaz Hombre-Máquina.

Alex Santiago Iza Almachi y Lema Osorio (2016), en su investigación titulada “Implementación de una impresora 3D de control numérico computarizado CNC para la producción de prototipos de plástico que tecnificará el laboratorio de Robótica de la universidad Técnica de Cotopaxi periodo 2016” se implementará una impresora 3D para la elaboración de objetos necesarios para el desarrollo de prácticas. En el proyecto se aplicaron diferentes conocimientos tales como: Electrónica, Electricidad, Control, Construcción mecánica y Programación. El sistema de prototipado rápido es uno de los más eficientes en la actualidad para lo que se requiere la tecnología CNC 3D; el prototipado rápido además del bajo coste también se puede controlar el tiempo de impresión, monitorear a través de video en pleno proceso de impresión gracias al uso de programa informático para comunicarse con la impresora, el filamento empleado es ABS, el cual será extruido a temperatura entre 250°C a 260°C, mientras que la cama caliente tiene una temperatura de 100 °C, para que el ABS extruido se adhiera y forme objeto, imprimiendo capa sobre capa hasta que el objeto este totalmente terminado. El proceso de impresión 3d rápida está controlada por software desde un ordenador, que comunica el ordenador con la impresora 3D enviando código G que es el lenguaje que entienden las impresoras 3d, también se puede guardar el archivo de

código G en una memoria SD y de esta manera también poderlo manipular desde la propia impresora 3d.

Miguel Romero Calderón y Ángel (2016), en su investigación cuyo título es “Diseño y Construcción de una impresora 3D de plástico” se va describir el proceso de diseño y construcción de una impresora 3D, esto incluye los componentes como: acoples, carriles de deslizamiento, bases de sujeción con rodamiento, etc. El diseño de la impresora 3d se centra en la elección de componentes fundamentales como: perfiles de aluminio, motores paso a paso, ejes de acero inoxidable calibrados, bases de sujeción, rodamientos para los ejes, controlador, etc. Después del proceso de ensamblado se sometió a un proceso de calibración encontrándose una tolerancia que varía entre +0.4 y +0.6 mm que es un intervalo aceptado entre las impresoras presentes en el mercado.

Xavier Rodríguez Campillo (2018), en su investigación titulada es “Diseño de piezas modeladas con una impresora 3D para la realización de prácticas de laboratorio de la asignatura de resistencia de materiales y teoría de estructuras” propone una metodología para la práctica de laboratorio de la asignatura Resistencia de Materiales y Teoría de Estructuras. Se estudia los diseños de piezas obtenidas con la impresora 3D y sus características según el ensayo impuesto. Con esto, finalmente llevara a cabo las prácticas de laboratorio obteniendo mejores resultados, ya que se puede realizar mejores prácticas para los futuros universitarios; obteniendo muchas ventajas al poder diseñar modelos de probetas, en un tiempo relativamente corto.

Marcos Cañas Masapanta y Patricio (2018), en su investigación cuyo título es “Prototipo de impresora 3D con Arduino para producir prótesis no ortopédicas” su propósito es ayudar con prótesis no ortopédicas a las personas que presenten algún tipo de discapacidad física. En el proceso del prototipo es necesario investigar el proceso de los elementos que forman una impresora 3D. El prototipo tiene 3 partes importantes las cuales son: El hardware, el software y La parte mecánica. La parte mecánica nos muestra la estructura de la impresora, donde se instalarán, el hardware y software necesarios. Entre los elementos que se encuentran en el hardware encontramos: el módulo Arduino Mega, módulo RAMPS (RepRap Arduino Mega Pololu Shield), interruptor de finales de carrera, motores, dichos

elementos permitirán los movimientos del extrusor en todos sus ejes, en la parte del software se encuentra el programa grabado en la memoria del Arduino Mega que contiene los algoritmos de programación, para controlar lo que va a realizar la impresora. El prototipo trabaja de la siguiente manera, se conecta la impresora a la computadora mediante un cable USB, después se escoge el archivo que contiene la información de la pieza a imprimir, mediante el programa Repetier, se podrá modificar la resolución, definición, tiempo de impresión, etc., el programa Repetier permitirá controlar los procesos de impresión. Para dar inicio a la impresión, la cama caliente debe mantenerse en una temperatura de 60°C y el extrusor a 200 °C, temperatura en la cual dicho material entra en estado de líquido, el plástico PLA (Poliácido Láctico), que es el material utilizado por la impresora. La impresión varía según el tiempo ya que dependerá de las dimensiones, resolución y el número de capas de PLA depositadas una sobre otra.

Xavier Rodríguez Campillo (2018) la impresión 3D, es una de las principales tecnologías para el futuro de la fabricación en cualquier campo. Se pretende que en un futuro se cambie por completo el proceso de fabricación de prototipos y componentes.

Carlos Tapia Ayala, Yupa y Mauricio (2013), en su investigación cuyo título es “Evaluación de la Plataforma Arduino e Implementación de un sistema de control de posición horizontal” la implementación esta enlazada mecánicamente con un eje transversal al servomotor donde obedecerá las tareas enviadas por Arduino y comparadas con el sensor de posición, en el cual el alerón se moverá formando el ángulo que se ordene, mediante una interfaz gráfica de Labview, el usuario ingresará un valor en grados y escogerá el eje con respecto a las x, positivo o negativo para que se posicione el alerón.

Miguel Romero Calderón y Ángel (2016), la impresora 3D tiene por objetivo principal reproducir un modelo que está diseñado en CAD 3D, el cual se podrá obtener un producto físico igual al diseño virtual.

Alex Iza Almachi y Lema Osorio (2016), una impresora 3D tiene varios subsistemas que cumplen funciones específicas del sistema 3d en su totalidad, estos subsistemas funcionan mediante comandados, por algoritmos internos de lazo cerrado en el que se encuentran. Estos algoritmos de lazo cerrado son bucles para

la retroalimentación del proceso de impresión 3D. Los sistemas 3D cumplen muchas funciones, por ejemplo: atraer, procesar y ejecutar con actuadores.

La historia de la impresora 3D da inicio en la década de 1983, cuando Charles Hull cofundador de la empresa "3D Systems" (Sistemas 3), desarrolló la estereolitografía o SLA. Es un sistema de elaboración que está orientado hacer varias pruebas de prototipos antes de su paso a la elaboración real, destacando en el campo de óptica iónica, en la cual genera su primer método de impresión 3D. Hull llevo a cabo una práctica para una empresa de inyección de plástico, en la cual debe de probar un producto nuevo en la cual tenían que confeccionar un costoso molde de inyección; él tenía que optimizar recursos, ahorrar costes y tiempo en el proceso.

