

Manufactura aditiva, una tecnología para el desarrollo de prototipos en 3D aplicados a la ingeniería en sistemas computacionales.

Daniela-Michelle. Aviña-Velarde ^{a,*}

^a División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, 55210, Ecatepec de Morelos, Estado de México, México.

Resumen

La manufactura aditiva es una tecnología que tiene como principal objetivo producir artículos diseñados en modelos digitales y así reducir el tiempo de la obtención de dichos artículos. En la metodología se encuentran los conocimientos adquiridos durante las prácticas de laboratorio, como la configuración, montaje, conexiones, carga de material, calibración e instalación de software en impresoras 3D. Esta tecnología tiene una gran versatilidad para innovar en distintas áreas e industrias. En la práctica con el modelado por deposición fundida (FDM) con el material ácido poliacético (PLA) se lograron obtener los datos correctos de temperatura y calibración teniendo como resultado una impresión 3D de buena calidad. Con los prototipos creados tales como nariz electrónica, estación meteorológica, brazo robot, entre otros, se comprueba que la impresión 3D puede ser aplicada en distintos sectores incluida la Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Palabras Clave: Ingeniería, manufactura aditiva, prototipos 3D, tecnología.

Abstract

Additive manufacturing is a technology whose main objective is to produce articles designed in digital models and thus reduce the time it takes to obtain said articles. The methodology includes the knowledge acquired during the laboratory practices, such as configuration, assembly, connections, loading of material, calibration and installation of software in 3D printers. This technology has great versatility to innovate in different areas and industries. In practice, with fused deposition modeling (FDM) with the polyacetic acid (PLA) material, it was possible to obtain the correct temperature and calibration data, resulting in a good quality 3D print. With the prototypes created such as electronic nose, weather station, robot arm, among others, it is verified that 3D printing can be applied in different sectors including Computer Systems Engineering.

Keywords: Engineering, additive manufacturing, 3D prototypes, technology.

1. Introducción

La manufactura aditiva, también conocida como fabricación aditiva, es la creación de productos físicos realizados con diseño asistido por computadora (CAD) para posteriormente ser impresos en impresoras tridimensionales.

El software CAD sirve para la creación, edición, análisis y visualización de modelos tridimensionales [1], también se pueden hacer simulaciones para tener noción de la obtención de dichas impresiones 3D.

Para la elaboración de los diseños 3D los programas más utilizados son Autodesk Inventor y Fusion 360, ya que cuentan con múltiples herramientas útiles para el desarrollo de

*Autor para la correspondencia: 201821785@tese.edu.mx

Correo electrónico: 201821785@tese.edu.mx (Daniela-Michelle Aviña-Velarde), Esta área se llena cuando el manuscrito se aceptado con los nombres completos y correos de todos los autores.

Historial del manuscrito: recibido el 25/01/2023, última versión-revisada recibida el 28/01/2023, aceptado el 22/02/2023, en línea (postprint) desde el 24/02/2023, publicado el 06/03/2023. **DOI:** <https://doi.org/10.12345/ridt.ccaiXXiYY.ZZZZ>



piezas desde cero, dando como resultado un archivo STL, por otro lado, para la generación de código G y posteriormente la impresión 3D se utiliza el software Ultimaker Cura, un software para impresoras 3D en la cual se pueden modificar los parámetros de impresión como la calidad, relleno, material, velocidad, soportes, entre muchas otras.

Existen distintos tipos de impresión, el modelado por deposición fundida (FDM) consiste en derretir el material llamado filamento a través de un extructor sobre una cama caliente utilizando los ejes de x, y, z para la creación de las piezas [2].

Para lograr una correcta impresión se toma en cuenta las condiciones de la impresora 3D, esto implica una correcta configuración de esta, como la temperatura de la cama, la temperatura del extructor, la ventilación, la velocidad, y una de las más importantes que es la calibración.

Es importante conocer las necesidades que tiene cada uno de los prototipos, así como cuál será su funcionamiento, de esta manera no solo se crea el diseño y prototipo, también se conoce el proyecto para poder utilizarlo y así tener conocimiento en todas las áreas.