El momento en el que se realiza la impresión 3D de una pieza, la impresora se controla por un software desde un ordenador, el ordenador se comunicará enviando el diseño en coordenadas posicionales (código G), y deposita el número de capas apiladas de líquido, polvo o PLA fundido. Para construir el modelo de una pieza se realizará a partir de una serie de secciones transversales (una encima de otra). Estas capas se fusionan automáticamente por la temperatura a la que están sometidas y crean la forma final. La gran ventaja del prototipado es que nos brinda la capacidad de crear diferentes formas geométricas sin ser necesario de requerir molde para el formado de la pieza.

La resolución de una impresora 3d depende de la precisión que la impresora deposita el plástico fundido, esta precisión se debe a la calidad de piezas usadas (calidad de acopladores, drivers, jumpers, barras roscadas, barras lisas, trapecios roscados, trapecios lisos, motores, switch para final de carrera), en cuanto a piezas mecánicas pasivas o activas la holgura debe ser mínima para reducir el error al máximo y destacar la precisión que brinda la electrónica. Se debe tomar a cuenta la configuración y programación desde el código en el cual se puede asignar o predeterminar el tipo de paso, en el caso de los drivers A4988, relación de paso (1/2, 1/4, 1/8, 1/16), en el cual se utilizó 1/16 para que tenga una mejor precisión. Las máquinas de Objet Connex y la 3D Systems ProJet, imprimen capas muy delgadas debido a que la manufacturación que realizan con métodos tradicionales, permitiendo que el método elegido pueda tardar horas y días. El prototipado rápido más conocido como RP, se lleva a cabo usando la tecnología de impresión 3d que

permite imprimir (fabricar) modelos físicos mediante datos de un modelo CAD, este método ahorra recursos y es más flexible que los tradicionales, con tan solo cambiar el modelo CAD y ordenando a la impresora 3d que inicie el proceso, se obtendrá el nuevo modelo; también facilita el uso de diferentes materiales (plásticos ABS, nylon, PET, etc.).

Hay impresoras 3d especiales que usan varios materiales, en la impresión de un objeto con diferentes características físicas permite transformar ideas innovadoras en productos finales deseados de una forma rápida. Se menciona que “El prototipado rápido (RP) permite la fabricación rápida de modelos físicos utilizando datos de diseño asistido por ordenador (CAD) en tres dimensiones” (Stratasys Ltd, 2016).

El prototipado rápido (RP) es un método desde hace más de 2 décadas usado por la industria, esta tecnología se mantuvo con acceso restringido al público hasta inicios del ciclo XXI, los desarrolladores de software contribuyeron con la liberación de dichos códigos, que hicieron posible que esta tecnología baje de precio y esté al alcance de cualquier persona. El prototipado se toma de un diseño virtual que se modela en un computador. La impresora 3D plasma los datos del dibujo diseñado en CAD, este se realizará mediante capas del material (PLA), el cual va tomando la forma física del modelo del objeto. Para ello se utiliza una interfaz de datos estándar, el cual se mantiene en formato STL. El archivo STL es el que permitirá transferir los datos del software al equipo del prototipado 3D. Los sistemas de prototipado rápido fabrican modelos 3D en cuestión de horas todo dependiendo del modelo de impresora que se utilice ya que influye mucho el tamaño.

El proceso de impresión en 3d parte de un sistema CAD, el cual se realiza mediante apilamientos de capas (una sobre otra) hasta que se forme el modelo físico completo del objeto. El prototipado rápido es el mismo en todas las impresoras que podemos encontrar en el mercado, los pasos más comunes se mencionan en el (Anexo N°04).

Liow, (2007) define los pasos de este proceso de prototipado rápido existentes no varían, siempre y cuando la impresora 3D sean de filamento. Los cuales se detallan a continuación: EL Diseño y Construcción del modelo en un software CAD a través del modelo CAD se obtiene el modelo de formato STL, después se debe mejorar e

inspeccionar el archivo STL hasta que esté bien estructurado para poder generar backups y configurar las estructuras de soporte, si aplica. Se configura el espesor de la capa en el archivo STL donde se fragmenta la malla en forma triangulares para obtener una resolución requerida, luego se da inicio a la impresión del modelo físico una vez que se obtiene el objeto se le da un tratamiento para uniformizar y alisar la superficie de tal manera que el objeto quede con un acabado perfecto.

El formato STL y la división por capas, en el proceso de impresión 3D, anteriormente se mencionó que es imprescindible partir de un modelo generado previamente por algún programa CAD. Los archivos de diseño pueden estar en una gran variedad de formatos, cada cual con sus características y peculiaridades. Una vez realizado el diseño, es necesario convertirlo al formato STL para que las impresoras puedan reconocerlo e imprimirlo. El formato STL es un archivo estándar de la industria creado por Chuck Hull, que lleva décadas usándose y fue concebido como una manera sencilla de guardar información sobre objetos 3D. Empezó a utilizarse en las máquinas de estereolitografía de la empresa Startasys, pero gracias a sus características ha sido adoptado por el resto de tecnologías consolidándose como principal formato de impresión 3D. La característica principal del formato STL es que define la forma de los objetos 3D 'envolviéndolos' en una superficie virtual, conocida como malla, compuesta por miles de polígonos interconectados. Estos polígonos, suelen ser triángulos. Describen únicamente la geometría de la superficie de los objetos, descartando cierta información ya sea las texturas, colores o unidades físicas. De esta forma, se reduce la información a procesar por la impresora. Cuantos más pequeños sean estos polígonos, mayor será la resolución del fichero final, pero, obviamente, también aumentara el peso de dicho fichero. Por lo tanto, es necesario establecer un equilibrio entre precisión y tamaño del archivo, ya que archivos muy pesados pueden resultar difíciles de manejar.

Los componentes de la impresora 3d desarrollada son: Cama Caliente MK2B, Es una bandeja PCB resistiva para la impresión 3D, apta para alcanzar temperaturas de más de 100° Centígrados. Esta es la versión MK2B, que puede funcionar con voltajes de 12V o 24V. Idónea para la impresión con los termoplásticos ABS y PLA. Dispone de una superficie efectiva de 20 cm x 20 cm. Según Penedés (2017), Es

una lámina que está hecha de aluminio, este material tiene una óptima difusión de calor en toda la superficie primordial al momento de la impresión, entre más amplia sea el área de la cama se facilita la impresión de piezas de gran tamaño. La función principal de la cama es, no permitir que se deforme la pieza que se está imprimiendo. La cama tiene un sensor de calor que sirve para controlar la temperatura de trabajo en todo momento. En la Figura 8 se admira la imagen de la cama. La cama caliente, se caracteriza por ser un circuito de cobre, Compatible con la Impresora 3d Prusa, proporciona una distribución homogénea del calor, tamaño de 214 mm x 214 mm x 1.6 mm, tensión de alimentación de 12 V y 24 V y potencia real de 130 W ~.