2. Metodología

A La metodología empleada para este proyecto es la búsqueda y análisis de información, así como también la práctica, durante su desarrollo se tomaron cursos y capacitación sobre el software para modelado 3D, así como de las impresoras 3D, para posteriormente llevar los conocimientos a la práctica imprimiendo distintos modelos.

2.1. Manufactura aditiva

La manufactura aditiva es un proceso de impresión 3D en el cual se crean piezas en su solo paso, capa por capa a un ritmo medio de dos centímetros de altura por hora [3].

Dentro de sus beneficios se encuentran la disminución de costos y errores, así como producción de impresiones con una alta precisión.

2.2. Diseño 3D

El diseño 3D consiste en utilizar un software para crear una representación matemática de un objeto o una forma tridimensional [4]. Como resultado se obtiene un modelo 3D que es utilizado para el diseño generado por computadora, este diseño es indispensable para las máquinas que son operadas en lenguajes CAD.

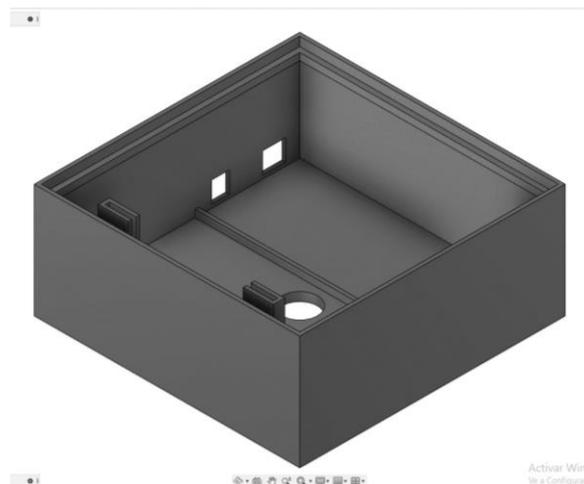


Figura 1: Diseño de base de Nariz Electrónica.

2.3. Tipos de impresión

En la manufactura aditiva existen distintas tecnologías para la impresión 3D. A continuación, se muestran las principales tecnologías:

Stereolitografía (SLA): Se basa en la posibilidad de solidificar una resina en estado líquido mediante la proyección de un haz láser de una frecuencia y potencia muy concretas. El proceso empieza con el elevador situado a una distancia de la superficie del líquido igual al grosor de la primera sección a imprimir. El láser sigue la superficie de la sección y su contorno. El líquido es un fotopolímero que cuando está expuesto a radiación ultravioleta solidifica. Una vez solidificada esta sección, el elevador baja su posición para situarse a la altura de la siguiente lámina. Se repite dicha operación hasta conseguir la pieza final [5]. Para obtener unas características mecánicas óptimas de las piezas generadas, los prototipos son sometidos a un post curado en un horno especial de rayos UVA [5].

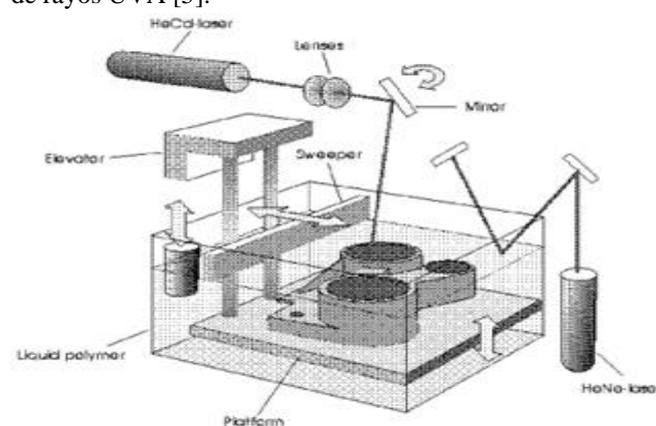


Figura 2: Esquema máquina SLA [5].

Sinterización selectiva por láser (SLS): Se utilizan polvos de diferentes materiales. Un láser sinteriza las áreas seleccionadas causando que las partículas se fusionen y solidifiquen. El modo de generación de las piezas es similar al

que se explica en la sección dedicada a la estereolitografía, en el que los elementos son generados de capa en capa, iniciando el proceso por las cotas más bajas y terminados por las superiores. El proceso se lleva a cabo en una cadena móvil que recibe la mezcla de materiales que contienen hierro junto con un combustible, generalmente coque fino. Cerca del extremo de alimentación, unos quemadores a gas inician la combustión en la superficie y a medida que va avanzando el aire de la atmósfera es succionado a través de la mezcla a ser quemada. A lo largo de la cadena móvil, en su parte inferior, existen unas cajas de viento que actúan como succionadoras, de manera que la mezcla se vaya quemando transversalmente, hasta llegar a la zona de descarga donde la mezcla ya sinterizada y luego de cribada y enfriada, continúa su camino hacia el siguiente proceso. Las temperaturas generadas en este proceso varían entre 1300° y 1400 °C [5].

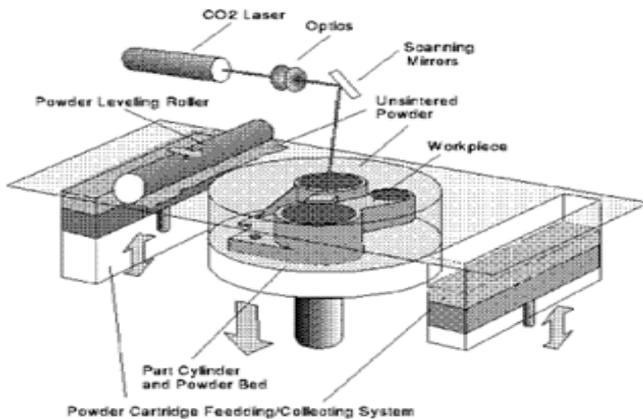


Figura 3: Esquema máquina SLS [5].

Fabricación de objetos laminados (LOM): Esta tecnología pega y recorta láminas de papel. La parte inferior del papel tiene una capa adhesiva que cuando es presionada y se le aplica calor hace que se pegue con el folio anterior. El folio es recortado siguiendo el contorno de la sección de la pieza [5]. Entre las aplicaciones de las piezas de fabricación de objetos laminados en 3D se encuentran los estudios ergonómicos, la visualización de la topografía y los modelos arquitectónicos de los objetos fabricados con papel [10].

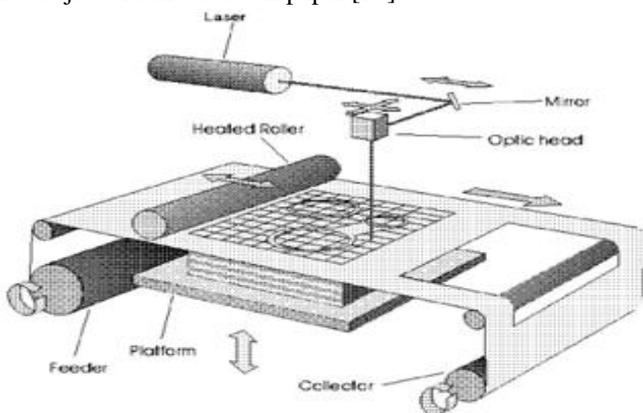


Figura 4: Esquema máquina LOM [5].

Modelado por deposición fundida (MDF): Es un proceso de fabricación utilizado para el modelado de prototipos y la producción a pequeña escala. El modelado por deposición fundida utiliza una función aditiva, depositando el material en capas hasta conformar la pieza. Un filamento plástico o metálico que inicialmente se almacena en rollos (bobinas), es introducido en una boquilla. La boquilla se encuentra por encima de la temperatura de fusión del material del filamento y puede desplazarse en tres ejes controlada electrónicamente. La boquilla normalmente la mueven motores a pasos o servomotores. Generalmente la boquilla se mueve mediante un motor paso a paso que se desplaza en vertical (Z), mientras que el movimiento en las otras dos dimensiones, en horizontal (x e y), lo realiza el propio objeto depositado sobre la plataforma inicial, que es la que tiene otros dos motores paso a paso (uno en cada dimensión). Hay diversas combinaciones posibles de boquilla, plataforma y motores. La pieza se construye con finos hilos del material que solidifican poco después de salir de la boquilla dependiendo de la temperatura ambiente. Esta tecnología es la más utilizada [11].