Varilla lisa, Para Vistrónica (2014) está hecha de acero inoxidable, se utiliza para formar los ejes de desplazamiento longitudinales X, Y, Z de la impresora, para el prototipo se requiere 3 pares de juegos de varillas de la misma longitud, De fábrica vienen de 1 metro de longitud y se corta dependiendo de las dimensiones del diseño del prototipo, por lo general no sobrepasan los 40 cm. Por medio de estas varillas se desplazar el extrusor en los diferentes ejes para imprimir las piezas deseadas, en estas varillas van acoplados rodamientos lineales, dos por cada varilla, estos rodamientos proporcionan una movilidad adecuada y estable al momento de la impresión de piezas. La varilla lisa se distingue por ser de material de acero inoxidable y su diámetro es de 8 mm.

Varilla Roscada, Según Vistrónica (2014), es de acero inoxidable y se acopla perfectamente al movimiento proporcionado por los motores, tiene una distancia o paso entre sus ranuras de 2mm, lo que indica que para temas de calidad de impresión se tendrá una alta resolución de la pieza impresa. Estas varillas roscadas con un par de varillas lisas conforman el eje de desplazamiento Z de la impresora.

Tornillo Tuerca de 4 entradas, es una pieza hecha en material de bronce, tiene 4 orificios para sujeción, es muy importante ya que por esta va a desplazarse la varilla roscada el eje de desplazamiento Z. (Vistrónica, 2014).

Acopladores flexibles, estos elementos están hechos de aluminio, como su nombre lo indica acoplan, en su parte inferior al motor, el cual va a proporcionar el movimiento para que se desplace el extrusor a lo largo del eje de desplazamiento Z y por la parte superior se acople a la varilla roscada. Una ventaja de los

acoplamiento flexible, es que eliminan el estrés cuando no están correctamente alineados los ejes de desplazamiento (Vistrónica, 2014). Las características principales de los acoples es que son de material de aluminio, siendo compatible con motores paso a paso y con la varilla roscada, teniendo un diámetro interno de 8 mm, externo 19 mm, midiendo 25 mm de alto y tiene orificios laterales para fijación.

Arduino Uno, es un hardware Open Source (código abierto); es una placa pequeña con circuito impreso el cual contiene un microcontrolador ATMEGA que cuenta con buses de entrada y salida de datos (digitales y analógicas), este microcontrolador se programa en lenguaje de programación llamado "PROCESSING".

Ramps, es una placa diseñada para el Arduino MEGA, en donde se conectan todos los componentes electrónicos necesarios para controlar el motor paso a paso y de esa manera poder posicionarlos, también se puede controlar todos los elementos que utiliza la impresora 3D.

Termistor, es un dispositivo electrónico sensible a los cambios de temperatura, su principal elemento es una resistencia interna que sirve como sensor. Para detectar el aumento de la temperatura o también en la forma de cómo se disminuye. Por lo general en una impresora se encuentran 2 termistores, uno que está ubicado en la cama caliente y el otro en el extrusor, los dos funcionan simultáneamente por separado. (Geek, 2015). El termistor se caracteriza por tener un rango de temperatura $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 280\text{ }^{\circ}\text{C}$, su material es de cobre niquelado cilíndrico, tiene un diámetro sensor 4 mm, su sensor mide 25 mm de largo y el rango de resistencia es de $0\ \Omega \sim 10\ \text{K}\ \Omega$.

Filamento PLA (Poliácido Láctico), es un polímero que se utiliza en impresiones 3D domésticas, una ventaja que tiene el filamento es su rigidez en piezas impresas de gran tamaño, otra gran ventaja de este material es que al ser fundido no emite ningún tipo gases. Una desventaja es que a temperaturas entre $50\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ las piezas ya impresas pueden sufrir deformaciones, este filamento presenta dificultad para ser pintado luego de la impresión (Innova3D, 2017). Existe una gran variedad de filamentos de colores para impresión, entre los más llamativos que tiene el mercado se menciona: El fluorescente, transparente y semitransparente, se observan algunos rollos de colores de filamento PLA (Poliácido Láctico). Las

principales características del filamento PLA es que tiene una gran variedad de colores, su diámetro es de 3mm, la temperatura de impresión es de 180°C ~ 230 °C y sobre todo es biodegradable.

Polea Dentada, es un elemento mecánico de pequeño tamaño y está hecho de aluminio, la polea es básicamente un engranaje utilizado en conjunto con la correa de distribución brindan transmisión mecánica a la cama caliente. Esta polea tiene dos agujeros a los lados, los cuales sirven para la sujeción a los soportes de la estructura en la que se va a colocar, por otra parte, su característica principal, es que la superficie exterior está dentada (Vistrónica, 2014). La Polea se caracteriza por ser de material aluminio, tiene 20 dientes, cuenta con un engranaje GT2, su diámetro es de 16 mm, 16 mm de alto y el diámetro del agujero es de 6.35 mm.

Estructura, es la parte de la base y el marco para impresoras 3D existe varias opciones de materiales para construir la estructura, esta puede ser de: Madera, aluminio, acrílico, plástico, mixtas, acero, esto queda a decisión del diseñador y tomando en cuenta las condiciones donde va a trabajar y los materiales eléctricos y mecánicos que se utilizarán como elementos en la estructura, hay piezas para las poleas, varillas lisas y roscadas, motores, extrusor, ventilador de enfriamiento de piezas, etc.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta Investigación fue experimental transversal descriptiva, dado a que se manipulan variables y se tiene control sobre ellas, solo se observará la calidad de objetos impresos, la impresora 3D utiliza boquillas estándar de 0.4mm, 0.3mm, 0.2mm y 0.01mm de diámetro de extrusión.

Así mismo fue Descriptiva y Exploratorio, ya que tiene como objetivos describir y corroborar la hipótesis planteada anteriormente en el diseño exploratorio. Se procederá describir la relación de las variables encontradas en este modelo y su impacto, en de diferentes estudios. Creando una fuente de información para futuras investigaciones de los niveles superiores.

Para Malhotra (2004) una investigación del tipo descriptiva con un diseño transversal: es cuando incluye la recolección de información de una muestra en un momento del tiempo. Y con un diseño longitudinal es cuando incluye mediciones de forma repetitiva de las mismas variables a lo largo de un periodo de tiempo.