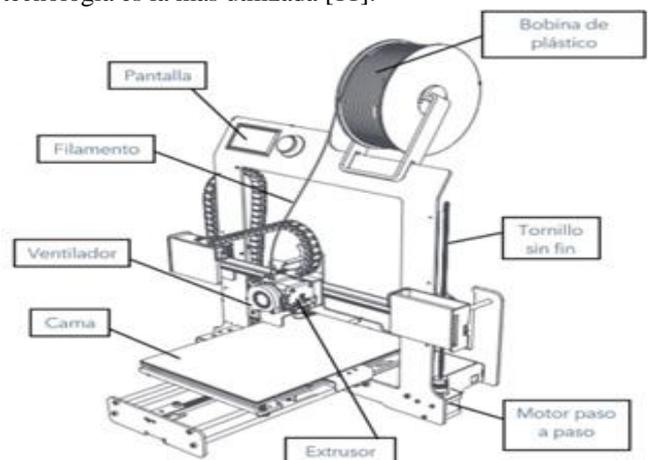


Figura 5: Esquema máquina MDF [5].

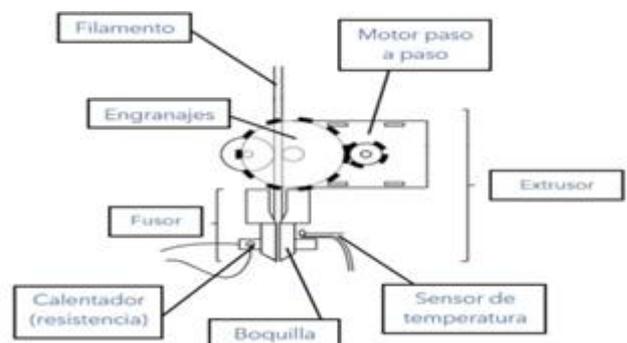


Figura 6: Esquema extrusor de máquina MDF [5].

2.4. Tipos de impresión

Para el modelado por deposición fundida los materiales de impresión 3D más populares son el PLA (ácido poliláctico) y el ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno)[12]. En la "Tabla 1" se muestran sus principales características.

Tabla 1: Características de material PLA y ABS

Filamento PLA	Filamento ABS
Es fabricado a partir de fuentes orgánicas.	Es fabricado a partir de petróleo.
Es más fuerte y rígido.	Es más flexible.
Rango de temperatura entre 60° y 100°	Rango de temperatura entre 105° y 200°
El terminado de las piezas es brillante.	El terminado de las piezas es mate.
No resiste las altas temperaturas.	Es resistente al calor y al impacto.
El precio es accesible.	El precio es más elevado.



Figura 7: Comparación de filamentos, izquierda PLA, derecha ABS [6].

2.5. Creality CR 10 S

Esta impresora cuenta con una alta precisión de impresión, puede satisfacer las necesidades industriales, cuenta con plataforma de cama de vidrio calentado, plataforma de base de la tabla de impresión de aluminio. Fácil de quitar tu modelo de 3D. La PCB de grado industrial puede imprimir continuamente durante 200 horas sin presión, pero con una tecnología de impresión madura y un rendimiento estable. Tecnología patentada para X Y Z Aluminum V-Slot Bearing para que funcione sin problemas y obtenga un producto de buena calidad[13].

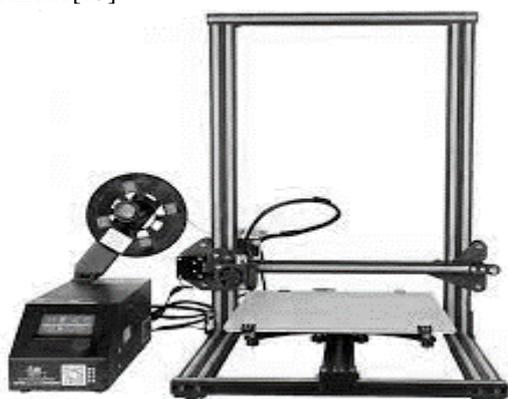


Figura 8: Creality CR-10 S [8].

2.6. Ender 3

La Ender 3 es una impresora 3D casera que viene en forma de kit de bricolaje. Su fabricante, Creality, tiene su sede en China y desarrolla impresoras 3D y productos relacionados con la fabricación aditiva.

La compañía produce y vende una gama de máquinas de escritorio asequibles con múltiples métodos de impresión 3D. Sus máquinas más populares se basan en la tecnología FDM [14].

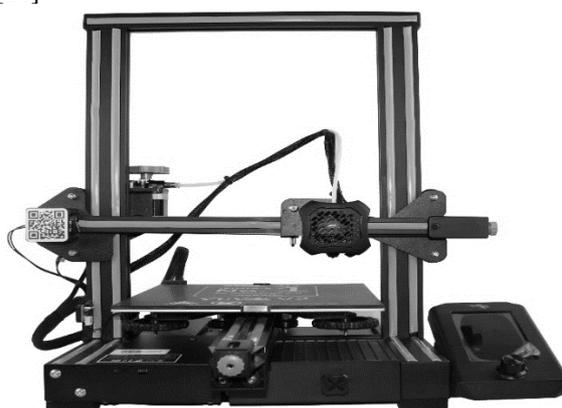


Figura 9: Ender 3 [8].

2.7. Ultimaker 2+

Las impresoras Ultimaker 3D se han diseñado y fabricado para la fabricación de filamento fundido con materiales Ultimaker principalmente en un entorno comercial, profesional o educativo. La combinación de precisión y velocidad hace de las impresoras Ultimaker 3D una herramienta perfecta para la obtención de modelos conceptuales, prototipos funcionales y la producción de series pequeñas.

Gracias a la funcionalidad en red y una nueva pantalla táctil, la Ultimaker 2+ Connect constituye su primer paso de confianza en el mundo de la impresión 3D remota y sencilla. El Ultimaker 2+ Connect Air Manager opcional aumenta su confianza y le ofrece más opciones de configuración.

Diseñado para aumentar la seguridad del usuario de una manera simple pero efectiva, elimina hasta el 95 % de las partículas ultrafinas y protege a los usuarios de los componentes calientes y móviles [15].

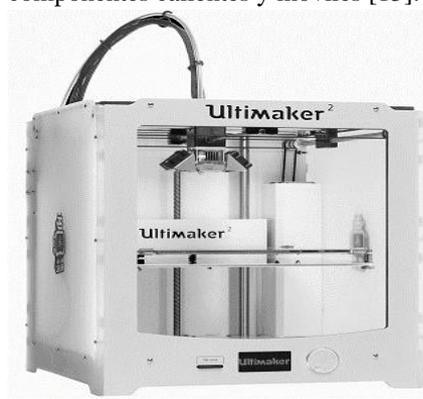


Figura 10: Ultimaker 2+ [9].

3. Resultados

3.1. Preparación para impresión 3D

El procedimiento para lograr una impresión 3D es primero tener un software de CAD, para hacer el diseño digital tridimensional, entre los más utilizados se encuentran los de Autodesk, como Fusion 360 o Inventor, una vez terminado este diseño se obtiene un archivo STL en donde se encuentran todas sus propiedades físicas del diseño.

Este archivo se abrirá en otro software llamado Ultimaker Cura, este para modificar los parámetros de impresión y encapsularlos en un código G, código utilizado para que la impresora 3D entienda todas las instrucciones y logre la impresión capa a capa.

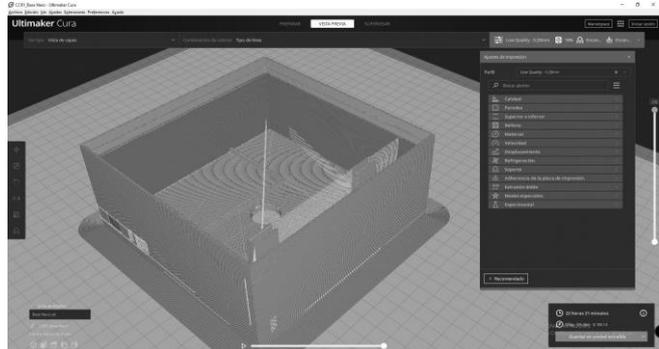


Figura 11: Software Ultimaker Cura.

Posteriormente este código se almacena en una memoria externa para poder ingresarla a la impresora, en la impresora se comienza a configurar la calibración de la cama, la temperatura del extructor, así como de la cama y de esta manera comenzar a imprimir la pieza diseñada [6].