3.2. Variables y operacionalización

Esta investigación tiene como variables Impresora 3D, Calidad de impresión y Boquilla de extrusión (Ver anexo N° 02)

Como definición conceptual de la variable Impresora 3D: Una impresora 3d está formada por varios subsistemas diferenciados entre si uno de los otros según su función, además estos sistemas están controlados por algoritmos de lazo cerrado, grabados previamente en el controlador, retroalimentando constantemente las señales de control y comunicación. (Iza Almachi y Lema Osorio 2016).

Definición operacional: La variable impresora 3D en la actualidad causa diferentes cambios a las empresas que su labor es hacer diferentes tipos de adornos. El Proceso por el cual se observa la construcción de la impresora 3D será por sus partes que la conforman.

La definición conceptual de la variable calidad de impresión: El proceso de impresión 3D, también es conocida como fabricación aditiva, esta tecnología desarrollada en la década de los años 80 como un proceso de fabricación de modelos sólidos. La fabricación aditiva es el proceso en el cual se obtienen piezas

por deposición capa por capa que, al estar a la temperatura de fusión del material usado, se fusionan para formar el modelo.(Alvarado (s.f.))

Definición operacional: La variable de calidad de impresión trae muchas ventajas en la actualidad que ninguna otra tecnología puede realizar ya que crea diferentes diseños y de esa manera produce nuevos productos. Proceso por cual se observará, el transcurso de mejora de la resolución de impresión mediante la reducción del orificio de la boquilla de extrusión.

La de definición conceptual de la variable Boquilla de extrusión: Es una pieza cónica hueca que tiene por función dar un filamento más delgado y consistente que el entrante esto lo logra al reducir el área por donde pasa el filamento previamente fundido, con el fin de compactar, elevar la temperatura del material extruido por la fricción.

Definición operacional: Pieza cónica en la cual será el proceso de extrusión debido a que tiene diámetros de entrada y salida diferentes.

3.3. Población, muestra, y unidad de análisis

La población de los indicadores estuvo integrada por los 8 objetos impresos las boquillas predeterminadas (cada boquilla imprime solo un objeto) y la muestra fue 2 objetos impreso con una de las 4 boquillas predeterminada.(Ver anexo N°3)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

INDICADOR A EVALUAR	VARIABLE DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE	TIPO DE DISEÑO	EVALUAR CADA SITUACIÓN DEL DISEÑO
Velocidad de los ejes de impresión (x, y, z se mide en mm/s)	Variable Independiente	Pre Experimental	Se va a medir la velocidad de los ejes de los objetos 3d impresos.
Tiempo de impresión	Variable Independiente	Pre Experimental	Se va a medir el tiempo de impresión de los objetos 3d.
Temperatura de la boquilla de extrusión (se mide en c°).	Variable Independiente	Pre Experimental	Se va a medir la temperatura de la boquilla de extrusión de los objetos 3d impresos.

Diámetro de salida de la boquilla de extrusión (se mide en mm).	Variable Independiente	Pre Experimental	Se va a medir el diámetro de la salida de la boquilla de extrusión de los objetos 3d impresos.
Distancia entre filamentos de material impreso y otro contiguo (se mide en μ m)	Variable Dependiente	Pre Experimental	Se va a medir la distancia entre filamentos de material impreso de los objetos 3d impresos.
Temperatura de extrusión del hotend	Variable Independiente	Pre Experimental	Se va a medir la temperatura de extrusión del hotend en el momento de la impresión de los objetos 3d impresos.
Valores de k_p , k_i , k_d (constantes para el cálculo del PID, para regulación de la temperatura del hotend)	Variable Independiente	Pre Experimental	Se va a medir los valores de K_i, K_p, K_d necesarios para el algoritmo PID (algoritmo proporcional integral derivativo) que mantiene la temperatura optima del hotend.

3.5. Procedimientos

Para el desarrollo de la impresora 3d se llevó a cabo el siguiente procedimiento: (1) compra de los materiales, (2) se procedió a cortar el aluminio para los ejes X,Y,Z, (3) se realizó la medicación para la instalación de motores, varillas, acopladores entre otros,(4) se empezó a taladrar las mediciones realizadas, (5) se empezó a limar cada parte y orificios realizados en los ejes, (6) se fue construyendo las partes de la impresora 3d.

3.6. Método de análisis de datos

Indicador n° 01

Velocidad de los ejes de impresión (x, y, z se mide en mm/s).

Estadística

X1 ----- Y1 Observación de la velocidad de los ejes de impresión (x, y z) del objeto.

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1-----T2

Grupo observacional conformado por los objetos impresos con la primera boquilla X11; el primer objeto impreso en el tiempo T1, con una resolución Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por los objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

indicador n° 02

Tiempo de impresión.

Estadística

X1 ----- Y1 Observación del tiempo de impresión del objeto

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1-----T2

Grupo observacional conformado por los objetos impresos con la primera boquilla X11; el primer objeto impreso en el tiempo T1, con una resolución Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por los objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

Indicador n° 03

Temperatura de la boquilla de extrusión (se mide en °C).

Estadística

X1 ----- Y1 Observación de la temperatura de la boquilla de extrusión del objeto.

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1-----T2

Grupo observacional conformado por los objetos impresos con la primera boquilla X11; el primer objeto impreso en el tiempo T1, con una resolución Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por los objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

Indicador n° 04

Diámetro de salida de la boquilla de extrusión (se mide en mm).

Estadística

X1 ----- Y1 Observación de como el diámetro de salida de la boquilla de extrusión influye en la calidad de impresión del objeto.

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1 ----- T2

Grupo observacional conformado por los objetos impresos con la primera boquilla X11; el primer objeto impreso en el tiempo T1, con una resolución Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por los objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

Indicador n° 05

Distancia entre filamentos de material impreso y otro contiguo (se mide en μ m).

Estadística

X1 ----- Y1 Observación de como la Distancia entre filamentos del material impreso influye en la calidad del objeto.

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1 ----- T2

Grupo observacional conformado por los objetos impresos con la primera boquilla X11; el primer objeto impreso en el tiempo T1, con una resolución Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por los objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

Indicador n° 06

Temperatura de extrusión del hotend

Estadística

X1 ----- Y1 Observación de la temperatura de extrusión de la resolución del objeto.

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1 ----- T2

Grupo observacional conformado por el primer objeto impreso con la boquilla X11 impreso en el tiempo T1, con una temperatura Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por las temperaturas de los 2 objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

Indicador n° 07

Valores de k_p , k_i , k_d (constantes para el cálculo del PID, para regulación de la temperatura del hotend).

Estadística

X1 ----- Y1 Observación de los valores de las constantes k_p , k_i , k_d del objeto impreso.