La calibración de la cama es un punto importante ya que de esta acción depende la calidad de impresión, así como prevención de desprendimiento de la pieza.

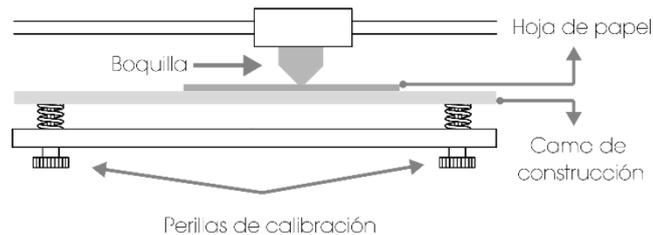


Figura 12: Esquema de calibración de cama [6].

3.2. Obtención y acabado de piezas

Cuando la impresora 3D termina de imprimir el diseño, se debe esperar un tiempo considerable para que la pieza se enfríe y no sufra modificaciones. Después la pieza esta lista para ser desprendida de la cama, se puede quitar precalentando a baja temperatura la cama o aplicando fuerza hasta desprender la pieza por completo.

Si se le agrega soporte a la pieza se debe de retirar para dar un mejor acabado, este soporte se utiliza para dar apoyo en la estructura y que la pieza tenga de donde sostenerse para continuar con la impresión, si la pieza tiene menos de 45° de inclinación no requiere de este soporte.

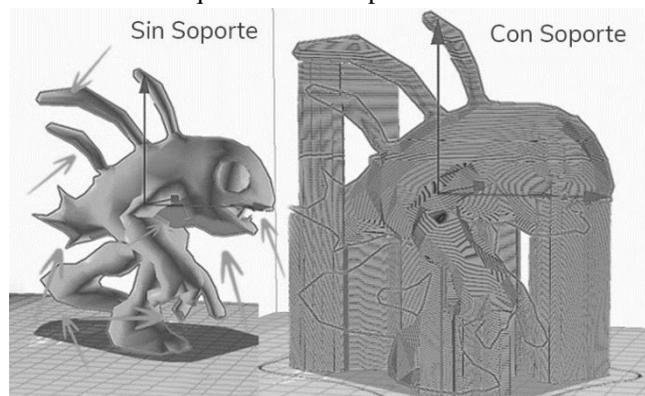


Figura 13: Ejemplo de pieza, izquierda sin soporte, derecha con soporte [7].

A continuación, se muestra la pieza terminada para el proyecto de Nariz Electrónica, en donde ya se realizaron todos los pasos explicados anteriormente obteniendo como resultado esta pieza.

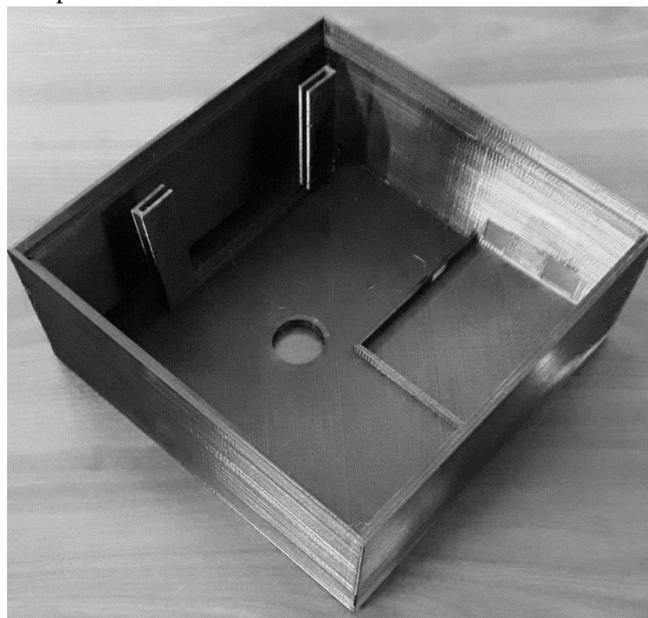


Figura 14: Pieza terminada para proyecto de Nariz Electrónica.