GY1: OY11 ----- X1 ----- OY12

T1 ----- T2

Grupo observacional conformado por los objetos con la primera boquilla X11; el primer objeto impreso en el tiempo T1, con una resolución Y11 y el objeto impreso después en el tiempo T2, con una resolución Y12.

GY1: grupo de observación conformado por los objetos impresos con la primera boquilla.

OY11: el primer objeto observado, impreso por la primera boquilla.

OY12: el segundo objeto observado, impreso por la primera boquilla.

3.7. Aspectos éticos

Para la elaboración del proyecto de investigación se tendrá en consideración los siguientes aspectos éticos:

Respeto a la fuente teórica consultada, respeto a las normas establecidas para la documentación, evaluación de instrumentos para ser ejecutados y obtener los datos necesarios para la investigación.

Respeto a la confidencialidad de las instituciones involucradas con la investigación que han sido sujetas al estudio; en lo que respecta a la divulgación de información de aspectos sujetos a confidencialidad previamente establecida con la institución que podrían afectar su reputación como institución.

Compromiso en respetar el anonimato de los participantes del estudio, en caso de que se requiera revelar el anonimato, se pedirá formalmente autorización del participante.

Validación de instrumentos por profesionales autorizados.

IV. RESULTADOS

Ficha de Registro 1 (0.4 mm): “Velocidad de temperatura de la Impresión 3D” - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

Tabla 1

Ficha de Registro de la velocidad de la temperatura de la impresión 3D utilizando la boquilla 0.4 mm

VARIABLE: Impresora 3d, Boquilla de extrusión, Calidad de impresión											
Indicadores: velocidad de impresión de los ejes, tiempo de impresión, temperatura de la boquilla de extrusión, diámetro de salida de la boquilla de extrusión, temperatura de extrusión del hotend, valores de kp, ki, kd, Diámetro de extrusión de la boquilla, Distancia entre filamentos.											
Unidad de análisis: Impresora 3d, Boquilla de extrusión, Objeto Impreso.											
Dato: milímetro por segundo (mm/s), segundo (s), grado centígrado (°C), milímetro (mm), grado centígrado (°C), numérico adimensional											
Velocidad		X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro de extrusión de la boquilla		Distancia entre filamentos
		5	5	5		29.26	134.84	1.59	0.4		0.3
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Temperatura de la boquilla	210.12	210.45	210.45	210.11	210.22	210.40	210.22	210.00	209.45	209.89	

Temperatura del hotend	210.10	210.45	210.45	210.11	210.23	210.40	210.22	210.01	209.45	209.89
------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro de extrusión de la boquilla			Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.4			0.3	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Temperatura de la boquilla	210.45	210.45	210.45	210.44	210.65	210.10	210.45	210.00	209.01	210.09		
Temperatura del hotend	210.45	210.45	210.42	210.44	210.64	210.10	210.45	210.12	209.01	210.45		

Fuente: Flores y Montero (2019)

Ficha de Registro 2 (0.3 mm): “Velocidad de temperatura de la Impresión 3D” - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

Tabla 2

Ficha de Registro de la velocidad de la temperatura de la impresión 3D utilizando la boquilla 0.3 mm

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro de extrusión de la boquilla		Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.3		0.15	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Temperatura de la boquilla	209.15	210.01	209.98	210.11	210.45	210.45	210.45	210.21	210.32	209.11	
Temperatura del hotend	209.20	210.00	209.98	210.11	210.45	210.45	210.40	210.21	210.29	209.11	

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro de extrusión de la boquilla		Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.3		0.15	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Temperatura de la boquilla	208.98	209.48	209.88	210.01	210.12	211.02	210.76	210.21	209.92	210.11	
Temperatura del hotend	208.97	209.41	209.88	210.01	210.12	211.02	210.71	210.21	209.92	209.99	

Fuente: Flores y Montero (2019)

Ficha de Registro 3 (0.2 mm): “Velocidad de temperatura de la Impresión 3D” - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

Tabla 3

Ficha de Registro de la velocidad de la temperatura de la impresión 3D utilizando la boquilla 0.2 mm

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro extrusión de la boquilla	Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.2	0.11	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temperatura de la boquilla	210.00	210.11	210.12	210.01	210.03	210.03	210.03	210.03	210.17	210.10
Temperatura del hotend	210.12	210.10	210.12	210.01	210.03	210.12	210.03	210.03	210.17	210.12

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro extrusión de la boquilla	Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.2	0.11	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Temperatura de la boquilla	210.12	208.30	208.11	210.12	210.10	210.13	210.10	210.11	210.70	210.13
Temperatura del hotend	210.14	208.30	208.11	210.13	210.10	210.16	210.10	210.11	210.70	210.13

Fuente: Flores y Montero (2019)

Ficha de Registro 4 (0.01 mm): “Velocidad de temperatura de la Impresión 3D” - Corrida de Muestra del Objeto Muñeca de Nieve

Tabla 4

Ficha de Registro de la velocidad de la temperatura de la impresión 3D utilizando la boquilla 0.01 mm

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro de extrusión de la boquilla		Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.01		0.08	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Temperatura de la boquilla	210.55	210.99	210.65	210.21	209.90	209.55	209.67	210.08	209.87	209.12	
Temperatura del hotend	210.59	210.99	210.65	210.24	209.90	209.53	209.67	210.08	209.87	209.10	

	Velocidad	X mm/s	Y mm/s	Z mm/s	Constantes PID	KP	KD	KI	Diámetro de extrusión de la boquilla		Distancia entre filamentos
	5	5	5	29.26		134.84	1.59	0.01		0.08	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Temperatura de la boquilla	210.12	210.11	210.02	210.06	210.11	211.13	210.77	210.65	210.23	210.15	
Temperatura del hotend	210.11	210.01	210.05	210.06	210.16	211.13	210.79	210.65	210.13	210.14	

Lugar donde se llevó a cabo la observación: Perú-Piura “Universidad Cesar Vallejo S/N, Distrito veintiséis de octubre” y Urbanización Las Mercedes Jirón Manuel Villar.

Fecha de la observación: 15/11/2019

Hora de inicio de la observación (hora/minuto/segundo): 8:30:00 am

Hora de fin de la observación(hora/minuto/segundo): 10:00:30 pm.

NOTA (Opcional): La observación se hizo a la intemperie en un ambiente con polvo y corrientes de aire lo cual puede alterar las lecturas de los indicadores; no obstante, se pretende incorporar a la impresora 3d de una carcasa contenedora, para estabilizar el proceso de impresión 3d (temperatura, polución, etc.).

Fuente: Flores y Montero (2019)

ANALISIS

Frecuencias

Tabla 5

Valores estadísticos de la instrucción de la boquilla y del hotend

Estadísticos		Temperatura de extrusion de la boquilla	Temperatura de hotend
N°	Válido	80	80
	Perdidos	0	0
Media		210,0828	210,1120
Error estándar de la media		,05706	,05264
Mediana		210,1123 ^a	210,1200 ^a
Moda		210,45	210,45
Desv. Desviación		,51034	,47082
varianza		,260	,222
Asimetría		-1,415	-1,296
Error estándar de la asimetría		,269	,269
Curtosis		3,880	4,063
Error estándar de curtosis		,532	,532
Rango		3,02	3,02
Mínimo		208,11	208,11
Máximo		211,13	211,13
Suma		16806,62	16808,96
	10	209,4650 ^b	209,4900 ^b

Percentiles	20	209,9500	209,9850
	25	210,0050	210,0100
	30	210,0220	210,0350
	40	210,0960	210,1033
	50	210,1123	210,1200
	60	210,1275	210,1500
	70	210,2200	210,2650
	75	210,4200	210,4133
	80	210,4470	210,4456
	90	210,6250	210,6433

Media: La temperatura de extrusión de la boquilla promedio registrada en las 80 mediciones, es 210.0828.

Mediana: La medida central de la temperatura de extrusión de la boquilla es 210.1123 °C.

Moda: La medida de temperaturas de extrusión de la boquilla más repetida es 210.45 °C.

Desviación estándar o típica: Los datos se dispersan 0,51034 grados centígrados de la temperatura promedio.

Varianza: Los datos se dispersan 0.26 °c² de la temperatura promedio.

Asimetría: la asimetría a de las temperaturas es -1,415 lo que nos indica que es una asimetría hacia la izquierda.

Error estándar de asimetría:

Valor mínimo: el mínimo valor de la temperatura de extrusión de la boquilla registrado en la medición fue 208,11 °C.

Valor máximo: el máximo valor de la temperatura de extrusión de la boquilla registrado en la medición fue 211,13 °C.

Fuente: Flores y Montero (2019)

Tabla de frecuencia

Tabla 6

Valores de frecuencia de la temperatura de la instrucción de la boquilla

Temperatura de extrusion de la boquilla					
Frecuencia			Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	208,11	1	1,3	1,3	1,3
	208,30	1	1,3	1,3	2,5
	208,98	15	1,3	1,3	3,8
	209,01	1	1,3	1,3	5,0
	209,11	1	1,3	1,3	6,3
	209,12	1	1,3	1,3	7,5
	209,15	1	1,3	1,3	8,8
	209,45	1	1,3	1,3	10,0
	209,48	1	1,3	1,3	11,3
	209,55	1	1,3	1,3	12,5
	209,67	1	1,3	1,3	13,8
	209,87	1	1,3	1,3	15,0
	209,88	1	1,3	1,3	16,3
	209,89	1	1,3	1,3	17,5
	209,90	1	1,3	1,3	18,8
	209,92	1	1,3	1,3	20,0
209,98	1	1,3	1,3	21,3	
210,00	3	3,8	3,8	25,0	

210,01	3	3,8	3,8	28,7
210,02	1	1,3	1,3	30,0
210,03	4	5,0	5,0	35,0
210,06	1	1,3	1,3	36,3
210,08	1	1,3	1,3	37,5
210,09	1	1,3	1,3	38,8
210,10	4	5,0	5,0	43,8
210,11	7	8,8	8,8	52,5
210,12	6	7,5	7,5	60,0
210,13	2	2,5	2,5	62,5
210,15	1	1,3	1,3	63,7
210,17	1	1,3	1,3	65,0
210,21	3	3,8	3,8	68,8
210,22	2	2,5	2,5	71,3
210,23	1	1,3	1,3	72,5
210,32	1	1,3	1,3	73,8
210,40	1	1,3	1,3	75,0
210,44	1	1,3	1,3	76,3
210,45	9	11,3	11,3	87,5
210,55	1	1,3	1,3	88,8
210,65	3	3,8	3,8	92,5
210,70	1	1,3	1,3	93,8
210,76	1	1,3	1,3	95,0
210,77	1	1,3	1,3	96,3

	210,99	1	1,3	1,3	97,5
	211,02	1	1,3	1,3	98,8
	211,13	1	1,3	1,3	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Fuente: Flores y Montero (2019)

Tabla 7

Valores de frecuencia de la temperatura del hotend

Temperatura del hotend					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	208,11	1	1,3	1,3	1,3
	208,97	1	1,3	1,3	2,5
	208,01	1	1,3	1,3	3,8
	209,10	1	1,3	1,3	5,0
	209,11	1	1,3	1,3	6,3
	209,20	1	1,3	1,3	7,5
	209,41	1	1,3	1,3	8,8
	209,45	1	1,3	1,3	10,0
	209,53	1	1,3	1,3	11,3
	209,67	1	1,3	1,3	12,5
	209,87	1	1,3	1,3	13,8
	209,88	1	1,3	1,3	15,0
	209,89	1	1,3	1,3	16,3
	209,90	1	1,3	1,3	17,5