4. Discusión

La manufactura aditiva es una tecnología que ha traído muchos avances en diferentes sectores como automotriz, electrónica, aeroespacial, medicina, arquitectura e incluso en los deportes, sin embargo, al ser una tecnología nueva aún cuenta con algunos detalles que pueden dar resultados negativos en los sectores donde es utilizada, ya que el acabado de los modelos no son de la misma calidad que otra manufactura. Otro punto de discusión es el tiempo y costo de fabricación de piezas con esta tecnología ya que piezas de un tamaño considerable llegan a tardar días, por lo que se deben tomar en cuenta todos estos detalles para mejorarlos y así

lograr que la manufactura aditiva pueda ser accesible para todas las industrias.

5. Conclusiones

Esta tecnología de la manufactura aditiva es una gran herramienta para las aplicaciones en distintas industrias ayudando a la creación de componentes con el prototipado en impresión 3D, esto gracias a la calidad de los resultados que son productos o piezas de buena calidad y a un bajo costo lo que hace más llamativa esta fabricación.

También se toma en cuenta las desventajas que puede llegar a tener esta tecnología como es el acabado de las piezas ya que no es tan estético y los errores de impresión, así como el tiempo que toma en realizarse una pieza de tamaño considerable.

La impresión 3D no tiene limitaciones por lo que es considerada para distintos sectores siendo muy útil por ejemplo para la medicina, alimentos, educación, deportes, entre muchos otros, y por lo tanto más utilizada.

Agradecimientos

La autora de este artículo científico agradece profundamente el apoyo de su asesor, el Dr. Adolfo Meléndez Ramírez, durante el desarrollo de este trabajo, así como también al Centro de Cooperación Academia Industria por todas las herramientas proporcionadas para el aprendizaje obtenido.

Referencias

- [1] Jorquera Ortega, A. (2017). *Fabricación Digital: introducción al modelado e impresión 3D*. Madrid, Spain: Ministerio de Educación y Formación Profesional de España. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/tese/49441>. pp. 5 – 7.
- [2] Christoph, R., Muñoz, R., & Hernández, Á. (2016). *Manufactura aditiva. Realidad y reflexión*, 97-109.
- [3] Berchon, M. y Luyt, B. (2016). *La impresión 3D: guía definitiva para makers, diseñadores, estudiantes, profesionales, artistas y manitas en general*. Barcelona, Spain: Editorial GG. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/tese/45582>. pp. 19 - 25.
- [4] Bodero, I. A., Espinoza, G. S., & Pérez, N. C. (2021). Aplicación de la manufactura aditiva en el procesamiento de alimentos. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(9), pp. 837-856.
- [5] Rodríguez, J. A., & Antonio, J. (2001). *Sistemas de prototipado rápido*. Universidad de Vigo, 3. pp. 9 – 17.
- [6] Duque, J. I. A., Parra, G. A., Luna, V. M. J., & Valadez, B. G. *Elaboración de filamentos de PLA*. pp. 4 – 6.
- [7] Moreno Gerena, M. A. (2014). *Impresora 3D por extrusión de plástico*. pp. 60 – 110.
- [8] Jansson, T. (2020). *Granulate extruder for the Cr-10s*.
- [9] Pull, R. J. (2014). *Ultimaker Transport Oplossing* (Bachelor's thesis, University of Twente)
- [10] 3DS. (2023). *Laminación de láminas*. <https://www.3ds.com/es/make/guide/process/sheet-lamination>
- [11] *Modelado por deposición fundida*. (2022, 8 de junio). Wikipedia, La enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Modelado_por_deposici%C3%B3n_fundida&oldid=144059818.
- [12] Astudillo Delgado, E. J. (2021). *Diseño de un prototipo de señalización ON-OFF con comunicación al SCADA de un seccionador eléctrico para reducir el tiempo de búsqueda en red de distribución eléctrica* (Bachelor's thesis).
- [13] Inova Market. (2023). *Creality CR 10 S*. <https://www.inovamarket.com/p/cr-10-s/>
- [14] 3Dnatives. (2023). *Impresoras 3D. Ender 3*. <https://www.3dnatives.com/3D-compare/es/impresoras-3d/ender/>
- [15] Ultimaker. (2023). *Ultimaker 2+*. <https://ultimaker.com/download/74589/ultimaker-s5-manual-v1->