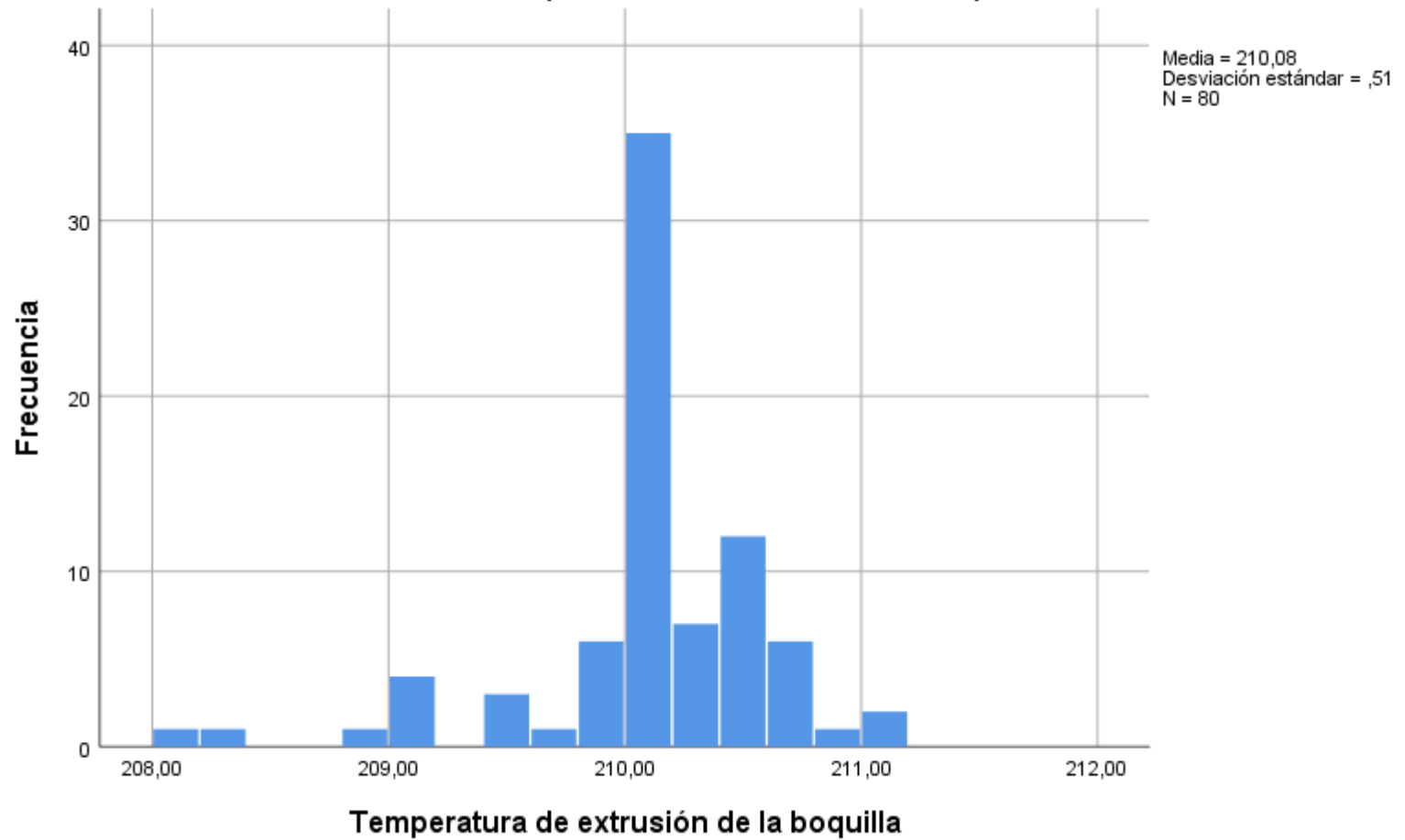
209,92	1	1,3	1,3	18,8
209,98	1	1,3	1,3	20,0
209,90	1	1,3	1,3	21,3
210,00	1	1,3	1,3	22,5
210,01	4	5,0	5,0	27,5
210,03	3	3,8	3,8	31,3
210,05	1	1,3	1,3	32,5
210,06	1	1,3	1,3	33,8
210,08	1	1,3	1,3	35,0
210,10	5	6,3	6,3	41,3
210,11	4	5,0	5,0	46,3
210,12	6	7,5	7,5	53,8
210,13	3	3,8	3,8	57,5
210,14	2	2,5	2,5	60,0
210,16	2	2,5	2,5	62,5
210,17	1	1,3	1,3	63,7
210,21	2	2,5	2,5	66,3
210,22	1	1,3	1,3	67,5
210,23	1	1,3	1,3	68,8
210,24	1	1,3	1,3	70,0
210,29	1	1,3	1,3	71,3
210,30	1	1,3	1,3	72,5
210,40	2	2,5	2,5	75,0
210,42	1	1,3	1,3	76,3

	210,44	1	1,3	1,3	77,5
	210,45	8	10,0	10,0	87,5
	210,59	1	1,3	1,3	88,8
	210,64	1	1,3	1,3	90,0
	210,65	2	2,5	2,5	92,5
	210,70	1	1,3	1,3	93,8
	210,71	1	1,3	1,3	95,0
	210,79	1	1,3	1,3	96,3
	210,99	1	1,3	1,3	97,5
	211,02	1	1,3	1,3	98,8
	211,13	1	1,3	1,3	100,0
	Total	80	100,0	100,0	

Fuente: Flores y Montero (2019)

Gráfico 1

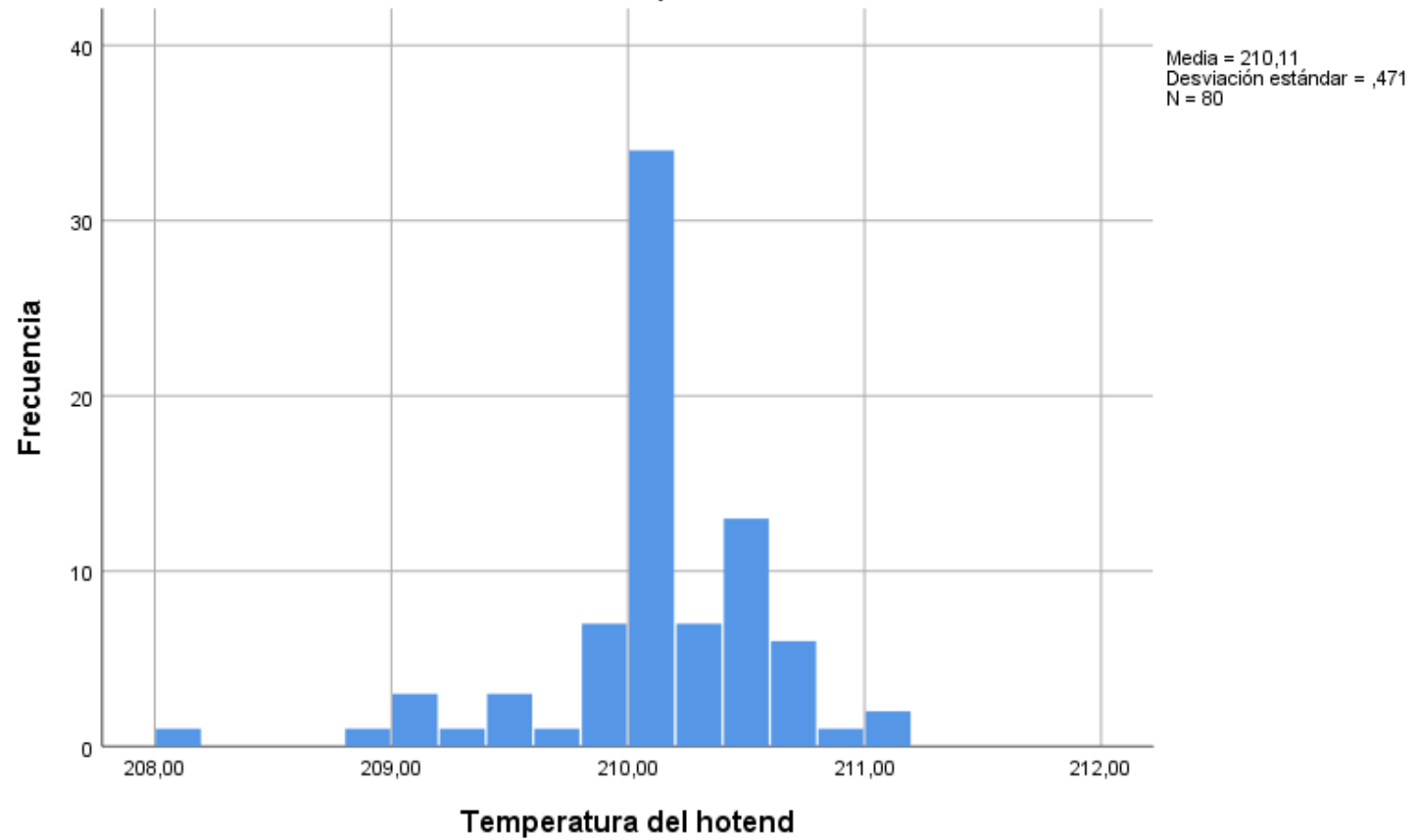
Temperatura de la extrusión de la boquilla



Fuente: Flores y Montero (2019)

Gráfico 2

Temperatura del hostend



Fuente: Flores y Montero (2019)

V. DISCUSIÓN

Miguel Romero Calderón y Ángel (2016), en su investigación cuyo título es “Diseño y Construcción de una impresora 3D de plástico” se describió el proceso de diseño y construcción de una impresora 3D, esto incluye los componentes como: acoples, carriles de deslizamiento, bases de sujeción con rodamiento, etc. El diseño de la impresora 3d se centró en la elección de componentes fundamentales como: perfiles de aluminio, motores paso a paso, ejes de acero inoxidable calibrados, bases de sujeción, rodamientos para los ejes, controlador, etc. Después del proceso de ensamblado se sometió a un proceso de calibración encontrándose una tolerancia que varía entre +0.4 y +0.6 mm, que es un intervalo aceptado entre las impresoras presentes en el mercado, esta investigación es similar pues se diseña y construye pero la diferencia radica en el uso de boquillas de menos diámetro de extrusión (0.4, 0.3, 0.2, 0.01), pues el objetivo principal fue demostrar que la calidad de resolución aumenta al reducir la boquilla de impresión hasta un límite 0.01mm.

Xavier Rodríguez Campillo (2018), en su investigación titulada es “Diseño de piezas modeladas con una impresora 3D para la realización de prácticas de laboratorio de la asignatura de resistencia de materiales y teoría de estructuras” propone una metodología para la práctica de laboratorio de la asignatura Resistencia de Materiales y Teoría de Estructuras; mientras nuestra investigación paso por el diseño de piezas (muñeca de nieve), pues se midió su resolución para demostrar nuestra hipótesis sobre la mejora de la calidad en la resolución.

Eduardo Carabalí Farinango y otros (2016), en su investigación cuyo título es “Diseño y construcción de una impresora 3D con impresión de soporte en ambiente controlado” plantea realizar el diseño e implementación de una impresora 3D con dos cabezales de extrusión, para realizar impresiones de estructuras complejas, que necesitan alta precisión para lograr una alta resolución. Esta impresora 3d se destaca por tener un controlador de temperatura del ambiente, para lograr una mejor calidad de impresión al temperar el ambiente de la impresora 3d. Esta impresora 3d funciona de dos maneras: La primera es a través de una placa inteligente con pantalla LCD que muestra todas las opciones de los comandos de impresora 3D. El segundo es usando un software de interfaz gráfica, nuestra investigación, es muy similar pues busca el mismo objetivo de mejorar la calidad de

impresión al lograr una alta resolución, pero optando por la reducción de la boquilla, para una mínima distancia entre hilos de polímero depositados por capa.

Alex Santiago Iza Almachi y Lema Osorio (2016), en su investigación titulada “Implementación de una impresora 3D de control numérico computarizado CNC para la producción de prototipos de plástico que tecnificará el laboratorio de Robótica de la universidad Técnica de Cotopaxi periodo 2016” se implementará una impresora 3D para la elaboración de objetos necesarios para el desarrollo de prácticas; nuestra investigación busco implementarse para su uso (aunque se diseñó e implemento una impresora 3d) además demostró, que al reducir el orificio de la boquilla (construcción de una boquilla de extrusión de diámetro 0.01, no existente en el mercado) aumenta la calidad de impresión.

Marcos Cañas Masapanta y Patricio (2018), en su investigación cuyo título es “Prototipo de impresora 3D con Arduino para producir prótesis no ortopédicas” su propósito es ayudar con prótesis no ortopédicas a las personas que presenten algún tipo de discapacidad física, nuestra investigación se relaciona indirectamente ya que al mejorar la calidad de impresión lo que posibilita la impresión de piezas ortopédicas o no ortopédicas de alta precisión.

VI. CONCLUSIONES

En la investigación realizada se logró diseñar, construir e imprimir con boquillas de 0.4, 0.3, 0.2, 0.01 mm, después se procedió a medir la resolución, midiendo la distancia entre hilo de PLA impreso por capa, llegando a distancias de 0.012 a 0.0098 mm con lo que se concluye que la calidad de resolución aumenta.

Se logró analizar, diseñar e implementar una impresora 3D de bajo presupuesto (S/. 747.4684), al alcance de cualquier institución que necesite esta tecnología, incluso al alcance de una persona (sueldo mínimo vital en el Perú s/. 930).

Se utilizó materiales que se encuentran fácilmente en el mercado, esto incluye tanto el mercado nacional como internacional, ahora fácilmente accesible vía online.

La impresora 3D pudo tecnificar los procesos de construcción para elaboración de prototipos diseñados en software AUTOCAD con plástico tipo PLA (ácido poliláctico).

Se logró reducir el diámetro a la boquilla de extrusión mediante el proceso de electroerosión por pulso eléctrico y el uso de filamento de fibra óptica monomodo, que sirvió como separador al vaciarse el metal fundido en la boquilla de extrusión.

VII. RECOMENDACIONES

Para investigaciones posteriores similares se recomienda usar este tipo de boquilla para trabajos que requieran alta resolución como prótesis biomecánicas, piezas mecánicas funcionales para ser analizadas de manera óptima.

Por otro lado, se recomienda usar este modelo de impresora, ya que está hecha con materiales que abaratan su coste, usando perfiles de aluminio baratos (perfil rectangular).

También se recomienda usar tuercas antiblashback para que no haya retroceso de los ejes, sobre todo del eje z.

Por último, se recomienda la multifuncionalidad de este sistema CNC, pues al cambiar el extrusor por un cabezal laser, cuchilla de corte, router de fresado se